

Sami Nikkari

# HYVÄ RENKI, HUONO ISÄNTÄ

Tuli Suomen metsissä

Opinnäytetyö  
Metsätalous


Marraskuu 2013




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p><b>Opinnäytetyön päivämäärä</b></p> <p>6.11.2013</p>				
<p><b>Tekijä</b></p> <p>Sami Nikkari</p>	<p><b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b></p> <p>Metsätalouden koulutusohjelma Metsätalous</p>				
<p><b>Nimeke</b></p> <p>Hyvä renki, huono isäntä. Tuli Suomen metsissä.</p>					
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Tulella on ollut suuri merkitys Suomen metsissä. Ennen koneellistumista metsät uudistettiin pääsääntöisesti kulottamalla ja vielä 1900 - luvun alussa maata kaskettiin viljelykäyttöön. Pohjoisen havumetsän luonnollisessa kiertokulussa tuli on yleensä ollut se tuho joka on aloittanut metsän kehityksen alusta. Metsää paloi myös laajoja alueita vielä joitain vuosikymmeniä sitten.</p> <p>Viime vuosikymmeninä maanmuokkaus on vallannut alaa kulotuksilta. Tihentynyt tieverkko, tehokas valvonta ja kehittynyt palokalusto ovat lähes hävittäneet metsäpalot Suomessa. Tämä on lähes hävittänyt palaneen ja hiiltyneen puun metsistä. Palaneesta puusta riippuvaiset lajit ovat lähes säännönmukaisesti vaarantuneet tai jopa hävinneet</p> <p>Kulotukseen on mahdollista saada KEMERA - tukea, mutta luonnonhoidollisen kulotukseen saa tukea vain jos siitä muodostaa luonnonhoitohankkeen. Tukikäytäntöjen yksinkertaistamiseksi luonnonhoidolliset kulotuksen on tarkoitus tuoda saman tuen piiriin metsänhoidollisen kulotuksen kanssa uudessa rahoituslaissa. PECF - ja FSC - sertifikaatit vaativat kulotusalojen säilyttämistä edellisvuosien tasolla. Tämä on omiaan KEMERA - tuen kanssa varmistamaan kulotustoiminnan jatkumista.</p> <p>Ennallistamispolto on rajoittuneen tähän asti luonnonsuojelualueille, mutta ne voisivat olla varteenotettava vaihtoehto suurmaanomistajille ja luonnonmukaista metsänhoitoa harrastaville maanomistajille. Niille ei vielä myönnetä tukea, joten niiden yleistymisen tuskin on nähtävissä ainakaan lähivuosina. Palaneen puun tuottajana ennallistamispolto on kuitenkin kulotuksia tehokkaampia, joten palolajiston kannalta olisi suotavaa nähdä niiden yleistyvän.</p>					
<p><b>Asiasanat (avainsanat)</b></p> <p>Metsäpalot, palontorjunta, kulotus, ennallistamispolto, ennallistaminen</p>					
<p><b>Sivumäärä</b></p> <p>60 s</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>Kieli</b></td> <td style="width: 33%;"><b>URN</b></td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td>URN:NBN:fi:mamk-opinn2013A0968</td> </tr> </table>	<b>Kieli</b>	<b>URN</b>	Suomi	URN:NBN:fi:mamk-opinn2013A0968
<b>Kieli</b>	<b>URN</b>				
Suomi	URN:NBN:fi:mamk-opinn2013A0968				
<p><b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b></p>					
<p><b>Ohjaavan opettajan nimi</b></p> <p>Johanna Jalkanen</p>	<p><b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b></p> <p>-</p>				

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  Oct 11 2013
<b>Author</b> Sami Nikkari	<b>Degree programme and option</b> Bachelor of engineering, Forestry	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Good farmhand, bad host. Fire in Finnish forests		
<b>Abstract</b>  Fire has played a major role in Finnish forests . Before the mechanization of forestry, forests were mainly regenerated by burn - clearing, and in the beginning of 20 <sup>th</sup> century, slash and burn cultivation was common. Northern coniferous forests have naturally been regenerated most commonly by fire. Wide spread fire were common just a couple of decades ago.  In last decades soil - preparation has gained ground from burn - clearing. Dense road network, effective surveillance and state of the art fire extinguishment equipment has almost made forest fires go extinct. As a result, charred wood has almost vanished from forests. Burnt wood dependent species are almost invariably compromised or even lost.  It is possible to get government funding for burn - clearing. Restoration burn clearings have not been funded the same way with silvicultural burn - clearings, but this is supposed to change in the new funding law. PEFC - and FSC - sertificates demand to keep burn - clearing areas at a surden level. This will, with the government funding for burn - clearings, ensure that burn - clearing will be done in future.  Controlled burnings has been done only in protected areas, but it could be good tool for landowners with big estates or for forestowner who wish to practise natural silviculture. Controlled burnings are not funded in any way, so they will not probably get very popular in the near future. For charred wood debendant species it would be good if they would gain popularity.		
<b>Subject headings, (keywords)</b> Foresfires, Burn - clearing, natural, restoration fire,		
<b>Pages</b> 60p	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b> URN:NBN:fi:mamk-opinn2013A0968
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b> Johanna Jalkanen	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> -	

# SISÄLTÖ

## KUVAILULEHDET

1	JOHDANTO .....	1
2	METSÄPALOT .....	2
2.1	Palo- ja syttymistapahtuma.....	3
2.2	Lämmön siirtymistavat.....	3
2.3	Metsien paloaineokset.....	4
2.3.1	Elävät ja kuolleet ainekset sekä puuaineokset.....	4
2.3.2	Hienot ja karkeat ainekset .....	5
2.3.3	Paloainesten määrä ja jakautuminen.....	6
2.4	Paloainesten ominaisuudet .....	7
2.4.1	Kosteus.....	7
2.4.2	Tiiveys.....	8
2.4.3	Energiamäärä.....	9
2.5	Palokerrokset .....	9
2.6	Metsikön palokuorma.....	10
2.7	Metsäpalojen esiintymismuodot .....	11
2.7.1	Maapalo.....	11
2.7.2	Pintapalo.....	12
2.7.3	Latvapalo.....	13
2.7.4	Heitepalo .....	15
2.8	Palon voimakkuus .....	16
2.9	Palon vaikuttavuus .....	18
2.10	Vaikutukset .....	19
3	PALONTORJUNTA.....	20
3.1	Metsäpalon sammutuksen vaiheet .....	20
3.2	Välineet.....	20
3.3	Metsäpalon sammuttamisen perusteet ja perusvaihtoehdot .....	22
3.3.1	Rajaaminen ja tukahduttaminen käsityövälineillä.....	22
3.3.2	Palon jäähdyttäminen eli vesisammutus .....	22
3.3.3	Raivaaminen, vastatuli ja suojapoltto .....	23
3.3.4	Rajoituslinjat.....	25
4	ENNALLISTAMISPOLTTO .....	27

4.1	Yleiset periaatteet.....	27
4.2	Ekologiset perusteet .....	28
4.3	Lajien huomioiminen poltossa.....	29
4.4	Kohteen valinta .....	30
4.5	Polton valmistelut .....	32
4.5.1	Kenttäkerroksen palokuorman lisääminen .....	32
4.5.2	Kenttäkerroksen palokuorman vähentäminen .....	33
4.5.3	Polton rajoittaminen.....	34
4.6	Ennallistamispoltto.....	36
4.6.1	Poltto-olosuhteet .....	36
4.6.2	Sytyttäminen ja poltto .....	37
4.6.3	Sammutus ja jälkivartiointi .....	38
4.7	Kustannukset.....	39
5	KULOTUS.....	40
5.1	Kulotuksen historia .....	40
5.2	Kulotuksen vaikutukset .....	43
5.2.1	Vaikutukset maaperään .....	43
5.2.2	Vaikutukset vesitalouteen .....	44
5.2.3	Vaikutukset lajistoon .....	45
5.3	Kulotukseen soveltuvat alueet .....	46
5.4	Metsänhoidollinen kulotus .....	46
5.5	Luonnonhoidollinen kulotus .....	47
5.6	Kulotuksen toteutus.....	48
5.6.1	Kulotuksen valmistelut .....	48
5.6.2	Kulotettavan alueen hakkuu .....	48
5.6.3	Kulotusalueen koko ja muoto, sekä rajaus .....	49
5.6.4	Palokujat ja -käytävät sekä sammutusvesi .....	49
5.7	Poltto .....	51
5.7.1	Polton valmistelut .....	51
5.7.2	Polttotekniikat.....	52
5.8	Sammutus ja jälkivartiointi.....	54
5.9	Kulotukseen saatava tuki.....	55
6	POHDINTA .....	57
	LÄHTEET .....	60



## 1 JOHDANTO

Tuli kuuluu pohjoisen havumetsävyöhykkeen luonnolliseen kiertokulkuun. Sukkessiovaiheen metsikköä kohdannut tuho on yleensä ollut joko myrsky tai metsäpalo. Metsiä on palanut siinä määrin ja niin usein, että palaneelle puulle on kehittynyt sitä erityisesti tarvitseva eliöstönsä.

Ihminen on omalla toiminnallaan vaikuttanut paljonkin metsien luonnolliseen kiertokulkuun, muun muassa metsäpalojen yleisyyteen, niin lisäämällä kuin taasen nykyisin vähentämällä niitä. Vielä viime vuosisadalla tuli oli merkittävin työkalu metsien uudistamisessa kulotuksen muodossa, sitä ennen kaskia polttamalla luotiin viljelymaata. Viimeisten vuosikymmenen aikana ihmisen toiminta on vähentänyt metsäpalojen määrää merkittävästi, kehittyneen sammutuskaluston, tihtyneen tieverkoston ja tehokkaan valvonnan ansiosta. Lisäksi tehokkaasti koneellistunut maanmuokkaus metsien uudistusaloilla on vähentänyt kulotusten määrän lähes olemattomalle tasolle.

Luonnon monimuotoisuuden kannalta tuli ja sitä myöten palanut puu ovat korvaamattomia. Nykyinen tilanne, jossa palanutta puuta syntyy häviävän vähän luontoon, on varsin epänormaali. Tätä tilannetta yritetäänkin korjata. Tärkein työkalu tässä on ennallistamispolto, mutta myös kulotusten suosiminen ja taloudellinen tukeminen ovat oleellisissa roolissa. Ennallistamispoltoja suoritetaan lähinnä vain luonnonsuojelualueilla, mutta ne ovat erityisen tärkeitä, koska ne mukailevat tavallista metsäpaloa. Kulotus on osa kansanperinnettäkin ja myös siitä syystä sen taidon ylläpitäminen on tärkeää. Sillä on myös kiistämättömät hyödyt metsä uudistamisessa.

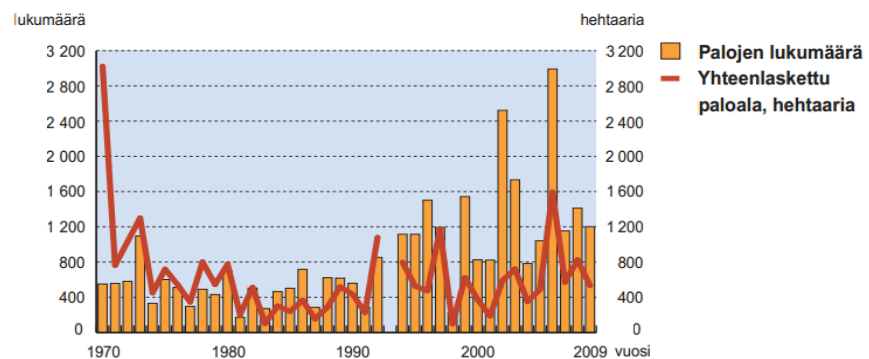
Tässä opinnäytetyössä keskityn metsäpalojen sielunelämään ja osin myös niiden torjuntaan. Pyrin tuomaan esille erilaisten metsätyyppien vaikutukset metsäpaloon itsessään, niiden voimakkuuteen ja leviämiseen. Lisäksi perehdyn tarkemmin ennallistamispoltoon, joka on varsin tuntematon käsite monille metsäalalla työskenteleville ammattilaisille. Se on kuitenkin varsin oleellinen osa metsien ennallistamista ja näin ollen tulisi kuulua metsäammattilaisen yleistietouteen. Viimeinen osio opinnäytetyössäni käsittelee kulotusta ja sen käytännön suorittamista. Pyrin tuomaan esille sen positiiviset vaikutukset erityisesti ravinnetalouteen ja aukaisemaan hieman laajemmin

luonnonhoidollisen kulotuksen käsitettä. Kerron myös miten PEFC - ja FSC - metsäsertifikaatit ja kulotukset liittyvät toisiinsa.

