



HELIKOPTERILLA  
TOTEUTETTAVAN  
SAMMUTUSTOIMINNAN  
**OPAS 2010**

**Toteutus:**

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto,  
Pelastustoimen ja varautumisen vastuualue  
Projektipäällikkö Timo Heikkilä

**Yhteistyössä:**

Puolustusvoimat  
Rajavartiolaitos  
Oulu-Koillismaan pelastuslaitos  
Matti Aalto

**Rahoitus:**

Palosuojelurahasto

**Kannen kuva**

Matti Loukonen

**Taitto:**

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto

**Julkaisusarja**

Pohjois-Suomen aluehallintoviraston julkaisuja  
ISSN 1798-8152  
2:2010

**Painopaikka ja vuosi**

Oulu, 2010

**Opas verkossa:**

[www.avi.fi/pohjois](http://www.avi.fi/pohjois)

## ALKUSANAT

HEKO – metsäpalontorjuntahanke käynnistyi huhtikuussa 2008, kun Palosuojelurahasto oli myöntänyt avustuksen SEPE:n Tuki ry:lle hankkeeseen ”Koulutusaineiston ja operatiivisen ohjeiston työstäminen helikoptereilla suoritettavia metsäpalontorjunnan sammutuslentoja varten”.

Hankkeen loppuraportti ”Helikopterilla toteutettavan sammutuslentotoiminnan opas” luovutettiin Sisäasiainministeriön pelastusosastolle 8.5.2009. Oppaan luovutustilaisuudessa todettiin sen viimeistelyn kuitenkin olevan joiltain osin keskeneräinen. Näin ollen oppaan katsottiin olevan koekäytössä kesällä 2009.

Oulun lääninhallituksen pelastusosaston (vuoden 2010 alusta lukien Pohjois-Suomen aluehallintoviraston pelastustoimen ja varautumisen vastuualueen) tekemään jatkotyöstämisesitykseen oppaan täydentämiseksi saatiin myönteinen päätös Palosuojelurahastolta syksyllä 2009. Myönnetty avustus oli tarkoitettu 8.5.2009 Sisäasiainministeriölle luovutetun oppaan muokkaamiseen lopulliseen tarkoitusta vastaavaan muotoon. Muokkaustyö käynnistyi lokakuun 2009 alussa. Työryhmän projektivastaavaksi nimettiin Timo Heikkilä ja hänen avukseen nimettyyn ohjausryhmään johtaja Mauno Mäkäpäinen ja pelastusylitarkastaja Pentti Kurttila Pohjois-Suomen aluehallintoviraston pelastustoimen ja varautumisen vastuualueelta, lentueen päällikkö, kapteeni Eetu Peuraniemi Rajavartiolaitokselta Rovaniemeltä, kapteeni Janne Sallila Puolustusvoimien Helikopterilentueesta Utista, lentotoimen tarkastaja Matti Aalto Oulusta ja Oulu-Koillismaan pelastuslaitoksen apulaispalopäällikkö Kari Kuosmanen Pudasjärveltä. Asiantuntijana on kuultu Pelastusopiston vanhempaa opettajaa Seppo Virtasta.

Täydennetty ja lopulliseen muotoon saatettu ”Helikopterilla toteutettavan sammutuslentotoiminnan opas 2010” luovutetaan Sisäasiainministeriön pelastusosastolle.

Oulussa 19.4 .2010



## Sisällysluettelo:

Alkusanat .....	3
1. Esipuhe .....	7
2. Johdanto .....	9
3. Helikopterikaluston hyödyntämisperiaatteet maasto- ja metsäpalojen sammutustoiminnassa .....	10
4. Maasto- ja metsäpalojen ilmatiedustelu ja tilannearvio.....	13
5. Sammutustaktiikan yleisperiaatteita maasto- ja metsäpaloissa sekä lentosammutustaktiikan toimintaperiaatteet .....	18
6. Yleisimmät käytössä olevat sammutustaktiikan toimintamallit.....	26
7. Maasto- ja metsäpalojen sammutustoiminnan johtaminen ja viestiliikenne .....	33
8. Maasto- ja metsäpalojen käyttäytyminen .....	35
9. Lentotoiminta sammutussäiliön kanssa .....	50
10. Lentotekniikka veden pudotuksissa ja sammutustyössä .....	52
11. Helikopterin käytössä olevan sammutussäiliön toimintaperiaatteet....	55
12. Lentoturvallisuus ja vaaratekijät.....	57
13. Osallistuminen lähialueiden tai kansainväliseen avunantoon .....	61
14. Liitteet:	
1. Lentosammutukseen ja metsäpalontorjuntaan liittyvää sanastoa.....	63
2. Otteita Pelastusopiston AMK, Palopäällystön koulutus- ohjelmanlinjan oppilaiden Kimmo Virkkalan ja Harri Huumon opinnäytetyöstä: Helikopterilla toteutettavan lentosammutuksen tehokkuus maastopaloissa .....	67
3. Kaaviokuva Bambi Bucket sammutussäiliöstä .....	74
4. Lähteet .....	75



# 1. Esipuhe

Helikoptereiden mukaantulo maasto- ja metsäpalojen sammutustoimintaan on käynnistynyt laajemmassa mittakaavassa Suomessa jo 1980-luvulla. Helikoptereiden käyttö sammutustoimintaan on vakiintunut yleiseksi käytännöksi vähänkin suurempien ja uhkaavaksi muodostuneiden maasto- ja metsäpalojen yhteydessä. Sammutustehtäviin on ollut käytössä sekä rajavartiolaitoksen että puolustusvoimien helikoptereita. Myös yksityisiä helikoptereita on ollut käytössä. Niillä pääpaino on kuitenkin ollut lääkinnällisissä tehtävissä.

Mitään vahvistettua valtakunnallista ohjetta tai strategiaa helikoptereiden käytöstä maasto- ja metsäpalontorjunnan sammutustoiminnan tukemiseen ei ole tähän mennessä ollut.

Päätös ja perusteet helikopterin tilaamiselle maasto- tai metsäpalon sammutukseen vaihtelevat riippuen asianomaisen pelastuslaitoksen omaksumasta toimintatavasta sekä pelastustoiminnan johtajana toimivan päällystöviranhaltijan (P3) tekemästä tilannearviosta. Pääsääntöisesti päätöksen helikopterin tilaamisesta tekee pelastustyön johtovastuussa oleva päällystöpäivystäjä, useimmiten (P3). Hätäkeskuksille ei ole luotu riskiarviointiin perustuvaa vastetta helikopterin suoraan hälyttämiseen. Helikopterin (Heko:n) tilaus maasto- tai metsäpaloön perustuu aina pelastusviranomaisen harkintaan ja pyyntöön.

Valtakunnallisesti yhtenäisen käytännön ohjeistaminen on tarpeen, mikäli helikoptereilla toteutettavassa sammutustoiminnassa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen toimintaan. Tähän tavoitteeseen pääseminen edellyttää, että Sisäasiainministeriön pelastusosasto vahvistaa ”Valtakunnallinen helikoptereilla toteutettavan sammutustoiminnan strategian ja ohjeistuksen maasto- ja metsäpalontorjuntaa varten.”

Mitään yhtenäistä ohjeistusta tai perehdyttämiskoulutusta sammutuslentotehtävien suorittamiseen ei ole ollut käytettävissä. Ainoa ko. aiheeseen liittyvä koulutus on ollut Sisäasiainministeriön pelastusosaston ja Pelastusopiston, Lentosammutuspäällikkö-nimikkeellä toteutettu, vuotuinen täydennyskoulutus samalle n. 15 oppilasta käsittävälle ryhmälle, joka on muodostunut pelastusviranomaisista. Koulutettu ryhmä kattaa tällä hetkellä vain osan pelastuslaitoksista ja sen kokoonpano painottuu vahvasti Etelä-Suomen alueelle.

Edellä mainituista puutteista johtuen käsitykset ja omaksutut toimintatavat lentosammutustoiminnan toteuttamisesta käytännössä ovat tähän asti perustuneet pääosin yksittäisten lentäjien omakohtaisiin kokemuksiin ja näkemyksiin oikeaksi koetuista toimintatavoista ja lentomenetelmistä sammutustoiminnassa. Tämän seurauksena näkemykset lentosammutustoiminnassa käytettävistä toimintatavoista ja suoritusarvoista (lentokorkeudet ja pudotuslentonopeudet) eivät välttämättä ole yhdenmukaisia lentäjien keskuudessa.

Valtion omistaman, Puolustusvoimien (PV) ja Rajavartiolaitoksen (RVL), helikopterikaluston määrän ja käytettävyyden lisääntyminen ovat luoneet aikaisempaan verrattuna merkittävän todellisen voimavaran. Kaluston määrän ja henkilöresurssien myötä on muodostumassa uusia Heko-miehistöjä, joilta puuttuu maasto- tai metsäpalojen sammutuslentokoulutus ja kokemus.

Helikopterilla suoritettavan lentosammutustoiminnan tehokkuuden arviointi nousi ajankohtai-

seen tarkasteluun, kun Pelastusopiston AMK-oppilas Kimmo Virkkala oli päättänyt ottaa oman opinnäytetyön aiheeksi ”Helikopterilla suoritettavien veden pudotuksien mittaustulokset” vuonna 2007.

Opinnäytetyötä työstettäessä havaittiin, että aiheeseen liittyvää ulkomailta käytössä olevaa ohjeistusta ja opetusmateriaalia on mahdollisuus saada käyttöön mm. Internet-yhteyksiä hyödyntäen.

Koulutusaineiston työstämiseen saatiin Palosuojelurahaston avustus 2008. Hankkeen tavoitteeksi asetettiin: Koulutusaineiston ja operatiivisen ohjeiston työstäminen helikoptereilla suoritettavia metsäpalontorjunnan sammutuslentoja varten. Hankkeen loppuraportti ”Helikopterilla toteutettavan sammutuslentotoiminnan opas” luovutettiin Sisäasiainministeriön pelastusosastolle 8.5.2009. Oppaan luovutustilaisuudessa todettiin sen viimeistelyn kuitenkin olevan joiltain osin keskeneräinen. Näin ollen oppaan katsottiin olevan koekäytössä kesällä 2009.

Palosuojelurahaston myöntämän jakorahoituksen avulla koekäytössä ollut opas ja siihen liittyvä koulutusaineisto on muokattu lopulliseen muotoon.

### **Helikopterin käyttöä tulee tehostaa metsä- ja maastopalojen sammutustoiminnassa, koska:**

- 1) Helikoptereiden** käytöstä on vuosien kuluessa saatu kiistatta hyviä kokemuksia ja niiden käytöllä on monessa maastopalossa saavutettu ratkaisevia tuloksia sammutustoiminnan onnistumisessa.
- 2) Pelastuslaitoksien** sammutusvoimavarat ovat osoittautuneet rajalliseksi pitkäkestoisten kuivien ajanjaksojen ja runsaslukuisten suurpalokausien aikana. Pelastuslaitosten voimavarojen sitominen pitkäkestoisten maasto- tai metsäpalojen sammutustoimintaan voidaan pitää myös epätarkoituksenmukaisena. Tästä esimerkkinä oli vuoden 2006 metsäpalokausi, jolloin erittäin pitkän kuivan jakson aikana syttyi runsaasti isoja metsäpaloja, minkä seurauksena useamman pelastuslaitoksen voimavarat kävivät ääri rajoilla.
- 3) Suomessa** on syytä varautua tulevaisuudessa mahdollisiin ilmaston muutoksen tuomiin poikkeuksellisiin kuivuusjaksoihin ja suurpalokesiin, jolloin pelastuslaitosten voimavarat saattavat osoittautua riittämättömäksi, etenkin harvaan asutuilla seuduilla.
- 4) Helikoptereilla** on mahdollisuus toteuttaa nopea ensi-isku ja sammutus-  
hyökkäys syrjäisillä alueilla tai vaikeakulkuisten maastojen takana syttyneisiin maasto- ja metsäpalonalkuihin.
- 5) Suurin osa maan n. 600 turvetuotantoalueesta** rajoittuu yleensä metsään. Helikopteria on käytetty hyvällä menestyksellä useiden turvetuotantoaluepalojen sammutustoimintaan viimeisten parinkymmenen vuoden aikana.

## 2. Johdanto

Tämä opas on tarkoitettu toiminnalliseksi (operatiiviseksi) perusohjeeksi kaikille maasto- ja metsäpalojen sammutustyöhön osallistuville pelastusviranomaisille, helikopterilentäjille sekä helikopterioperaattoreille.

Oppaan tarkoituksena on ohjata käytäntöjä, jotka edistävät ja yhdenmukaistavat helikoptereiden käyttöä maasto- ja metsäpalojen sammutustoiminnassa sekä varautumisessa niihin. Oppaan tavoitteena on tehostaa helikopterilla toteutettavaa sammutuslentotoimintaa sekä edesauttaa helikopterilentäjien ja pelastusviranomaisten välistä yhteistyötä. Entistä tehokkaamman sammutuslentotoiminnan sekä sammutustaktisesti oikein valittujen palokohteiden sammuttaminen helikopterilla edellyttää sekä lentäjiltä että pelastusviranomaisilta mm. sitä, että heidän on opittava tunnistamaan metsien perustyyppit sekä opittava myös ”lukemaan” maasto- tai metsäpalo käyttäytymistä entistä paremmin. Lisäksi on tiedettävä, että maasto- tai metsäpalot sekä turvetuotantoalueella syttyneet paloalut rajataan yleensä ennen varsinaista sammutustoimintaa.

Tämän oppaan sekä oheisen koulutusaineiston avulla on helikopterioperaattoreilla, pelastusviranomaisilla ja Pelastusopistolla mahdollisuus toteuttaa tarvittavaa perehdyttämiskoulutusta sammutuslentotoiminnasta sekä lentäjille että pelastustoiminnan johtajille.

Tämän oppaan voidaan katsoa antavan helikopterilentäjille myös perusteet osallistua mm. naapurivaltioiden tai muihin kansainvälisiin metsäpalojen lentosammutustehtäviin, koska merkittävä osa tässä oppaassa esitetyistä toiminnallisista periaatteista noudattaa ulkomailla käytössä olevia toimintamalleja. Tämän näkökohdan johdosta tekstissä on mukana myös englannin kielellä olevia termejä sekä erillinen toimintaan liittyvää sanasto suomen ja englannin kielellä.

Tässä oppaassa on otettu huomioon mitä Sisäasiainministeriön pelastusosaston ohjeessa Ilma-aluksien käytöstä pelastustoimen tehtävissä (SM:n Julkaisut 8/2009, annettu 1.4.2009) on sanottu. Sammutuslentotoiminnassa noudatetaan tätä Ilma-aluksien käytöstä annettua ohjetta, missä on käsitelty mm. lentotoiminnasta aiheutuvia kustannuksien jakoa ja viesti-liikennettä.

## 3. Helikopterikaluston hyödyntämisperiaatteet maasto- ja metsäpalojen sammutustoiminnassa

### 3.1. Helikoptereille soveltuvat tehtävät

Helikopteri voidaan tilata maasto- ja metsäpalotilanteissa pelastustoiminnan johtajan harkintaan ja päätökseen perustuen mm. seuraaviin eri tehtäviin ja sammutustoiminnan tukitoimiin:

- 1) **Palon rajaamiseen** tai sen etenemisen hidastamiseen, kun palotilanne uhkaa ihmisiä, asutusta tai muuta arvokasta omaisuutta tai metsäaluetta. Aina silloin, kun palo uhkaa ihmisiä ja asutusta, tulee helikopterin käyttöönoton olla selkeästi etupainotteista ja jopa mieluummin ylimitoitettua.
- 2) **Nopeisiin ensi-iskuihin** erityisesti silloin, kun metsäpaloindeksi on korkeissa lukemissa ja navakan tuulen vallitessa. Helikoptereiden lähtövalmiutta nopeisiin ensi-iskuihin tulisi kohottaa metsäpaloindeksin kohotessa korkeisiin lukemiin ja metsäpalojen leviämiskin ollessa hyvin suuri. Helikopteria tulee käyttää edellä mainituissa olosuhteissa heti jo pienempien maasto- ja metsäpaloalkujen sammutukseen.
- 3) **Palon rajaamiseen** tai sen etenemisen hidastamiseen vaikeiden kulkuyhteyksien takana olevien maasto- ja metsäpalojen yhteydessä.
- 4) **Turvetuotantoalueiden kenttäpalojen rajaamiseen** sekä kenttäpalon etenemisen katkaisemiseen ennen kuin se pääsee leviämään tuotantoalueen reunametsiköön, uhkaa turveaumoja, rakennuksia tai jopa asutusta.
- 5) **Paloalueen ja palotilanteen ilmatiedusteluun** mahdollisimman luotettavan tilanearvion tekemistä varten sekä pelastustoiminnan johtamisen tueksi erityisesti silloin jos muuta ilmatiedustelua ei vielä ole palopaikalla.
- 6) **Palon rajaamiseen** ja maassa toimivien muodostelmien sammutustoiminnan tukemiseen suurehkoissa ja suurissa maasto- ja metsäpalotilanteissa.
- 7) **Ensi-iskuryhmien, niiden kaluston ja miehistön nopeisiin siirtoihin** vaikeasti luokse päästäville palopaikoille tai suurissa paloissa miehistön ja kaluston siirtoihin paloalueen kriittisille kaistoille.

## 3.2. Helikoptereiden käytön periaatteet ja toimintamallit

Helikopterin käytön periaatteet voidaan kiteyttää kahteen perustoimintamalliin:

### 3.2.1 Etupainotteiseen toimintaan, joka mahdollistaa nopeaan ensi-iskuun (Initial Attack)

Helikopterin etupainotteinen hälyttäminen ja sen nopea lähtöaika mahdollistavat tehokkaan sammutustoiminnan käynnistämisen sekä maasto- ja metsäpalojen rajaamisen alkuvaiheessa.

*Koko maan alueella tulee olla kesäaikana kattava päivystysjärjestelmä, joka mahdollistaa etupainotteisen helikopterilla tapahtuvan sammutustoiminnan maasto- ja metsäpalojen torjunnassa.*

Perusteluna etupainotteiseen toimintamalliin on se, että palon olleessa vielä kohtuullisen pieni, jolloin se etenee yleensä ainoastaan pintapalona, sen eteneminen on mahdollista pysäyttää jopa pelkällä helikopterin suoralla sammutusiskulla katkaisemalla palon kärki.

Helikopterilla suoritettu palon etenemisen katkaisu tai sen hidastaminen palon alkuvaiheessa antaa yleensä lisää aikaa maajoukoille päästä palopaikalle ja käynnistää tehokas sammutustoiminta.

Mikäli palon alkuvaiheessa on näkyvissä, että palo uhkaa ihmisiä, omaisuutta tai muita arvokkaita kohteita, on aina syytä ottaa heti käyttöön riittävät pelastustoimen voimavarat, helikopterit mukaan lukien, torjumaan mahdollinen uhka.

Mikäli paloa ei ole saatu ensi-iskulla rajattua tai ensi-iskuun ei ole saatu helikopteria käyttöön, on palo yleensä ryöstäytynyt suurpalon ja pidempikestoisen palotilanteen mittasuhteisiin. Silloin helikopterin käytössä on otettava käyttöön toinen toimintamalli.

### 3.2.2 Maasto- ja metsäpalojen sammutustoiminnan tukeminen lentosammutustoiminnalla

*Pidempiaikaisen sammutustoiminnan tukeminen maasto- ja metsäpalojen suurpalotilanteissa helikopterikalustolla pitää olla mahdollista koko maan kattavasti.*

Varautumisvalmiudessa pitää ottaa huomioon myös helikoptereiden saanti useamman samanaikaisesti sattuvan maasto- ja metsäpalo sammutustoiminnan tukemiseen. Esimerkkejä useammasta samanaikaisesti eri puolella Suomea sattuvasta suurpalosta on useita tapauksia menneiltä vuosilta. Samoin on myös esimerkkejä siitä, jolloin tarvitaan samanaikaisesti useampi helikopteri yhden suurpalon sammutustoiminnan tukemiseen.

Suurpalojen sammutustoiminnan tukemiseen käytettävien helikoptereiden toimintavalmius voi olla pidempi mitä ensi-iskuvalmiuteen käytettävän kaluston.

Kaiken maasto- ja metsäpalojen sammutustoimintaan liittyvän lentotoiminnan pitää olla suunnitelmallista, hyvin johdettua ja ammattitaitoista toimintaa, joka tapahtuu lentäjän ja pelastusviranomaisen kesken kitkattomassa yhteistyössä.



Kuva 3.1 Sammutustoiminnan tukemista lentosammutuksella. (Kuva Matti Loukonen)

Mahdollisimman tehokkaan ja yhdenmukaisen lentosammutustoiminnan toteuttaminen edellyttää, että operaattoreille, lentäjille ja pelastusviranomaisille tulee järjestää ko. toimintaa koskevaa peruskoulutusta sekä vuosittain toistuvaa täydennyskoulutusta käytännön harjoittelusta.

Pitkäkestoisissa sammutustilanteissa helikoptereille pitää järjestää palopaikan lähetyville polttoaineen tankkaus. Pääsääntöisesti kaikilla operaattoreilla (valtion koneet sekä yksityiset operaattorit) koneen tankkauksen järjestäminen toteutetaan ”automaattisesti” operaattorin toimesta. Pelastustoiminnan johtajan on syytä varmistaa ja antaa tarvittavaa apua operaattorille tankkauksen järjestämisessä.

## 4. Maasto- ja metsäpalojen ilmatiedustelu ja tilannearvio

Tiedustelun ja tilannearvion (Fire Size Up) tavoitteena on antaa pelastustoiminnan johtajalle mahdollisimman tarkka ja selväpiirteinen kokonaiskuva palotilanteesta, palon käyttäytymisestä, sen etenemisestä, palon kohteena olevasta maastosta ja kasvustosta sekä varmistua, ettei palon edessä ole ihmisiä tai asutusta uhattuna. Hyvän tilannearvion perusteella pelastustoiminnan johtaja voi tehdä realistisen johtamissuunnitelman ottaen huomioon käytettävissä olevien pelastusmuodostelmien resurssit palotilanteeseen nähden. Samalla hänen tulee harkita onko helikopterin käyttö tilanteessa tarpeen. Erityisen tärkeää palotilanteen tiedustelussa on tarkkailla tuulen voimakkuuden ja tuulen suunnan muutoksia sekä mahdollisia ennakoivia merkkejä metsäpalo muuttumisesta latvapaloksi. Päähuomio tilannearviossa ja johtamissuunnitelmassa tulee olla ihmisten ja omaisuuden suojelussa.

### 4.1 Pelastustoiminnan johtajan tarvitsemat tiedot tilannearvion tekemiseen:

- 1) **tarkka palopaikan paikannus koordinaateilla ja karttamerkeillä** (Location)
- 2) **arvio paloalan suuruudesta**, koko, esim. ha (Size)
- 3) **onko ihmisiä, asutusta, rakennuksia ym. uhattuna palon etenemissuunnassa** (Threatened people and houses e.c.)
- 4) **minkälaista metsää / kasvustoa palaa** (Fuel Type)
  - \* ruohikkoa
  - \* pensaikkoa
  - \* metsätyyppi
  - \* hakkuuaukea
  - \* turvetuotantoalue / turveauma
- 5) **kuvaus palon käyttäytymisestä** (Character of the Fire):
  - \* rauhallinen / kohtalainen / voimakas / erittäin voimakas
  - \* palorintaman eteneminen ja sen voimakkuus (matalalla liekillä / korkeilla liekillä palaen)
  - \* onko soihtupaloja ( onko maapalon lisäksi voimakkaita liekkien nousuja latvustoon )
  - \* latvapalo ja sen voimakkuus
  - \* onko pesäkepaloja
- 6) **palon leviämisen kuvaus** (Spread Potential):
  - \* hitaasti
  - \* kohtalaisesti
  - \* voimakkaasti
  - \* erittäin voimakkaasti
- 7) **vallitsevan tuulen suunta sen voimakkuus ja puuskaisuus** (Actual Wind)
- 8) **minkälaiset kulkuyhteydet palopaikalle tai sen lähetyville johtaa**; metsäautotiet, polut jne. (Accessible routes)
- 9) **löytyykö palopaikan lähetyviltä vedenottoaikoja**; jokia, puroja, lampia, järviä tai muuta (Water sources)

**10) onko luonnonesteitä palon katkaisua ajatellen palon etenemissuunnassa näkyvissä teitä, jokia, vesistöjä, peltoja, voimalinjoja jne. (Natural Fire Breaks)**




**11) maasto-olosuhteet, onko korkeita mäkiä, jyrkkiä rinteitä, kallioita ym. etumaastossa (Topography)**



Kuva 4.1 Luotettavan tilannearvion maasto- ja metsäpalotilanteesta voi tehdä ainoastaan ilma-aluksesta käsin. (Kuva Matti Loukonen )

## 4.2 Metsäpalosta nousevan savun väristä voidaan arvioida palon voimakkuutta

Metsäpalosta nousevan savun väristä ja määrästä voidaan jo palopaikkaa lähestyessä tehdä alustava arvio palon voimakkuudesta ja luonteesta. Seuraavassa Suomen oloissa kolme todennäköisintä savun esiintymismuotoa, jotka kuvastavat metsäpalojen erivaiheita:

Metsäpalon voimakkuuden arviointi savun väristä		
 <b>1</b>	 <b>2</b>	 <b>3</b>
<b>Hento vaaleanharmaa tai sinertävä savu</b>	<b>Voimakas savunmuodostus, savun seassa näkyy mustia savukiehkuroita</b>	<b>Voimakasta mustaa savua tai savukiehkuroita, seassa näkyy ajoittain myös kuparinruskehtavia savukiehkuroita, savunmuodostus paksumaa ja runsasta</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>* rauhallinen, matalaintensiiviteettinen maapalo, joka palaa pintakasvustossa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>* voimakasta palamista ja korkeita liekkejä, ainakin paikoin</li><li>* palo saattaa olla siirtymässä latvapalovaiheeseen</li><li>* soihtupaloja voi myös esiintyä paikoin</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>* erittäin raju latvapalovaihe meneillään</li><li>* palon hyppäykset ja pesäkepalot palon edessä mahdollisia</li></ul>
<p>Kuva 4.2 Esimerkki hennosta vaaleasta savusta (Kuva Jari Hietanen/Metla)</p>	<p>Kuva 4.3 Esimerkki voimakkaasta savunmuodostuksesta, seassa näkyy mustaa savua (Kuva Matti Uimonen)</p>	<p>Kuva 4.4 Esimerkki voimakkaasta metsäpalotilanteesta, runsaasti mustaa savua (Kuva Matti Uimonen)</p>

## 4.3 Tuulen nopeus ja sen vaikutus palon käyttäytymiseen

Ilmatieteen laitoksen käyttämä virallinen tuulitaulukko ja termit:

- 1. Tuulen nopeus 0 – 3 m/s = HEIKKO TUULI**  
Palo etenee yleensä rauhallisesti maapalona (maan pintakasvustossa).
- 2. Tuulen nopeus 4 – 7 m/s = KOHTALAINEN TUULI**  
Palo saattaa olla voimakas maapalo voimakkaalla liekillä ja saattaa pyrkiä nousemaan oksistoon.
- 3. Tuulen nopeus 8 – 13 m/s = NAVAKKA TUULI**  
Todennäköisesti jo erittäin voimakas palo, joka saattaa muuttua latvapoloksi, mikäli kasvusto ja metsätyyppi ovat siihen suotuisat.
- 4. Tuulen nopeus 14 – 20 m/s = KOVA TUULI sekä tuulen nopeus yli 21 m / s = MYRSKY**  
Näissä olosuhteissa palo on aina erittäin raju, palo etenee yleensä jo puiden oksistossa ja latvustossa. Palo saattaa tehdä myös pitkiä "loikkauksia" tai hyppäyksiä ja synnyttää etumaastoon pesäkepaloja.