## 2 METSÄPALOT

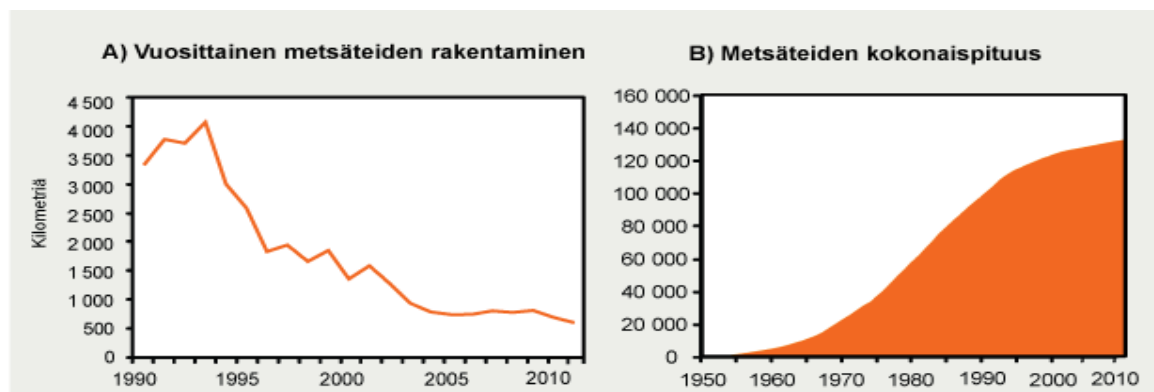
Suomen metsät ovat palaneet säännöllisesti muutaman sadan vuoden välein, jotkut alueet jopa kahdesti vuosisadassa. Viimeisin kolmenkymmenen vuoden aikana palo-alueet ovat pienentyneet (kuvio 1) merkittävästi tihentyneen tieverkon (kuvio 2), tehokkaan tarkkailun sekä tehokkaamman palontorjunnan ansiosta. (Uotila & Kankaanhuhta 1999.)

**Metsäpalot 1970–2009**



- Vuosina 1865-1870 palojen keskikoko Suomessa oli noin 131 hehtaaria. 1900-luvun alussa se oli Pohjois-Suomessa 40 hehtaaria ja Etelä-Suomessa 18 hehtaaria.
- Vuonna 2009 metsäpalojen keskikoko oli noin 0,4 hehtaaria.
- Suomessa sääolot ovat otolliset metsäpaloille toukokuusta elokuulle.
- Yli 80 prosenttia paloista syttyy päivällä kello 10–17. Palojen voimakkuus on suurimmillaan keskipäivällä, koska silloin ilman kosteuspitoisuus on alhaisimmillaan, lämpötila korkeimmillaan sekä tuulen voima suurimmillaan.

**KUVIO 1. Metsäpalojen määrä ja laajuus (Metsähallitus 2010).**



**KUVIO 2. Metsäteiden rakentaminen ja kokonaispituus (Ympäristöministeriö 2013).**



## 2.1 Palo- ja syttymistapahtuma

Palamisella tarkoitetaan lämpöä tuottavaa kemiallista reaktiota, jossa palava aine yhtyy happeen niin nopeasti, että syntyy lämpötila ja valoilmio. Palaminen on joko hallittua tai hallitsematonta, jolloin siitä käytetään nimitystä tulipalo. Tulipalossa tuli aiheuttaa tai uhka aiheuttaa vahinkoa ympäristölleen. (Hyttinen 2001, 8–9.)

Eloperäisen aineen palamista ennen tapahtuu kuivatislautumisen kaltainen pyrolyysi. Pyrolyysissa lämpö vaikuttaa orgaaniseen ainekseen ja muuttaa sen ominaisuuksia. Tällöin vapautuu mm. kaasuja. Palot jaetaan karkeasti hehku- ja liekkipaloihin. Jälkimmäisessä, paloaineksesta vapautuvat kaasut ja höyryt palavat muodostaen valoilmion eli liekin. Metsäpalot esiintyvät niin hehku- kuin liekkipaloinakin. (Lindberg, Heikkilä & Vanha – Majamaa 2011, 17.)

Normaalisti Suomen olosuhteissa metsäpalo vaatii syttyäkseen poikkeuksellisen ulkoisen sytytyslähteen, joka nostaa pistemäisesti lämpötilan riittävän korkeaksi, jotta palaminen käynnistyy esim. salaman. Paloaineksen ominaisuuksia kuvastavat savu-, leimahdus- ja palamispisteet ilmaisevat alinta lämpötilaa, jossa hehku- ja liekkipalot käyvät mahdollisiksi. Perinteisen palokolmion mukaan palamistapahtuma vaatii lämpöä, happea sekä palavaa ainetta. Näiden lisäksi erityisesti metsässä korostuu paloaineksen jatkuvuus. Se on välttämätöntä etenevälle palolle ja on erityisesti liekkipalojen edellytys (Lindberg ym. 2011, 19–17.)

## 2.2 Lämmön siirtymistavat

Niin metsäpaloissa, kuin muissakin paloissa, palon leviämisen edellytyksenä on lämpötilan nousu. Siksi onkin tärkeää ymmärtää lämmön siirtymistavat, jotka perinteisesti jaetaan neljään eri tapaan. **Lämmön siirtymisessä** lämpöä ja kuumia savukaasuja kulkeutuu palosta lähtevien ilmavirtausten mukana palon etenemissuuntaan mm. tuulen suunnan, voimakkuuden ja pinnanmuodostumine ohjaamana. **Lämmön säteilyssä** lämpö säteilee tasaisesti joka suuntaan palavasta lämmönlähteestä. Kuumuuden voimakkuus on suoraan riippuvainen suhteessa kohteen etäisyyden neliöön. Suurin osa

metsäpalojen leviämisestä johtuu lämpösäteilystä. Tällöin palon ympärillä oleva paloaine saavuttaa ennen pitkää syttymislämpötilan ja syttyy lopulta palamaan. **Lämmön johtumisessa** lämpö siirtyy aineesta toiseen johtumalla. Metsien paloainesten lämmönjohtavuus on yleisesti hyvin alhainen, joten sillä on usein hyvin pieni merkitys metsäpalojen leviämisessä. **Paloainesten kulkeutumisella** tarkoitetaan paloainesten fyysistä siirtymistä, joko vierimällä, putoamalla tai palon synnyttämien voimakkaiden ilmavirtausten mukana. Vierimistä tapahtuu etenkin jyrkillä rinteillä, mikä edistää palon etenemistä. Voimakkaissa paloissa ja etenkin latvapaloissa kuumat ilmavirrat nostavat helposti palavaa materiaalia ilmaan. Ne saattavat kulkeutua hyvinkin pitkälle varsinaisen palon ulkopuolelle sytyttäen heitepaloja. (Linberg ym. 2011, 18.)

## 2.3 Metsien paloainekset

### 2.3.1 Elävät ja kuolleet ainekset sekä puuainekset

Metsien paloainekset ovat pääsääntöisesti orgaanisia aineksia, joiden muodostajina toimivat elävät ja kuolleet kasvit, kasvien osat sekä niiden tuottamat yhdisteet ja hajoamistuotteet. Metsien paloainekset voidaan jakaa pääsääntöisesti niiden kosteus käyttäytymisen mukaan kuolleisiin ja eläviin aineksiin. Kuolleiden ainesten kosteus vaihtelee kappaleen koosta johtuen vaihtelevalla viiveellä sääolosuhteiden mukaan ja niiden kosteus- ja syttymisvaihtelu on tästä syystä hyvinkin suurta. (Lindberg ym. 2011, 33.)

Elävät ainekset taasen pystyvät sääolojen vaihtelusta riippumatta pitämään yllä tiettyä elintoiminnoillensa tarpeellista kosteutta tiettyyn rajaan asti. Näin ollen elävien ainesten kosteusvaihtelu on huomattavasti vähäisempää kuin kuolleiden ainesten, eikä se ole yhtä kiinteästi sidoksissa ulkoisiin vaihteluihin. Elävät ainekset ovat harvoin Suomen oloissa syttyviä, mutta niiden merkitystä metsäpaloissa ei silti tule aliarvioida. Erityisesti latvapaloissa ne ovat tärkein paloaine. Huomioitavaa on eritoten havupuiden neulasten runsaasti sisältämät palavat öljymäiset yhdisteet, kuten tepreenit, joiden syttymispiste on usein kuivia aineksia korkeampi. Riittävän korkeissa lämpötiloissa tällaisen aineet kuitenkin syttyvät lisäten huomattavasti palon intensiteettiä. Pientenkin kosteusprosentin heilahteluiden on huomattu alentavan neulasten syttyvyyttä ja näin lisäävän latvapalon riskiä. (Lindberg ym. 2011, 33.)

Osaan paloaineksista liittyy pitkiä muutosprosesseja, kuten hidas kuivuminen tuoreesta kuivaksi. Tällöin jako pelkästään elävään ja kuolleeseen ainekseen ei ole tarkoituksenmukaista. Tällöin toisinaan puhutaan puuaineksista, jotka koostuvat puutuneista ligniiniä ja selluloosaa sisältävistä soluista. Isomassaisille puuaineksille eritoten on luonteenomaista pitkät muutosprosessit tuoreesta ja kosteasta puusta kuivaan ja helposti syttyvään. Toisaalta puun lahoamisprosessissa syntyy lahottajaeliöiden vaikutuksesta vaikeasti palavia hajoamistuotteita selluloosasta ja ligniinistä. Eri ilmasto-olosuhteet sekä puulajien ja puukappaleiden koko vaikuttavat näihin kuivumis- ja lahoamisprosesseihin huomattavasti. Lisäksi puuainekset sisältävät erilaisia haitta- ja torjunta-aineita vaihtelevin pitoisuuksin. Näitä ovat mm. useiden havupuiden sisältämät pihka ja terva. (Lindberg ym. 2011, 34.)

Osa keskeisistä paloaineksista, kuten tietyt sammalet ja jäkälät, ovat Suomen oloissa vaikea sijoittaa elävä - kuollut -luokitukseseen. Kyseessä on eläviä kasveja ja sieniä, joilta kuitenkin puuttuu kehittyneempien kasvein kyky ylläpitää tiettyä peruskosteutta. Ympäröivät olosuhteet vaikuttavat näihin enemmän jopa lyhyellä viiveellä niiden rajallisesta vesitalouden säätelykyvystä johtuen. Niitä pidetäänkin elävinä kasveina ja jäkälinä, jotka ovat kosteuskäyttäytymiseltään kuitenkin lähempänä kuolleita aineksia. (Lindberg ym. 2011, 34.)

### **2.3.2 Hienot ja karkeat ainekset**

Paloainesten jako eläviin ja kuolleisiin ei joka tilanteessa ole sopiva keino. Siksi niitä luokitellaan myös niiden kuivumisnopeuden mukaan. Luokituksia on monia, mutta ne ovat kaikki peruseriaateiltaan samoja: pienistä partikkeleista koostuvat ainekset, joilla on paljon pinta-alaa painoonsa nähden kuivuvat ja kostuvat nopeasti. Ainekset voidaan karkeasti jakaa hienoihin (kuva 1) (< 6 mm) ja karkeisiin (kuva 2) (> 6 mm) aineksiin. Hienot ovat tietenkin nopeasti kuivuvina helposti syttyviä, ja ollessaan tarpeeksi hienoja, ne käytännössä palavat aina metsäpalossa niiden kosteudesta riippumatta. Palo pystyy kuivattamaan ne. (Lindberg ym. 2011, 34.)



**KUVA 1. Hienoja paloaineksia (Lindberg ym. 2011)**

Luokitus hienoihin ja karkeisiin aineksiin toimi hyvin kuolleilla aineksilla, mutta ei juurikaan sovellu elävien aineksien luokitteluun niiden kosteudensäätelykyvyn takia. Sitä voidaan täydentää esim. jakamalla ainekset niiden vaatiman kuivumisajan mukaisiin läpimittaluokkiin. Hienon ja karkean aineksen rajana pidetään 6 mm:ä. Sitä pienemmät ovat hienoja, eli ns. tunnin paloaineksia. (Lindberg ym. 2011, 35.)



**KUVA 2. Karkeitä paloaineksia (Lindberg ym. 2011)**

### 2.3.3 Paloainesten määrä ja jakautuminen

Keskeinen muuttuja palon intensiteetissä on paloainesten määrä eli palokuorma. Se määrää potentiaalisen, palossa käytössä olevan energian ja vaikuttaa usein myös palon

kosteuskäyttäytymiseen. Palokuorma ilmaistaan usein yksinkertaisesti massa/pinta-alasuhteena. Paloainesten arvioinnissa on myös otettava huomioon aineen jakautumisen ja tiiveyden vaikutus sen kosteudelle ja tuulettumiselle. Luokittelut perustuvat usein yksittäisten kappaleiden, neulasten, oksien ja heinän kosteuskäyttäytymiseen. Paloainekset kuitenkin harvoin ovat tasaisesti jakautuneina metsässä. Niiden määrä vaihtelee tilassa huomattavasti. Näin ollen jos jokin aine esiintyy selkeästi kasautumina, ei sen kosteusvaihtelukaan seuraa enää yksittäisen kappaleen kosteuskäyttäytymistä. Hakkuutähteiden kosteus esimerkiksi vaihtelee suuresti yksittäisten oksien ja hakkuutähdekasojen välillä. Metsissä kuitenkin harvoin esiintyy tiiviitä heinä- tai puukasoja, vaan kasaumat ovat yleensä löyhiä. Pohja- ja maakerroksen tiiveysvaihtelulla sen sijaan on suuri merkitys niiden paloainesten syttyvyydelle. (Lindberg ym. 2011, 36.)

Paloaineen jatkuvuus, eli sen jakaantuminen metsikön kolmiulotteiseen rakenteeseen, vaikuttaa ratkaisevasti palon etenemiseen ja käyttäytymiseen. Jotkin paloainekset saattavat olla erittäin helposti syttyviä, mutta esiintyvät epätasaisesti tai pistemäisesti. Tällöin palon eteneminen pysähtyy paloaineksen puuttuessa ja se saattaa jopa sammua tai siirtyä käyttämään toista paloainesta. Suomalaisille metsille tosin on ominaista heterogeeninen mosaiikkimainen vaihtelu. Tästä syystä palossa palaa lähes poikkeuksetta useaa eri paloainesta. Tämä takia on mielekäästä tarkastella yksittäisten aineiden jatkuvuuden ohella paloainesten jakaantumista palokerroksiin. (Lindberg ym. 2011, 36.)

## **2.4 Paloainesten ominaisuudet**

### **2.4.1 Kosteus**

Paloainesten ominaisuuden vaikuttavat suoraan syttymiseen ja palamiseen, eri ominaisuudet toki eri tavoin. Paloaineksen koostumus itsessään säätelee palamista. Tämä riippuu paloaineen sisältämistä ainesosista. Lisäksi paloaines sisältää aina vettä eli on vaihtelevan kosteaa. (Lindberg ym. 2011, 19.)

Kosteus hidastaa palamistapahtumaa jäädyttämällä ainesta. Osa palossa syntyvästä lämpöenergiasta kuluu aineksen sisältämän kosteuden höyrystymiseen eli kuivumiseen. Korkea kosteus myös vaikeuttaa syttymistä ja usein myös estää sen. Se saattaa

myös estää palon etenemisen, vaikka syttyminen tapahtuisikin. Tämä on varsin yleistä erilaisilla metsien paloaineksilla. Kosteus saattaa myös täyttää tietyissä paloaineksissa ilmatilaa ja näin ollen vaikeuttaa hapen kulkeutumista ja estää tuulettumista. Paloaineksen kosteus saattaa vaihdella suuresti ja kosteusmuutokset voivat olla hyvinkin nopeita tai hitaita aineksesta ja kuivumisolosuhteista riippuen. Paloaineksen kosteus onkin selkeästi yksi tärkein tekijä syttymis- ja palamistapahtumaan vaikuttavia tekijöitä ja vaikuttaa suoraan palon käyttäytymiseen, intensiteettiin sekä ennustamiseen. Metsien eri paloainesten syttymiskosteus vaihtelee suuresti, mutta sammalilla ja jäkälillä se on yleisesti 25–30 %. Hyvin hienojakoiset ainekset kuten turve voivat tosin palaa hyvinkin kosteina. (Lindberg ym. 2011, 19.)

Kosteus on suoraan sidoksissa säätekijöihin ja ilmankosteuden tiedetään vaikuttavan suuresti paloriskiä ja sen intensiteettiä. Metsien kuolleen paloainekset seuraavat vaihtelevalla aikaviiveellä ilmankosteutta ennen pitkää asettuen ns. tasapainokosteuteen ilman kosteuden kanssa. Kuivumisviivettä voidaan varsin luotettavasti ennustaa kuolleilla orgaanisilla aineilla niiden koon mukaan. Tätä menetystä käytetäänkin yleisesti paloainesluokittelussa. Etenkin syttymisen kannalta tärkeiden hienojakoisten aineiden kannalta ilmankosteuden merkitys on merkittävän suuri. Yleisesti onkin huomattu että alle 30 % ilmankosteuksilla paloriski kasvaa huomattavasti, vastaavasti yli 60 % ilmankosteuksilla se laskee huomattavasti. Paloaineksen kosteus ilmaistaan kosteusprosenttina, eli sen sisältämän veden määrää verrataan aineksen massaansa. Metsäpaloihin liittyen yleisesti käytetään tuore-ainekskosteusprosenttia eli kosteus ilmaistaan vesimassan määrän suhteena tuoreen aineksen määrään. (Lindberg ym. 2011, 19.)

#### **2.4.2 Tiiveys**

Toinen keskeinen aineksen syttymiseen ja palamiseen vaikuttava tekijä on aineksen tiheys eli tiiveys, joka luonnollisesti on sidoksissa aineen kosteuskäyttäytymiseen. Tiiviit, hienojakoiset ainekset pidättävät vettä paremmin ja näin ollen kuivuvat ja vastaavasti kostuvat hitaammin kuin karkeammat ja vähemmät tiiviit. Tiiveys vaikuttaa myös hapen kulkeutumiseen aineksessa. Tiiviit polttoaineet ovat tästä syystä poikkeavia ollen alttiimpia esim. tuulen vaikutukselle. Luonteenomaista tiiviille aineksille on palamisen eteneminen kytymällä enemmän kuin avoliekillä. Hienojakoisuutensa

takia tiiviit ainekset ovat herkkiä palon kuivattavalle vaikutukselle ja tästä syystä niitä voi olla kerran syttyttyään vaikea sammuttaa. (Lindberg ym. 2011, 20.)

### **2.4.3 Energiamäärä**

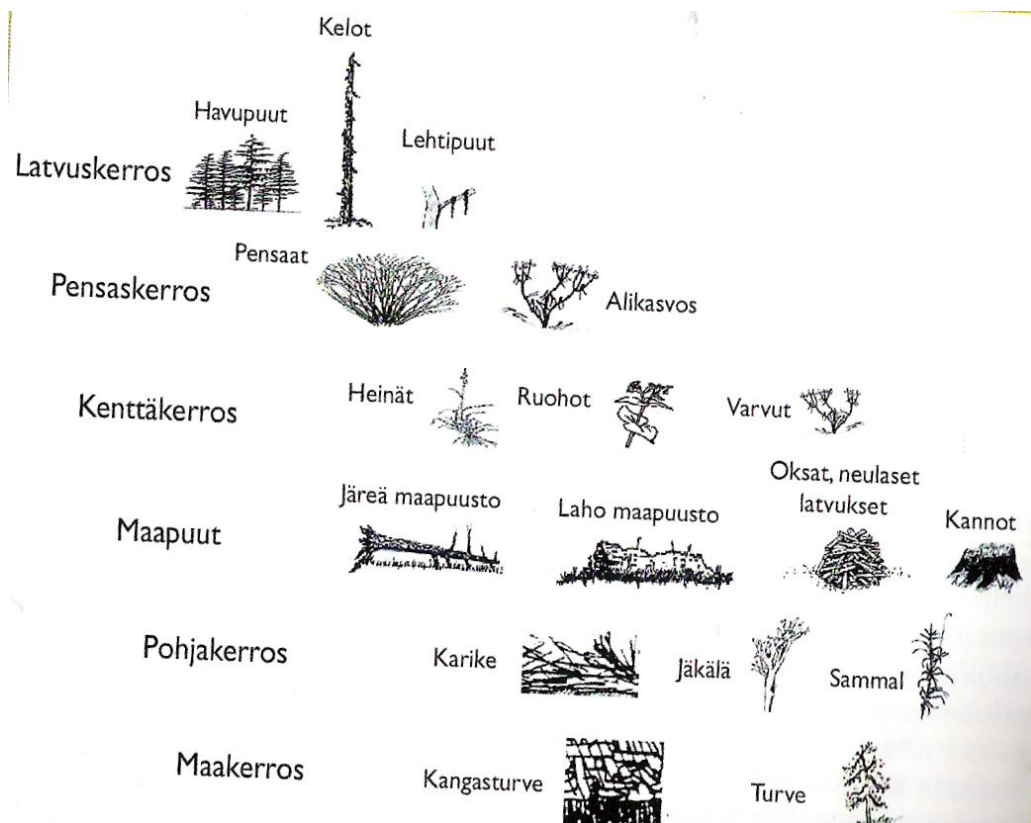
Paloainesten energiamäärää kuvataan lämpöarvolla, eli energiatiheydellä. Paloainesten energiamäärien arvioinnissa otetaan huomioon aineen sisältämä kosteus, eli käytetään tehollista, toisin sanoen alemmaa lämpöarvoa senhetkisessä kosteudessa. Suomalaisen puuaineksen tehollinen lämpöarvo on kuivana n. 18,5 - 21 MJ/kg ja turpeen n. 21MJ/kg. aineksen kosteus kuitenkin vaikuttaa merkittävästä paloarvoihin jolloin 40 % kosteus (tuoreainesprosentti) alentaa tehollisen lämpöarvon noin puoleen. Huomioitavaa on myös, että lämpöarvot ilmaistaan massayksikköä kohden. Ne eivät huomioi tiheyttä, jolla on suuri vaikutus puuaineksessa ja etenkin turpeessa. Tämän takia olisi-kin toisinaan syytä ilmaista lämpöarvot tilavuutta kohden, jolloin eri aineiden lämpö- määrän vaihtelu on tiheysvaihtelun vuoksi suurempaa. (Lindberg ym. 2011, 21.)

## **2.5 Palokerrokset**

Kuten edellä mainitsin, on suomalaisten metsien rakenne heterogeeninen ja paloainesten vaihtelu niin pysty – kuin vaakasuunnassa ominaista. Tästä johtuen paloainesten luokittelu pelkästään niiden itsensä mukaisesti ei ole tarkoituksenmukaista. Sama paloaines näet kun voi esiintyä metsän eri kerroksissa. Näin ollen sen rooli metsän paloherkkyydelle vaihtelee suuresti. Tämän lisäksi eri paloainekset ovat usein metsän tilarakenteessa sekaisin, ja palo etenee useita aineksia hyödyntäen. On siis paikallaan jaotella metsä pystysuunnassa kerroksiin,(kuva 3) jotka koostuvat aineiden yhdistelmistä. Näitä kerroksia voidaan myös luonnehtia kerroksen tärkeimmän paloaineksen mukaan. (Lindberg ym. 2011, 37.)

Palokerrokset mukailevat luonnollisestikin metsän eri kasvillisuuskerroksia ja ne ovat: maakerros, pohja- ja pintakerros (karike -, sammal -, ja jäkäläkerros), kenttäkerros, pensas- ja taimikerros ja latvuserros. Paloainekset jaetaan usein näiden kerrosten mukaan seuraavasti: maan paloainekset, pinta-ainekset ja latvusainekset.

Metsän kerroksellinen vaihtelu vaikuttaa suoraan myös palomuotojen esiintymiseen. kerrosten ominaisuuksien perusteella voidaan arvioida palomuotojen riskiä kerrosyhdistelmissä sekä palomuotojen muutoksen todennäköisyyttä erilaisissa tilanteissa. Avainasemassa tällöin ovat eri kerrosten rajapinnat ja jatkuvuus kerroksesta toiseen. Keskeisiä pintapalon latvapoloksi muuttumisen aiheuttajia ovatkin ns. välittäjäaineet, jotka herkästi nostavat liekkiä alemmista kerroksista latvuserrokseen. (Lindberg ym. 2011, 37.)



**KUVA 3. Paloaineskerrokset (Lindberg ym. 2011).**

## 2.6 Metsikön palokuorma

Puu koostuu rungon lisäksi oksista, lehdistä ja juurista. Havupuilla rungossa on puun kokonaisbiomassasta 50 - 70 %, oksissa 10 - 15 prosenttia, neulasissa runsaat 5 ja kannoissa ja juurissa 15 - 20 prosenttia. Metsä palaa vain harvoin täydellisesti puuston osalta. Puusta palaa useimmiten vain neulaset ja lehdet runkopuun jäädessä kuorta ja pintapuuta lukuun ottamatta lähes kokonaan palamatta. Tulen voimakkuuteen vaikut-



taa, kuten edellä mainittu, humuksen paloaineksen kosteus, sen jakaantuminen sekä sen määrä. (Heikkilä ym. 1999, 21 - 22.)