**Mitä enemmän savu ja liekit kallistuvat viistoon, sitä suurempi on palon etenemisnopeus.**

## 4.4 Yleisiä toimintaperiaatteita ilmatiedustelussa

Sammutustoiminnassa tulee pyrkiä käyttämään maastoa ja mahdollisia luontaisia katkaisupaikkoja (Natural Fire Breaks) hyväksi. Heti, kun pelastustoiminnan johtaja on tiedusteluun perustuen saanut johtamissuunnitelman valmiiksi, tulee siitä tiedottaa pääperiaatteet kaikille pelastusmuodostelmien johtajille ja antaa heille toimintakäskyt.

Kaikilla ilma-aluksien miehistöillä, jotka operoivat palopaikalla tiedustelu- tai sammutustehtävissä, on jatkuva erinomainen mahdollisuus antaa tärkeitä tilannetietoja pelastustoiminnan johtajalle palotilanteesta ja palon käyttäytymisestä. Näin ollen myös palopaikalla operoivalta sammutushelikopterin miehistöltä edellytetään tilanneilmoitusta pelastustoiminnan johtajalle, mikäli he havaitsevat yllättäviä tilanteen muutoksia palon käyttäytymisessä.

Jossain tilanteessa ensimmäisenä palopaikalle saapunut helikopteri saattaa joutua toimimaan palopaikalla yksin joitakin aikoja, ennen kuin pelastustoiminnan johtaja ehtii paikalle. Tällöin helikopterin miehistö joutuu tekemään alkutiedustelun sekä suunnittelemaan ensimmäiset välittömät torjuntatoimet omatoimisesti, kunnes pelastustoiminnan johtaja ottaa johtovastuun.

Kaikki pelastustoiminnan johdolle annettava informaatio paloalueella ja sen lähistöllä tehdyistä havainnoista (kohteista) tulee ilmoittaa esimerkiksi palon alkamiskohtaan (Rear) tai palon muuhun tunnistettavaan osioon, esim. palon kärkeen (Fire Head) tai vasempaan sivustaan (Left Flank) sidottuna paikanmäärityksenä.

## 5. Sammutustaktiikan yleisperiaatteita maasto- ja metsäpaloissa sekä lentosammutustaktiikan toimintaperiaatteet

### 5.1 Sammutustaktiikan yleisperiaatteita

Maasto- ja metsäpalojen sammutustoiminnassa on aina erotettavissa tavallaan kolme erillistä toimintavaihetta, jotka kuitenkin toteutetaan saumattomasti yhtenä kokonaisuutena. Sammutustoiminnan erilliset vaiheet ovat:

- 1) palon etenemisen katkaisu ja palon laajentumisen pysäyttäminen
- 2) palon rajaaminen ja lopullinen pysäyttäminen kaikilta leviämissuunniltaan
- 3) paloalueen jälkisammutus ja vartiointi.

Pelastustoiminnan johtajan tilannearvion perusteella valitseman sammutustaktiikan ja johtamissuunnitelman tavoitteena on saada maasto- tai metsäpalon eteneminen pysäytettyä mahdollisimman lyhyessä ajassa käytettävissä olevilla pelastusmuodostelmilla, jolloin palosta aiheutuneet vahingot ja sammutuskustannukset jäisivät myös pieniksi. Sammutustaktiikan perustavoitteessa pitäisi aina olla keskeisesti näkyvissä tehtävien tärkeysjärjestys, missä mm. seuraavat tekijät pitäisi ottaa huomioon:

- 1) Mikäli maasto- tai metsäpalo uhkaa ihmisiä, rakennuksia tai muuta omaisuutta, on niiden suojaamiseen kohdistettava aina ensisijainen huomio sammutustoiminnassa.
- 2) Maasto- tai metsäpalon etenemisen pysäyttäminen on aina pääsääntöisesti ensimmäinen toimintavaihe, mikäli kohdassa 1. mainittu tilanne ei muuta toiminnan painopistettä.
- 3) Palon etenemisen pysäyttämisen jälkeen päähuomio tulee kohdistaa maasto- tai metsäpalon rajaamiseen kaikilta sivustoiltaan ja sen lopullinen sammuttaminen.

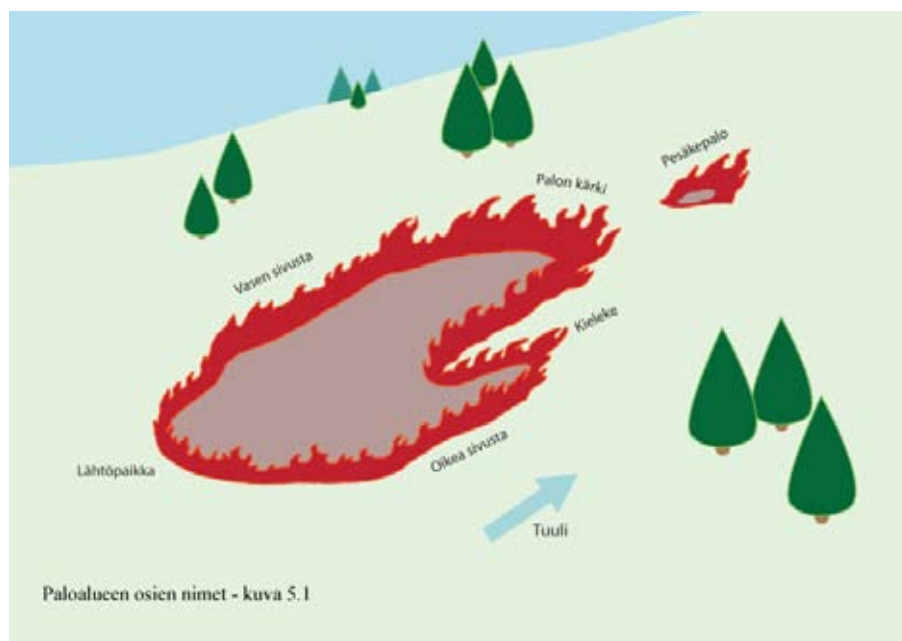
Ellei pelastustoiminnan johtaja ole erikseen antanut toimintaohjetta helikopterille sammutuskohteesta tai -tehtävästä, noudatetaan sammutustoiminnassa em. perusohjetta, minkä mukaan ensimmäiseksi suoritetaan maasto- tai metsäpalon kärjen katkaisu, sitten sammutetaan palon sivustat ja lopuksi varmistetaan palon lähtöpaikka.

## 5.2 Maasto- ja metsäpaloalueeseen liittyvää nimikkeistöä

Epäselvyyksien välttämiseksi ja sujuvan johtamistoiminnan varmistamiseksi on paloalueen eri osille annettu vakiintuneet nimikkeet, jotka kaikkien pelastustoimintaan osallistuvien yksiköiden on syytä tuntea ja osata käyttää käytännön toiminnassa. Paloalueen osien vakiintuneet nimikkeet ovat:

- \* palon syttymiskohta / palon lähtöpaikka (Rear tai Origin)
- \* palon sivustat (Flanks) – oikea ja vasen (Left and Right Flanks) – jotka nimetään aina syttymiskohdasta katsoen palon etenemissuuntaan
- \* palon kärki (Fire Head) – palon uloin reuna, missä palo etenee voimallisesti, joka on aina tuulen alapuolella – palon kärjessä ja erityisesti turvepaloissa savunmuodostus on pääsääntöisesti myös kaikista voimakkainta
- \* palon sivustoille on muodostunut erillisiä ulokkeita (karkuun lähtenyt osio), joita kutsutaan Suomessa kielekkeiksi (engl.kielinen termi Finger / sormi), yli-hyppäykseksi (Slop-Over) tai palon tulipesäkkeiksi / kuumiksi pesäkkeiksi (Hot Spot)
- \* palon etumaaston kipinästä syntyneitä uusia palon alkujia kutsutaan joko pesäkepaloiksi /heittopaloksi (Spot Fires) tai palon hyppäykseksi (Jump Fires)

Paloalueen osien nimet (Parts of a Forest Fire) kuvassa 5.1



Näiden käytössä olevien yleisnimikkeiden mukaan voidaan antaa selkeitä ”osoitetietoja” pelastustoiminnan johdolle tai päinvastoin tilannejohtamisen yhteydessä. Suuremmissa maasto- ja metsäpaloissa pelastustoiminnan johtaja voi jakaa paloalueen useamman kaistan muodostamiin vastuualueisiin, joille määrätään omat rajat ja niille omat kaistanjohtajat. Osoitetietoja voidaan antaa myös nimettyjen kaistojen mukaan tai ilmansuuntiin perustuvilla paikanmäärityksillä.

## 5.3 Lentosammutustaktiikan toimintaperiaatteet

Helikopterin käytön ensisijaisena tarkoituksena maasto- ja metsäpalojen sammutustoiminnassa pitää olla palon leviämisen pysäyttäminen tai sen etenemisen hidastaminen heti palon alkuvaiheessa. Mikäli palo on päässyt jo niin suuriin mittasuhteisiin, ettei sen pysäyttäminen tai hidastaminen enää onnistu helikopterilla, voidaan helikopterilla suoritettavalla lentosammutustoiminnalla antaa kuitenkin merkittävää tukea maajoukkojen sammutustoiminnalle. Helikoptereilla voidaan tukea sammutustoimintaa suorittamalla myös nopeita miehistön ja kaluston siirtoja kriittisille paloalueen kohteille.

Helikopterin merkittävin hyöty voidaan saavuttaa jos sen sammutuskapasiteetti voidaan hyödyntää heti palon alkuvaiheessa ensi-iskuun (Initial Attack). Helikopterin hyöty perustuu kykyyn:

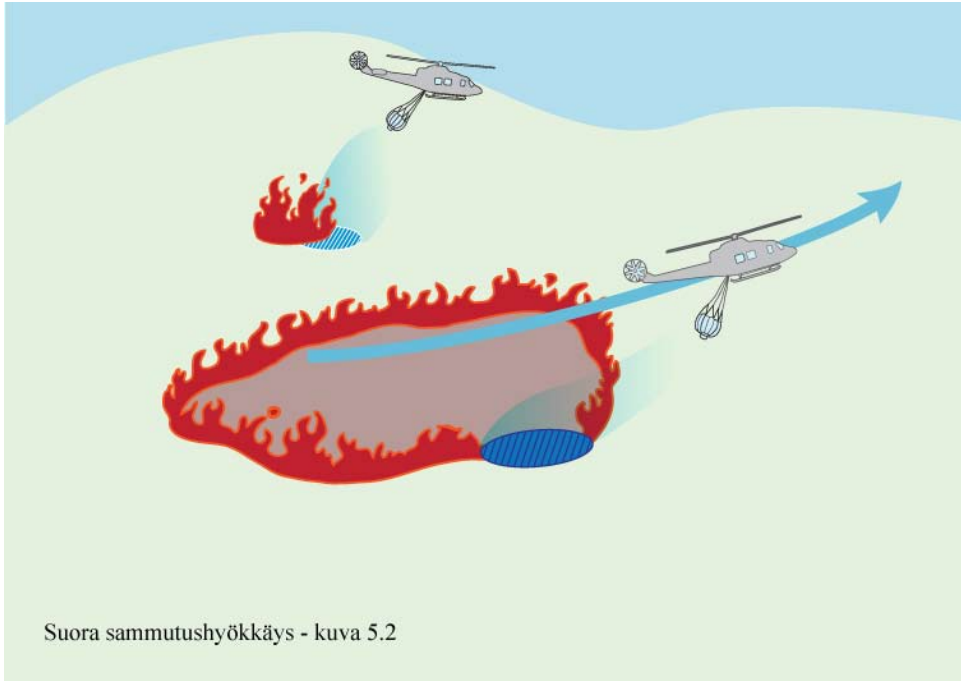
- \* sammuttaa palo nopeasti, ennen kuin palo ehtii päästä ”yliotteeseen”
- \* sammuttaa palo sellaisissa paikoissa, jotka ovat vaikeakulkuisia maajoukoille
- \* pudottaa suuret määrät vettä tarkasti palokohteeseen lyhyessä ajassa
- \* muuttaa ja kohdentaa sammutushyökkäys (veden pudotusta) paikasta toiseen hyvinkin nopeasti esim. palon etumaastoon syttyneisiin pesäkepaloihin tai palorintamassa äkillisesti syttyneisiin soihtupaloihin (Torch Fires) ja tulipesäkkeisiin. (Hot Spots)

Helikopterilla toteutettava sammutus perustuu lyhyessä ajassa sammutussäiliöllä tuotuun suureen vesimäärään, joka pudotetaan tarkasti kohdennettuna ja oikeilla lentoasetuksilla (lentokorkeus ja -nopeus) lentäen paloalueen kriittisimmille kohteille. Veden täsmäpudotukset sekä oikeiden kohteiden valinta helikopterin sammutuskohteiksi ovat perusedellytykset sille, että lentosammutuksesta saadaan maksimihyöty ja mahdollisimman kustannustehokas tukitoiminta sammutustoiminnalle.

**Sammutushyökkäys** voi olla joko suora hyökkäys (Direct Attack) veden pudotuksilla palorintaman tai palopesäkkeen päälle taikka epäsuora hyökkäys (Indirect Attack), missä peräkkäin suoritetuilla veden pudotuksilla muodostetaan rajoituslinja palon eteen.

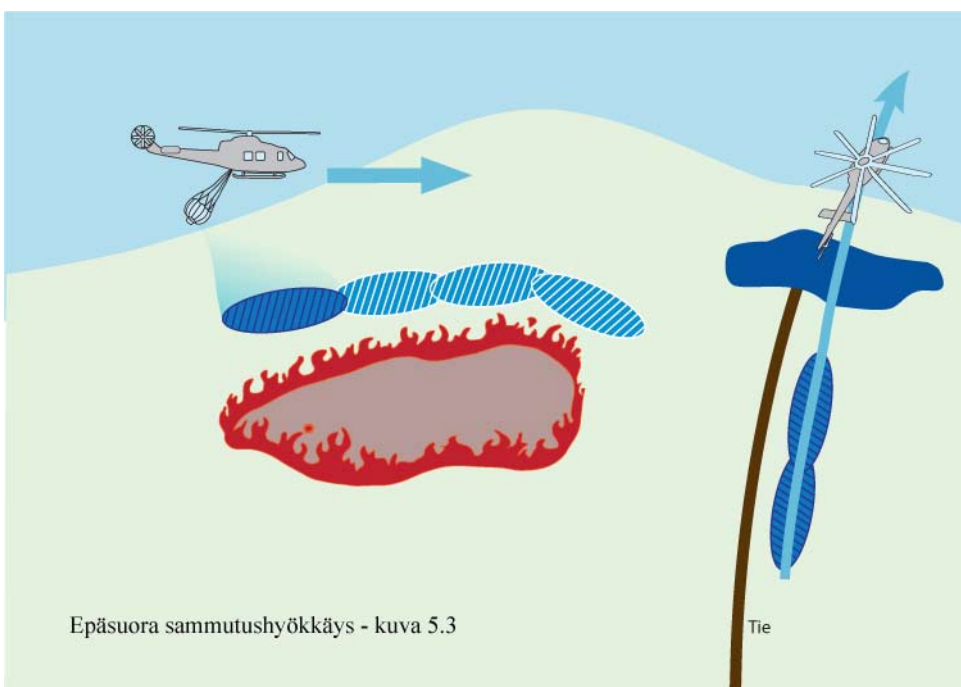
**Suora hyökkäys** helikopterilla tapahtuvassa sammutustoiminnassa tarkoittaa käytännössä veden pudottamista suoraan palavan kasvuston päälle. Suoran hyökkäyksen sammutusmenetelmää käytetään pienehköissä maasto- ja metsäpalotilanteissa palon kärjen katkaisuun (Cut the Head of the Fire) tai pienehkön paloalueen suoraan tukahduttamiseen (Smother a Fire). Suoraan hyökkäystä käytetään myös pesäkepalojen (Spot Fires) tai palorintamassa esiintyvien soihtupalojen (Torch Fires) ja kuumien pesäkkeiden (Hot Spots) tukahduttamiseen. Pesäkepalojen, soihtupalojen ja kuumien pesäkkeiden tarkkailu sekä niiden nopea ja välitön tukahduttaminen kuuluvat aina automaattisesti helikopterin vastuualueelle, ellei toisin ole määrätty. Suora hyökkäys pitää myös tehdä aina, mikäli on havaittavissa, että metsäpalo pyrkii jostain kohdin nousemaan latvapalovaiheeseen.

Esimerkki suorasta sammutushyökkäyksestä (Direct Attack) kuvassa 5.2



**Epäsuoraa sammutustaktiikkaa** käytetään tukemaan ja varmistamaan maassa toimivien pelastusmuodostelmien sammutustoimintaa. Epäsuoran sammutustaktiikan käyttöön joudutaan siirtymään siinä vaiheessa, kun palon voimakkuus on niin suuri, ettei palon kärjen sammutusta voida suorittaa suoralla sammutushyökkäyksellä.

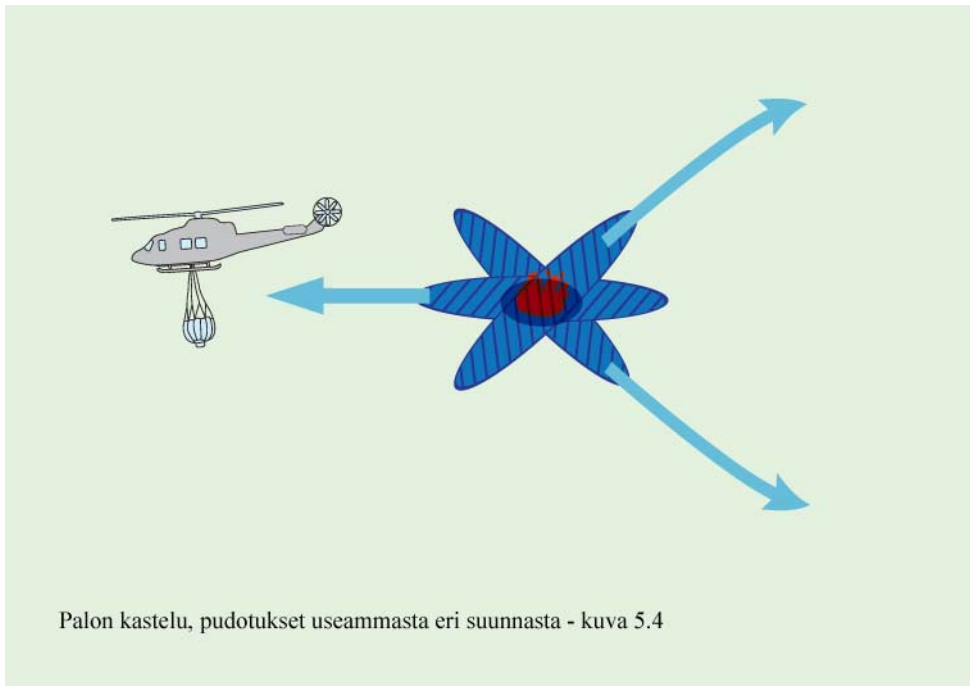
Epäsuorassa sammutustaktiikassa pitäisi veden mukana olla palonhidastekemikaaleja (Retardants), koska pelkällä vedellä tehdyn rajoituslinjan teho jää lyhytkestoiseksi veden nopean haihtumisen johdosta. Pitkäkestoista palonhidastekemikaalia (Long term Retardants) käyttäen on epäsuoralla sammutustaktiikalla mahdollisuus muodostaa palon katkaisulinja palorintaman eteen. Näin muodostettu palon rajoituslinja voi pidätellä palon etenemistä,



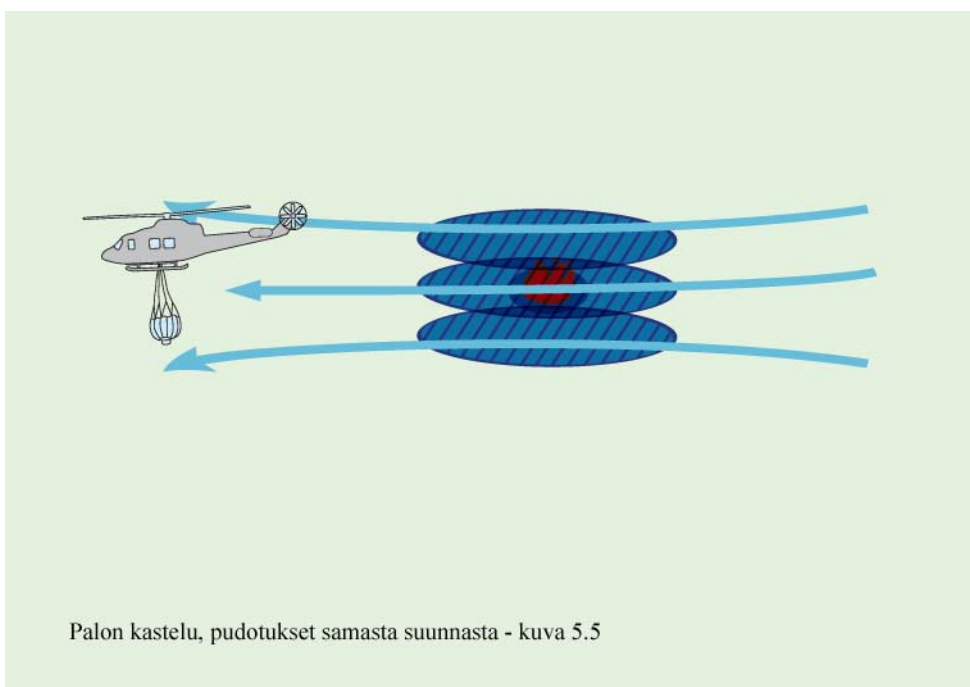
kunnes kyseinen palokatko on saatu varmistettua maasta käsin suoritetuilla raivaustoimenpiteillä.

Esimerkki epäsuorasta sammutushyökkäyksestä (Indirect Attack) kuvassa 5.3

Jos paloala on pieni, se voidaan kastella läpimäräksi sarjalla suoria pudotuksia palon päältä lentäen. Pudotukset on kuitenkin syytä tehdä kahdesta tai useammasta eri suunnasta lähestyen (kuva 5.4).



Aina on otettava huomioon maaston topografia ja muut olosuhteet, jotka voivat rajoittaa palon lähestymistä tietystä samasta suunnasta (kuva 5.5).