## **2.7 Metsäpalojen esiintymismuodot**

### **2.7.1 Maapalo**

Metsäpalot voidaan luokitella eri luokkiin niiden käyttämän metsän paloaineksen mukaan. Metsäpalomuodot ovat paloriskin- ja torjunnan kannalta varsin erilaisia. Näin ollen ymmärrys niiden käyttäytymisestä sekä niiden yhteys erilaisiin paloaineksiin, -kerroksiin ja –ainestyypeihin on metsäpaloriskin arvioinnin kannalta keskeistä. Eri palomuodot esiintyvät usein samassa palossa eri olosuhteissa ja eri paloainestyypeillä. Ne voivat esiintyä laajemmassa palossa vaihtelevasti, esim. siten että pintapalo, jona palaminen alkaa, muuttuu latva- tai maapaloksi. (Lindberg ym. 2011, 21.)

Maapalossa (kuva 4) tuli etenee metsän pohja- ja maakerroksessa. Maapalo on mahdollinen, mikäli maaperä sisältää orgaanisesta aineksestä koostuvan kerroksen, kuten turve- tai kangashumuskerroksen ja tuli etenee tätä kerrosta kuluttaen. Maapalolle ominaista on hidas kytellä tapahtuva hehkupalaminen, koska tällaiset ainekset ovat usein tiiviitä ja usein syttyvää materiaalia kosteampia. Esim. turveainekset ovat hienojakoisia ja tiiviitä, joten kerran syttyttyään tuli voi jatkaa etenemistään pikkuhiljaa kivistä ja palaa pitkiä aikoja, kuukausia tai jopa vuosia. Maapalon sammuttaminen perinteisillä vesisammutusmenetelmillä voi olla hankalaa, koska vesi pidättyy varsinaisen palokerroksen yläpuoliseen kerrokseen. Sen havaitseminen on usein myös vaikeaa, ellei jopa mahdotonta. Tällöin jäädyttävän veden saaminen kaikkiin palopaikoihin on epätodennäköistä ja vaikeaa. Näistä syistä johtuen maapalon torjunnassa kannattaa vakavasti harkita palon rajaamista tietyille alueelle aineskatkojen avulla, maapalo kun on erittäin harvoin itsessään vaarallinen. Kiusallisinta maapalossa on sen palon säilyttävä ominaisuus, jolloin palo voi myöhemmin levitä pintapaloksi ja edelleen latvapaloksi. (Lindberg ym. 2011, 23.)



**KUVA 4. Maapalo (Lindberg ym. 2011).**

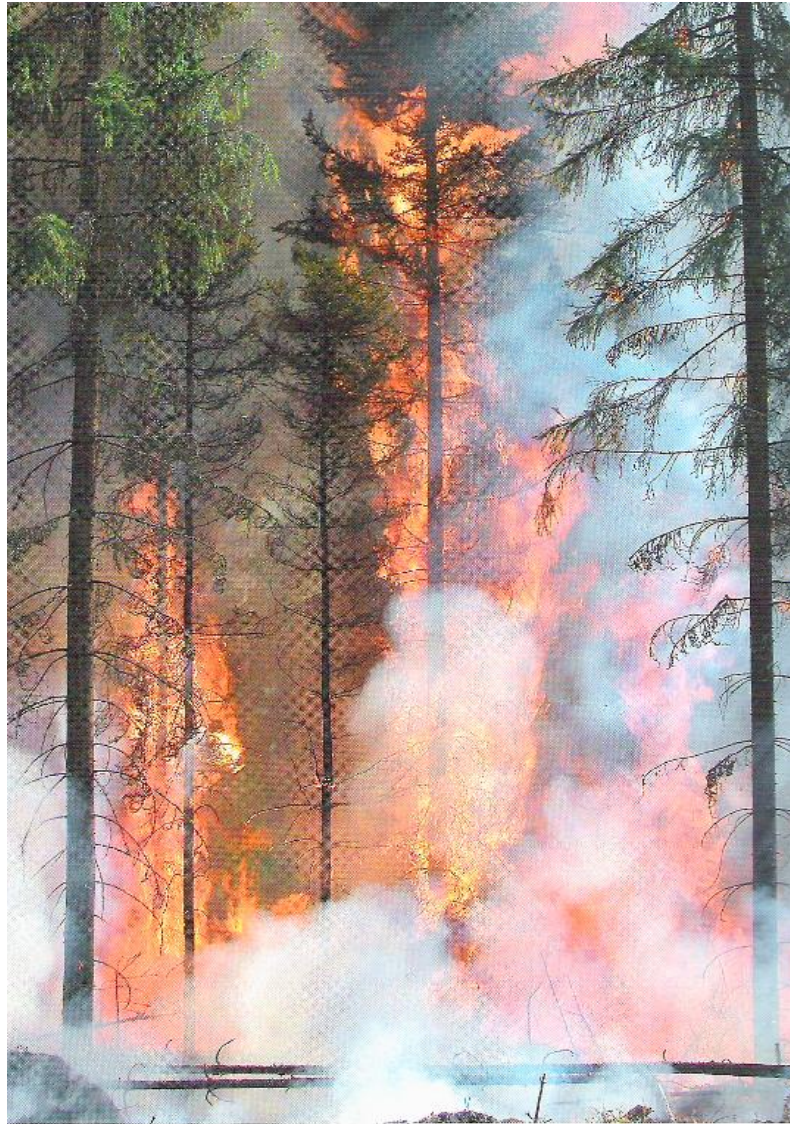
### 2.7.2 Pintapalo

Pintapalossa (kuva 5) palo etenee polttaen kenttä- ja pohjakerroksen aineksia. Pintapalossa palon eteneminen on yleensä helpohkosti ennustettavissa ja sen sammuttaminen on varsin selkeää. Metsän syttymisherkeimmät ainekset hyvin yleisesti ovat juurikin kenttä- ja pohjakerroksessa. Tästä syystä suurin osa paloista alkaa nimenomaan pintapalona.

(Lindberg ym. 2011, 23.)



**KUVA 5. Pintapalo (Lindberg 2011).**



### 2.7.3 Latvapalo.

#### **KUVA 6. Latvapalo (Lindberg ym. 2011).**

Latvapalossa (kuva 6) nimensä mukaisesti tuli on siirtynyt puiden latvoihin. Palon muuttuminen pintapalosta latvapalosta edellyttää korkeaa pintapalon intensiteettiä, paloaineksen pystysuuntaista jatkuvuutta esim. kuivia alaoksia sekä kovaa tuulta. Palo siirtyy latvakerrokseen mm. pensaskerroksen ja jo edellä mainittujen kuivien alaoksi-  
en kautta ja jatkaa etenemistään siirtymällä latvasta toiseen. Tämä edellyttää tarpeeksi tiheää latvuserrosta, eli paloaineksen jatkuvuutta. Kova tuuli ja latvuserroksen kuumentuminen ovat edellytyksiä latvapalon syntymiselle. (Lindberg ym. 2011, 23.)

Usein saattaa käydä niin, että tuli paikoin nousee puusta pyrolyysissa irtoavien kohoavien palokaasujen avulla yksittäisten puiden latvuksiin, muttei kykene leviämään laajemmalle. Tällöin puhutaan soihtupalosta (kuva 7) tai passiivisesta latvupalosta. Tämä on merkki siitä että, tulella on edellytykset nousta puiden latvoihin, muttei kykene latvuserroksen rikkonaisuuden takia leviämään. (Lindberg ym. 2011, 23.)



**KUVA 7. Soihtupallo (Lindberg ym. 2011).**

Aktiivisessa latvupalossa tuli etenee yhtäaikaaisesti niin latvuserroksessa kuin alemmissä kerroksissa. Toisinaan puhutaan myös itsenäisestä latvupalosta, jolloin tuli etenee itsenäisesti tai vauhdikkaammin latvuserroksessa. Latvupalon saattaa synnyttää

joko kova tuuli tai paikallinen voimakas palo, joka saa aikaan latvapololle tyypillisen oma paloilmaston. Tällöin syntyy nousevia lämpimiä ilmavirtauksia, konvektioita joiden myötä syntyy tulipyörteitä. Nämä ovat omiaan lisäämään latva- ja heitepalojen riskiä. Näitä paikallisia voimakkaita paloja voivat olla esim. energiapuu- tai muut puutavarakasojen palot sekä rakennuspalot. Latvapolot usein luokitellaankin leviämistavan mukaan tuulipaloiksi tai konvektiopaloiksi. (Lindberg ym. 2011, 23 – 26.)

Latvapolon sammuttaminen on aina hankalampaa kuin pintapolon. Palontorjunnassa palon rajoittaminen paikkoihin, joissa sen sammuttaminen on mahdollista, on usein järkevää. Tällaisia ovat paikat, joissa paloaineksen jatkuvuus vähenee tai katkeaa. Näitä alueita voidaan tarvittaessa myös luoda keinotekoisesti esim. kaatamalla puita. Ensisijaisesti tulisi kuitenkin estää pintapolon muuttuminen latvapoloksi (Lindberg ym. 2011, 26.)

#### 2.7.4 Heitepalo

Heitepalolla (kuva 8) tarkoitetaan kuumen ilmavirtauksen mukana kulkeneen kipinän aikaan saamaa erillistä palorintamaa. Heitepalo voi olla niin pintapalo kuin latvapolokin. Yleisesti heitepaloja aiheuttavat korkeaintensiteettiset palot, kuten edellä mainitut



**KUVA 8. Heitepalo (Lindberg ym. 2011).**

puutavarakasojen palot kuin myös rakennuspalot. Heitepalot vaikeuttavat palon etenemisen ennakkointia ja palontorjuntaa. Heitepaloariskiiä kuitenkin voidaan arvioida

erilaisilla malleilla ja ennusteilla. Olennaisinta riskin arvioinnissa on kipinöiden syntymisolosuhteet, niiden koko, miten ne jäähtyvät ja kuinka pitkälle ne kulkeutuvat. Korkeaintensiteettisissä paloissa ilmvirtausten mukana kulkee isompia paloja, jotka jäähtyvät hitaammin ja näin ollen säilyttävät potentiaalisen sytyttämiskykynsä pidempään. Esim. senttimetrin läpimittainen kipinä aikaansaa heitepalon todennäköisemmin kuin millimetrin läpimittainen. Vaikka heitepalojen riski on suuri korkeaintensiteettisissä paloissa, voi jo keski-intensiteettisissä paloissa esiintyä kipunoiden leviämistä. Tämä on otettava huomioon sammutustekniikassa. (Lindberg ym. 2011, 26.)

## 2.8 Palon voimakkuus

Palon voimakkuudella eli palointensiteetillä arvioidaan palon synnyttämää energiaa. Se ilmaistaan yleisimmin palorintaman voimakkuutena eli tulirintaman intensiteettinä, energiana tai lämpömääränä pinta-ala tai aikayksikköä kohti, esim. kcal/m<sup>2</sup>/s tai KW/m<sup>2</sup>/s. Palointensiteettiä kuvaa varsin hyvin liekinkorkeus. Sillä tarkoitetaan palon kärjen yleistä maksimikorkeutta. Liekinkorkeuden avulla palot voidaan karkeasti luokitella matalaintensiteettisiin (< 1 m) (kuva 9), keksi-intensiteettisiin (1 - 3 m) (kuva 10) ja korkeaintensiteettisiin (> 3 m)(kuva 11) paloihin. (Lindberg ym. 2011, 27.)



**KUVA 9. Matalaintensiteettinen palo (Lindberg ym. 2011)**



**KUVA 10. Keski-intensiteettinen palo (Lindberg ym. 2011)**



**KUVA 11. Korkeaintensiteettinen palo (Lindberg ym. 2011)**

Palon voimakkuuteen vaikuttaa tietenkin palokuorma, sen laatu (lämpöarvo, kosteus), määrä (palokuorma), jakautuminen sekä vallitseva sää. Yleisesti ottaen vallitsee sääntö: mitä kuivempi ja tuulisempi sää, mitä suurempi ja kuivempi palokuorma ja mitä

suurempi hienon aineksen osuus palokuormasta, sitä korkeampi palointensiteetti. Palointensiteetin arviointi on olennaista, koska se vaikuttaa suoraan tulen käyttäytymiseen, sekä vastaavasti sammutusstrategian valintaan (taulukko 1). Suomessa ei ole juuri tutkittua tietoa palojen voimakkuuksista, mutta muualla tehtyjä tutkimuksia voidaan pääsääntöisesti hyödyntää myös Suomen oloissa. (Lindberg ym. 2011, 27.)

**TAULUKKO 1. Tulen hallittavuus liekkien pituuden ja tulirintaman intensiteetin perusteella. (Lindberg ym. 2011)**

Liekin korkeus, m	Tulirintaman intensiteetti, KW/m <sup>2</sup>	Tulen hallittavuus
<1,2	< 345, matala	Tuli voidaan pysäyttää suoralla sammutushyökkäyksellä kärjestä tai sivuilta käsityövälineiden avulla. Käsintehtyn palokujan tulisi pysäyttää tulen eteneminen
1.2 - 2,4	345 - 1720, kohtalainen	Palo on liian voimakas käsityövälineillä tehtävään sammutushyökkäykseen. Käsintehty palokuja ei ole luotettava. Suihkukalustolla ja ilma-aluksella sammutus voi olla tehokasta
2,4 - 3,3	1720 -3450, korkea	Palon hallinta vaikeaa. Soihtupaloja, latvapalo ja palosta leviävät erilliset heitepalot mahdollisia. Suora sammutushyökkäys palon kärkeen luultavasti tehoton.
> 3,3	> 3450, hyvin korkea	Latvapalo, heitepalot etumaastossa ja nopea leviäminen todennäköistä. Suora sammutushyökkäys palon kärkeen tehoton.

## 2.9 Palon vaikuttavuus

Palon vaikuttavuudella (kuva 12), tai vaihtoehtoisesti vakavuudella, arvioidaan sitä, kuinka voimakkaasti palo on vaikuttanut paloainestyyppiin. Yleisimmin sitä arvioidaan paloaineksen kulutuksena esim. tonnia/ha. Mitä vaikuttavampi palo, sitä suurempi on palossa palaneen aineksen määrä. Vaikuttavuutta voidaan kuvata myös helpommin arvioitavalla palosyvyydellä. Siinä arvioidaan paloaineksen ohentumista palossa. Tämä metodi soveltuu erityisen hyvin alueille joissa suurin osa paloaineksestä on kasautunut maa- tai pohjakerrokseen. (Lindberg ym. 2011, 26.)





**KUVA 12. Palon vaikuttavuuden voi todeta vasta palon jälkeen (Lindberg ym. 2011).**

Useimmiten palon korkea intensiteetti aikaansaa myös korkean palon vaikuttavuuden, muttei aina. Kerrostuneilla paloainestyypeillä ainekset voivat poiketa kosteuskäyttämismiseltään hyvinkin paljon, jolloin kuivemmat kerrokset voivat palaa intensiivisesti aiheuttaen kovan lämmön, mutta alla olevat kosteammat kerrokset eivät välttämättä pala lainkaan. (Lindberg ym. 2011, 27.)

## **2.10 Vaikutukset**

Metsäpalojen tuhot ilmenevät kahdella tavalla: tulen kärventämät tielleen osuneet puut sekä muun irtoaineksen sekä kauempana tulesta lämmön vaikutuksesta vioittuneet puuyksilöt ja taimet. Herkimpiä tulen aiheuttamalle korkealle lämpötilalle ovat luonnollisestikin taimet, koska niille ei ole ehtinyt kehittyä tarpeeksi vahvaa eristävää kaarnaa. Männyntaimet alkavat kuolla, kun lämpötila ylittää 51 Celsiusasteen. Kuu-sentainten taasen on havaittu oireilevan jo 48 Celsiusasteen lämmössä. (Metsäntutkimuslaitos 2000.)

### **3 PALONTORJUNTA**

#### **3.1 Metsäpalon sammutuksen vaiheet**

Sammutustyön tavoite on saada metsäpalo mahdollisimman nopeasti sammumaan. Työ voidaan jakaa kahteen pääosaan: taktiikkaan ja tekniikkaan. Sen toteuttamisessa tulee arvioida ensin sammutustaktiikka, jonka päämäärät saavutetaan käytössä olevilla sammutustekniikoilla. Tekniikoihin kuuluvat erilaiset rajoituslinjat eli palokäytävät- ja kujat, luonnonesteet, vastatuli ja ns. puhtaaksi poltto. (Heikkilä, Juvelius, Niemi, Nissinen, Soudunsaari & Valtoaho. 1999, 55.)

Metsäpalon sammutus voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen; pysäyttäminen, rajoittaminen ja jälkisammutus. Pienissä paloissa voi olla vaikea erottaa näitä toisistaan, koska ne saattavat tapahtua samanaikaisesti. Ensisijaisena tavoitteena on torjua suurin uhka. Palo pyritään katkaisemaan aina sieltä, missä sen leviämishuippu on suurin. Palo tulee sen pysäyttämisen jälkeen saartaa saartolinjalla, oli tämä sitten suojakaistale tai vain ketju sammutushenkilöstöä. Tämän jälkeen voidaan keksittyä palon sammuttamiseen. (Heikkilä ym. 1999, 55 - 56.)

#### **3.2 Välineet**

Metsäpalojen sammutuskalusto jaetaan henkilökohtaisiin käsi- ym. työvälineisiin, maansiirto- ja muu kone- sekä sammutuskalustoon (kuva 13) ja hallittuun polttoon tarvittaviin työvälineisiin. Välineet tulee valita kuhunkin tilanteeseen ja sammutustekniikkaan sopivasti. Välineitä ja tekniikkaa valittaessa on otettava huomioon maastotilat, paloaineen tyyppi ja vedensaanti sekä sää, erityisesti tuuliolosuhteet. Myös palon voimakkuus, sammutusmenetelmä ja miestyövoima ja sen kokemus ovat huomioitavia asioita. (Heikkilä ym. 1999, 61.)

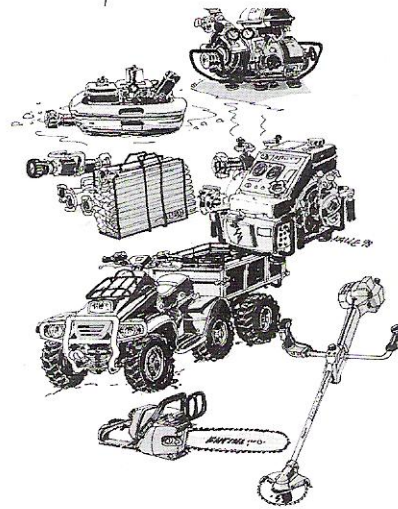
### Miestyövälineet (kevyet)

- Hosa
- Pistolapio
- Kuokka
- Kirves
- Vesuri
- Reppuruisku
- Sankoruisku
- Sanko- ja kastelukannu
- Kaarisaha
- Juoma-astiat eivät varsinaisesti kuulu välineisiin, mutta ovat välttämättömät henkilöstöä varten.



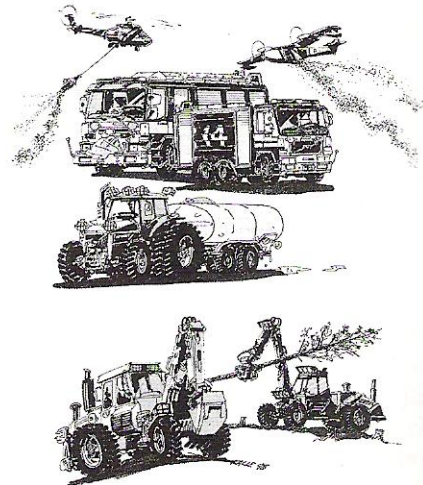
### Puoliraskaat välineet

- Pienoismoottoriruiskut välineineen
- Keskiraskaat moottoriruiskut
- Raskaat moottoriruiskut
- Moottori- ja raivaussahat
- Kevyet maastoajoneuvot (mönkijät)



### Raskas kalusto

- Palokunnan ajoneuvot
- Helikopteri (HEKO)
- Lentokone (LEKO)
- Vesisäiliöautot / traktorit
- Erilaiset traktorit + peräkärry
- Maansiirtokoneet
- Tiehöylät /-karhut
- Kaivurikoneet
- Metsäkoneet.



**KUVA 13. Sammutusvälineet (Heikkinen ym. 1999).**

### **3.3 Metsäpalon sammuttamisen perusteet ja perusvaihtoehdot**

Sammutustekniikassa yhdistyvät tietämys metsäpalojen sammutusmenetelmistä, palonkäyttäytymisestä ja kokemuksesta valita oikeat työvälineet sekä niiden oikeaoppinen käyttäminen. (Heikkilä ym. 1999, 61.)

Metsäpalo, aivan kuten muutkin palot, tarvitsee palaakseen lämpöä, happea ja paloaineksen. Palon sammuttaminen perustuu yhden tai useamman tekijän poistamisesta. Palo voidaan sammuttaa jäähdyttämällä, jolloin palon lämpötilaa lasketaan alle syttymispisteen esim. vedellä, tukahduttamalla eli estämällä palon hapensaanti kasaamalla hiekkaa, tuhkaa tai maata palon päälle tai raivaamalla, eli poistamalla palava aine palon ulottuvilta esim. palokäytäviä raivaamalla. Sammuttamisessa voidaan ja usein käytetäänkin useampaa menetelmää yhtä aikaa. (Heikkilä ym. 1999, 61 - 63.)

#### **3.3.1 Rajaaminen ja tukahduttaminen käsityövälineillä**

Palo sammutetaan käyttäen hosaa ja edeten palorintaman reunoja pitkin. Hiekan lapiointi palopesäkkeiden ja hiillosten päälle on myös varsin tehokasta. Reunalla olevaa palavaa ainesta voidaan siirtää jo palaneelle alueelle, jolloin palon leviäminen hidastuu. Näitä välineitä tosin voi käyttää vain matalaintensiteettisissä paloissa, koska ne edellyttävät työskentelemistä lähietäisyydellä. Tämän takia lämpösäteily vaikuttaa suoraan sammuttajaan. Menetelmä on tosin nopeaa, koska tehokas sammuttaminen käynnistyy useimmiten heti kun sammutus- tai palomiehet saapuvat paikalle. (Heikkilä ym. 1999, 63.)

#### **3.3.2 Palon jäähdyttäminen eli vesisammutus**

Laajamittaisessa vesisammutuksessa käytetään hyväksi vesipumppuja, letkukalustoa ja suihkupuutkia. Pienten pesäkkeiden sammuttamiseen ja jälkivartiointiin riittävät pienemmät vesimäärät, jotka voidaan toimittaa perille esim. selkäreppuruiskuilla, vesisangoilla tai sankoruiskuilla. Vesisammutus ilmasta on myös erittäin tehokasta. Tällöin veteen lisätään usein tehostimiksi lisäaineita, jotka pienentävä veden pintajännitystä ja näin ollen veden sammutusteho paranee. Nykyään myös maasta käsin tapahtu-

vassa vesisammutuksessa käytetään lisäaineita. Etenkin turvemailla tämä on tarpeellista. (Heikkilä ym. 1999, 63.)

Vesisammutus on erittäin tehokasta jos se saadaan kohdistettua oikea - aikaisesti oikeaan paikkaan. Jo useamman työsuihkun yhtäaikainen hyökkäys palon kärkeen saattaa katkaista palon etenemisen. Vesisammutus edellyttää tietenkin riittävää veden saantia, joko olemassa olevista luonnollisista lähteistä (ojista, joista järvistä) tai tuomalla se palopaikalle paloautolla tai ilma-aluksella. Maaston muodot, palon levinneisyys sekä letkujärjestelmän pituus vaikuttavat siihen kuina nopeasti pumppu- ja letkukaluston palopaikalle saanti kestää. Letkukaluston ja suihkuputkien siirto saattaa onnistua etenkin tuulisella säällä mikäli tuuli vaihtaa suuntaa tai voimistuu äkillisesti. (Heikkilä ym. 1999, 63 - 64.)

Suomessa on runsaasti vesistöjä, joita voidaan hyödyntää. Näin ollen onkin perusteltua käyttää vettä metsäpalojen sammuttamisessa. Viime vuosikymmenien aikana tihentynyt metsäautotieverkko onkin lisännyt vedellä sammuttamista. Tiheämmän tiestön ansiosta vesi on helpompi saada palopaikalle esim. paloautolla. Metsäpaloihin hyvin soveltuvien pienoispumppuja on myös nykyisin markkinoilla hyvin saatavilla. Näillä pumpuilla voidaan hyödyntää luonnon vesivarantoja helposti ja tehokkaasti. Metsäpalojen sammutukseen soveltuvan vesisammutuskaluston määrä onkin moninkertaistunut lyhyessä ajassa palokunnissa. (Heikkilä ym. 1999, 65.)