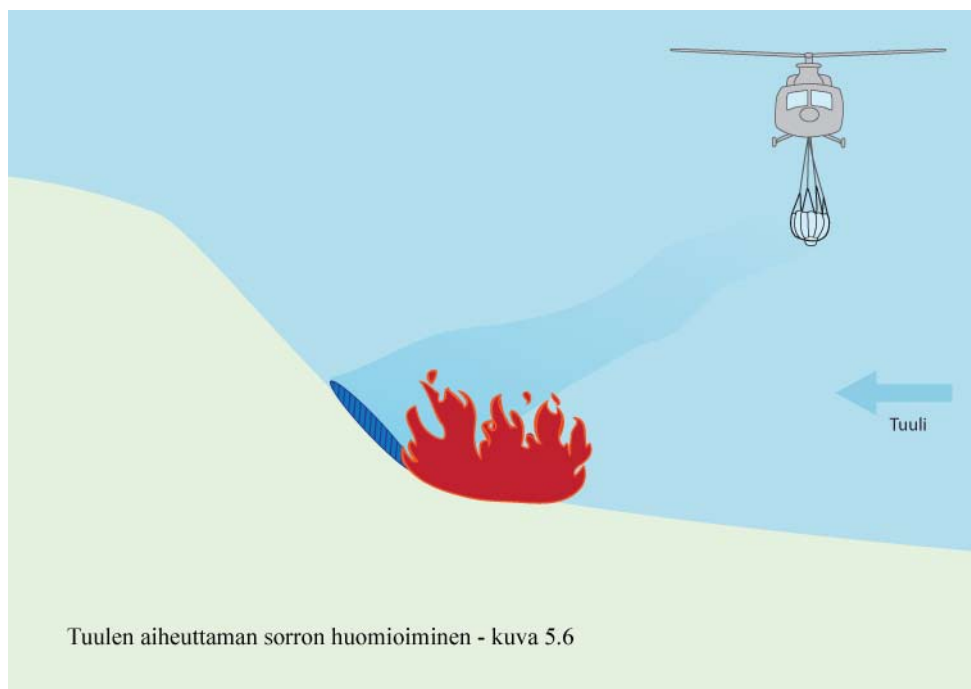


Helikopterin tehokasta ja arvokasta sammutuskapasiteettia ei ole syytä ”tuhlata” paloalueen sisällä olevien palopesäkkeiden, liekehtivien kantojen tai muiden vastaavien kohteiden sammuttamiseen, jotka eivät muodosta selvää uhkaa palon karkaamiselle tai leviämislle. Lentosammutus on syytä keskittää palon kärjen katkaisuun tai palon etenemisen hillitsemiseen, paloalueen reunojen kasteluun sekä kuumien pesäkkeiden ja pesäkepalojen tukahduttamiseen.

Veden pudotustekniikka (lentotekniikka) riippuu palavan kohteen palointensiteetistä sekä palokohteen paloaineksista. Vettä on käytettävä tarpeeksi niin, että palo todella tukahtuu. Lentonopeutta on lisättävä, jos palokohteessa on kyse kevyemmistä paloaineksista (Light Fuels) ja vastaavasti vähennettävä, jos on kyse raskaammista paloaineksista (Heavy Fuels). Lentäjän on kuitenkin pidettävä aina mielessä ilma-aluksen suorituskyky lentoturvallisuuden vuoksi.

Tuulen aiheuttama sorto paloalueelle päin on yleensä ongelma. Jos tuuli painaa konetta paloalueelle, tulee lentosuuntaa korjata palamattomalle alueelle. Veden pudottaminen jo palaneelle alueelle ei auta palon hidastamisessa. Veden pudottaminen palamattomalla puolella saattaa nostaa paikallisesti suhteellista kosteutta tarpeeksi, jolloin palo hidastuu tai jopa pysähtyy. Tämä toimintamalli on toiminut erittäin hyvin ruohikkopaloja vastaan. Tätä edellä kuvattua toimintamallia tullee käyttää pääsääntöisesti myös turvetuotantoalueiden kenttäpaloissa.

Esimerkki tuulen aiheuttaman sorton huomioimisesta pudotuslinjan valinnassa mäen rinneessä olevan palon sammutuksessa kuvassa 5.6.





Kuva 5.7 Oulun pudotustestissä 2008 oli kova sivutuuli 6- 7 m/s, mikä näkyy kuvassa koneen sivutuulikorjauksena n. 10 m pudotuskohteen keskilinjaan nähden. (kuva Harri Huumo)

Erityisen hyvin helikoptereille soveltuvia maasto- ja metsäpalojen sammutustehtäviä ovat mm:

- 1) Pienehköissä rauhallisesti etenevissä paloissa pintapalon etenemisen katkaisu tai palon suora tukahduttaminen.
- 2) Suuremmissa ja voimakkaissa paloissa palon kärjen kuristaminen ja palon etenemisen pysäyttäminen.
- 3) Suuremmissa paloissa myös palon sivustoilla olevien kuumien pesäkkeiden ja soih tupalojen tukahduttaminen.
- 4) Varsinaisen paloalueen ulkopuolelle syntyneiden pesäkepalojen ja palon hyppäyksien nopea sammuttaminen.

Helikoptereiden toteuttamalla sammutustoiminnalla on pääsääntöisesti aina tavoitteena antaa tukea maassa toimivien muodostelmien sammutustoiminnalle. Maasto- tai metsäpalo lopullinen sammuttaminen on kuitenkin aina maajoukkojen tehtävä.

## 5.4 Kemikaalien käyttö

Turvepaloissa tulee käyttää pehmennysaineita vedessä, jotta kunnollinen sammutusteho saavutetaan. Veden pehmennysaine voi olla sekoitettuna turvetuotantoalueella olevaan sammutusvesialtaaseen, mistä helikopteri tankkaa säiliön tai sitten sammutussäiliössä pitää olla kemikaaliannostelija mukana, jolloin helikopteri voi tankata sammutussäiliön luonnonvesilähteestä.

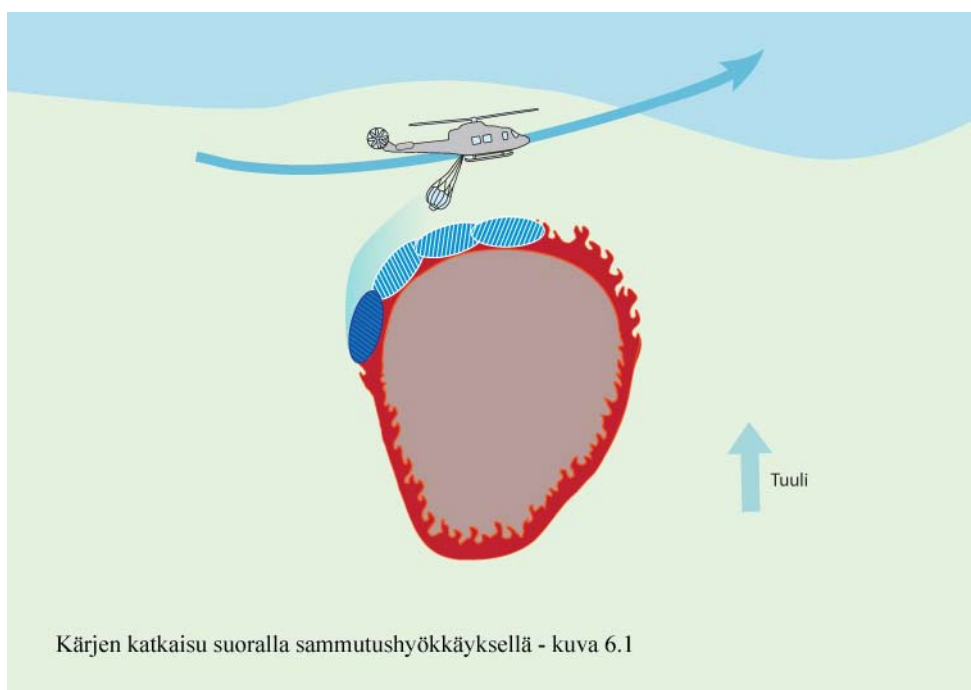
Mikäli helikopterilla on tarkoitus toteuttaa epäsuoraa sammutusmenetelmää, esim. palokatkon tekemistä palon etumaastoon tai vastaavasti mäen päälle on veden seassa käytettävä palon hidastekemikaaleja (Retardants-aineita), jotta tehdyllä palokatkolla olisi toivottu vaikutus.

## 6. Yleisimmät käytössä olevat sammutustaktiikan toimintamallit

### 6.1 Palon sammutus tai kärjen katkaisu ensi-iskulla ja suoralla sammutushyökkäyksellä (Initial Attack by Using Direct Attack)

**Käytetään maasto- ja metsäpalotilanteissa, jotka ovat vielä pienehköjä paloja tai missä palo etenee pintapalona kohtalaisen rauhallisesti matalalla liekillä.**

Stabiili tai rauhallisesti etenevä maastopalo, joka ei ole vielä ehtinyt laajentumaan kovin laajalle alueelle, on mahdollista saada hallintaan helikopterin ensi-iskulla. (Initial Attack) Mikäli maasto, palon käyttäytyminen ja savunmuodostus sallivat, voidaan käyttää suoraa sammutushyökkäystä (Direct Attack) palon kärjen etenemisen katkaisuun (kuva 6.1). Yleisperiaatteena on aina saada palon kärki ensin katkaisua, jolloin palon laajeneminen saadaan nopeasti hallintaan. Suora sammutushyökkäys (veden pudotus) palon päälle tai palon kärkeen on pääsääntöisesti mahdollista pienehköissä palotilanteissa. Suoran sammutushyökkäyksen toteuttamisessa helikopterin lentäjän tulee ottaa turvallisuusnäkökohdat huomioon.



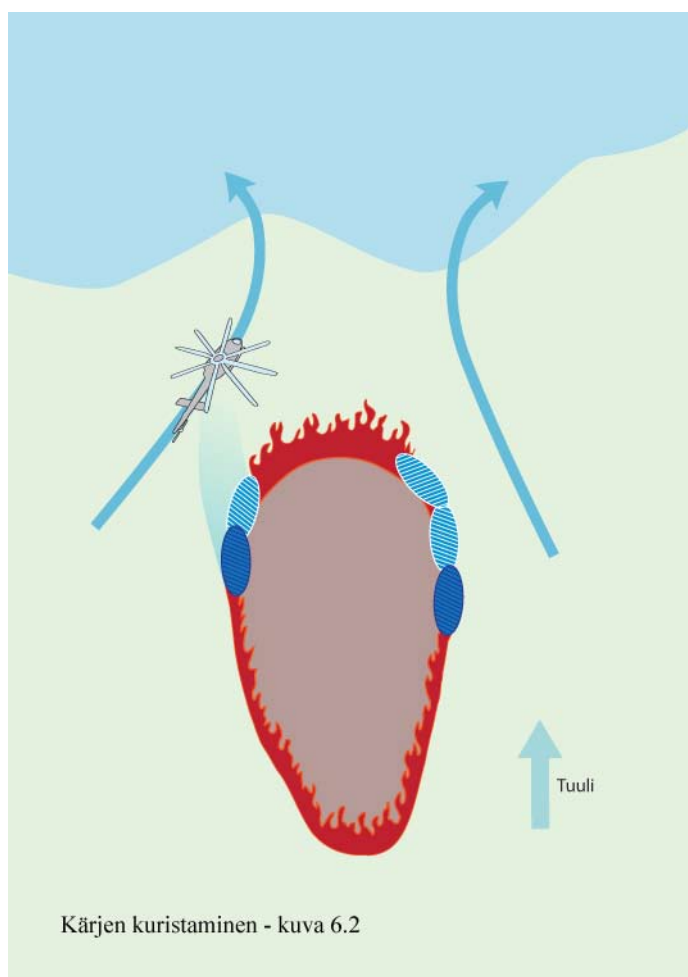
Jos tilannearviossa on päädytty suoran sammutushyökkäykseen, pitää ottaa huomioon useampia eri tekijöitä, kuten esim. minkälaista metsää ja palavaa ainesta kohteessa on, miten palon käyttäytyy sekä tuuli ja maaston topografia. Mikäli palo käyttäytyy rauhallisesti ja etenee verkkaisesti, voi sammuttamisen aloittaa myös palon lähtöpaikasta ja edetä sivusto- ja myöden palon kärkeen.

## 6.2 Kärjen kaventaminen / kuristaminen molemmilta sivustoilta (Direct Attack by Using Pinching Technique)

**Käytetään metsäpalotilanteissa, jotka ovat jo suurempia ja laaja-alaisempia, voimakkaasti ja korkeahkolla liekillä eteneviä paloja. Palo on muodostanut paikoin myös kuumia pesäkkeitä ja palon voimakkuus on jo kohtalainen. Palo saattaa joissain paikoin muodostaa jo soihtupaloja tai ajoittain myös korkeita liekkejä.**

Mikäli metsäpalo on jo kohtalaisen voimakas ja etenee kohtalaisella nopeudella muodostaen myös runsaasti savua, ei suoraa sammutushyökkäystä palon kärkeen enää ole mahdollista käytännössä tehdä. Yleinen sammutustoiminnan lähtökohta myös näissä tilanteissa on kuitenkin, että palon kärki pitää saada ensin katkaistua, jolloin palon suurin eteneminen saadaan pysähtymään. Toimiva menetelmä on palon kärjen kuristaminen (Pinching Technique). Kärjen kuristaminen voidaan toteuttaa samanaikaisesti tai vuorotellen tehdyillä suorilla sammutushyökkäyksillä palon molemmilta sivustoilta lähellä palon kärkeä. Näin saadaan palon kärki kapenemaan aste asteelta ja lopulta se saadaan katkaistua kokonaan.

Esimerkki palon kärjen kuristamisesta (Pinching Technique) kuvassa 6.2



Molemmilta sivuilta tapahtuvan kärjen kuristamisen vaihtoehtona voi jossain tilanteessa olla palon kärjen ohjaaminen vähemmän palonaran kasvuston (esim. lehtimetsikön) tai jonkun muun luontaisen palokatkon (vesistön tai peltoaukean) suuntaan vain toiselta sivustalta tehdyillä sammutushyökkäyksillä.

Kärjen katkaisun jälkeen on sammutustoiminta kohdistettava välittömästi palon sivustojen rajaamiseen ja sammuttamiseen. Voimakkaasti etenevissä paloissa ja vähänkin suuremmaksi muodostuneissa paloissa esiintyy yleensä myös aktiivisia tulipesäkkeitä (Hot Spots), soihtupaloja (Torch Fires) ja kielekkeitä (Fingers) tai yli-hyppäyksiä (Slop-Overs), jotka pyrkivät levittämään paloa. Nämä palon kriittiset kohdat vaativat aina nopeita tukahduttamis- ja sammutustoimenpiteitä. Pelastus-

toiminnan johtajan on nopeasti reagoitava palon reunojen karkaamisyrityksien torjumiseen ja kriittisten kohteiden tukahduttamiseen. Lopuksi palo pitää saartaa ja sammuttaa sen kailta reunoiltaan, lähtöpaikka mukaan lukien.

### 6.3 Palon etenemisen katkaisu palokäytävän avulla tai luontaista palokatkoa hyväksikäyttäen (Indirect Attack by Using Fire Break)

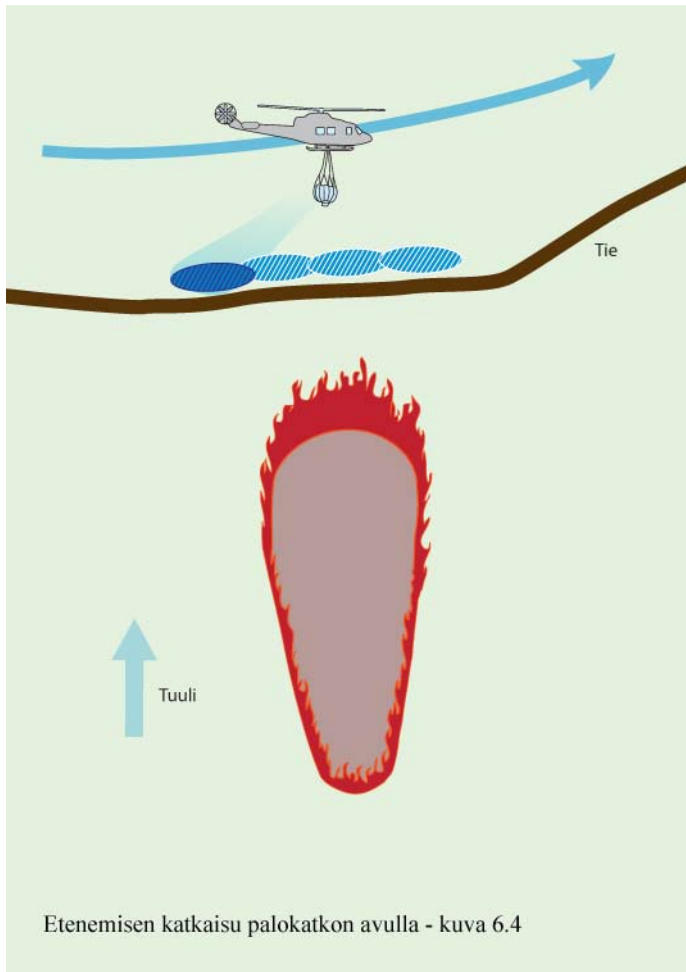
Käytetään metsäpalotilanteissa, jotka ovat jo levinneet laajalle alueelle (suurehkoja tai suuria) ja ovat voimakkaassa palamisen vaiheessa. Palo saattaa olla myös nousut tai nousemassa latvapalovaiheeseen. Näissä paloissa esiintyy lähes aina kaikkia palon ilmenemismuotoja, kuten soihtupaloja, pesäkepaloja, palon hyppäyksiä, palon kielekkeitä ja erillisiä kuumia pesäkkeitä. Mikäli palon etumaastossa on riittävästi palokuormaa (kunnon metsää) ja tuuli on navakka, palo tulee jatkamaan voimakasta, nopeaa etenemistään latvapalona luontaiseen katkaisupaikkaan asti (joki, tielinja, järvi, sähkölinja tai muu vastaava), ellei sen etenemiseen puututa sammutustaktillisin keinoin sitä ennen.

Voimakkaaksi muodostuneen metsäpalon ja eteenkin latvapalon sammutus ei yleensä onnistu millään muulla menetelmällä, kuin epäsuoralla sammutustaktiikalla hyödyntäen luontaista tai tehtyä palokatkoa (Indirect Attack by Using Fire Break).

Suureksi muodostuneen metsäpalon synnyttämän kovan lämpösäteilyn johdosta helikopterin ja pelastusmuodostelmien työskentely palorintaman lähetyvillä on yleensä lähes mahdotonta. Suurpaloissa pitää aina ottaa myös sammutushenkilöstön turvallisuus vakavasti huomioon. Palon etenemisen pysäyttämiseksi joudutaan näissä tilanteissa useimmiten turvautumaan niin kutsutun palokäytävän (Fire Line) raivaamiseen palon etumaastoon riittävän etäisyyden päähän palon kärjestä. Palon kärjen saavuttaessa sen etumaastoon raivatun



Kuva 6.3 Luontainen palokatko voi olla esimerkiksi metsäautotie ( kuva Erkki Oksanen /METLA)

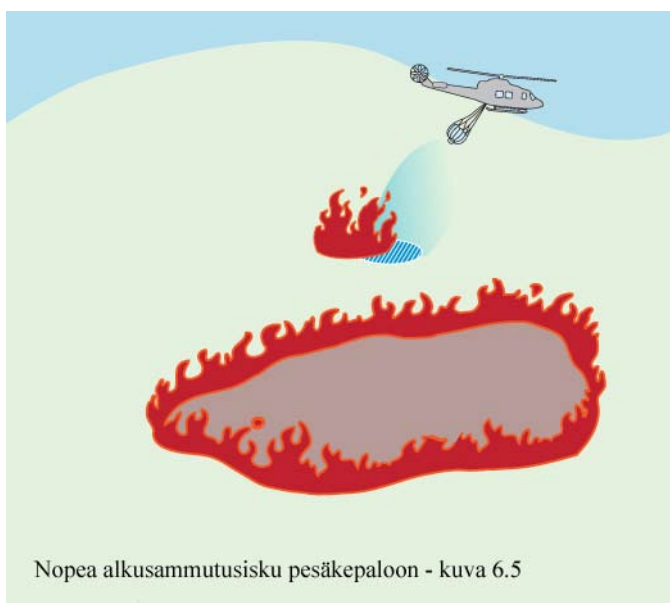


palokäytävän latvapalo saadaan talttumaan pintapaloksi, jolloin sen lopullinen sammuttaminen on helpompaa. Rajoituslinjana voi toimia myös sattumalta palon etumaastoon sijoittuva luontainen palokatko (Natural Fire Break) esim. joki, tieura, peltoaukea, sähkölinja, järvi, joki tai muu vastaava. Jos luontaista palokatkoa ei ole näkyvässä, sellainen on työstettävä pääsääntöisesti miestyövoimaa tai puunkorjuuseen käytettävää ”Motoa” ja kaivinkoneita hyödyntäen.

Ulkomailla palokatkojen aikaansaamisessa käytetään apuna myös ilma-aluksilla palokatkolle pudotettavia palon hidastekemikaaleja (Retardant-aineita), joiden vaikutuksesta kasvuston palamisalttius saadaan oleellisesti vähenemään.

Esimerkki metsäpalon etenemisen katkaisusta (Indirect Attack ) kuvassa 6.4

Suuremmissa latvapalotilanteissa voidaan käyttää myös nk. ”vastatulta” (Back Fire), joka sytytetään etumaastoon tehdyn palokäytävän reunasta. Kun vastatulen sytytys on oikein ajoitettu, lähtee vastatuli etenemään vastatuuleen kohti pääpalorintamaa ja polttaa väli- maaston ”puhtaaksi” (mustaksi) palavasta materiaalista.



Suurpaloissa esiintyy pääsääntöisesti aina palon karkaamisyrityksiä sen sivustoilla, kipinöiden sytyttämiä pesäkepaloja ja palon hyppäyksiä etumaastossa (kuva 6.5), jotka vaativat ehdottoman valpasta tiedustelua ja nopeita alkusammutusiskuja karkaamisyritysten tukahduttamiseksi.

## 6.4 Jyrkässä mäen tai vaaran rinteessä etenevän metsäpalon sammutus (Indirect Attack by Using Fire Break)

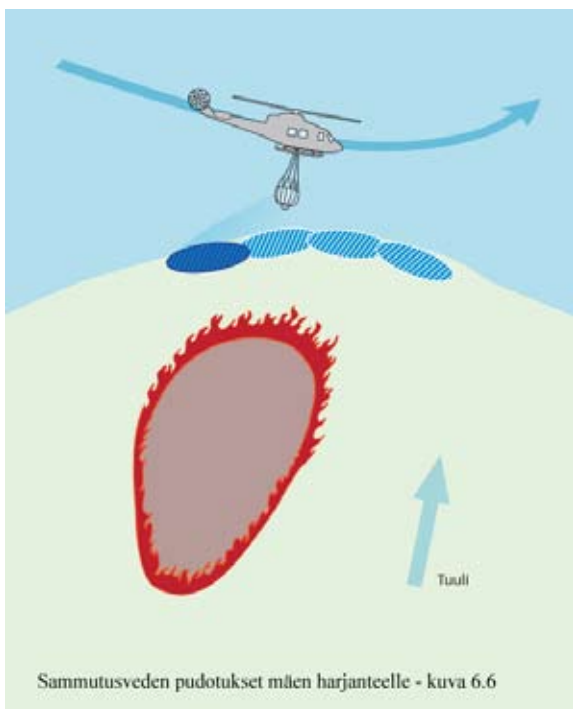
**Jyrkässä mäen rinteessä metsäpalo etenee erittäin nopeasti mäen rinnettä ylös, mikäli siellä on riittävästi palokasvustoa (kunnon metsää) ylärinteen puolella olemassa. Rinnepalon etenemisnopeus on merkittävästi suurempi mitä tasaisessa maastossa etenevän pintapalon eteneminen keskimäärin.**

Jyrkän mäen tai vaaran rinteessä etenevän metsäpalon pysäyttäminen ja sammuttaminen ei yleensä onnistu, koska palon etenemisnopeus on pääsääntöisesti liian suuri. Rinnepaloihin sisältyy aina myös suuri turvallisuusriski sinne työskentelemään lähetetyille sammutusjoukoille.

Jyrkillä rinteillä etenevien metsäpalojen on syytä antaa edetä mäen tai vaaran huipulle omaa tahtiaan. Sammutustoiminta palon katkaisuun on syytä keskittää vaaran laelle, koska palon voima heikentyy huomattavasti, kun se saavuttaa vaaran laen. Vaaran laelle voidaan turvallisesti työstää myös palokatkoja ja palokäytäviä ennen palorintaman tuloa sinne varmistamaan palon pysäyttäminen. Sammutustaktiikka on samankaltainen kuin mitä kohdassa 6.3 on esitetty.

Palon kärjen saavuttaessa vaaran laen voimakkaaksi muodostunut palo ja siihen liittyvät virtaukset saavat aikaiseksi kipinöiden lentämistä jopa vaaran takarinteelle. Aktiivinen tiedustelu ja valmius nopeisiin alkusammutustoimenpiteisiin pitää olla silloin olemassa vaaran laella ja sen takarinteellä. Mikäli palon edessä mäen rinteessä on ihmisiä tai rakennuksia uhattuna, sammutustoimenpiteisiin on ryhdyttävä myös rinteessä ja pyrittävä hidastamaan tai pysäyttämään palon aiheuttama uhka ihmisten ja omaisuuden pelastamiseksi.

Mäkien ja harjanteiden laet ovat yleensä helposti saavutettavissa ilmasta käsin helikopterilla, koska ne ovat avoimempia, paljaita tai lähes puuttomia alueita. Tällöin voi olla mahdollista, että metsäpalon eteneminen saadaan laantumaan muutamalla vedenpudotuksella mäen harjanteelle, kun palon kärki on juuri saavuttamaisillaan sen. Tehokkaamman palokatkon toteuttaminen mäen harjanteelle lentosammutuksella edellyttää palon hidastekemikaalien käyttöä.



Esimerkki sammutusveden pudotuksesta mäen harjanteelle (Indirect Attack) kuvassa 6.6.

Rinnepaloissa sammutustaktiikkaan vaikuttaa merkittävästi myös vallitsevan tuulen voima ja erityisesti sen suunta rinteseen nähden.

## 6.5 Turvetuotantopalojen sammutustaktiikan periaatteet (Parallel Attack)

**Turvetuotantoalojen paloissa on kyse joko nk. kenttäpalosta (palo, joka etenee turvetuotantokentän pinnassa turvetuotantoalueella) tai turvevaraston (turveauman) palosta. Helikopterin käytöllä voidaan antaa merkittävää sammutustoiminnan tukea ainoastaan kenttäpalojen sammutuksessa.**

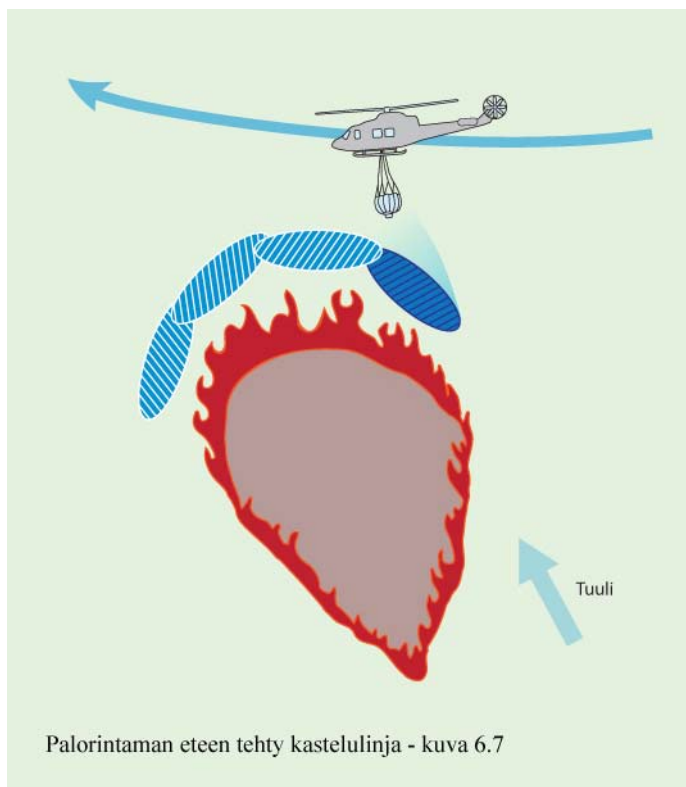
Kenttäpalossa turvekentän pinnassa oleva kuiva turveaines ja turvepöly palavat heikosti liekehtien, mutta erittäin runsaasti savua muodostaen. Palon eteneminen turvekentän pinnassa voi olla erittäin nopeaa, jos tuuli on navakkaa tai kovaa. Laaja-alainen turvetuotantoalue lisää pääsääntöisesti vallitsevan keskituulen voimakkuutta merkittävästi ja samalla voimistaa palon etenemisnopeutta. Kenttäpalo saattaa kovan puuskittaisen tuulen vallitessa tehdä myös palon eteen pesäkepaloja ja palon hyppäyksiä. Turvekenttäalueella käy yleensä paljon erilaisia ja erilämpöisiä ilmapirtauksia, jotka voivat kääntää palorintaman kulkusuuntaa nopeastikin. Palorintama voi levitä ajoittain jopa vastatuuleen. Varsinkin turvekenttäpalon alkuvaiheessa palo hakee ”uomaansa”. Turvekenttäpalo muuttaa lähes aina palon aikana suuntaansa monta kertaa. Tämä aiheuttaa ongelmia sammutustaktiikan suunnittelussa ja toteuttamisessa. Helikopterin merkitys ja sen etupainotteinen toiminta korostuu sammutustoiminnan onnistumisessa. Turvekenttäpaloissa on aina suuri riski ja todennäköisyys, että palo karkaa lähimetsään metsäpaloksi, jos torjuntatoimet ovat myöhässä tai ne epäonnistuvat palon rajaamisessa turvekenttäalueelle.

Turvekenttäpalossa pitää aina olla ensimmäisenä tavoitteena palon etenemisen katkaisu turvekenttäalueelle, niin ettei se missään olosuhteissa pääsisi karkaamaan tuotantoalueen ympärillä olevaan metsään eikä myöskään tuotantoalueella oleviin turvevarastoihin (turveaumoihin). Torjuntatoimien ensisijaisena tavoitteena pitää olla myös tuotantoalueen rakennusten sekä lähistöllä mahdollisesti olevan asutuksen suojaaminen.

Kenttäpalon sammutuksessa on merkittävä rooli tuotantoalueen työmaahenkilöstöllä sekä heidän käytössä olevalla omalla erityiskalustolla. Torjuntatoimenpiteiden onnistuminen on ratkaisevasti kiinni siitä, kuinka nopeasti alkusammutustoimenpiteet kenttäpalon etenemisen pysäyttämiseksi saadaan käyntiin työmaan oman henkilöstön toimesta.

Taktisesti järkevän koordinaation ja hyvän yhteistyön merkitys maassa toimivien muodostelmien sammutustoiminnan ja lentosammutustoiminnan kesken korostuu kenttäpalon katkaisu- ja rajaamisoperaatiossa. Lentosammutustoiminnan ensisijainen taktiikka kenttäpalossa on joko suora hyökkäys palon kärkeen tai kärjen kuristaminen molemmilta sivustoilta. Lentosammutukselle soveltuvan kohteen ja taktiikan valintaan vaikuttaa luonnollisesti myös palon synnyttämän savun aiheuttama näköeste palon kärjen paikantamiseen sekä savun aiheuttama haitta lentoturvallisuuteen.

Toimiva lentosammutustaktiikka kenttäpalon etenemisen hillitsemiseksi voi olla myös palorintaman eteen tehty kastelulinja (Parallel Attack), erityisesti silloin jos savunmuodostus estää palon kärjen paikantamisen tarkemmin. Kastelulinja voidaan tehdä myös kääntämällä työkoneilla märkää turvetta kentän pintaan ja mahdollisesti kastelemalla sitä vielä helikopterilla.



Esimerkki palorintaman eteen tehdystä kastelulinjasta (Parallel Attack) kuvassa 6.7.

Laajemmassa turvekenttäpalossa rajoituslinja tehdään aina riittävän kauaksi palorintamasta hyödyntäen esim. tuotantoalueella olevaa vedenpoistokanavaverkostoa.

Helikopteri on erittäin hyvä ja tehokas apuväline turvetuotantoaluepalojen sammuttamisessa, koska voimakkaasta savunmuodostuksesta huolimatta se pystyy tekemään sammutustoimintaa savun yläpuolelta. Näkyvyys palon kärjessä on yleensä nolla, eikä sinne voida käskää turvallisuussyistä sammutusmiehiä sammutustyöhön. Helikopterin käytössä pitäisi käyttää aina etupainottei-

suutta, koska turvetuotantoaluepalon alkuvaiheessa palon eteneminen laajemmalla alueella voidaan estää ensi-iskulla ja suoralla sammutushyökkäyksellä palon kärkeen.

Turvetuotantoalueilla olevien sammutusvesialtaiden tulee olla tällä hetkellä voimassa olevan ohjeen mukaan vähintään 50 kuutiometriä tilavuudeltaan ja vähintään 1,5 metriä syvyydeltään. Sammutusvesialtaat antavat hyvän mahdollisuuden tehokkaan lentosammutustoiminnan toteuttamiselle lyhyeksi jäävän tankkauslentomatkan johdosta ja niin kauan kuin altaan vesi riittää. Vesialtaaseen voidaan sekoittaa veden pehmenyskemikaali valmiiksi, joka on välttämätön turvepalon sammutuksessa.

Edellä mainittu ohjeessa esitetty altaan syvyys 1,5 metriä on liian pieni, koska Puolustusvoimien käytössä olevien uusien NH90-helikoptereiden käyttämä sammutussäiliö on jo itsessään korkeudeltaan ja halkaisijaltaan yli metrin. Reunaesteetöntä aluetta veden ottopaikan ympärillä tulisi olla vähintään 75x75 m ja mieluummin 100x100 m.

Tarkempaa tietoa turvepaloista ja niiden torjunnasta löytyy Internet-osoitteesta: [www. Turveteollisuusliitto ry](http://www.Turveteollisuusliitto.ry) / Turvepalojen torjunta.

## 7. Maasto- ja metsäpalojen sammutustoiminnan johtaminen ja viestiliikenne

### 7.1 Sammutustoiminnan johtamisen periaatteet

Maasto- ja metsäpaloissa tilannejohtajana toimii sen pelastusalueen päivystys- tai varallovuorossa oleva päällystöön kuuluva pelastusviranomainen (P3), jonka toiminta-alueella maasto- tai metsäpalo on sattunut. Tilanteen yleisjohtajana toimii pelastustoiminnan johtaja. Jos pelastustoiminnan johtamiseen osallistuu useamman toimialan viranomaisia, yleisjohtajana toimiva pelastuslaissa tarkoitettu pelastustoiminnan johtaja vastaa tilannekuvan ylläpitämisestä sekä tehtävien antamisesta eri toimialoille ja toiminnan yhteensovittamisesta.

Suuremmissa palotilanteissa pelastustoiminnan johtajalla on esikunnassaan apunaan operaatiopäällikkö ja tilanepäällikkö sekä muita viranomaisia ja asiantuntijoita. Helikopterin käytöstä ja toiminnasta vastaa ensisijassa pelastustoiminnan johtaja, mutta hän voi alistaa helikopterin operoinnin ja sen toiminnan ohjauksen myös jollekin kaistanjohtajalleen.

Suurehkoissa ja suurissa maasto- ja metsäpaloissa luotettavan tiedustelu- ja tilannekuvan voi saada ainoastaan ilmasta käsin, minkä johdosta pelastustoiminnan johtajan tulee aina näissä tilanteissa käyttää ilmatiedustelua palotilanteen ja tulen käyttäytymisen arviointiin.

Ilmatiedustelu voidaan toteuttaa joko paikalle saapunutta sammutushelikopteria käyttäen tai erikseen paikalle tilattua tiedustelulentokonetta käyttäen. Tiedustelukoneen tähytäjän tulee olla kokenut pelastustoimen alipäällystöviranhaltija tai päällystöviranhaltija tai muu kokenut maasto- ja metsäpalojen sammutustoiminnan asiantuntija.

Suosittelavana on pidettävä toimintatapaa, missä pelastustoiminnan johtajan määräämä henkilö nousee ensimmäisenä paikalle saapuneen helikopterin kanssa tekemään kokonaisvaltaisen tilanearvion palotilanteesta. Tiedustelulennon perusteella pelastustoiminnan johtaja voi antaa myös lentäjälle selkeät toimintaohjeet ja kohteet, mistä helikopteri voi aloittaa sammutustoiminnan.

### 7.2 Viestiliikenne

Viestiliikenne toteutetaan sammutushelikoptereiden ja sammutustyöjohdon välillä Virve-päätelaitteilla. Kaikkiin viranomaisten helikoptereiden Virve-päätelaitteisiin on parametroitu koko valtakunnan alueella hätäkeskusalueiden puheryhmät ja valtakunnalliset puheryhmät. (esim. Fin Vir YT 1 – 3). Yhteys tehtäviin osallistuvien tahojen kanssa muodostetaan tapahtumakunnan hätäkeskusalueen yhteistoiminnan kutsuryhmässä. Tehtävän hoitamiseen käytetään tapahtumakunnan hätäkeskusalueen yhteistoimintaryhmiä. Kaikkiin pelastusviranomaisten päätelaitteisiin on parametroitu oman hätäkeskusalueen puheryhmät.

Esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun hätäkeskusalueen yhteistoimintaryhmiä ovat:

- \* **PPK Vir KUTSU** = hätäkeskusalueen yhteistoiminnan kutsuryhmä
- \* **PPK Vir YT 1-4** = hätäkeskusalueen yhteistoiminnan puheryhmä

Viestiliikenteen sujuva toimivuus koko valtakunnan alueella voidaan toteuttaa suunnitelmalla helikopteri- ja lentosammutustoimintaan (tiedustelu, opastus ja johtaminen) oma TARKEMPI VIESTIOHJE, esim. sisäasianministeriön ohjeeseen Ilma-alusten käyttö pelastustoimen tehtävissä.

Sammutushelikopteri ottaa matkalla kohteeseen yhteyden sammutustyönjohtajaan kyseisen alueen XXX Vir KUTSU puheryhmässä kutsulla: XXX PELASTUS JOHTO. Tämän jälkeen sammutustyönjohtaja (P3) määrittelee yhteistoimintapuheryhmän. Ensisijainen toimintaryhmä on XXX Vir YT 1.

Esimerkkinä Kajaanissa oleva maastopalon viestiyhteydet PV:n sammutushelikopterin ja sammutustyönjohdon välillä:

Matkalla oleva sammutushelikopteri kutsuu sammutustyönjohtoa PPK Vir KUTSU puheryhmässä sanomalla:

- **KAJAANI PELASTUSJOHTO, PV 911 KUTSUU.**

Kajaanin maastopaloa johtamassa oleva pelastusviranomainen vastaa sanomalla:

- **PV 911, KAJAANI P3 KUULEE.**

Tämän jälkeen sovitaan toimintaryhmä, ensisijaisesti PPK Vir YT 1, ja siirrytään käyttämään tätä ryhmää sammutustoiminnan aikana.

Turvallisuuden kannalta on tärkeää, että kaikki maasto- ja metsäpalojen sammutustoimintaa osallistuvat ilma-alukset pitävät paloalueella operoidessaan yhteyttä keskenään ja käyttävät samaa sovittua radiojaksoa. Kaikkien maasto- ja metsäpalontorjuntaan osallistuvien ilma-aluksien, tähystyslentokoneiden, paloalueen tiedustelua ja lentosammutustoimintaa johtamassa olevien ilma-aluksien sekä lentosammutusta suorittavien helikoptereiden tulee pitää keskenään yhteyttä ensisijassa ilmailun VHF-radiolla, jaksolla 122,2 MHz. Tällä jaksolla ilma-alukset voivat suurpalotilanteissa sopia keskenään tarvittavista porrastuksista, toiminta-alueen rajoista tai toimintakaistoista.

## 8. Maasto- ja metsäpalojen käyttäytyminen

### 8.1 Yleistä

Maasto- ja metsäpalojen käyttäytyminen (Fire Behaviour) on yksi tärkeimmistä tekijöistä, joka pitää ottaa huomioon, kun palon tiedustelua ja tilannearviota ollaan suorittamassa. Tilannearviota tehtäessä ei yksistään riitä että arvioidaan palon sen hetkistä käyttäytymistä, vaan pitää arvioida myös miten tuli käyttäytyy ja miten palo etenee muutamien seuraavien tuntien kuluessa. Palon käyttäytymisen arviointi maasto- ja metsäpalotilanteessa tulee olla jatkuvaa, koska esim. vallitseva tuulen suunnan äkillinen muuttuminen saattaa muuttaa palon käyttäytymistä ratkaisevalla tavalla.

Metsäpalojen leviämiseen ja palotilanteen kehittymiseen vaikuttavat monet eri tekijät, jotka pitää pääpiirteittäin olla tiedossa, jotta metsäpalojen käyttäytymistä palopaikalla voi oppia ”lukemaan”. Jokainen palotilanne on erilainen, siksi harjaantuminen luotettavan tilannearvioinnin tekemiseen vaatii runsaasti toistoja ja varmuus arvioinnissa kasvaa pitkän kokemuksen myötä.

Pelastustoimintaa johtavien viranomaisten on näin ollen välttämätöntä tietää palon käyttäytymisen periaatteet metsässä, jotta metsäpalon sammutustyö olisi mahdollisimman tuloksellista ja tehokasta.

Myös sammutustoimintaan osallistuvan lentäjän on hyvä tiedostaa metsäpalojen käyttäytymisen pääperiaatteet, mikä edesauttaa häntä suorittamaan mahdollisimman tuloksellista ja tehokasta lentosammutustoimintaa. Palon käyttäytymisen ymmärtäminen edesauttaa lentäjää havaitsemaan myös lentämisen turvallisuuteen vaikuttavat riskitekijät.

Tarkempiin ja yksityiskohtaisempiin tietoihin metsäpalojen käyttäytymisestä voi jokaisen toimintaan osallistuva tutustua Suomen Pelastusalan Keskusjärjestön julkaisussa METSÄPALOT.

#### **Palon käyttäytymiseen vaikuttaa kolme eri päätekijää:**

- \* paloaines (Fuel)
- \* säätila (Weather)
- \* pinnanmuodostus (Topografy)

Metsäpalo noudattaa samoja lainalaisuuksia kuin muutkin palot. Niissäkin edellytetään että läsnä on paloainesta (Fuel), lämpöä (Heat) ja happea (Air). Puun syttymislämpö on 220 – 250 C palavan aineen lajista riippuen.

## 8.2 Paloaines / Palava aines (Fuel)

### Metsien palavien aineiden 3 pääluokkaa:

- 1) **Kevyt ja ohut paloaines** (Light Fuel)  
hennot oksat, varvut, heinät, pudonneet lehdet, kävyt jne.
- 2) **Raskas ja järeä paloaines** (Heavy Fuel)  
pystyssä olevat puut, kaatuneet puunrungot, kannot, pöllit jne.
- 3) **Turve** (Peat)

Käytännössä samasta maasto- tai metsäpalokohteesta löytyy useimmiten erilaisia yhdistelmiä näistä kaikista paloainestyypeistä. Tilannearviossa on tärkeintä arvioida, mikä on pääasiällisin paloainestyyppi kyseisessä palokohteessa.

**Kevyet palavat ainekset**, kuten heinikot ja varvikot palavat helposti ja suurella kuumuudella, mutta palon kesto on lyhyt. Pensaikko palaa heinikkoa kauemmin ja sen aikaansaama lämpöenergia mahdollistaa jo syttymislähteen myös raskaammille paloaineille. Näiden kohteiden sammuttamiseen riittää vähäisempi vesimäärä, jolloin lentosammutuksessa voidaan käyttää hieman suurempaa pudotusnopeutta ja lentokorkeutta.



Kuva 8.1 Esimerkki kevyen palavan aineksen palosta (kuva Erkki Oksanen /METLA)

**Raskaat palavat ainekset**, kuten maahan jääneet puun rungot, pöllit, kannot jne. eivät ole kovin helposti syttyviä, mutta niiden sammuttaminen on myös hankalampaa. Järeän puuston, kuten vanhan täyskasvuisen metsän paloissa vesipudotukset ovat vähemmän tehokkaita suuren puustotiheyden ja korkean lämpöenergian johdosta. Näiden kohteiden sammuttamiseen tarvitaan suurempia vesimääriä, jolloin lentosammutuksessa voidaan käyttää hitaampia pudotusnopeuksia ja alempia lentokorkeuksia.



Kuva 8.2 Esimerkki raskaan palavan aineksen palosta (kuva Erkki Oksanen /METLA)

**Turve** koostuu epätäydellisistä hajonneista kasvien jäännöksistä, joka on kerrostunut ja muodostanut eloperäisen maalajin muodostumispaikalleen. Turvemaihin voidaan katsoa kuuluvan myös runsaasti eri kasvinosia sisältävät, mutta vähemmän maatuneet kangashumusta sisältävät maapohjat. Riittävän kuivumisen jälkeen turvepohjaisen maan pintakerros muodostaa syttymisherkan palokasvuston. Turvepalo palaa kytellä maapalona maan sisällä, usein ilman näkyvää liekkiä. Turvetuotantoalueen kenttäpalossa pinnassa oleva kuiva turve palaa vain ohuena muutaman millimetrin paksuisena kerroksena.

### 8.2.1 Palokerrokset (Fuel Bed)

Metsä voidaan jakaa erilaisiin palokerroksiin, joita luonnehditaan niiden paloinesten mukaan.

Metsän palokerrokset muodostuvat:

- \* **Maakerros**, koostuu kangashumuksesta ja turpeesta (Groud Fuels).
- \* **Pohjakerros**, koostuu karikkeesta, sammalista, jäkälästä, maapuista (Surface Fuels).
- \* **Kenttäkerros**, koostuu varvuista, heinistä, ruohoista (Surface Fuels).
- \* **Pensas- ja alikasvokerros**, koostuu pesaista ja alikasvoksista. (Areal Fuels).
- \* **Latvuserros**, koostuu puiden oksistosta ja latvuksista (Areal Fuels)

Maasto- ja metsäpalo voi palaa pintapalon muodossa maakerroksessa ja kenttäkerroksessa. Silloin kun metsäpalo palaa samanaikaisesti kaikissa eri kerroksissa, se on muuttunut latvapaloksi.

### 8.2.2 Palavien aineksien kosteuspitoisuus (Fuel Moisture Content)

Palavan aineksen kosteuspitoisuus on ratkaiseva osatekijä sen syttymisherkkyyteen. Palava aine kuivuu normaalin haihtumisprosessin seurauksena. Pitkän kuivan jakson jälkeen kaikki palavat ainestyypit ovat kuivuneet riittävän kuivaksi ja syttymisherkäksi.

Heinikko on kevyt paloaine, joka kuivuu nopeasti sateen jälkeen ja siksi vain muutama päivä sateen jälkeen nämä kasvustot (metsikkötyypit) voivat olla herkästi syttyviä ja palavia. Vastaavasti kevyet paloainekset kastuvat nopeasti pienenkin sateen seurauksena ja menettävät syttymisherkkyytensä.

Järeäpuustoiset ja tiheet metsiköt luovuttavat erittäin hitaasti kosteutta ja vaativat erittäin pitkän kuivan jakson täydelliseen kuivumiseen. Vastaavasti menee aikaa ja tarvitaan kunnollisia sateita ennen kuin kosteus palautuu niihin.

Ilman suhteellisella kosteuspitoisuudella ja palavan aineksen kosteuspitoisuudella on selvä yhteys keskenään.

### 8.2.3 Palavien aineksien määrä eli palokuorma (Volume / Fuel Load )

Metsäpalon palavien aineksen määrä eli palokuorma hehtaaria kohden vaikuttaa palon voimaan. Suuri palokuorma hehtaaria kohden merkitsee suurta palon intensiteettiä.

Palokuorma voi vaihdella suuresti myös Suomen metsissä, esim. taimiston tai järeäpuustoinen täyskasvuinen metsän palokuormissa hehtaaria kohden on suuri ero.

Täysikasvuisessa tukkimetsässä runkopuun muodostama kuutiomäärä saattaa olla 250 – 300 m<sup>3</sup>/ ha ja vastaavasti n. 20 vuotuisessa kasvatusmetsässä (varttuneessa taimistossa) 15 – 25 m<sup>3</sup> / ha. Edellä mainittu kuutiomäärä käsittää pelkästään puuston runko-osien kuutiomäärän. Havupuiden kokonaisbiomassa (palavan aineksen kokonaismassa) koostuu: puiden runko-osista, joiden osuus on 50 – 70 %, oksistosta, joiden osuus 10 – 15 % ja neulasista, joiden osuus on n. 5 % kokonaisbiomassasta.

### 8.2.4 Palavien aineksien asettelu ja järjestely (Arrangement)

Palavien aineksien asettelulla vaaka- ja pystysuunnassa metsikössä on selvä vaikutus syntyneen palon kehittymiseen ja sen käyttäytymiseen. Mikäli pääosa palavista aineksista on maan pinnassa, palo todennäköisesti pysyy ainoastaan pintapalona. Jos palavia aineksia on riittävästi maan pinnassa sekä myös pystysuunnassa (esim. sekametsät ja eri-ikäistä puustoa olevat metsiköt) on suuri mahdollisuus, että palo voi nousta jossain vaiheessa latvapaloksi.

Palavat ainekset, jotka ovat osin maassa ja osin korkeammalla, voivat saada aikaiseksi soihutpaloja ja hyppäyksiä sekä edesauttaa latvapalon syntyä.

## 8.3 Säätila (Weather)

Säätilalla ja sen eri osatekijöillä on merkittävä vaikutus palon käyttäytymisessä. Paikallisen sään tarkkailu on erittäin tärkeää sammutustoiminnan johtamisessa. Esimerkiksi tuulen suunnan muutos voi muuttaa palon etenemissuunnan lyhyessäkin ajassa. Erityisen tärkeää on tarkkailla mahdollisia ukkosmyrskyjä, joiden synnyttämät voimakkaat ja puuskittaiset tuulet aiheuttavat yleensä suuria vaikeuksia sammutustoiminnan johtamisessa.