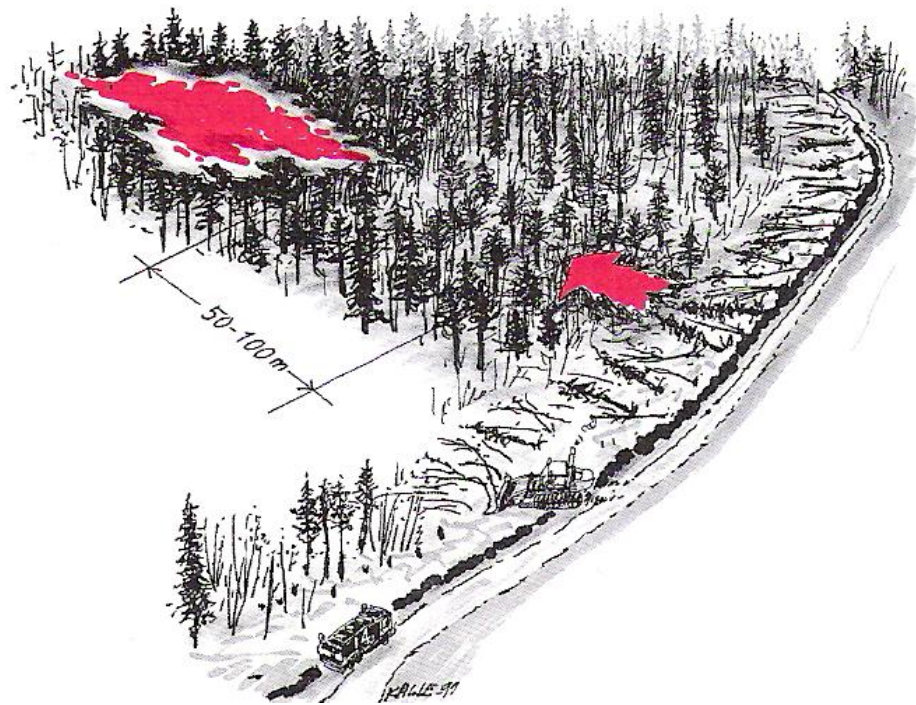
Edellä mainituista syistä johtuen metsäpalojen yksi pääsäännöistä onkin seuraava: aina kun vesisammutuskalustoa ja vettä on saatavilla, niin sitä tulee myös käyttää. Vesisammutus on tehokkain ja työvoimallisestikin edullisin sammutuskeino. Arviolta 4 - 8 käsityökaluilla työskentelevää miestä voidaan korvata yhdellä suihkumiehellä. (Heikkilä ym. 1999, 65.)

### **3.3.3 Raivaaminen, vastatuli ja suojaoltto**

Raivaamisella tarkoitetaan tässä tapauksessa palavan aineen poistamista reitiltä. Käytännössä tällöin raivataan rajoituslinjoja palon etumaston ja sen ympärille. Palavasta aineesta kokonaan tai lähes kokonaan puhdistettujen palokujien ja palokäytävien avulla pyritään pysäyttämään palon etenemisen lopullista sammuttamista varten. Rajoitus-

linjoja voidaan tehdä niin käsin kuin konevoimallakin, palon hidastusaineilla tai äärimmäisissä tilanteissa jopa räjähdysaineilla. Rajoituslinjojen teko tulee kyseeseen yleensä vain erittäin suurissa ja voimakkaissa paloissa. Siihen tarvitaan paljon työvälineitä ja koneita. Rajoituslinjojen raivaus on aikaa vievää ja vaatii runsaasti miestyövoimaa sekä metsätyötaitoa onnistuakseen. (Heikkilä ym. 1999, 66.)

Voimakkaasti etenevissä latvapaloissa palon eteneminen voidaan pysäyttää tai lamaannuttaa vastatulella (kuva 14). Pintakasvuston suojauspolto palon etenemissuunnalla tai sivustoilla lisää eritoten rajoituslinjojen tehokkuutta. Erityisen vaarallisiksi katsotuissa osissa palon reunan ja rajoituslinjan välimaastoissa suojauspolton käyttö on erityisen perusteltua. (Heikkilä ym. 1999, 64.)



**KUVA 14. Vastatulen ja rajoituslinjan käyttö. (Heikkilä ym. 1999).**

Hallittu vastatulen käyttö vaatii lujaa ammattitaitoa ja kokemusta siltä, joka määrätään johtamaan vastatulen toteuttamista. Kokenut kulottaja tai vastaavan kokemuksen omaava henkilö on omiaan tähän tehtävään. Vastatulen valmistelu perustuu perinpohjaiseen tiedusteluun palon etenemissuunnasta ja nopeudesta. Ilmatiedustelut ovat tehokkain tapa tähän. Vastatuliasema tulee perustaa tarpeeksi etäälle tulen etumaastoon.

Siellä on kerittävä tekemään tarvittavat valmistelutyöt ennen kuin palon kärki saavuttaa sen. Pääpalon synnyttämän ilmavirtauksen kääntyessä päätulen vastaiseksi sytytetään palokäytävän reunasta vastatuli, joka etenee tuulen vastaisesti pääpalo kohden. Mikäli vastatuliaseman sytyttämisessä myöhästytään, pääpalo ehtii ylittää vastatuliaseman ja palon kärjen katkaisu epäonnistuu. Näin on käynyt useasti, koska ei olla osattua arvioida oikein vastatuliaseman valmistelutöihin kuluva aikaa tai tulen etenemisnopeus on arvioitu väärin. Vastatulen sytyttäminen on kriittisin vaihe. Tällöin palo helposti hyppää palokäytävän yli. Mikäli vastatuli saadaan palamaan jonkin matkaa, syntyy palokäytävän reunaan turvallinen palanut suojavajöhyke. Pääpalorintaman ja vastatulen yhtyessä toisiinsa, syntyy valtava tulirintama joka nostattaa isoja kekäleitä, jopa puunkappaleita korkealle ilmaan. Tämä luo heitepalojen riskin ja edellyttää tarkkaa vartiointia, ettei palo pääse tästä syystä jälleen etenemään ja leviämään. (Heikkilä ym. 1999, 64 - 65.)

Suojapoltolla tarkoitetaan hallittua pintakasvuston ja karikkeen polttoa rajoituslinjan ja palorintaman välimaastossa sekä palokäytävien reuna-alueilla. Tavoitteena on luoda suojarintama, jolta on poltettu kaikki tai suurin osa palavasta aineesta. Suojapolttoa käytetään myös jälkisammutusvaiheessa, mikäli paloalueen reunaan tai sen sisälle on jäänyt vaaralliseksi katsottua palavaa materiaalia. Suojapoltto, kuten vastapalokin, vaatii vankan kokemuksen kulutuksista. Suojapolttoon ei pidä ryhtyä ellei käytettävissä ole alan ammattilaista. (Heikkilä ym. 1999, 65.)

### **3.3.4 Rajoituslinjat**

Linjojen raivauksessa on syytä tietää niiden teon yleisperiaatteet, palokujan merkitys, teko ja tarpeellisuus. Rajoituslinjoiksi lasketaan palokujat, palokäytävät sekä luonnonesteet, joihin palon eteneminen voidaan pysäyttää. (Heikkilä ym. 1999, 66.)

Rajoituslinjojen teossa on syytä ottaa huomioon muutamia perussääntöjä. Rajoituslinjan paikka tulee valita niin, että voidaan mahdollisimman tehokkaasti hyödyntää luonnon omia esteitä, esim. teitä ja ojia. Linjan tekopaikan tulisi olla sellainen, että se vaatii mahdollisimman vähän miestyövoimaa. Tiheä- ja järeäkasvuista metsikköä tulee mahdollisuuksien mukaan välttää ja jättää ne rajoituslinjojen ulkopuolelle mikäli mahdollista. Mäkien ja vaarojen harjat ovat ensisijaisia paikkoja rajoituslinjalle. Sitä

ei koskaan tulisi sijoittaa rinteeseen. Rajoituslinjan tekeminen vaatii paljon aikaa, siksi se tuleekin sijoittaa riittävän kauas palorintamasta, jotta se keritään saada valmiiksi ajoissa. Säätila, sen muutokset sekä miestyövoiman ammattitaito ja kokemus vaikuttavat suoraan siihen mihin ja kuinka nopeasti rajoituslinjat saadaan tehtyä. (Heikkilä ym. 1999, 66.)

Palokuja on tarpeen pintakasvustossa etenevän palon estämiseksi. Se voidaan tehdä käsityökaluilla poistamalla pintakasvusta ja palava materiaali mineraalimaata myöten n. 0,5 m:n leveydeltä. Palokujan tekemiseen tarvittava työmäärä ja aika ovat täysin riippuvaisia maapohjasta. Kuivalla jäkäläkankaalla sen teko on helppoa ja nopeaa mutta paksukunttaisessa, juurakkoisessa maapohjassa sen teko vaatii runsaasti väkeä, työkaluja ja aikaa. Vaikeita maastonkohtia ja palokujan heikompien osien tahoja voidaan lisätä kastelemalla sen pinta ennen palorintaman yhtymistä palokujaan. Lisäksi vartija hosan kanssa on melkein välttämättömyys palon hyppäämisen estämiseksi. (Heikkilä ym. 1999, 67.)

Palokäytäviä käytetään suurten ja voimakkaiden palojen pysäyttämiseen. Pelkkä palokuja ei riitä. Sen leveys voi olla muutamasta metristä jopa 20 - 30 metriin. Sen leveyden arvioinnissa ja työstämisessä tulee ottaa huomioon seuraavat seikat: metsätyyppi, metsän ikä, puuston pituus, palokuorma, aluskasvillisuuden määrä ja tiheys, maasto-olot, topografia, palon voima ja etenemisnopeus sekä sää, erityisesti tuulen voimakkuus. Palokäytävän tekoon voidaan käyttää niin kone-kuin käsityövälineitä. tehokkain tietenkin on monitoimimetsätyökone, mutta jo moottorisahalla ja tukkipihdeillä päästään pitkälle. Palokäytävät raivataan mahdollisimman puhtaaksi kaikesta palavasti materiaalista kuten puunrungoista, oksista ym. Palokäytävän reunaan olisi syytä tehdä palokujan kaltainen karikkeesta ja palavasta pintamateriaalista puhdistettu vyöhyke, mihin palokäytävän laannuttama palorintama pystyy lopullisesti pysäyttämään. Palokäytävältä kaadetut puut tulisi siirtää ensisijassa palokäytävän ulkopuolelle tulen saavuttamattomiin, mutta niitä voidaan jättää myös käytävän sisäpuolelle. Tällöin ne tosin on saatava tarpeeksi kauas palokäytävän reunasta, jottei lisääntyneen palokuorman aiheuttama lämpösäteily ja kipinöinti mahdollista palon hyppäämistä käytävän ylitse. (Heikkilä ym. 1999, 67.)



Palokäytävä tehdään ensisijaisesti kaivinkoneella, puskukoneella tai muulla vastaavalla työkoneella maasto-olojen salliessa. Konetyöskentely edellyttää sen, että ne saadaan nopeasti paikalla ja vastaavasti pois tulen tieltä. Palorintaman etumaastossa on oltava turvallista ylipäättään työskennellä, jotta koneita voidaan tuoda paikalle. Puskukoneella saadaan työstettyä palokäytävää suhteellisen pienellä vaivalla ja nopeasti, jopa 200 - 400 metriä tunnissa, mikäli maasto-olot ovat hyvät. Koneella tehty käytävä on pääsääntöisesti parempi kuin käsintehty, koska kone paljastaa mineraalimaan leveämmältä alalta. Tehokas konetyöskentely ja palokäytävän sijoittelu vaatii tosin asiantuntijan jatkuvaa paikallaoloa ja johtamista. (Heikkilä ym. 1999, 67.)

## **4 ENNALLISTAMISPOLTTO**

### **4.1 Yleiset periaatteet**

Kangasmetsien ennallistamispoltoilla tavoitellaan tulen ja sen ekologisten vaikutusten palauttamista osaksi suojelualueiden metsien dynamiikkaa. Metsäpalo tuottaa palolajistoille elintärkeitä elinympäristöjä, lisää kuolleen ja hiiltyneen puuston määrää, vaikuttaa oleellisesti elävän puuaineksen laatu ja ennen kaikkea monipuolistaa metsikön rakennetta. (Similä & Junninen 2011, 30.)

Ennallistamispoltoissa metsä poltetaan ns. pystyyn, eli puustoineen. Ennallistamispoltoja suoritetaan lähinnä vain palojatkumoalueisiin kuuluvilla luonnonsuojelun varatuilla alueilla. Talousmetsissä suositaan yhä enemmän kulotusta. Ennallistamispoltoja voidaan tehdä vain tietynlaisissa olosuhteissa, mistä johtuen siihen sopivia päiviä voi olla vain muutamia kesässä. Käytännössä toukokuun puolivälistä kesäkuun loppuun on säiden ja maaston kuivumisen kannalta parasta polttoaikaa. Tuolloin polttoa haittaavat heinät ja ruohot ovat vielä matalia ja alueet kuivuvat riittävän nopeasti lyhyiden öiden ansiosta. Suot ovat alkukesällä vielä kevättulvien kourissa, mikä vähentää turvepalon vaaraa. Heinäkuukin sopisi säidensä puolesta polttoon hyvin, mutta tuolloin tarvittava henkilöstö on usein lomalla. Elokuun yökasteet hidastavat metsien kuivumista siinä määrin, että silloin harvoin tulee eteen suotuisia hetkiä. Myös paikallisten ukkossateiden riski on heinä-elokuussa suurempi kuin alkukesällä. Sateisina kesinä ei välttämättä voida polttaa lainkaan metsää. Liika kuivuus sataa estää suunnitellut poltot, koska pitkään jatkuneen kuivuuden jälkeen palon karkaamisen riski on liian suuri.