Metsän palamisherkkyyys riippuu pääasiassa siitä, miten kuivaa sen kasvusto sekä puut ovat. Maasto- ja metsäpalojen syttymiseen sekä syttyneiden palojen käyttäytymiseen vaikuttavat suoranaisesti tai välillisesti mm. seuraavat säätekijät:

- 1) Sateet (Rain)
- 2) Ilman suhteellinen kosteuspitoisuus (Humidity)
- 3) Tuuli (Wind)
- 4) Lämpötila (Temperature)
- 5) Ukonilmat (Thunderstorm)

Tilanteen arvioinnissa (Fire Size Up) tulee säätilan osalta ottaa huomioon edellisten päivien säätilanne, sen hetkinen säätilanne sekä lähituntien ennuste.

### 8.3.1 Sateet (Rain)

Sateiden määrällä ja niiden ajoittumisella on ratkaisevin merkitys metsäpalojen syttymismahdollisuuksiin sekä myös palojen käyttäytymiseen. Mikäli palon syttymistä on edeltänyt vain muutaman päivän poutajakso, palon käyttäytyminen on pääsääntöisesti rauhallista, koska metsien palava aines ei ole ehtinyt kuivumaan riittävästi. Sen sijaan pitkän poutajakson jälkeen syttyneiden palojen käyttäytyminen on mitä todennäköisimmin rajumpaa ja voimallisempaa. Keveiden paloaineksin kasvustot kuivuvat huomattavasti lyhyemmässä ajassa mitä vastaavasti raskaampien paloaineksin kasvustot sateiden jälkeen.

### 8.3.2 Ilman suhteellinen kosteuspitoisuus (Humidity)

Ilman suhteellisella kosteudella on välillinen, viiveellä tapahtuva vaikutus metsän kasvuston syttymisherkkyyteen sekä sen käyttäytymiseen palotilanteessa. Metsän kasvusto pyrkii aina tasapainottamaan oman kosteustasapainonsa ympäröivän (vallitsevan) ulkoilman kosteusolosuhteisiin. Ilmankosteuden merkitys on suuri, etenkin syttymisen kannalta mm. hienojen paloainesten kohdalla. Tutkimuksien mukaan esim. alle 30 % ilmankosteuksilla paloriski kasvaa merkittävästi ja vastaavasti alenee yli 60 % kosteuksissa.

### 8.3.3 Tuuli (Wind)

Metsäpaloa eteenpäin kuljettava voima on tuuli, joka tuo palolle happea ja kuljettaa sitä samalla eteenpäin. Kova tuuli lisää latvapalon syntymisriskiä. Kova tuuli saattaa myös lennättää kipinöitä palon etumaastoon ja sytyttää sinne palon ulkopuolisia pesäkepaloja. Kova tuuli sekä voimakkaan palon aiheuttamat lämpövirtaukset, voivat lennättää kipinöitä tai jopa palvia oksia ym. pitkiäkin matkoja jopa yli 100 metrin päähän. Sammutustoiminnan johtamisen ja tilanteen hallinnan kannalta palon tarkkailu ja ilmatiedustelu on oltava sitä aktiivisempaa mitä kovempi ja puuskaisempi vallitseva tuuli on. Tuulen vaikutus on aina lentosammutustoiminnassa otettava huomioon pudotuksia ja lentoreittiä suunniteltaessa. Vedenpudotus on aina, jos vain mahdollista, syytä tehdä vastatuuleen. Tuulikorjaukset pudotuksiin on myös otettava huomioon.

### 8.3.4 Rinne- ja merituulet

Pelastustoiminnan johtajan on syytä tiedostaa ja ennakoida rinne- ja merituulien esiintymisen mahdollisuus sekä niiden vaikutus sammutustaktiikan suunnittelussa. Korkeampien mäkien rinteillä ja tunturialueilla myöhään illalla tuulet alkavat puhaltaa mäen tai tunturin rinnettä alaspäin, joka ilmiö jatkuu aamuun asti. Päivällä tuuli puhaltaa rinnettä ylöspäin. Vastaavanlainen tuulen suunnan muutos tapahtuu suurten vesistöjen lähellä. Päivällä tuuli puhaltaa vesistöistä mantereelle ja yöllä maalta vesistöön päin.

### 8.3.5 Lämpötila (Temperature)

Lämpötila vaikuttaa ensisijassa palon voimakkuuteen (intensiteettiin). Mitä korkeampi lämpötila on palotilanteessa, sitä voimakkaammalla intensiteetillä kasvusto palaa. Matalissa lämpötiloissa saman kasvuston palaminen tapahtuu selvästi pienemmällä palon intensiteetillä. Useamman päivän jatkuneet hellepäivät (korkea lämpötila) edesauttavat kasvuston kuivumista nopeammin syttymisherkäksi.

### 8.3.6 Ukonilmat (Thunderstorm)

Salamat sytyttävät vuosittain 5 % - 15 % maastopaloista. Palamisvaiheessa oleva metsäpalo ja sen päälle tai lähistölle noussut ukonilma on aina vaarallinen yhdistelmä. Ukonilma synnyttää lähes aina voimakkaita, puuskaisia maatuulia aiheuttaen palon nopeita suunnanmuutoksia ja lietsoo paloa voimistumaan. Erityisen vaarallinen ukonilma on latvapalotilanteessa, jolloin myös sammutusjoukkojen turvallisuus saattaa vaarantua palorintaman nopean suunnan muutoksen seurauksena. Lentotiedustelu on erittäin tarpeen kipinöiden lentämisen ja tuulen suunnan muutosten seuraamiseksi ukkosrintaman jälkeen. Ukonilmaan liittyvät puuskittaiset tuulet ja pyörteet on lentotoiminnassa otettava huomioon lentoturvallisuuden säilyttämiseksi paloalueen lähistöllä lennettäessä.

## 8.4 Pinnanmuodostus (Topography)

Maaston pinnanmuodoilla on myös suuri vaikutus palon käyttäytymiseen. Jos palo on syttynyt esimerkiksi mäen alarinteellä, palon aikaansaama lämpösäteily ja lämpövirtaukset kuivattavat ja sytyttävät ylärinteessä olevan paloaineksen nopeasti palamaan. Palaminen jatkuu kiihtyvällä nopeudella ylärinteeseen, kunnes palo saavuttaa mäen harjanteen ja laen. Mäen laella palo menettää voimansa, missä sen sammuttaminen on jo huomattavasti helpompaa. Alarinteen suuntaan palon etenemisnopeus on huomattavan hidasta tai lähes olematonta. Mitä jyrkempi mäen rinne on, sitä nopeampaa palo etenee rinnettä ylös. Nyrkkisäännön mukaan esimerkiksi 10 % kaltevuuskulmalla olevassa rinteessä palon etenemisnopeus voi jo kaksinkertaistua.

## 8.5 Maastopalojen esiintymismuodot

Maastopalot voidaan luokitella sekä palon kohteen että palotavan mukaan seuraavasti:

Palon kohteen mukaan palo voi olla:

1. Metsäpalo
2. Ruohikkopalo tai
3. Turvepalo

Palotavan mukaan palo voi olla:

### 8.5.1 Maapalo (Ground Fire) / Turvepalo (Peat Fire)

Maapalossa tuli etenee maan pohjakerroksessa kytellä ja se voi toteutua lähinnä turvepohjaisilla metsämailla ja turvetuotantoalueilla. Maapalo on mahdollinen, mikäli maaperä sisältää orgaanisista aineksista koostuvan kerroksen joko turvetta tai kangashumusta. Maapalo palaa kytellä ilman näkyvää liekkiä ja etenee hitaasti useimmiten maan pinnan alla pelkästään savuamalla. Turvetuotantoalueilla palo etenee turvekentän pinnassa vain muutamien millimetrin paksuisessa kerroksessa. Turve on kuivana herkästi syttyvää ja vaikeasti sammutettavaa. Kuiva turvepöly saattaa palaa räjähdysmäisesti. Turvepalon sammutus on työlästä ja vaikeaa. Lentosammutustaktiikka maapaloissa on pääsääntöisesti suora hyökkäys palopesäkkeisiin, ts. veden pudotus suoraan palopesäkkeiden päälle. Sammutusteho on merkittävästi parempi, jos turvepalossa käytetään vedenpehmenyskemikaaleja.



Kuva 8.3 Esimerkki turvepohjaisen metsämaan palosta, palo etenee kytemällä maan sisällä. (kuva Jari Hietanen /METLA)

### 8.5.2 Pintapalo (Surface Fire)

Pintapalossa palo etenee maan pinnassa polttaen maan pinnalla olevaa kummaa, kariketta, varvikkoa ja muuta maanpinnan välittömässä läheisyydessä oleva kasvillisuuskerrosta sekä puiden taimia ja puuston alaokistoa. Pintapalossa palon eteneminen on yleisesti melko helposti ennustettavissa, jolloin palon sammutus on kohtuullisen selkeää. Palon voimakkuus saattaa kuitenkin vaihdella suurestikin riippuen palokuormasta, kasvuston paloherkkyydestä (kuivuusasteesta) sekä tuulesta ja maaston topografiasta. Pysyykö palo pintapalona vai lähtee se nousemaan puiden oksistoon ja latvustoon, riippuu puuston tiheydestä, määrästä ja rakenteesta, maaston muodosta ja säästä sekä ennen kaikkea tuulesta. Lentosammutustaktiikka pääsääntöisesti matalaintensiteetisissä ja rauhallisesti etenevissä paloissa on suora hyökkäys, ts. veden pudotus suoraan palorintaman päälle ja korkeampi-

intensiivisissä paloissa ”kuristustekniikka” eli palon kärjen kaventaminen molemmilta sivustoilta. Lentosammutusta voidaan tarvita pintapaloissa myös kuumien pesäkkeiden, karkaamisyrityksien ja etäispesäkkeiden tukahduttamiseen.



Kuva 8.4 Esimerkki rauhallisesta pintapalosta, jonka tukahduttaminen on helposti toteutettavissa (kuva Jari Hietanen /METLA)

### 8.5.3 Latvapalo (Crown Fire)

Latvapalo kehittyy aina pintapalovaiheen kautta ja sen kehittymien edellyttää tietyn tyyppistä metsän rakennetta ja tiettyjä sääolosuhteita. Latvapalon muodostuminen on todennäköisintä yleensä havupuuvaltaisissa metsiköissä sekä ennen muuta sekametsiköissä, missä on nuorta ja vanhaa puuta sekaisin. Latvapalon muodostuminen edellyttää lisäksi, että kasvuston oltava riittävästi kuivunut, ja että vallitsevan tuulen pitää olla navakkaa tai kovaa. Latvapalon riski kasvaa merkittävästi, jos palo etenee puustoiseen jyrkkään rinnemaastoon. Latvapalo voi esiintyä myös taimikossa. Latvapalo on sammuttajien kannalta aina kriittinen tilanne, jonka hallintaan saaminen edellyttää pelastustoiminnan johtajalta vankkaa kokemusta metsäpalojen sammutustyössä sekä riittävästi sammutusmuodostelmia sammutustoimintaan. Lentosammutustaktiikka on pääsääntöisesti epäsuora taktiikka, ts. palon etumaastoon tehty katkaisulinja. Lentosammutusta voidaan tarvita latvapaloissa myös kuumien pesäkkeiden, palon karkaamisyrityksien ja etäispesäkkeiden tukahduttamiseen tai tietyn kaistan hillitsemiseen ja sammuttamiseen.



Kuva 8.5 Esimerkki voimakkaasta latvuksiin nouseesta metsäpalosta, missä runsas palokuorma antaa lisäksi voimakkaan intensiteetin ko. palolle.  
(kuva Saara Lilja)

## 8.6 Metsäpaloihin liittyviä palamisilmiöitä

### 8.6.1 Soihtupalo (Candling / Torch Fire)

Soihtupalolla tarkoitetaan yksittäisten puiden tai pienten puuryhmien (yleensä kuusien) syttymistä soihtumaisesti palamaan. Soihtupalo ei kuitenkaan leviä latvuksesta toiseen. Soihtupalo on yleensä aina varoitettava merkki siitä, että palo on siirtymässä latvavalovaiheeseen. Soihtupalo on kohtuullisen helposti tukahdutettavissa lentosammutuksella toimimalla nopeasti. Nopea toiminta edellyttää valpasta havainnointia palotilanteessa helikopterin miehistöltä.



Kuva 8.6 Esimerkki kuusikossa syntyneestä soihtupalosta (kuva Erkki Oksanen/METLA)

### 8.6.2 Tulipyörre / Pyörrepalo (Firewhirling)

Tulipyörre on pyörivä tulipyörre, joka on pienimuotoisen ”tornadon” alku. Tulipyörre voi liikkua paloalueen sisällä paikasta toiseen ja samalla nostattaa kipinöitä, kekäleitä ja jopa palavia oksia sen aikaansaaman pyörteen mukanaan ilmaan. Tulipyörteen ylös lennättämät kipinät ja kekäleet voivat sytyttää uusia palopesäkkeitä paloalueen ulkopuolella. Pyörrepalo voi muuttaa palon myös latvavalovaiheeseen. Pyörrepaloilmiö voi syntyä yleensä helteisen sään tai ukonilman vallitessa mm. hakkuuaukioilla ja turvetuotantoalueilla. Tulipyörteen tukahduttamisessa toimii samat periaatteet mitä on sanottu soihtupalojen osalta. Näissä molemmissa tilanteissa on syytä ottaa huomioon lentoturvallisuus lentosammutusoperaatioita suoritettaessa.

### 8.6.3 Pesäkepalo / Heittopalo (Spot Fire)

Pesäkepalo on palon ulkopuolelle syntynyt uusi palonalku (syttymiskohta), jonka on aiheuttanut pääpalosta lentänyt kipinä, kekäle tai muu palava aine. Pesäkepaloja voi syntyä useitakin samanaikaisesti. Kipinöiden sytyttämät pesäkkeet voivat olla alkuvaiheessa varsin pieniä, mutta suurenevat nopeasti, jos ei niille tehdä mitään. Lentosammutustaktiikka pesäkepaloissa on suora hyökkäys, ts. veden pudotus suoraan pesäkepalon päälle.



Kuva 8.7 Esimerkki kipinöiden sytyttämistä pesäkepaloista palon etumaastoon (kuva Jari Hietanen / METLA)

### 8.6.4 Palon hyppäykset ja turvepölyräjähdykset (Jump Fires / Blow Up)

Voimakkaan intensiteetin omaavissa latvapalotilanteissa palo voi edetä pahimmassa tapauksessa hyppäyksittäin, jonka aiheuttajana voi olla nk. palokaasuräjähdyks. Palokaasuräjähdyks sytyttää yleensä samanaikaisesti palamaan laajan alueen palon etumaastossa jättäen usein palamatonta aluetta väliin. Palokaasujen syntyminen edellyttää runsasta palokuormaa ja voimakasta, korkeaintensiteettistä palotapahtumaa.

Tähän palon käyttäytymisryhmään voidaan katsoa kuuluvan myös turvetuotantoaluepaloissa syntyvät turvepölyräjähdykset, joita syntyy erityisesti suuremmissa turvepaloissa. Nämä voivat levittää paloa erittäin nopeasti ja kauaskin tuulen alapuolelle ja sivustoille. Pölyräjähdykset ja em. palokaasut saattavat aiheuttaa myös vaaratilanteita mm. sammutustoimintaan osallistuville helikoptereille. Lentosammutuksella ei ole pääsääntöisesti mahdollisuuksia tehdä mitään palojen hyppäyksiin ja turvepölyräjähdyksiin. Turvallisuuksista, jos helikopterin miehistö havaitsee merkkejä ennen mainitusta ilmiöistä, on parasta, että helikopteri poistuu riittävän etäälle ko. paikalta mahdollisimman pian.

## 8.7 Maasto- ja metsäpalon etenemistavat

Koska maasto- ja metsäpalon syttymisen ja palon leviämisen edellytyksenä on riittävän lämpötilan saavuttaminen metsän kasvustossa (biomassassa), on tärkeä ymmärtää lämmön siirtymistavat, jotka käytännössä aikaansaavat palon etenemisen.

### 8.7.1 Lämmön siirtyminen (Convection)

Lämpöä ja kuumia savukaasuja kulkeutuu palosta lähtevien kuumien ilmavirtausten (savukaasujen) mukana palon etenemissuuntaan vallitsevan tuulen suunnan ja sen voimakkuuden sekä maan pinnanmuodostuksen ohjaamana. Esim. mäen rinteessä rinnettä ylöspäin nousevat kuumat savukaasut saavat aikaan palon nopean leviämisen ylärinteeseen.

### 8.7.2 Lämmön säteily (Radiation)

Lämpösäteily on ilmiö, joka vaikuttaa palavasta lämpölähteestä joka suuntaan tasaisesti. Lämpösäteilyn voimakkuus on suoraan riippuvainen palon intensiteetistä. Kuumuuden voimakkuus vähenee suhteessa etäisyyden neliöön. Suurin osa maasto- ja metsäpalojen leviämisestä tapahtuu lämpösäteilyn ja lämmön siirtymisen johdosta, missä palon ympärillä ja tuulen alla oleva paloaines saavuttaa ennen pitkää syttymislämpötilan ja syttyy lopulta palamaan.

### 8.7.3 Paloaineksen kulkeutuminen (Mass Transport).

Tällä ilmiöllä tarkoitetaan paloaineksen (kipinöiden, kekäleiden tai palavien pötkelöiden) siirtymistä joko vierimällä mäen rinnettä alas tai siirtymistä voimakkaiden kuumien palo-kaasuvirtausten (latvapaloissa tyypillistä) mukana uuteen paikkaan palon ulkopuolelle synnyttäen samalla pesäkepaloja.

Korkean intensiteetin omaavissa paloissa palon synnyttämät voimakkaat, kuumat ilmavirtaukset saattavat lennättää kekäleitä, oksan pätkiä ym. palavaa materiaalia pitkien matkojen päähän palon etumaastoon ja sytyttävät sinne uusia pesäkepaloja.

Paloaineksen kulkeutumiseksi on luettava myös turvekentän paloissa turvekentän pinnassa olevan kuivan turvepölyn irtoaminen ja muodostuminen turvepölypilveksi, joka kulkeutuu kovan tuulen mukana nopeasti tuulen alapuolelle ja voi muodostaa syttymisherkän turvepölyräjähdysten.

## 8.8 Metsäpalon voimakkuus (Fire intensity)

Palon voimakkuudella eli palon intensiteetillä arvioidaan palon synnyttämää energiaa. Palon voimakkuus ilmaistaan yleensä tulirintaman intensiteettinä (Fire Front Intensity), joka ilmaistaan energiana tai lämpömääränä pinta-alaa ja aikayksikköä kohti, esim. kcal/m<sup>2</sup>/s tai kW/m<sup>2</sup>/s.

Palon intensiteettiä kuvaa melko hyvin liekin korkeus (Flame Height), jonka avulla palot voidaan maasto-olosuhteissa luokitella:

- \* **Matalaintensiteettisiin paloihin, liekin korkeus < 1 m,**



Kuva 8.8 Matalaintensiteettisestä palosta (Kuva Jari Hietanen /METLA)

- \* **Keski-intensiteettisiin paloihin, liekin korkeus 1 – 3 m ja**



Kuva 8.9 Keski-intensiteettisestä palosta (Kuva Erkki Oksanen/METLA)

- \* **Korkeaintensiteettisiin paloihin, liekin korkeus > 3 m paloihin.**



Kuva 8.10 Korkeaintensiteettisestä palosta (Kuva Erkki Oksanen/METLA)

## 8.9 Suuntaa antavia etenemisnopeuksia maasto- ja metsäpaloissa

Metsäpalojen etenemisnopeuksien on pitkäaikaisiin kokemuksiin perustuen todettu Suomessa palojen esiintymismuodon mukaan olevan suuruusluokkaa: (Tieteellisiä tutkimuksia etenemisnopeuksista ei ole tehty.)

- \* maapaloissa / pintapaloissa noin 5 – 15 m/min, joka on noin 300 – 1000 m tunnissa
- \* latvapaloissa noin 15 – 30 m/min, joka on noin 1 – 2 km tunnissa
- \* rajuimmissa latvapaloissa jopa 50 m/min, joka on n. 3 km tunnissa.

Metsäpalon etenemisnopeuteen vaikuttavat tekijät ovat:

- \* paloaineksien / biomassan määrä (palokuorma)
- \* paloaineksien kosteuspitoisuus / kuivuusaste (tila)
- \* paloainestyyppi (kevyt, raskas) sekä sen levittäytyminen (asettelu) maastoon
- \* tuulen voimakkuus ja sen suunta
- \* maaston topografia / rinteiden jyrkkyys
- \* sääolosuhteet (edeltänyt sade, lämpötila, ilman kosteus, tuuli )

Raskas paloaines ja jyrkkä mäenrinne aikaansaavat aina palon intensiteetin kasvun ja palon etenemisen selvän nopeutumisen.

## 8.10 Kriittiset metsäpalo-olosuhteet (Extreme Fire Situations)

Suomen olosuhteissa ”kriittisten metsäpalo-olosuhteiden” voidaan katsoa vallitsevan, jos

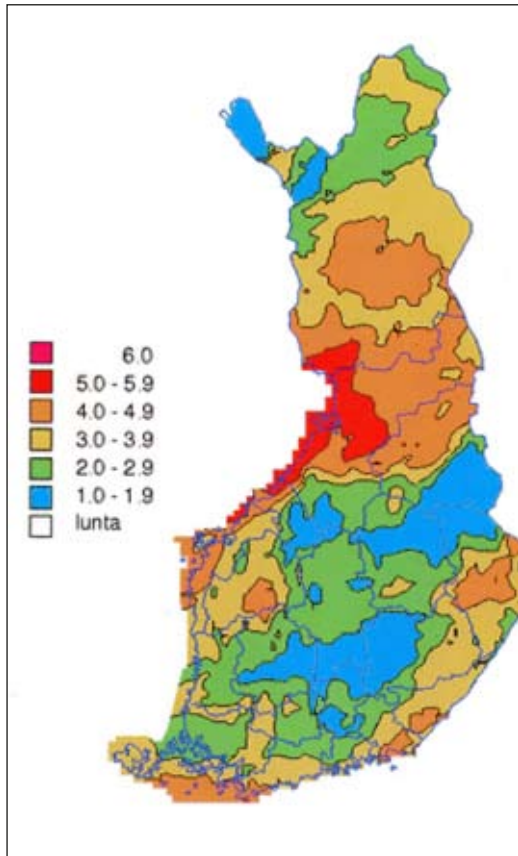
- \* säätilassa on pitkään useamman viikon jatkunut kuiva sateeton jakso,
- \* metsäpaloindeksi on ko. alueella ollut useita päiviä peräkkäin lukemissa 5,5 – 6,0,
- \* ilman kosteus on ollut useampana päivänä peräkkäin alle 30 % tai on laskenut 20 – 25 %:iin ja
- \* vallitseva keskituuli on yli 7 – 8 m/s ja mahdollisesti vielä puuskittainen.

Metsäpalojen syttymis- ja leviämisen riskin suuruuteen vaikuttaa säätilan lisäksi tietenkin myös ko. alueen metsien kasvuston ja sen paloaineksen koostumus ja määrä sekä maaston topografia

## 8.11 Metsäpaloindeksi (Fire Weather Index)

Vuodesta 1996 on metsien paloriskiä arvioitu Suomessa Ilmatieteen laitoksen kehittämällä ja sen ylläpitämällä **metsäpaloindeksillä**, joka pyrkii ennustamaan säätekijöiden avulla metsäpalojen syttymisen riskin. Indeksillä saa arvoja välillä 1 – 6. **Erittäin suuri paloriski saavutetaan arvolla 6.** Avotulen kieltävä metsäpalovaroitus annetaan indeksin saavutta-

essa arvon 4, josta tiedotetaan myös radiossa ja TV:ssä kansalaisille. Viranomaiset voivat seurata metsäpaloindeksilukemia ja niiden ennustetta alueellisesti ja paikallisesti salasanan kautta Ilmatieteen laitoksen ylläpitämän viranomaisportaalin kautta.



Kuva 8.11 Esimerkki vallitsevien metsäpaloindeksien arvoista maan eri alueilla 29.6.2006

## 9. Lentotoiminta sammutussäiliön kanssa

### 9.1 Huomioitavaa ennen lentoa

Kunnollinen tarkastus ennen lentoa säiliölle, kuormakoukulle ja kemikaalijärjestelmälle on tarpeellinen turvallisuudelle ja luotettavalle toiminnalle:

1. tarkista kuormakoukun vapautusmekanismi (sähkön ja mekaniikan toiminta)
2. tarkista kuormakoukku halkeamien, kulumisen tai muun vahingon havaitsemiseksi
3. tarkista kontrollipään nostorengas kulumisen ja turvallisuuden vuoksi
4. tarkista kannatinkaapelit kulumisen, rikkiäisten säikeiden ja ruosteen vuoksi
5. tarkista kontrollipään kaapelien korvakkeet halkeamien ja pulttauksen keston vuoksi
6. tutki säiliön kuori, onko repeämiä tai kulumaa
7. varmista, että kemikaalijärjestelmä toimii

### 9.2 Menettelytapoja säiliön täyttöön

Lähestyminen vedenottoon tulisi tehdä varovaisesti, huomioiden esteet ja varautuen niihin, jotka ovat näkymättömissä. Sähkö- ym. johdot risteävät toisinaan vesistöjen ylitse ja johtojen kannatinpylväät voivat olla hankalia havaita.