Suunniteltua ja valmisteltua polttoa voidaan lykätä vuosiksi eteenpäin, ei pelkästään säiden takia, mutta myös jos alueen läheisyydessä palaa muista syistä metsää. Jos poltettavaksi tarkoitettuun metsään on kuitenkin ehditty tehdä palokuormaa, kannattaa poltto toteuttaa suunnitellusti. Pieniläpimittainen puu alkaa lahota nopeasti ja menettää merkityksensä kenttäkerroksen palokuormana. (Similä & Junninen 2011, 33.)

Lajien säilymisen kannalta palojen jatkuvuus on yhtäläillä tärkeää palojen esiintymisen kanssa. Luonnonsuojelualueille onkin pyritty perustamaan ns. palojatkumoalueita. Näiden alueiden sisällä pyritään polttamaan metsää noin viiden vuoden välein, jotta palanutta puuta on jatkuvasti tarjolla. (Metsähallitus 2010.)

Ennallistamispoltoissa ei pyritä kulotusmaisen tasaiseen palojälkeen, vaan osa alueesta saa jäädä vaikka lähes ennalleen. Tämä siitä johtuen että luonnonpalot harvoin kehittyvät koko puusto tappaviksi latvapaloiksi. Osa puusta saa kuolla, mutta olisi suotavaa että osa, jopa 75 % puustosta jäisi henkiin. Karikekerroksen tulisi kuitenkin palaa kunnolla. Liian märkänä poltettuna, palo voi jäädä liian heikoksi. (Tukia, Hokkanen, Jaakkola, Kallonen, Kurikka, Leivo, Lindholm, Suikki & Virolainen. 2003, 44.)

Esimerkiksi mäntykankaan poltto mielletään onnistuneeksi, kun suurin osa alikasvoskuusista kuolee palossa, mutta suurin osa vanhoista puista jää henkiin. Lahopuulajeille on toki eduksi, jos suuriakin puita kuolee palossa. Koko puuston tappavaa ennallistamispoltoa ei voi pitää epäonnistuneena. Tällöin metsästä syntyy uhanalaiseksi luontotyypiksi määriteltävä, nuoren sukessiovaiheen runsaslahopuustoinen metsä. (Similä & Junninen 2011, 34)

## **4.2 Ekologiset perusteet**

Metsäpalot ovat oleellinen osa boreaalista metsäluontoa. Ihminen on toimillaan kautta historian vaikuttaen voimakkaasta palojen voimakkuuteen ja yleisyyteen. Aiemmin kaskiviljelykaudella ihmisen toiminta lisäsi paloja voimakkaasti, kun taas nykyisin tiukan valvonnan ja tehokkaan torjunnan ansiosta ihminen on lähes kokonaan hävittänyt laajat palot metsistä. Voimakkaat palot luovat runsaslahopuustoisia, avoimia elinympäristöjä. Pienempi intensiteettiset pintapalot eivät merkittävästi vahingoita tai

tapa järeämpiä puita, mutta vaikuttavat pitkällä tähtäimellä merkittävästi metsän rakenteeseen. (Similä & Junninen 2011, 30)

Ekologiset tavoitteet ennallistamispoltoissa riippuvat pitkälti poltettavan metsikön iästä sekä sijainnista. Etelä-Suomessa polttokohteista suurin osa on nuoria, talouskäytössä olleita (kuva 15) havumetsiä. Polton ensisijainen tavoite näissä on metsän rakenteen monipuolistaminen. Puuston paikoittainen kuoleminen ja sammalikon palaminen helpottavat taimettumista luoden näin erirakenteisuutta metsään ja lisäten lehtipuuston osuutta. Laikuittain puita tappava palo tuottaa myös lahoppua metsään. Metsään syntyy lahoppua välittömästi polton jälkeen mutta sen lisääntyminen pitkällä aikavälillä on myös merkittävää. Palossa vaurioituneen suuren männyn säilyvät elossa, mutta niiden kasvu hidastuu ja puolustus aktivoituu. Näistä puista syntyy aikanaan keloja ja niiden kaaduttua niillä elää erittäin uhanalaisia ja erikoistuneita kääpälajeja, esimerkiksi kalkkikäpää ja lutikkakäpää. (Similä & Junninen 2011, 30)

Nuorten metsien ohella pyritään polttamaan myös vanhoja metsiä. Vanhempienkin metsien poltolla pyritään lisäämään lahoppuun määrää metsissä. Vanhempien metsien poltoilla on nuorten metsien polttoa merkittävämmät vaikutukset hyönteislajistoille, koska vanhoissa metsissä on pääsääntöisesti järeämpää puustoa. Ennallistamispoltoilla saadaan metsiin muodostettua lahoppuujatkumo. Osa paloissa vaurioituneista puista kuolee vasta vuosien päästä poltosta. Mäntyvaltaiset metsät pysyvät polttojen jälkeen mäntyvaltaisina, kun alikasvoskuusikko kuolee. Järeäpuustoisista metsiköistä tulee voimakkaan palon seurauksena nuoria sukkessiovaiheita joissa lahon puun määrä on runsas. Nämä ovat luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeitä, koska ne ovat hävinneet metsistämme lähes täysin. (Similä & Junninen 2011, 31)

### **4.3 Lajien huomioiminen poltossa**

Polttokohteen eliöstölle mahdollisesti koituvat haitat pyritään minimoimaan huolellisella suunnittelulla ja ennakkovalmisteluilla. Nuorissa, tasaikäisissä entisissä talousmetsissä harvinaisten tai uhanalaisten lajien vahingoittamiseen ei ole suurta riskiä. Polttojen pienten pinta-alojen johdosta niistä on harvoin haittaa tavallisille metsälajeille edes paikallisesti, saati valtakunnallisesti. Lajistolliset arvot on syytä kuitenkin ottaa huomioon vanhojen metsien poltoista. Erityisesti on punnittava haitat, joita koi-

tuu alueella esiintyville uhanalaisille tai suojeltaville lajeille. (Similä & Junninen 2011, 34)

Mikäli metsässä on paljon lahoppua, tulee selvittää mahdolliset uhanalaisten lajien asuttamat rungot. Nämä voi olla tarpeen rajata palon ulkopuolelle ja suojata palolta. Rajaamisen tarpeeseen vaikuttaa lajin esiintyminen lähialueilla. Mikäli metsästä löytyy asuttu petolinnun pesä, jätetään metsä kokonaan polttamatta. Kanalintukantoihin ennallistamispoltojen vaikutukset ovat varsin vähäiset. Mahdolliset kanalintujen pesät tulee kuitenkin kartoittaa ennen polttoa, ellei sitä voida siirtää myöhemmäksi. Pesät rajataan poltettavan alueen ulkopuolelle ja suojataan polton ajaksi. (Similä & Junninen 2011, 34)

#### **4.4 Kohteen valinta**

Paloalueen koko tulisi olla muutamasta hehtaarista kymmeneen hehtaariin. Tällaisella koolla turvataan nuoren lehtipuuston sukessiovaihe ja palolajiston jatkuvuus. Palo-  
jatkumoalueilla hyvä polttoväli tulisi olla 2 - 3 paloaluetta vuosikymmenessä. (Tukia ym. 2003, 44.)

Polton kustannukset ovat suunnilleen samat alle viiden hehtaarin ja yli kymmenen hehtaarin poltoissa. Pienempienkin alueiden polttamien on ekologisesti perusteltua, kustannukset ovat vain hehtaaria kohden suuremmat. Nuorissa ja topografialtaan vaihtelevissa metsissä kohteen puusto, paloalueen rajauksen ja turvallisuustekijöiden merkitys kustannuksiin on suurempi kuin alueen koko. (Similä & Junninen 2011, 35)

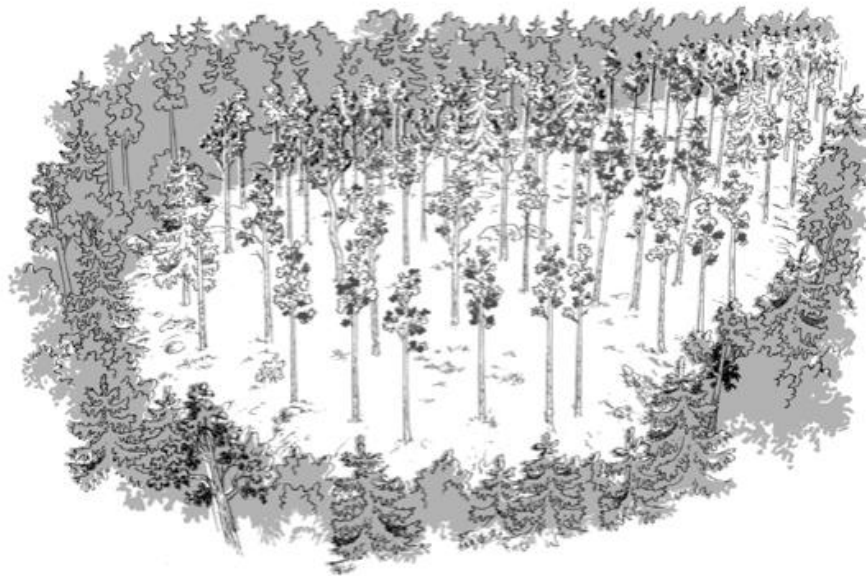
Paloalue, joka poltetaan useammassa eri poltossa, tulisi sijoittaa luontaisestikin paloherkälle alueelle (kuva 15) (Tukia ym, 2003, 44).

Vanhojen metsien poltoissa kohteen valinnassa on enemmän reunaehtoja kuin nuoren tai talousmetsämäisen kohteen valinnassa (Similä & Junninen 2011,35):

:

- Poltettavaksi valitaan suojelualueiden luonnontilaltaan heikoimpia ja vähälahoppuustoisimpia metsiä, joissa on merkkejä aiemmista metsäpaloista tai jotka ovat muuten luonnostaan helposti palavia kohteita.

- Polttokohteella on oltava ainakin pääosin luontaiset rajat, ettei palokujia tarvitse kaivaa vanhaan metsään. Joskus raja-alue on mahdollista tehdä vieressä kasvavan nuoremman metsän puolelle.
- Poltettavaksi etsitään ensisijaisesti metsiä, joissa kenttäkerroksen palokuorman lisääminen ei ole tarpeen.
- Lapissa vanhoja metsiä poltetaan vuodessa korkeintaan 50 ha ja vanhan metsän pinta-ala yksittäisessä poltossa voi olla korkeintaan 20 ha.
- Itä-Suomessa, Pohjanmaalla ja Kainuussa vanhoja metsiä poltetaan vuodessa korkeintaan 20 ha ja vanhan metsän pinta-ala yksittäisessä poltossa voi olla korkeintaan 10 ha.
- Etelä- ja Länsi-Suomessa poltetaan boreaalisia luonnonmetsiä vain erityistapauksissa.



**KUVA 15. Yksipuolinen metsä, joka ennallistetaan polttamalla (Tukia ym. 2003).**

Sammutusveden saanti on kuitenkin monessa tilanteessa ratkaiseva tekijä polttokohteen valinnassa. Vähemmällä valmisteluilla päästään, jos löydetään metsä, jonka lähellä on tarpeeksi vettä palon hallintaa ja joissa palo voidaan rajoittaa luonnollisiin pa-loesteisiin, kuten metsäautoteihin ja vesistöihin. (Similä & Junninen 2011, 35.)

## 4.5 Polton valmistelut

### 4.5.1 Kenttäkerroksen palokuorman lisääminen

Polttoalueen valmisteluissa otetaan kohdekohtaisesti huomioon polton tavoitteet, joihin ennallistamispoltoilla pyritään. Valmistelutyö tulee tehdä huolella ottaen huomioon ekologiset ja käytännölliset tekijät. Polton valmisteluun kuuluu mm. palokuorman lisääminen tai vähentäminen, vesipisteiden varmistaminen, palokujien ja käytävien tekeminen, pelastussuunnitelman tekeminen sekä mahdolliset metsäkanalintujen ja petolintujen pesien etsiminen. Poltosta tulee aina ilmoittaa aluehälytyskeskukseen. (Similä & Junninen 2011, 35.)

Tarvittavan sammutuskaluston määrän on laskettava ennen polttamista. Monimutkaisilla ja isoilla kohteilla kaluston sijainnit tulee merkitä esim. työkohdekarttaan. Palokaluston riittävä määrä on ensisijaisen tärkeää palon hallinnassa. Palo voi karata hallitsemattomaksi, jos kalustoa ei ole riittävästi tai heitepalojen torjuntaan ei ole varauduttu. (Similä & Junninen 2011, 35.)

Palokuorman laatu vaikuttaa merkittävästi tulen käyttäytymiseen. Hienojakoinen aines syttyvät helposti, mutta palavat nopeasti ja pienellä voimakkuudella. Järeä runkopuu taas pidentää lähinnä palon kestoa. Oksat ja pienikokoinen runkopuu lisäävät eniten palon voimakkuutta. (Lindberg ym. 2011.)