#### Järvet ja hitaasti liikkuvat vesistöt

Perustekniikka täytössä on lähestyä vettä jyrkällä lähestymistavalla. Katso ulkoisen kuorman peilistä säiliöön varjoa veden pinnassa ja huomioi, että säiliö ja varjo lähentyvät toisiaan, kun säiliö lähenee vedenpintaa. Tämä viite auttaa lentäjää määrittämään säiliön painautumisen veden pintaan. Hyvin vähäinen liike eteenpäin auttaa säiliön kaatamisessa, kun se koskettaa vedenpintaa. Tämä toimintatapa estää myös sen, että roottorin alas painama ilmavirta (roottorivirta) toisi säiliön koneen eteen, kun kone lähestyy pintaa.

Kun säiliö uppoaa, turvaudu kiinteisiin kohteisiin rannalla, jotta et lähtisi ajelehtimaan. On hyvin helppoa katsoa vedenpintaa ja yrittää pysyä kohdallaan aaltojen mukaan, mutta tämä aiheuttaa ajelehtimista, koska aallot ja väreet liikkuvat. Lähellä rantaa pysyminen auttaa pysymään paikallaan ja takaa myös lyhyen uintimatkan, jos moottorihäiriö tapahtuu.

Eteenpäin jatkaminen HYVIN hitaalla nopeudella täyttää säiliön nopeasti ja pienen harjoituksen jälkeen pilotin tulisi olla helppo tankata säiliö, ts. laskea säiliö upoksiin ja jatkaa ilman pysähtymistä. ÄLÄ pidä niin paljon nopeutta, että tuntisit lastauskoukun nykivän. Suositellaan, että vasta-alkajat vievät säiliön veteen ILMAN liikkumista ja pysyvät paikallaan, kunnes nostavat säiliön vedestä.

Alhaisella ilmanopeudella tyhjän säiliön kaapelit voivat silloin tällöin kääriytyä toisiinsa. Vedestä noston aikana säiliön paino suoristaa kaapelit ja säiliön. Jos säiliö (purkautuu) ke-

riytyy auki liian nopeasti, se aiheuttaa ankaraa vääntelevää painoa lastauskourulle. Yritä katsoa säiliötä, kun nostat sitä, joko peilin kautta suoraan tai laita miehistön jäsen katsomaan sitä. Mikäli kaapelit ovat kääriytyneet, älä nosta säiliötä kokonaan vedestä. Osittainen vedestä nosto auttaa kontrolloimaan kaapeleiden keriytymistä ja niiden purkautumista.

Säiliön täyttämistä (”dippaamista”) tulisi uusien pilottien harjoitella perusteellisesti ennen sammutuslentotehtäviin siirtymistä.

## Suuret vesistöt

Hyvin suuret vesistöt voivat tuottaa hankaluuksia pysyä paikoillaan täytön aikana. Maininkien ja aaltojen aiheuttama illuusio liikkumisesta on hyvin tunnettu ongelma, jossa pilotti yrittää pysytellä paikoillaan seuraamalla liikkuvaa pintaa. Vältä tätä tilannetta! On tärkeämpää lukkiutua pisteisiin rannalla tai jopa kiviin ja paalutuksiin vedessä, jotta ajelehtimista ei tapahtuisi.

Kun operoit suolavedessä, kiinnitä huomiota ruosteeseen ja huuhtele ilma-alus säännöllisesti makealla vedellä. Huoltohenkilökunnalle tulee ilmoittaa merivesioperaatioista.

## Virtaava vesi

Nopeasti virtaava vesi tuo lisähaasteita säiliön täyttöön. Säiliö käyttäytyy kuten ”laahauskouru” nopeasti virtaavassa virrassa, ja voi helposti ”nujertaa” helikopterin, jollei ohjaajalla ole aikaisempaa kokemusta tankata säiliö virtaavassa vesistöissä. Säiliön täyttötilanteessa tulee olla kaiken aikaa varuillaan ja valmiina vapauttamaan vesi tai laukaisemaan koko säiliö heti, jos tarve vaatii. Koska virta vetää helikopteria alavirtaan, on turvallisinta sijoittaa helikopteri nokka ylävirtaan päin vasten virtausta. Tämä asettaa helikopterin keulan matalalle, joka on paljon turvallisempi kuin äärimmäinen pyrstöpuomi matalalla -asento, jossa pyrstöroottori voisi iskeä veteen, jos säiliön täyttöä yritetään suorittaa alavirtaan ja kiskoa sitä veden virtauksen mukaan samaan suuntaan.

## 9.3 Lento säiliön kanssa

Lentäminen säiliön kanssa on hyvin yksinkertaista. Käytä hyviä perustekniikoita, pidä kuula (Ball) keskitettynä, jotta välttyisit lipsumiselta ja liukumiselta ja saisit kaarrot koordinoitua. Karkea tai varomaton polkimen käyttö tulee varmasti aloittamaan säiliön sivuttain heilahtelun. Säiliön ollessa täynnä vettä se on hyvin vakaa eikä sen tulisi aiheuttaa ongelmia lentäjälle. Tyhjänä sillä on kuitenkin taipumus alkaa heilua tiettyssä ilmanopeudessa. On tärkeää muistaa, että säiliö, kuten muukin ulkoinen kuorma vaatii tietyn ilmanopeuden lentääkseen vakaasti. Säiliön heiluminen eteen ja taakse on pilotin aikaansaamaa liikettä. Helpoin tapa tämän lopettamiseksi on nostaa ilmanopeutta ja sitten pitää nopeutta yllä. Huomioi mikä tahansa ohjaimen liike eteen tai taakse – voi olla, ettet ole tietoinen, että aikaansaat heilumista.

Ennen kuin säiliön kanssa lähdetään lentämään, täytyy antaa kertausta lennon perustekniikoista.

## 10. Lentotekniikka veden pudotuksissa ja sammutustyössä

### 10.1 Yleiset periaatteet

Helikopterilla toteutettava lentosammutus perustuu lähes yksinomaan suoraan sammutustaktiikkaan missä sammutussäiliöllä pudotettava vesi pudotetaan ensisijaisesti suoraan palavan polttoaineksen (metsän kasvuston) päälle palon aktiivisella palorintamalla tai mahdollisesti palavaan tulipesäkkeeseen. Pudotuksien tarkoitus on saada sammutuskohteeksi valitussa kohteessa palo tukahtumaan täysin tai ainakin hidastamaan kohteessa olevan palon etenemistä ja leviämistä.

Palorintaman sivustaa sammutettaessa on suoraan palorintaman päälle pudotettaessa pyrittävä saamaan pudotettava vesimassa puoliksi palon reunan päälle ja puoliksi palamattomalle alueelle, mikä menetelmä (half and half) on osoittautunut tehokkaaksi menetelmäksi. Lisäksi vierekkäisten tai peräkkäisten pudotuksien tulee mennä aina osittain päällekkäin edellisen pudotuksen kanssa.

Lentosammutustoiminnan toteuttamisessa tulee aina etusijalle asettaa palon ulkopuolelle ilmaantuneiden pesäkepalojen ja palon hyppäyksien sammuttaminen, koska muuten syntyy lyhyessä ajassa kaksi erillistä paloa jotka muodostavat yhdessä entistä suuremman palon.

Kuva 10.1 Palon sivustan sammutusta helikopterilla / Direct Attack  
(kuva Matti Loukonen)



Mäen rinteessä etenevään paloon ei pääsääntöisesti mennä suorittamaan suoraa hyökkäystä helikopterilla turvallisuussyistä. Mäen rinteessä etenevän palon on parempi antaa palaa mäen laelle asti. Yleensä mäen harjanteella on mahdollista suorittaa pudotuksia turvallisemmissa olosuhteissa. Turvallisuussyistä pudotuksia ei tulisi suorittaa ylä- eikä alarinteen suuntaisesti. Jossain tilanteessa on mahdollista suorittaa kohtuullisen turvallisesti rinteseen nähden poikittaisia pudotuksia joko palon yläpuolelle tai sen alapuolelle.

Lentäjän pitää ottaa huomioon sammutuslentojen lentosuorituksen toteuttamista ja pudotuskohteen lähestymisessä suunniteltaessa mm:

- tuulen suunta ja voimakkuus
- maaston muodot ja mahdollisen rinteen jyrkkyys
- palon koko ja tyyppi sekä etenemissuunta
- palon voimakkuus ja savun muodostus
- lentoesteet, mastot, ym. turvallisuustekijät

Jokaisen em. tekijän suuri vaihtelevuus antaa monta eri vaihtoehtoa toteuttaa pudotus oikein kohdennettuna ja turvallisesti. Kaikista merkittävin muuttuja on savu, joka yleensä määrää mitä lentotekniikkaa ja mitä lähestymissektoreita paloon nähden voidaan käyttää.

## 10.2 Ilmanopeuden ja korkeuden hallinta

Pudotuskuvion kokoa ja vedentiheyttä kontrolloidaan ilmanopeuden ja lentokorkeuden muutoksilla. Pudotuskorkeus vaikuttaa pudotuskuvion vesimäärään ja sen leveyteen. Mitä matalampi pudotuskorkeus on, sitä kapeampi on pudotuskuvio. Vastaavasti, mitä suurempi pudotuskorkeus, sitä kauemmin vedellä on aikaa sirota pieniksi pisaroiksi ja hajaantua tuulen vietäväksi. Kuvio on tällöin leveämpi ja vähäisempi vesimäärältään.

Kevyemmät paloaineet, kuten ruohot, hakkuuaukiot ja kevyet pensaikot voidaan sammuttaa pidemmältä matkalta yhdellä pudotuksella lentonopeutta lisäämällä. Kevyemmän paloaineksen ollessa kyseessä tulee lentää suuremmalla ilmanopeudella, jotta saadaan muodostettua mahdollisimman pitkän vesivanan. Jos pituutta ei tarvita, mutta vaaditaan suurempaa leveyttä lyhyemmällä matkalla, lennetään hitaammin ja korkeammalla. Suurempi korkeus aikaansaa veden pisaroitumista enemmän, jolloin vesi hajaantuu laajemmalle alueelle.

Raskaammat paloainekset tai tiheimmät alueet, kuten ryteikkö, voivat vaatia hitaampaa tai matalampaa pudotusta, joka auttaa keskittämään veden pienemmälle alueelle. Tämä on kompromissi turvallisuuden kanssa, koska pieni ilmanopeus ja matala lentokorkeus eivät juuri salli tilaa virheille eivätkä moottorihäiriölle. Pienellä nopeudella tehty pudotus korkeammalta voi osoittautua tarpeeksi kastelevaksi ilman kohtuutonta roottorin jättöpyörretä, mutta se voi saattaa ilma-aluksen vaaraan tehoreservin puuttuessa.

Leijuntapudotukset eivät ole suositeltuja muihin kuin eristyksissä oleviin kantoihin ja puihin, ellei olla syvällä palaneella alueella. Käytettäessä matalaa pudotuskorkeutta leijunnasta, roottorivirta kiihdyttää ja levittää paloa paljon enemmän mitä pudotus tulee sitä sammuttamaan. Mikäli on tarkoitus keskittää pudotus yksittäiseen puuhun tai pieneen kohteeseen,

on hitaalla ilmanopeudella tehty pudotus suositeltavampi kuin leijunnasta tehty pudotus.

Suosittelava ilmanopeus palonsammutustehtävää aloitettaessa on noin 60 solmua (kt) ja lentokorkeus noin 100 jalkaa (ft). Ensimmäisten pudotusten ja vaikutusten arvioinnin jälkeen muutetaan lentonopeutta ja korkeutta tilanteen vaatimusten mukaisesti. Kokemukset ja tutkimukset palojen sammutustoiminnasta helikoptereilla ovat osoittaneet, että tehokain vaikutus palokohteeseen saadaan käyttämällä lentonopeutta 30–40 kt ja lentokorkeutta 100–200 ft. Yli 60 kt nopeuksilla ja 300 ft korkeuksilla tehokkuus laskee merkittävästi.

Pudotusnopeutta ja pudotuskorkeutta tulee aktiivisesti muuttaa tilanteen vaatimalla tavalla. Lisäksi nopeuteen ja korkeuteen vaikuttaa pudotettavan veden määrä sekä palokohteen kasvuston tyyppi ja koostumus ja kasvuston asettelu.

Veden pudotuksessa tulee huomioida tuulen vaikutus periaatteella mitä korkeammalta vesi pudotetaan, sitä enemmän tuuli siihen vaikuttaa. Tuulen vaikutusta vähennetään pienentämällä lentokorkeutta.

Voimakas sivutuuli saa pudotuksen leviämään aina hajalleen, joten voimakkaalla sivutuulella pudotukset tulee tehdä matalammalta.

Pudotukset, jotka tehdään hitaalla ilmanopeudella ja vastatuuleen, lisäävät pudotuskuvion vesimäärää ja lyhentävät samalla pudotuskuviota. Pudotukset, jotka tehdään myötätuuleen tai suuremmalla nopeudella vähentävät pudotuskuvion saatua vesimäärää ja samalla pidentävät pudotuskuvion muotoa.

Mikäli pudotuksen jälkeen on mahdollista, kaarretaan takaisin ja tarkastetaan pudotuksen vaikutus. Näköhavainto pudotuksen osumisesta auttaa arvioimaan seuraavaa pudotusta. Virhe palamattoman alueen puolelle on tehokkaampi, kuin veden pudotus jo palaneelle alueelle.

## 11. Helikopterin käytössä olevan sammutussäiliön toimintaperiaatteet

### 11.1 Huomioita asennuksesta

Säiliö on suunniteltu 24 V sähköiselle järjestelmälle. Vedenpudotuspainike on asennettu ohjaussauvaan pilotin käytettäväksi. Pudotuspainikkeen asennus ja siihen liittyvät kytkennät tulisi tehdä asiaankuuluvien säännösten mukaan, olipa kyse sitten viranomaisen tai siivilikoneesta. Asennuksessa tulee käyttää hyväksytyjä metodeja, mukaan lukien sopivia johtoja ja sulakkeita, jotka kestävät tarvittavan sähkövarauksen virtapiirissä. Itse painike tulisi sijoittaa turvallisesti niin, että se olisi suojassa vahingolta ja pilotille helpposa paikka käyttää. Suositeltavaa on sijoittaa painike noususauvan tai ohjaussauvaan.

### 11.2 Sammutussäiliön toiminta

Säiliön mekaaninen toiminta on yksinkertainen. Kun säiliö on tyhjä, kela vetää kaapelia ja täysin takaisinkelatussa asennossaan lukittuu nostovarren mekanismilla. Täyttö suoritetaan upottamalla säiliö veteen ja varovaisesti nostamalla, kunnes se nousee kokonaan vedestä ylös. Lukon ansiosta vesi ei pääse pois. Kun säiliö tyhjenetään, vapautusnappia painetaan ja solenoidi vapauttaa lukitusjärjestelmän sallien veden painon purkaa jousikelan ja avata venttiilin. Veden purkauduttua jousikela kelautuu ja lukittuu alkutilaan valmistuen säiliön seuraavaan pudotukseen. Kaaviokuva säiliöstä ja siihen liittyvistä osista on liitteenä.

Pudotuspainikkeen kytkin tulisi olla painettuna ennen kohteeseen saapumista, koska pudotusventtiilin toiminnassa täytyy ottaa huomioon pieni aikaviive, jonka vesi tarvitsee pudotukseen maahan. Yrityksen ja erehdyksen kautta, harjoittelua unohtamatta, tämä ennako voidaan oppia. On tärkeää vapauttaa pudotusnappi sekunnin tai kahden päästä painamisesta, koska solenoidi voi kärkeä, jos virtaa pidetään pidempi aika päällä. Säiliö on hyvin luotettava ja tarvitsee vain satunnaista, vikoja ehkäisevää huoltoa.

### 11.3 Ongelmatilanteiden ratkaisut ja huoltotoimenpiteet

#### **Solenoidivika, joka estää poistoventtiilin toimimisen:**

- \* tarkista liittimistä sähkökytkennät
- \* tarkista solenoidin toiminta tai lukkomekanismin tarttumisen vastakkaiseen asentoon, tämä korjaantuu yleensä voitelemalla
- \* tarkista solenoidin johdon eheys

#### **Solenoidi toimii, mutta venttiili ei vapauta:**

- \* tarkista vastakkaiseen asentoon kääntyvä lukkomekanismi, liikkuvuus, kuluminen ja voitelu
- \* varmistu, etteivät teräskaapelit ole sotkeutuneet, ristikkäin tai sykkyrällä

**Poistoventtiili ei palaudu veden pudotuksen jälkeen:**

- \* palautusjousi voi olla rikkoutunut
- \* kontrollipään sisäiset osat voivat olla ruosteessa, puhdista ja voitele kontrollipää
- \* roskat säiliöissä voivat estää venttiilin toimimisen

**Huoltotoimenpiteitä:**

- \* huuhtelee säiliö ja kontrollipää käytön jälkeen, jos olet käyttänyt vaahdotiivistettä
- \* voitele sisäiset mekanismit ennen pitkäaikaissäilytystä
- \* voitele teräskaapelit säännöllisesti kevyellä öljyllä (säilöntäaine)
- \* suihkauta palautusjouseen silloin tällöin WD-40- tai LPS-tyypin voiteluainetta, palautusjousi on herkkä ruostumaan, jos säiliö jätetään märäksi töiden jälkeen
- \* tutki ja korjaa vahinkoja sitä mukaa, kun löydät niitä, tämä pitää säiliön toimintakuntoisena jatkuvasti

On suositeltavaa, että lentäjät ja huoltohenkilökunta lukevat säiliön toimintakäsikirjan (manuaalin) huolella.

## 11.4 Kemikaalisekoittimen toiminta

Tehokkain vedenkäyttö saavutetaan lisäämällä sammutusveteen kemikaalitiivistettä. Kemikaali lisätään säiliöön suhteessa 0,5 – 1 %. Erikoistilanteet voivat vaatia poikkeamista näistä määristä, mutta nämä kemikaalit ovat hyvin kustannustehokkaita metsäpalotilanteissa. Kuten säiliön liittämässä ilma-alukseen, käytetään hyväksytyjä asennusmetodeja kemikaalitankin johdotuksessa ja kiinnityksessä, jos kyse on sisäisestä järjestelmästä. Ulkoinen järjestelmä vaatii ainoastaan sähköliittymän, josta pumppu saa virtansa.

Kemikaalijärjestelmä tarvitsee säiliön tiivisteelle (lisäaineelle) sähköisen pumpun lisäaineen siirtämiseksi säiliö veteen. Ajastimella säädellään pumpun käyntinopeutta ja siten lisäainepitoisuutta (%).

Luokan A vaahdot, joita käytetään metsäpalojen torjuntaan, ovat osoittautuneet myös hyvin tehokkaiksi torjuttaessa rengaspaloja, kaatopaikkapaloja ja tulipaloja romuvarastoissa.

## 12. Lentoturvallisuus ja vaaratekijät

### 12.1 Yleistä

Sammutustoiminta on vaativaa sekä miehistölle että koneelle. Toimintaan liittyy useita huomioitavia vaaratekijöitä. Näihin lukeutuvat mm. matalalla lentämisen vaarat, mastot, maastoesteet, savun tai sään aiheuttama huono näkyvyys ja ilma-alusten yhteentörmäysvaara sekä palon aiheuttamat mahdollisesti voimakkaatkin ilmavirtaukset. Paloalueella lennettäessä tulee lisäksi huomioida palon sammutustoimintaan kuulumattomat ilma-alukset.

Oikea asenne turvallisuuteen korostuu sammutuslentotoiminnassa, missä joudutaan usein työskentelemään hyvinkin riskialttiissa olosuhteissa ja tilanteissa. Ohjaaja joutuu viimekädessä arvioimaan palopaikalla esille tulevat riskitilanteet ja päättämään siitä, voidaanko esim. tavoitteeksi asetettu lentosammutustehtävä toteuttaa turvallisesti kokonaisuudessaan. Silloin, kun riskitekijät nousevat uhaksi lentotoiminnan tai muun alueella toimivan henkilöstön turvallisuudelle, tulee toiminta keskeyttää.

Suurpalotilanteissa pelastustoiminnan johtaja voi pyytää ilmailuviranomaisia määräämään paloalueen yläpuolelle **tilapäisen lentokieltoalueen**, joka ulottuu 5 mailin säteellä 3000 ft ALG. Sen alapuolella saavat operoida ainoastaan maasto- ja metsäpalon sammutusta ja johtamistoimintaa operoivat ilma-alukset. Kaikkien paloalueelle menevien ilma-aluksien tulee ”ilmoittautua” paloalueella jo työskenteleville ilma-aluksille 5 minuuttia ennen paloalueelle saapumistaan jaksolla 122,2 MHz. Tällöin paloalueella jo olevat ilma-alukset voivat ottaa huomioon sinne saapuvan ilma-aluksen. Korkeusporrastuksien varmistamiseksi on käyttökelpoinen periaate käyttää ensimmäisenä palopaikalle saapuneen ilma-aluksen antamaa korkeusmittariasetusta.

### 12.2 Yhteentörmäysvaara

Lentäminen lähellä maanpintaa tuo aina riskin törmätä sähkö- tai muihin johtimiin. Näin ollen on tärkeää, että vedonottoaikan ja palopaikan läheisyys tarkastetaan ja tiedustellaan huolella, löytyykö esim. läheisyydestä kannatinpylväitä tai johtimia. Tieto kaapeleista, pylväistä, torneista ja muista vaaroista tulee välittää viipymättä muille ilma-aluksille.

Samalla paloalueella saattaa toimia joskus useita koneita ja satunnaisesti varsinaiseen sammutustoimintaan kuulumattomia ilma-aluksia. On tärkeää, että ilmatilaa tarkkaillaan jatkuvasti.

Väistöliikkeitä tehtäessä on olemassa yhteentörmäysvaara ja se kasvaa, mitä haasteellisimmat olosuhteet vallitsevat ja mitä useampi ilma-alus paloalueella toimii. Lentäjän tulee ajatella jatkuvasti turvallisuutta ja tuntea omat rajoitukset. Yhteentörmäysriskiä voidaan pienentää paloalueella operoivien ilma-alusten kesken sopimalla tietyistä porrastuksista. Porrastuksina voidaan käyttää maantieteellistä tai ajallista porrastusta.

## 12.3 Näkyvyys

Rajoitettu näkyvyys nostaa riskejä kasvattaen mahdollisuutta törmätä maahan, lentoesteisiin tai toisiin koneisiin. Lentotoiminnassa tulee varmistua mitä savun toisella puolella on, ennen kuin sen läpi lennetään. Mikäli lennetään tahattomasti savuun tai muuten menetetään näkyvyys, tulee siitä ilmoittaa viipymättä muille alueella toimiville koneille ja siirtyä tarvittaessa mittarilentoon.

## 12.4 Lentoreitit, lentolinjat ja lentäminen

Lähestyttäessä pudotusalueetta on tärkeä suunnitella veden pudotukseen nähden sopiva ja turvallinen lähestymis- ja poistumisreitti. Turvallisimman reitin pudotusalueelle täytyy sallia myös turvallisin poistuminen alueelta. Pudotuksen jälkeen sammutuskoneen tulee aina olla asemassa, mistä sen ei tarvitse lähteä nousuun. Pudotuksia ei saa tehdä turvallisuussyistä silloin, jos kohteessa on sammutusmiehistöä näkyvissä.

Lentoreitti on suunniteltava niin, ettei maassa olevan henkilöstön tai kaluston yli lennetä. Poistumisreitti on suunniteltava jo silloin kun valmistaudutaan veden pudotukseen. Moottorihäiriö, sammutussäiliön toimintahäiriö (ei tyhjene), tuulen muutokset tai muut arvaamattomat tilanteet voivat vakavasti vaarantaa lentoturvallisuuden. Huolellinen lentäjä suunnittelee lentonsa jatkuvasti eteenpäin siten, että mahdollinen moottorihäiriö on otettu aina huomioon.

Aina tulee olla valmiina pudottamaan vesi ja tarvittaessa koko ulkopuolinen kuorma. Kuorimakoukun laukaisukytkin on pidettävä valmiina, kun ollaan pudotusalueella. Ilmanopeus on pidettävä tarpeeksi korkeana, että pystyy saavuttamaan (koneen) parhaan suorituskyvyn. Odottamattomia liikkeitä, jotka lisäävät kuormitusta tulee välttää, etenkin lähellä maanpintaa.

Mikäli alueella toimii useita helikoptereita, toiminnassa tulee huomioida muiden koneiden aiheuttamat jättöpyörteet.

## 12.5 Tilapäiset laskupaikat

Laskeutumiset palopaikalle tehdään yleensä tilapäiselle laskupaikalle maastoon. Laskualue tulee tarkastaa huolellisesti esteiden, laskupaikan kaltevuuden ja irtoesineiden varalta. Laskeutuminen palaneelle alueelle saattaa tuhkan takia aiheuttaa White-Out -tyyppisen ilmiön. Useat vesipudotukset laskeutumisalueelle todennäköisesti poistavat ongelman. Yksi menetelmä on tehdä matalalla hidaskierros yli laskeutumisalueen, jotta nähdään kuinka paljon tuhkaa se nostattaa ylös.

### **Puolustusvoimien käytössä olevalle NH90 helikoptereille tilapäisen laskupaikan vaatimukset ovat:**

- \* laskupaikan tasaisen alueen tulee olla noin 50x50 metriä, missä ei saa olla irtoesineitä eikä korkeita esteitä
- \* kosketuskohta-alueen tulee olla noin 25x25 m, mutta sen pitää olla suhteellisen tasainen
- \* laskupaikan kaltevuus saa olla enintään 10 astetta

\* koneen tarvitsema maavara on tosi pieni, alle 20 cm, (kosketuskohdan alueella ei saa olla yli 20 cm kiviä tai töyssyjä)

NH:lla huomioitava, että roottorivirta on todella voimakas, joka lennättää hiekkaa ym. roskaa ympärilleen huomattavasti suuremmalle alueelle kuin tuo 50x50 m, joten laskupaikan lähellä ei saa olla esim. ajoneuvoja tai rakennuksia.

Tilapäisen laskupaikan oppaan on pukeuduttava siten, ettei NH90-helikopterin roottorivirran voima irrota vaatteita tai varusteita, jotka voisivat vaurioittaa kopteria. Oppaan on varustauduttava kypärällä, joka on kiinnitetty remmillä leuan alta.

## 12.6 Turvavälineet

Lentomiestöjen täytyy olla varustautuneita ja käyttää henkilökohtaisia suojavälineitä: lentokypäriä, Nomex-lentoasuja, hanskoja ja henkilökohtaisia kelluntalaitteita.

## 12.7 Asenne ja turvallisuus

Tulokselliseen ja turvalliseen toimintaan voidaan päästä, jos ohjaajat ja muu lento-organisaatioon kuuluva henkilöstö sovittaa yhteen taitonsa, osaamisensa ja kokemuksensa ja työskentelee positiivisella asenteella turvallisuusesitysten suhteen. Kaikkien lentotoiminnassa mukana olevien pitää asennoitua positiivisesti turvallisuusasioihin.

Ilmailussa ja lentoturvallisuudessa on aina pidettävä huoli hyvästä yhteishengestä ja positiivisesta tiimityöskentelystä, mikä takaa parhaiten turvallisen lentotoiminnan kaikissa olosuhteissa. Hyvä motivaatio luo samalla perustan myös hyvälle tiimityöskentelylle.

On näytetty toteen, että positiivinen asenne heijastuu itsestään elävästi organisaation turvallisuuskulttuuriin edistäen myös yksittäisten henkilöiden vastuuntuntoa ja tiivistäen yhteistyötä yhtiön sisällä.

### Esimerkkejä riskialttiista asenteesta sekä positiivisesta asenteesta

Riskialtis asenne	Positiivinen asenne
Määräyksiä uhmaileva ” Määräykset ovat joitakin muita varten.”	Ohjeita noudattava ” Noudatan määräyksiä, ne ovat yleensä oikeassa”.
Impulsiivinen ” Minun täytyy toimia nyt heti, ei ole aikaa.”	” Ei niin kiireesti. Mieti ensin.”
Haavoittumaton ” Se ei voi tapahtua minulle.”	” Se on mahdollista tapahtua myös minulle.”
Macho ” Minä näytän sinulle. Minä voin tehdä sen.”	” Sattumaan luottaminen on hullua.”

Asennekysymyksen käsittelyn tarkoituksena tässä yhteydessä on antaa viesti ilmailun turvallisuudesta, missä jokaisen osapuolen tulee ottaa huomioon ja omaksua johtoajatus, jossa turvallisuus menee kaiken edelle.

**Johtoajatuksena oikean turvallisuustason luomisessa voidaan tiivistetysti esittää:**

- 1) Päämääränä tulee olla: vähentää onnettomuuksien syntyä ilmailussa yleisesti.
- 2) Tarkoituksena pitää olla: suojella ihmisiä ja materiaaliressusseja havaitsemalla ja ennaltaehkäisemällä riskitekijät. Riskitekijät voidaan tunnistaa lähinnä vahinko- ja loukkaantumistilanteiden sekä nk. "läheltä piti" -tilanteiden kautta.
- 3) Tavoite: minimoida inhimilliset altistumiset riskitilanteisiin kehittämällä tehokas hallinta tekniikkaan

## VAROTOIMENPITEET HELIKOPTERIN LÄHELLÄ



Lähesty tai poistu koneesta kumarassa asennossa (turvallisen välimatkan päässä pääroottorista).



Lähesty tai poistu alamäen puolelta välttääksesi pääroottoria.



Lähesty tai poistu siten, että olet aina lentäjän näkökentässä.

### 13. Osallistuminen lähialueiden tai kansainväliseen avunantoon

Suomella ei ole olemassa minkään naapurivaltion suhteen mitään ennakkosopimuksia, joiden perusteella Suomen tulisi antaa sopimukseen perustuvaa avunantoa esim. helikopterilla naapurivaltioissa (lähialueilla) sattuvien suurten metsäpalojen yhteydessä. Mahdolliset avunantopyynnöt tullaan jatkossakin käsittelemään tapauskohtaisesti, kuten aikaisemmin on toimittu. Pohjoismaiden ja Venäjän kanssa tehtyjen pelastuspalvelusopimusten mukaan rajakunnat ja aluehallintoviranomaiset voivat sopimuksiensa puitteissa avustaa toinen toisiaan. Koska kunnilla ja aluehallintoviranomaisilla ei ole määrärahoja ulkomaanapuun, käytännössä sisäasiainministeriö on maksanut kustannukset ja viime kädessä päättänyt avunannosta.

Suomi on mahdollisuuksiensa mukaan velvollinen antamaan apua toiselle EU-maalle pyydettyäessä, myös metsäpaloissa. Voimassa olevan EU-komission päätöksen (20. joulukuuta 2007) mukaan: yhden tai useamman jäsenvaltion vapaaehtoisuuden pohjalta muodostetut pelastuspalveluyksiköt ovat osa nopeaa pelastuspalvelutoimintaa. Jotta pelastuspalveluyksiköt voisivat toimia vakavissa hätätilanteissa, niiden päävalmiuksien olisi täytettävä tietyt yleiset vaatimukset. Tässä säädöksessä määritellyn helikoptereita käyttävän metsäpalojen ilmasammutusyksikön vaatimuksena on vähintään kolme kapasiteetiltaan 1000 litran sammutussäkillä varustettua helikopteria, joista vähintään kahden helikopterin on oltava aina toimintavalmiina. EU:lla on suunnitteilla myös Groud Forest Fire Module (Metsäpalojen maavalmiusyksikkö), jonka valmistelu on vielä kesken.

Tämän lisäksi Ateenassa lokakuussa 2009 pidetyssä lentosammutusta käsittelevässä seminaarissa tuotiin esille, että EU:lla on suunnitteilla kehittää myös metsäpalontorjuntaan liittyvää asiantuntijoiden ja lentosammutusresurssien avunantovalmiutta EU:n MIC (Monitoring and Information Centre) -koordinaatiokeskuksen yhteyteen Brysseliin. Aluksi koikeiluluonteisesti käynnistettävä metsäpalojen valmiustoiminta antaisi MIC-keskukselle mahdollisuuden lähettää asiantuntijoita tai lentosammutusapua suurten metsäpalojen kohteeksi joutuneille jäsenmaille.

EU:n MIC-keskus välittää avunpyynnöt jäsenmaille. Suomessa sisäasiainministeriön pelastusosasto toimii yhteysviranomaisena EU:n MIC-keskukseen. Valtioneuvoston tilannekeskus (VNTike) toimii EU-MIC:n yhteyspisteenä Suomessa.

Osallistuminen mahdollisiin kansainvälisiin tai EU:n jäsenmaiden operatiivisiin avunantotilanteisiin edellyttää siihen osallistuvilta lentäjiltä ja asiantuntijoilta ICS (Incident Command System) mukaisen johtamistoiminnan hallintaa. ICS:iin voi perehtyä tutustumalla Wildland Fire Management, Handbook for Trainers kirjassa olevaan kappaleeseen 9 ”Organisation and Management of Wildfires”. Kyseinen kirja löytyy FAO:n nettisivuilta: [www.fao.org / Forestry / Forest Management / Fire Management / Publication](http://www.fao.org / Forestry / Forest Management / Fire Management / Publication) -otsikon alta: ”Handbook for Trainers”. Kyseisessä kirjassa on muutakin metsäpalontorjuntaan liittyvää asiantietoa englannin kielellä, mikä saattaa olla hyödyksi kansainväliseen metsäpalojen avustustoimintaan osallistuville henkilöille.



## Lentosammutukseen ja metsäpalontorjuntaan liittyvää sanastoa

Tämä sanasto perustuu U.S. Forest Servicen Professional Helicopter Pilot Guide -oppaasta sekä suomalaisen metsien paloaines- ja palokasvusto-oppaasta tehtyyn koosteeseen.

1

<b>Aikainen</b> (Early)	Ilmoitus osoittaa pudotuksen olleen liian aikainen tai jääneen kohteestaan vajaaksi.
<b>Ankkurointikohta</b> (Anchor Point)	Suotuisa kohta paloalueeseen liittyen, joka voi toimia esteenä tulen leviämislle ja mistä voidaan aloittaa myös rajoituslinjan teko.
<b>Ensi-isku</b> (Initial Attack)	Palon hallintaan otto yritys, joita ensimmäiset paikalle tulevat pelastusyksiköt tai ilma-alukset tekevät palon tukahduttamiseksi tai sen hillitsemiseksi. Käyttää myös nimitystä <b>Alkusammutushyökkäys</b>
<b>Epäsuora hyökkäys</b> (Indirect Attack)	Sammutusmenetelmä, jossa palon etenemisen pysäyttämiseksi tarkoitettu rajoituslinja suunnitellaan ja toteutetaan maaston luontaisia esteitä hyväksikäyttäen riittävän kauaksi palon kärjestä, jotta se ehditään työstämään pitäväksi palokatkoksi ennen palon etenemistä palokatkolle.
<b>Este (palon)</b> (Barrier)	Mikä tahansa este tulen leviämislle, joka on yleensä alue tai kaistale, josta puuttuu palava materiaali ja kasvusto tai sitä on hyvin vähän.
<b>Hehkupalo</b> (Glowing Combustion)	Ilman liekkiä tapahtuva palaminen
<b>Helikopterihyökkäys</b> (Helitack)	Alkuvaihe palon sammutuksessa, jossa käytetään helikoptereita, mm. sammutusiskuryhmien siirtoon palon kärkeen, jotta saavutettaisiin välitön ja nopea palon hallintaan otto. Käytännössä on kyse ensi-iskusta helikopteria hyödyntäen. (Initial Attack).
<b>Juokseva palo</b> (Running Fire)	Kuvaa tulen käyttäytymistä, kun palo leviää nopeasti ja palolla on selkeästi havaittavissa oleva liekehtivä kärki.
<b>Jälkisammutus</b> (Post Extinguishing)	Varsinaisen sammutuksen jälkeiset toimenpiteet, joiden avulla pyritään estämään palon tai kulotuksen uudelleen syttyminen.
<b>Kaarra / oikealle tai vasemmalle</b> (Turn / Left or Right)	Tarkoittaa ohjetta ilma-alukselle kääntä oikealle tai vasemmalle. Annetaan sammutusvesipudotuksen yhteydessä komentona pilotille tarkoituksena ohjata pudotus tarkasti kohteeseen.
<b>Kelo</b> (Snag)	Pystyssä oleva kuollut puu tai osa kuollutta puuta, josta vähintään lehdet ja pienemmät oksat ovat tippuneet.
<b>Keveitä paloaineisia</b> (Light Fuels)	Ovat mm: oksat, neulasen, varvut, heinät, kuivat lehdet, kävyt jne.
<b>Kieleke</b> (Finger)	Erillisen pääpalon sivustasta työntynyt palon kieleke, joka muodostaa erillisen kapean palon ulokkeen sen sivustasta ulospäin. Kieleke on käytännössä palon karkaamisyritys sen rajoista ulos.
<b>Kohde</b> (Target)	Alue tai kohde, johon on tarkoitus kohdentaa vesikuorma tai palonhidasteaineella vahvistettu vesikuorma.
<b>Kohteessa</b> (On Target)	Vahvistus (ilmoitus) pilotille, että hänen pudotuksensa osui kohdalleen.
<b>Kuuma pesäke</b> (Hot Spot)	Erityisen aktiivinen osa palossa, joka palaa selvästi ja näkyvästi voimakkaammin. Voidaan käyttää myös nimitystä <b>tulipesäke</b> .
<b>Kuloheinä</b> (Cured Grass)	Edellisen kasvukauden kuolleet (kellastuneet) kuivuneet heinät ja heinätyypiset kasvit.
<b>Kulotus</b>	Kasvillisuuden ja humuskerroksen tarkoituksellinen ja hallittu poltto

(Prescribed Burning)	ennalta valitussa kohteessa eri tavoitteiden saavuttamiseksi, kuten metsänhoito ja luonnonhoito.
<b>Kyteminen</b> (Smoldering)	Maaston (tupeen tai turvepohjaisen maan) hidas palaminen ilman näkyvää liekkiä, yleensä maan sisällä, josta voi näkyä maan pinnalle vain savua. Tyypillistä palamista turvepaloissa. Voidaan käyttää myös nimityksiä <b>Kytöpalo</b> .
<b>Latvapalo</b> (Crown Fire)	Metsäpalo, joka etenee puiden latvustossa riippumatta pintapalon ominaisuuksista. Alkaa yleensä pintapalosta. Latvapalon syttymiseen tarvitaan riittävän tiheä latvuskerros suuri palon intensiteetti ja riittävän tuuliset olosuhteet.
<b>Leviämisnopeus</b> (Rate of Spread)	Palon leviäminen vaakatasossa, joka ilmaistaan Suomessa pääsääntöisesti esim. m/min tai km/h.
<b>Lähtöpaikka</b> (Rear tai Origin)	Palon lähtöpaikka (syttymiskohta), josta palo on lähtenyt liikkeelle ja joka on palon kärjen vastakkaisella puolella.
<b>Lyhytaikainen hidaste</b> (Short-term Retardant)	Yhdiste, joka toimii sen kosteuden avulla, jonka aine sisältää. Hidaste hillitsee ja estää palamista. Yhdiste on tehoton sen jälkeen, kun kosteus on haihtunut siitä pois.
<b>Lyödä maahan</b> (Knock Down)	Hillitää liekkiä tai palon kärkeä tietyssä kohteessa. Tarkoittaa käytännössä mm. sitä, että vesikuorman tai palon hidasteen pitäisi pudota suoraan palon reunaan tai kohteen päälle.
<b>Maapalo</b> (Ground Fire)	Maapalossa palo etenee pohja- ja maakerroksessa. Maapalo on mahdollinen vain turvepohjaisilla metsäalueilla ja turvesoilla.
<b>Maastopalo</b> (Wildfire)	Rakentamattomien alueiden hallitsematon palo. Maastopalo voidaan jakaa palokohteen mukaan esim. metsä-, ruohikko- ja turvetuotantoaluepaloihin sekä palotavan mukaan latva-, pinta- ja maapaloihin.
<b>Metsäpalo</b> (Forest Fire)	Metsässä leviävä maastopalo. Vanha nimitys Suomessa <b>Kulo</b> / <b>Kulopalo</b>
<b>Metsäpaloindeksi</b> (Fire Weather Index)	Syttymisherkkyyttä kuvaava, maaperän orgaanisen pintakerroksen kosteuteen perustuvan luokituksen lukuarvo, jonka perusteella päätetään metsäpalovaroituksen antamisesta.
<b>Metsäpaloriski</b> (Forest Fire Risk)	Syttymislähteistä, paloaineksen määrästä ja laadusta sekä sääolosuhteiden yhteisvaikutuksesta aiheutuvan metsäpalon uhan taso.
<b>Metsäpalovaara</b> (Forest Fire Danger)	Tilanne ja olosuhteet, jossa metsäpalon syttymismahdollisuus on suuri. Todennäköisyys metsäpalojen syttymiselle on olemassa.
<b>Metsäpalovaroitus</b> (Forest Fire Warning)	Sääolosuhteisiin perustuvat olosuhteet, missä metsän kasvuston syttymistodennäköisyys on ilmeinen. Suomessa metsäpalovaroitus annetaan metsäpaloindeksin arvolla 4,0.
<b>Myöhässä</b> (Late)	Tarkoittaa, että pudotus tapahtui myöhässä tai vesilasti meni kohteen yli.
<b>Ohilento matalalla</b> (Low Pass)	Lento matalalla ohi kohdealueen. Voidaan käyttää jotta pilotti voisi havaita kohteen paremmin. Voidaan käyttää myös varoittamaan maassa olevaa henkilöstöä tulevasta pudotuksesta.
<b>Ohuet paloainekset</b> (Fine Fuel)	Paloainekset, kuten ruohot, lehdet, neulaset, sammaleet jne, jotka ollessaan kuivia palavat helposti ja nopeasti. Voidaan kutsua myös

	”salamapolttoaineksi” (Flash Fuel).
<b>Onnettomuus (tapaus)</b> (Incident)	Tapaus tai tapahtuma, joko ihmisen aiheuttama tai luonnollinen (luonnon), joka vaatii huomiota ja toimia vähentämään tai estämään vahinkoja ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle. <b>Incident commander</b> on henkilö, joka on vastuussa oleva onnettomuustilanteen johtaja.
<b>Paloaines</b> (Fuel)	Maanpinnan yläpuolella, maanpinnalla ja sen alla oleva orgaaninen paloaines. Paloainekseen kuuluvat mm. puusto, aluskasvillisuus, hakkuutähteet, karike, kangasturve ja turve. Käytetään myös nimitystä <b>Palava aines</b> .
<b>Paloaineksen kosteus</b> (Fuel Moisture)	Paloaineksen sisältämä, olosuhteiden mukaan vaihteleva vesimäärä, joka vaikuttaa keskeisesti syttymiseen, palon voimakkuuteen ja palon vaikuttavuuteen.
<b>Palonhidaste</b> (Fire Retardant)	Mikä tahansa aine, joka kemiallisesti tai fysikaalisesti vähentää palamisen intensiteettiä. Yleensä kemikaali joka sekoitetaan tietyssä seossuhteessa sammutusveteen.
<b>Palokasvusto</b> (Fuel type)	Metsäpaloriskiä, syttymisherkkyyttä ja palon käyttäytymistä luokitteleva paloaineksen koostumukseltaan, määrältään ja rakenteeltaan yhtenäinen yksikkö, joka määritellään puuston ja aluskasvillisuuden perusteella. Voidaan käyttää myös nimitystä <b>Palokasvustotyyppi</b> .
<b>Palokerros</b> (Fuel Bed)	Palokuorman rakenteellinen (yleensä pystysuuntainen) osio, joka koostuu eri paloaineksista.
<b>Palokuja</b> (Fire Trail)	Kapeahko maastoon kaivettu rajoituslinja, josta palava aine on poistettu mineraalimaata myöten. Palokuja on yleensä riittävä este matalan pintapalon pysäyttämiseen.
<b>Palokuorma</b> (Fuel Load)	Tietyllä alueella olevan paloaineksen (biomassan) kokonaismäärä. Käytetään mittayksiköitä tonnia / ha tai kg / m <sup>2</sup>
<b>Palokäytävä</b> (Fire Line)	Voimakkaan metsäpalon pysäyttämiseksi tehty useita metrejä leveä rajoituslinja, josta puusto ja pääosin muut palavat materiaalit on poistettu.
<b>Palon leiskahdus</b> (Blow Up)	Voimakkaissa latvapaloissa palo voi edetä jopa hyppäyksittäin. Palon leviäminen voi tapahtua hetkessä laajalla alueella palokaasuräjähdyksen seurauksena. Ilmiötä voidaan kutsua myös leiskahduspaloksi (Blow Up) tai palon leimahdukseksi (Flame Up).
<b>Palon intensiteetti</b> (Fire Intensity)	Metsäpalossa paloaineksen määrästä, laadusta ja sääolosuhteista määräytyvä vapautuva palon lämpöenergiamäärä määritellään energiamääränä pinta-alayksikköä kohti. Metsäpalon intensiteetin suuruus kuvastaa <b>metsäpalon voimakkuutta</b> .
<b>Palon kärki</b> (Head of a Fire)	Tuulen alapuolella oleva paloalueen osa-alue, missä palo etenee voimakkaimmin ja missä palon intensiteetti on suurimmillaan.
<b>Palon sivustat</b> (Flanks of the Fire)	Palon ulkoreunat (oikea ja vasen), jotka ovat jotakuinkin saman suuntaiset palon etenemissuuntaan nähden.
<b>Palon ulkoreuna</b> (Fire Perimeter)	Uloin raja tai reuna paloalueesta, missä palo etenee.
<b>Pesäkepalo</b>	Pääpalon ulkopuolelle syntynyt uusi palonalku, jonka on aiheuttanut

(Spot Fire)	pääpalosta lentänyt palava aines (kipinä, kekäle tai muu palava aines). Pesäkepaloja voi syntyä useita samanaikaisesti. Pesäkepalloista käytetään myös nimitystä <b>Heitepalo</b> tai <b>Hyppäyspalo</b> (Jump Fire).
<b>Pintapalo</b> (Surface Fire)	Pintapalossa palo etenee polttaen maan pinnassa olevia kenttä- ja pohjakerroksen palavia aineksia. Palon voimakkuus saattaa vaihdella suurestikin riippuen palokuormasta, kasvuston paloherkkyydestä (kuivuusasteesta) sekä tuulesta ja maaston topografiasta.
<b>Pintaraivattu palokuja</b> (Scratch Line)	Alustava rajoituslinja, joka on tehty kiireessä. Hätätöimenpiteenä tehty palon rajoituslinja, jonka tarkoitus on pitää tulen leviäminen aisoissa.
<b>Pitkäaikainen hidaste</b> (Long Term Retardant)	Lisäaine, joka pystyy vähentämään tai estämään palamista senkin jälkeen, kun vesi, johon se oli sekoitettu, on jo haihtunut.
<b>Pudotus</b> (Drop)	Vesikuorman tai palonhidasteaineen pudotus lentosammutus-operaatioissa.
<b>Pudotusalue</b> (Drop Zone)	Alue kohteen yläpuolella ja välittömässä läheisyydessä, minne pudotus on tarkoitus suorittaa.
<b>Rajoituslinja</b> (Fire Break)	Luontainen tai raivaamalla tehty este palon etenemiselle, jota käytetään pysäyttämään tai hillitsemään paloa. Voidaan käyttää myös nimitystä <b>palokatko</b> .
<b>Raskaita paloaineksia</b> (Heavy Fuels)	Ovat mm: pystyssä olevat puut, kaatuneet puunrungot, kannot, pöllit jne.
<b>Ruohikkopalo</b> (Grass Fire)	Maastopalo, jossa palo etenee enimmäkseen ylivuotisessa heinikossa eli kuloheinikossa. (kellastunut heinikko). Ruohikkopalot ovat yleisiä keväällä.
<b>Ryömvä palo</b> (Creeping Fire)	Palo etenee ainoastaan pintakasvustossa, rauhallisesti, ryömimällä ja hitaasti. Palon intensiteetti on tällöin heikko.
<b>Sammutustaktiikka</b> (Tactics)	Sammutustaktiikka on taito valita oikea(t) menetelmä(t) meneillään olevan palon sammuttamiseen, ottaen huomioon palon käyttäytymisen, sääolot sekä käytettävissä olevat resurssit. Oikean taktiikan valinta voi perustua ainoastaan huolelliseen tilannearvioon.
<b>Sammutustekniikka</b> (Techniques)	Sammutustekniikassa yhdistyy hyvä tietämys metsäpalojen sammutusmenetelmistä ja kokemus valita oikeat työvälineet ja kalusto sekä taito osata käyttää niitä tehokkaasti.
<b>Sittoa</b> (Tie-In)	Tarkoittaa hidasteainepudotuksen liittämistä johonkin määrättyyn kohteeseen tai rajoituslinjaan (tie, pelto, edellinen pudotus jne.).
<b>Soihtupalo</b> (Torch Fire / Candling)	Yksittäisten puiden tai pienten puuryhmien syttyminen soihtumaisesti palamaan. Palo ei kuitenkaan leviä latvuksesta toiseen.
<b>Suora hyökkäys</b> (Direct Attack)	Suora sammutushyökkäys tarkoittaa sammutustoimenpiteiden kohdistamista suoraan palokohteeseen esim. kastelemalla, tai tukahduttamalla palavia reunoja ja pesäkkeitä.
<b>Syttymisherkkyys</b> (Ignition Probability)	Paloaineksen yleinen herkkyys syttyä palamaan eri olosuhteissa.
<b>Syttyvyys</b> (Flammability)	Paloaineksen ominaisuus, joka ilmaisee aineksen syttymiskyvyn senhetkisissä olosuhteissa ja olotilassa.

<b>Tilapäinen laskupaikka</b> (Helispot)	Tilapäinen (maastoon / palopaikan lähetyville) sopivaksi katsottu laskupaikka helikopterin alastuloa varten.
<b>Tulipyörre</b> (Firewhirl)	Pyörivä tulipyörre, joka liikkuu paikasta toiseen ja nousee paloalueella pylväsmäisesti ilmaan ja kuljettaa mukanaan savua, roskaa, kipinöitä.
<b>Tulirintama</b> (Fire front)	Liikkuvan yhtenäisesti etenevän tulirintaman vyöhyke, jossa palaminen tapahtuu pääasiallisesti liekehtien. Voidaan käyttää myös nimitystä (Flaming Front.)
<b>Turvepalo</b> (Peat Fire)	Maastopalo, jonka pääasiallisena paloaineena on turve.
<b>Vastatuli</b> (Back Fire)	Palon etenemissuunnalle tehdystä rajoituslinjasta on sytytetty tulirintama, joka lähtee etenemään pääpaloa kohden ja jonka tarkoitus on polttaa välimaastossa oleva palava aines pois ennen pääpalon saapumista rajoituslinjalle. Joskus käytetään myös nimitystä <b>takatuli</b> .
<b>Vesisammutus</b> (Water Extinguishing)	Sammutus, joka perustuu veden jäähdyttävään vaikutukseen. Vesisammutus voidaan tehdä joko ilmasta tai maasta käsin.
<b>Välittäjäaines</b> (Ladder Fuel)	Paloaines, joka mahdollistaa palon välittymisen alemmista palokerroksista latvukseen.
<b>Yliroiske</b> (Slop Ower)	Tulen jatke palon reunan tai rajoituslinjan yli. Toisin sanoen karkuun päässyt palon osa paloalueen reunassa.

**Otteita Pelastusopiston AMK, Palopäälystön koulutuslinjan oppilaiden Kimmo Virkkalan ja Harri Huumon opinnäytetyöstä:**

#### **HELIKOPTERILLA TOTEUTETTAVAN LENTOSAMMUTUKSEN TEHOKKUUS MAASTOPALOISSA.** (Väliotsikoita lisätty jäsentelyn selventämiseksi)

##### **Opinnäytetyön tavoitteet ja lähtökohdat**

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia helikopterilla suoritettavan lentosammutuksen tehokkuutta maastopaloissa. Opinnäytetyö liittyy laajempaan HEKO – metsäpalohankkeeseen, jonka tarkoituksena on yhdenmukaistaa helikoptereilla tapahtuvaa lentosammutustoimintaa ja tuottaa ohjeistusta sekä koulutusmateriaalia sammutuslentoja suorittaville helikopterilentäjille.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuoda pelastustoiminnan johtajille mittaustuloksiin perustuvaa lisätietoa helikoptereiden sammutustehokkuudesta ja käyttömahdollisuuksista sekä selvittää lentokorkeuden ja lentonopeuden vaikutusta sammutustehokkuuteen. Saadun vesimäärän sammutustehoa verrattiin maapohjan laskennalliseen palokuormaan.

Mittaustuloksista saatiin selville maahan pudonnut vesimäärä neliometriä kohden, pudonneen veden kokonaismäärä sekä veden leviämiskuvio. Saaduilla arvoilla voitiin laskennallisesti osoittaa helikopteri lentosammutuksen tehokkuus maastopaloissa. Tehdyt mittaukset osoittivat lentonopeudella ja veden hakuetaisyysdellä olevan merkittävä vaikutus neliölle putoavan vesimäärän sammutustehokkuuteen.

##### **Pudotustestien koejärjestelyt**

Kenttäkokeessa oli tarkoitus selvittää helikopterisammutuksen laskennallinen sammutusteho ja putoava vesimäärä neliötä kohden. Tämän perusteella voidaan teoreettisesti osoittaa palofysiikan lainalaisuuksiin perustuen helikopterin sammutusteho (kW) sammutettavaa maastopaloneliötä ( $m^2$ ) kohden. Kenttäkokeessa mitattiin sekä eri lentonopeuksien ja lentokorkeuksien vaikutusta neliölle putoavaan vesimäärään, että veden hakuetaisyysdän vaikutusta veden sammutustehoon.

Tulosten saamiseksi tehtiin 20 x 75 m kokoinen mittakenttä. Mitta-astioita laitettiin 1 kpl / $m^2$  eli yhteensä 1500 kappaletta. Mittakentän kokoon vaikutti ulkomaisissa tutkimuksissa käytetyt mitat sekä lentäjiltä saadut arviot veden leviämisalueesta.

Kenttäkokeessa tehtiin 12 vesipudotusta eri lentokorkeuksilla ja –nopeuksilla. Etukäteen tiedettiin, että näillä arvoilla olisi ratkaiseva merkitys testin onnistumiselle

Pudotusnopeudella tiedettiin olevan suuri merkitys siihen, kuinka laajalle alueelle vesi leviää. Liian suuri nopeus levittää veden liian laajalle alueelle, jolloin neliölle tuleva vesimäärä on niin pieni, ettei sillä ole paloa sammuttavaa vaikutusta. Liian alhaisella nopeudella vesi putoaa pienelle alueelle, ja näin ollen ei saada hyvää sammutustehoa.

Koepudotuksissa käytettiin Hughes 500-369D-helikopteria, jonka suoritustehokkuus ja kuormakoukku mahdollistivat testilentoihin suunnitellun sammutussäkin (Bambi-Bucket®) käytön.

Sammutussäkinä testissä käytettiin Bambi-Bucketin mallia 1214, jonka enimmäisvesimäärä on 545 litraa. Testissä käytetyn sammutussäkin vesitilavuus vastaa Bambi-Bucket® 1518 mallisen sammutussäkin vesitilavuutta (680 litraa), kun se kuristetaan 80 %:iin. Kyseisiä sammutussäkkejä on käytössä lääkäri- ja pelastushelikoptereissa, jotka osallistuvat tarvittaessa maastopalojen sammutukseen.

Kenttäkoepäivänä oli kova tuuli (ka 7,6 m/s, puuskissa ka 11,9 m/s), mikä tulee ottaa huomioon tuloksia lukiessa. Kova tuuli hajotti veden hienojakoiseksi vesisumuksi. Osa vesisumusta lensi kovan tuulen vaikutuksesta mittakentän ohi.

Jokaisesta pudotuksesta laskettiin niiden neliöiden lukumäärä, jonka pinta-alalle tuleva vesimäärä oli 1-7 l/m<sup>2</sup>.

**Taulukko 2.** Toteutuneiden pudotusten määrä, korkeus ja nopeus.

Pudotus nro	1 esitesti	2 esitesti	3 esitesti	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Korkeus (jalkaa)	100	100	100	70	70	70	70	100	100	150	150	150
Nopeus (solmua)	40	40	40	30	30	40	50	30	50	30	40	20

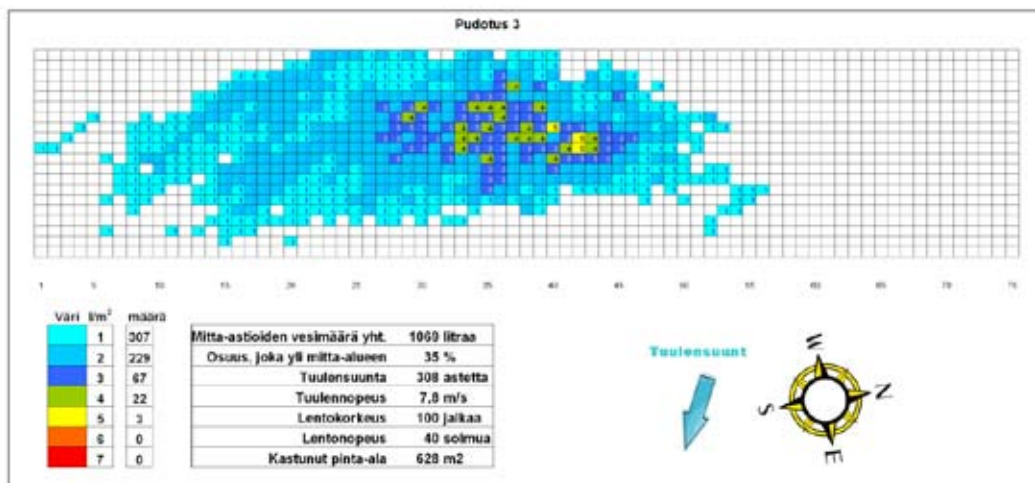
### Esimerkkejä pudotustesteistä ja niiden tuloksista:

#### **Pudotus 3**

Pudotuksessa 3 tehtiin kolme vesipudotusta ennen mittausta. Näin saavutettiin suurempi vesimäärä mitta-astiaa kohden. Vesimäärä kolmen pudotuksen jälkeen oli 1069 litraa ja kastunut alue 628 m<sup>2</sup>. Laskennallinen vesimäärä yhtä pudotusta kohden oli 356 litraa. Hukkaprosentti oli 35%. Lentokorkeus ja -nopeus olivat edelleen samat kuin kahdessa aikaisemmassa pudotuksessa.

Pudotusten jälkeen todettiin, ettei lentäjä voi käytännössä tehdä kolmea peräkkäistä pudotusta täsmälleen samalla lailla. Tästä osoituksena oli veden leviäminen kaksi kertaa niin laajalle alueelle kuin yhdessä pudotuksessa ja kuitenkin merkittävästi suurempaa vesimäärä mitta-astiaa kohden ei saatu. Näin tehtynä tulosten luotettavuus olisi heikentynyt merkittävästi.

Loput pudotuksista päätettiin tehdä yhdellä vesipudotuksella, jonka jälkeen mitattaisiin mitta-astioiden vesimäärä.



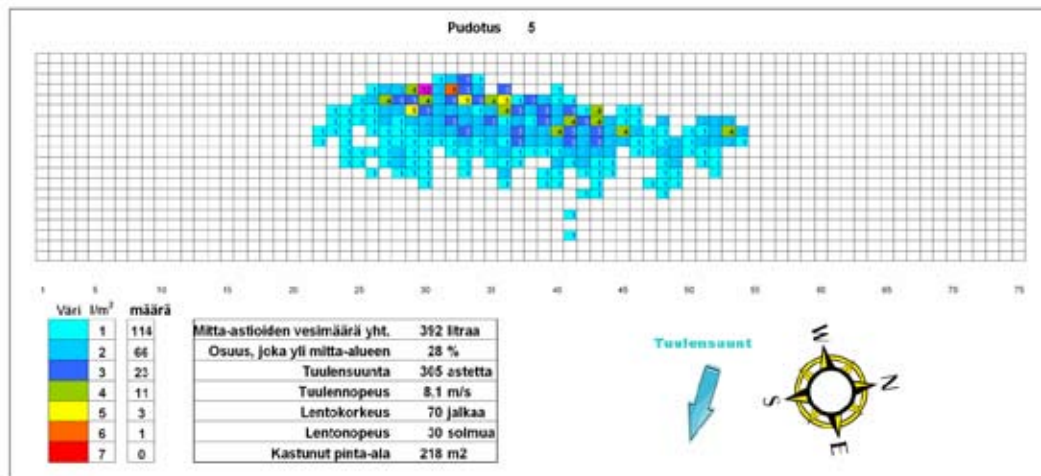
**Kuvio 3.** Pudotus 3.

### Pudotus 5

Viides pudotus tehtiin samalla korkeudella ja nopeudella kuin pudotus 4. Lentäjän vedenpudotusmerkkejä siirrettiin lähemmäs vasenta mitta-astialinjaa. Pudotuskohta muutosten ansioista vesi osui mittakentälle ja mitta-astioiden vesimääräksi saatiin 392 litraa, mutta kuitenkin vain n. 60 litraa enemmän kuin pudotuksessa 4. Kastunut pinta-ala oli 218 m<sup>2</sup> ja hukkaprosentti 28 %.

Leviämiskuviosta on havaittavissa veden leviäminen varsin pienelle alalle ja tällä pudotuksella saatiin suurimmat neliölle tulleet vesimäärät. 114 mitta-astian tuli 1 mm vettä ja jopa 66 astiaan tuli 2 mm. Tässä pudotuksessa saatiin yhteen astiaan 6 mm vettä, joka vastaa 6 litraa neliölle tulevaa vesimäärää.

Alhaisen pudotuskorkeuden ja lentonopeuden takia sammuttavavesimäärä oli suurin neliötä kohden, mutta kastunut pinta-ala jäi pieneksi.

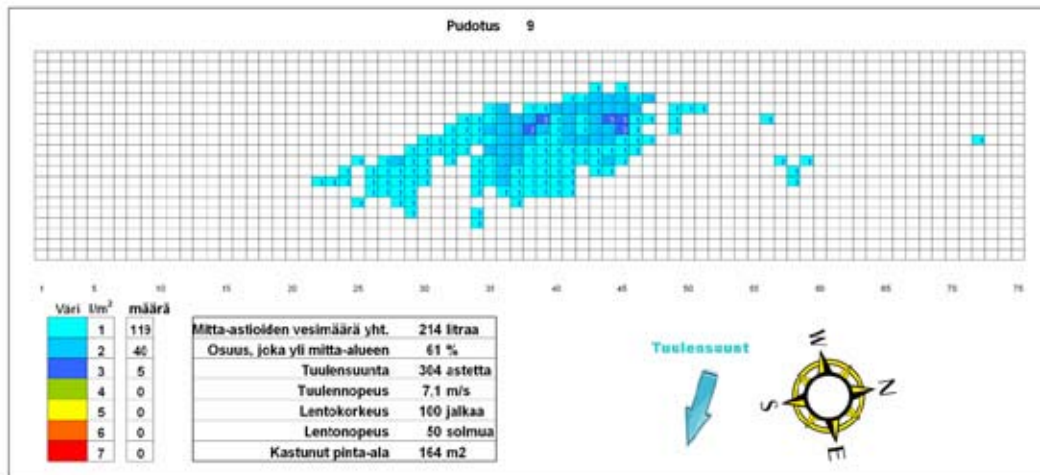


Kuvio 5. Pudotus 5.

### Pudotus 9

Pudotus 9 tehtiin 100 jalan korkeudesta ja 50 solmun nopeudella. 40 solmun nopeus ohitettiin, sillä sen nopeus oli pudotuksissa 1-3. Tämä pudotus oli kokeen toiseksi heikoin. Mitta-astioiden vesimäärä oli 214 litraa ja kastunut pinta-ala 164 m<sup>2</sup>. Hukkaprosentti oli 61 %.

Heikon tuloksen selittää suuri lentonopeus. Pudotus 7 tehtiin myös tällä nopeudella, josta kirjattiin heikoimmat tulokset. Tämä osoittaa, kuinka suuri lentonopeus heikentää suoraan maahan tulevaa vesimäärää. Pudotuskorkeudella ei ole niin suurta vaikutusta maahan tulevaan vesimäärään kuin lentonopeudella.



Kuvio 9. Pudotus 9.

### Vesilähteen etäisyyden vaikutus sammutustehoon

Pudotusten jälkeen mitattiin, kuinka kauan helikopterilla kului veden hakuun 1, 3 ja 5 kilometrin päästä mittauspisteestä. Jokaisella kerralla helikopterin täytyi pudottaa vesi sammutussäkistä merkitylle alueelle ja hidastaa nopeus ns. pudotusnopeuteen, joka oli n. 30 solmua. Tämän jälkeen kopteri sai lähtee hakemaan uuden vesilähtin seuraavalta hakuetaisyydeltä. Taulukosta 3 nähdään vesilähteen etäisyyden vaikutus haku aikaan.

Taulukko 3. Veden hakuajat eri etäisyyksiltä.

Vesilähteen etäisyys	1 km	3 km	5 km
Haku aika	1 min 33 sek	3 min 11 sek	5 min 03 sek

Koe vahvisti hyvin nyrkkisäännön, jonka mukaan yhden kilometrin etäisyydellä sijaitsevan vesilähteen vedenhaku aika on n. 1 minuutti ja 3 kilometrin etäisyydellä 3 minuuttia jne.

Taulukko 4. Veden sammutustehot hakuajan ollessa 1 min 33 sek.

Veden sammutustehot avopalossa, veden hakukaina 1:33 min (93 sek)	
Vesimäärä (l/m <sup>2</sup> )	sammutusteho (kW/m <sup>2</sup> )
1	28,3
2	56,6
3	84,9
4	113,2
5	141,5
6	169,8
7	198,1

**Taulukko 5.** Veden sammutustehot hakuajan ollessa 3 min 11 sek.

<b>Veden sammutustehot avopalossa, veden hakukaina 3:11 min (191 sek)</b>	
Vesimäärä (l/m <sup>2</sup> )	sammutusteho (kW/m <sup>2</sup> )
1	13,8
2	27,6
3	41,3
4	55,1
5	68,9
6	82,7
7	96,5

**Taulukko 6.** Veden sammutustehot hakuajan ollessa 5 min 03 sek.

<b>Veden sammutustehot avopalossa, veden hakukaina 5:03 min (303 sek)</b>	
Vesimäärä (l/m <sup>2</sup> )	sammutusteho (kW/m <sup>2</sup> )
1	8,7
2	17,4
3	26,1
4	34,7
5	43,4
6	52,1
7	60,8

### **Yhteenveto tuloksista**

Kenttäkokeen tulokset osoittivat selkeästi veden pudotusnopeudella olevan suurin merkitys maahan putoavaan vesimäärään. Tämä voidaan palofysiikan teoriaan perustuen laskea veden sammutustehoksi. Paras veden pudotusnopeus helikopterilla sammutettaessa oli 30 solmun nopeus. Tällä nopeudella maahan pudonnut vesimäärä oli suurin. Suuri nopeus yhdistettynä korkeaan (150 jalkaa) pudotuskorkeuteen sai heikoimmat tulokset. 50 solmun nopeus ja 150 jalan pudotuskorkeus jätettiin tämän takia tekemättä, koska tulos olisi jäänyt lähes olemattomaksi.

Saadut tulokset osoittivat, että lentosammutusta tekevien lentäjien tulee pitää pudotusnopeus 30-40 solmussa. Tällä nopeudella saavutettiin parhaat tulokset

Lentokorkeuden vaikutus tulee näkyviin kovalla tuulella, jolloin tuuli pisaroittaa vettä ja kuljettaa veden ohi suunnitellun pudotuskohdan, ellei lentäjä ota tuulen suuntaa ja suuruutta riittävästi huomioon. Kenttäkokeen aikana tuulen nopeuden keskiarvo oli 7,6 m/s ja puuskissa jopa 11,9 m/s. Vaikka tuulen nopeus oli näinkin suuri, ei pudotus korkeuden muuttamisella 70 (21,3 m) jalasta 150 (45,7 m) jalkaan ollut suurta vaikutusta mitta-astioihin putoavaan vesimäärään.

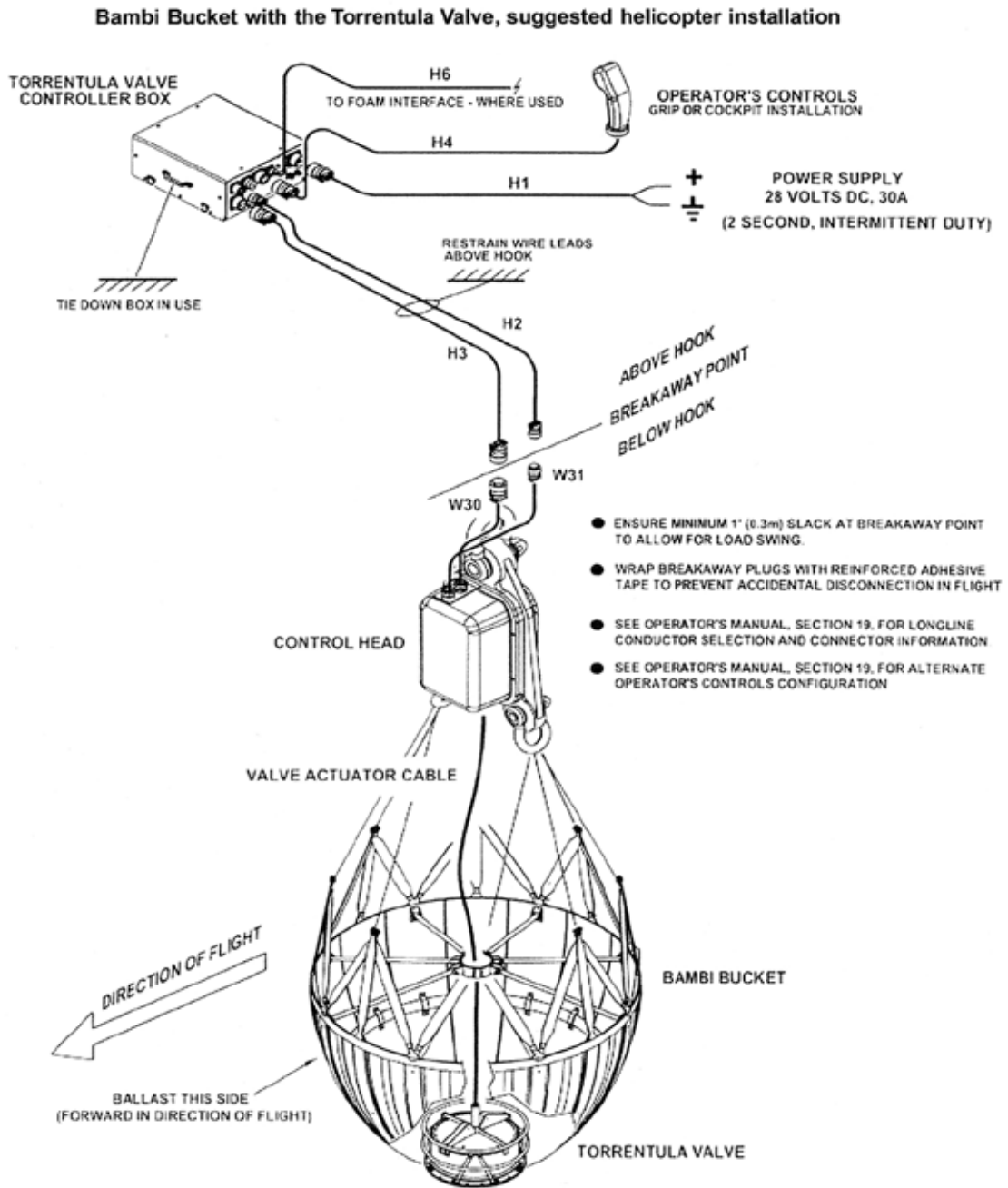
Paras vesimäärä, joka putosi mitta-astioihin, oli 416 litraa ja huonoin 211 litraa. Samalla ilma-aluksella ja vesisäiliöllä voi tuntituoton ero olla jopa lähes 100 %.

Opinnäytetyötä suunnitellessamme oletimme saavamme eri kasvutyyppien biomassojen palotehot, joita olisimme verranneet saatuihin veden sammutustehotuloksiin. Kun nämä tiedot ovat saatavilla,

voidaan niitä verrata tässä työssä saatuihin tuloksiin. Näin saadaan merkittävästi lisätietoa helikopterisammutuksen tehokkuudesta maastopaloissa.

Lentosammutuksen tehokkuuden arvioinnissa puhutaan yleisesti ilma-aluksen tuntituotosta. Tuntituotto on laskennallinen arvo, joka kertoo ilma-aluksen tuoman vesimäärään sammutettavaan kohteeseen yhdessä tunnissa. Tuntituottoon vaikuttavia tekijöitä ovat ilma-aluksen vesisäiliön koko, veden hakuetaisyys sekä yhden vesilastin haku aika. Ilma-aluksen sammutustehoa ja tuntituottoa heikentävät siirron aikainen vesihäviö sekä pudotushetkellä pudotusnopeuden ja tuulen pisaeroittama vesimäärä.

Kaaviokuva Bambi Bucket sammutussäiliöstä



## Lähteet

Sisäasiainministeriön pelastusosaston ohje Ilma-aluksien käytöstä pelastustoimen tehtävissä  
SM:n Julkaisut 8/2009, annettu 1.4.2009

Helikopterilla toteutettavan lentosammutuksen tehokkuus maastopaloissa,  
Pelastusopiston opinnäytetyöjulkaisu Amk N5, 2008, Harri Huumo, Kimmo Virkkala

Metsäpalot, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestön julkaisu (2. korjattu painos) 2000.

Torjutaan turvepaloja, Turveteollisuusliitto ry:n julkaisema Turvepaloaineisto 2009.

Palo- ja pelastussanasto, Sanastokeskus TSK 33, 2006

Tapion Taskukirja, Metsälehti Kustannus Tapio, 24 uudistettu painos 2002.

Suomalaisten metsien paloaines- ja palokasvusto-opas, Henrik Linberg, Timo V. Heikkilä,  
Ilkka Vanha-Majamaa, (Julkaisematon / luonnos 11.3.2010)

Suomalais - Venäläinen metsäsanakirja, Metsäkustannus, Vehmas - Lehto 2008

Wildland Fire Management, Handbook for Trainers, 2007, Timo V. Heikkilä, Roy Grönqvist,  
Mike Jurvélius. (The first edition 1993)

Helicopter Firefighting, by Thomas Eggleston 1998

Air Attack Manual (the second edition) Alberta Forest Service, Canada, 1985

The use of Aircraft in Forest Protection, Forest Department, Canada, Ontario 1975

Professional Helicopter Pilot Guide, U.S. Forest Service 1996

Fire Bombing Procedures Manual, Alberta Sustainable Resource Development, Canada, 2007

Air Attack Training ( Level 1.), Forest Service, British Columbia, Canada, 1999

Torrentula Valve, Bambi Bucket, Operator's Manual, SEI – Industries Bambi Bucket, 2004



Aluehallintovirasto

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto  
Linnankatu 1-3, Oulu  
PL 293, 90101 Oulu  
Puhelin 020 636 1020  
Faksi 08 3140 110