Palokuorman määrällä säädellään palon voimakkuutta ja tehostetaan polttoa. Kohteilla, joissa palokuorman määrä on vähäinen, tulee kysymykseen sen lisääminen. Tämä tapahtuu lisäämällä kenttäkerroksen kuolleen puuston määrää, mm. kaatamalla 5 – 20 % elävän puuston runkoluvusta 2 – 18 kuukautta ennen polttoa. (Similä & Junninen 2011, 35.)

Nuoret ja topografialtaan vaihtelevat metsät palavat luonnostaankin epätasaisesti, ilman, että vaihtelevuutta tarvitsisi lisätä palokuorman lisäämisellä. Nuorissa metsissä latvapalojen riski on myös suurempi, koska pystypuiden latvusten ja kenttäkerroksen välinen matka on pieni. Tämä lisää latvapalon riskiä, etenkin kun kenttäkerroksen palokuorma on suuri. Rytöihin kaadettu palokuorma saattaa aiheuttaa jopa vaaratilan-

teita, kun palon voimakkuus paikallisesti nousee liian suureksi. Tällöin paloalueelta lentävät kipinät voivat levitä tuulen mukana jopa satojen metrien päähän lisäten latvapalon ja heitepalon riskiä. (Lindberg ym. 2011)

Järeissä männiköissä voidaan palokuormaa lisätä runsaasti (kuva 16) ilman pelkoa latvavalosta. Isojen puiden kaatamisella lisätään myös kuolleen ja palaneen puun määrää metsässä. Järeän palokuorman tekeminen tulisi jättää aivan viime tinkaankin, etteivät yleiset ensivaiheen lahottajat pääse valloittamaan puita ennen varsinaisia palolajeja. Luonnontilaisen kaltaisissa metsissä kenttäkerroksen palokuorman lisäämistä tulisi välttää. Palo on metsän kerroksellisuuden ja helposti syttyvän kuusialikasvoksen ansiosta riittävän voimakas ilman lisättyä palokuormaakin. (Similä & Junninen 2011, 36.)

#### **4.5.2 Kenttäkerroksen palokuorman vähentäminen**

Nuorissa ja tiheissä metsissä (runkoluku yli 1 000 kpl/ha) puustoa on syytä poistaa palon helpomman hallinnan vuoksi tai poltettavan alueen kuivumisen nopeuttamiseksi. Tiheän latvuston varjostus hidastaa maaston kuivumista siinä määrin, että vaikka puuston poistamisella menetetäänkin palavia kuutioita, kannattaa se silti tehdä. Tämä saattaa olla ongelmana varttuneissakin metsissä. Palokuorman vähentäminen on yleensä kompromissiratkaisu ekologisten tavoitteiden ja työn suorituskelpoisuuden ja turvallisuuden välillä. Palokuorman vähentäminen käytännössä tarkoittaa vain pieniläpimittaista puustoa. Tulisi pyrkiä siihen, ettei puustoa viedä pois yhtään enempää, kuin turvallisuussyistä on välttämätöntä. Poistettua puustoa voidaan käyttää lisäpalokuormana toisaalla poltettavalla alueella. (Similä & Junninen 2011, 36.)

### 4.5.3 Polton rajoittaminen

#### Palokujat- ja käytävät

Palokujalla tarkoitetaan paljastettua kivennäismaata paloalueen reunalla (kuva 16). Palokujan on tarkoitus estää eritoten maapalon leviäminen. Sen leveydeksi riittää 0,5 - 3 metriä, riippuen maaston syttymisherkyydestä. Mikäli polttoalueen reunoja kyetään kastelemaan tehokkaasti ennen polttoa, sen aikana ja sen jälkeen, voidaan jopa polttaa ilman palokujaa. Yleensä palokuja kuitenkin tehdään, koska se on tehokas tapa estää palon leviäminen. Mikäli mahdollista, voidaan palokujan sijasta käyttää luonnon omia paloesteitä palokujina, esim. puroja tai oja. Nämä eivät kuitenkaan poista palokäytävän tarvetta. (Similä & Junninen 2011, 38.)



*Kuva 10. Polton esivalmistelut tehty: puita kaadettu rasiin, palokujan puusto kaadettu ja siirretty polttoalueelle sekä palokujalta paljastettu kivennäismaa. Piirros Martti Sirola 2000.*

#### **KUVA 16. Polton esivalmistelut tehty. Palokuja kaivettu ja palokuormaa lisätty puita kaatamalla. (Tukia ym. 2003.)**

Palokäytävä on polttoalueen reunoille raivattava 5 - 25 metriä leveä alue, jolta poistetaan mahdollisimman paljon palokuormaan. Esim. puusto hakataan kokonaan pois ja kuljetetaan riittävän etäälle, ettei se syty polton aikana. Palokäytävän rooli ennallistamispoltoissa on merkittävä, koska sillä pyritään eritoten estämään latvapalon leviäminen. Palokäytävä voi toimia myös sammutuskaluston siirtoväylänä. Palokäytävää ei tarvita, mikäli palo voidaan rajata luonnollisiin paloesteisiin, mm. tiehen, märkään avosuohon tai vesistöön. Erittäin harvassa metsissä voidaan poikkeustapauksissa jättää

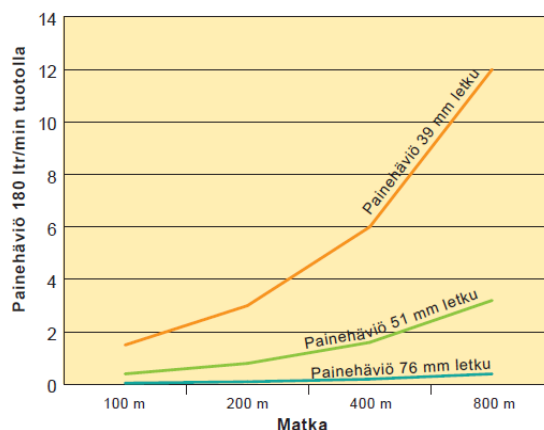


palokäytävä kokonaan pois, mikäli metsä kyetään kastelemaan tehokkaasti. Palokäytävä pyritään sijoittamaan rinnemaastossa rinteän alareunaan tai notkon pohjalle. Tällöin polttoalue jää käytävän yläpuolelle ja kipinät ja kuumuus nousevat paloalueelle päin. Tilanteessa, jossa palokuja joudutaan sijoittamaan rinteän päälle, on reuna-alue poltettava erityisen varovaisesti. (Similä & Junninen 2011, 37.)

### Sammutusvesi

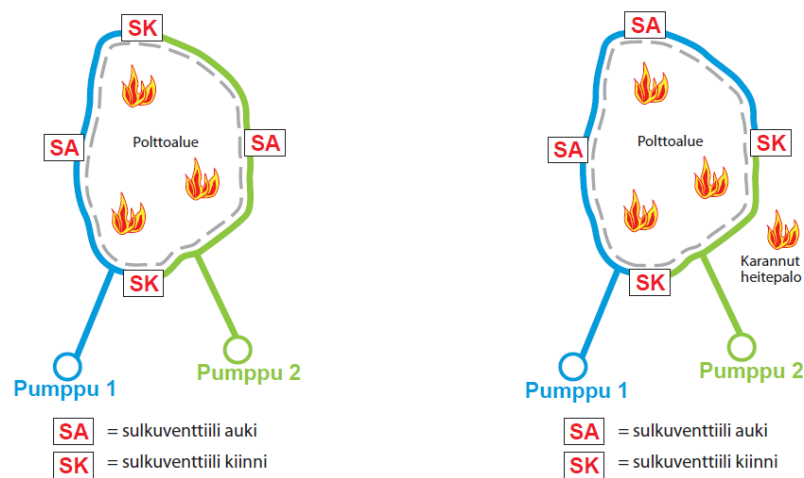
Polton hallintaan ja jälkisammutukseen tarvittavan veden määrä vaihtelee kohdekohtaisesti. Joka tapauksessa riittävä veden määrä ja veden paine on elintärkeää ennallistamispolton onnistumiselle. Vettä on tärkeä saada, ei vain koko polttoalueelle, mutta myös alueen ulkopuolelle, jotta mahdolliset heitepalot saadaan torjuttua. (Similä & Junninen 2011, 40.)

Parhaina vedenottoaikoina toimivat ns. ehtymättömät vesilähteet kuten joet ja järvet. Tarvittaessa voidaan polttoalueen reunoille kaivaa ns. palokaivoja paria viikkoa ennen polttoa. Palokaivot täyttyvät pohja- ja sadevedestä. Myös metsäojia patoamalla voidaan aikaansaada vedenottoaikoja. Vettä voidaan tuoda myös säiliöillä paikalle, mutta taloudellisesti halvinta on käyttää luonnon omia vesipisteitä. Mikäli vettä tarvitaan paljon, voi kaivetut kuopat ja padotut ojat tosin osoittautua riittämättömiksi. Suurempi rooli näillä onkin jälkivartiointi vaiheessa. (Rissanen 2002)



**KUVIO 3 . Pumpattavan matkan ja letkun läpimitan vaikutus paineeseen, kun vettä käytetään 180 l/min (Similä & Junninen 2011).**

Veden määrän ja paineen riittävyteen vaikuttavat paitsi pumpun teho, (kuvio 3) myös sammutuslinjan pituus ja läpimitta sekä auki olevien suuttimien määrä. Pumppujen sarjaan- ja rinnankytkennöillä, sammutuslinjan jakaminen osiin sulkuventtiileillä ja käytettävien suuttimien lukumäärällä (kuvio 4) voidaan veden painetta kohdentaa niihin osiin sammutuslinjaa joissa kulloinkin on suurin tarve. (Similä & Junninen 2011, 40.)



**KUVIO 4. Sammutusveden määrää ja painetta ohjataan sulkuventtiilien avulla sinne, missä sitä kulloinkin tarvitaan. (Similä & Junninen 2011).**

## 4.6 Ennallistamispoltto

### 4.6.1 Poltto-olosuhteet

Suurin osa ennallistamispoltoista suoritetaan metsäpalovaroituksen ollessa voimassa. Muina aikoina maasto hyvin usein on liian kostea polton onnistumiseksi. Harjut ja metsät, joissa on runsaasti kuivaa palokuormaa, kyetään ehkä polttamaan kosteampiina. Metsäpalovaroitus kuvaa useimmiten vain lähinnä paljaan humuskerroksen kuivumista, joten se ei kerro koko totuutta, koska puuston vaikutus maaston kuivumiseen on merkittävä. Kuta tiheämpi puusto, sitä hitaampaa on kuivuminen. Tämän lisäksi metsäpalovaroitus antaa suuntaa polttomahdollisuuksiin vain lähinnä maakunnallisesti. Paikalliset sääolot voivat vaihdella hurjasti. (Similä & Junninen 2011, 41.)

Poltto-olosuhteet eivät juuri eroa hyvästä kulotussäästä. Sää on poutainen, tuulen nopeus alle 5 m/s ja tuulen suunta kohteelle sopiva ja ennustettava. Seuraaviksi päivikseen eivät kovat tuulet ole suotuisia. Aikataulun salliessa voidaan poltto aloittaa vasta iltapäivällä tai illalla. Tällöin tuulen suunta on yleensä vakiintunut ja alkaa jo tyyntyä yötä kohden. Täysin tyynellä ilmalla palon hallinta ja sen etenemisen arviointi muuttuu hankalaksi. (Similä & Junninen 2011, 41.)

Sopivin ilmankosteus poltolle on 25 - 50 %, mutta määräävin tekijä on kenttäkerroksen kosteus. Mikäli se on alle 30 %, poltto yleensä onnistuu. Kenttäolosuhteissa kosteuden määrittäminen on kuitenkin hankalaa, joten käytännössä se testataan koepolttamalla pieniä koepaloja eripuolilta polttoaluetta. Mikäli maasta irrotetun palan saa helposti syttymään parilla tulitikulla, on alue tarpeeksi kuiva polttoon varten. (Similä & Junninen 2011, 41.)

#### **4.6.2 Sytyttäminen ja poltto**

Toisin kuin kulotuksessa, ennallistamispolttoon ei ole mitään vakiintunutta polttotapaa. Polttotapa vaihtelee suuresti poltettavan kohteen mukaan. Siihen vaikuttavat niin alueen muoto ja koko kuin alueella olevan palokuorman määrä ja laatu. Tavoiteltu palointensiteetti sanelee myös paljon miten alue voidaan polttaa. Sammutuskaluston määräänkin saattaa olla rajoittava tekijä, kuten myös käytettävissä olevan työvoiman määrä. Polttotekniikan valintaan tulisi kuitenkin keskittyä huolella, koska oikein valittuna ja toteutettuna, se pienentää tulen leviämisen riskiä huomattavasti. (Similä & Junninen 2011, 41.)

Ennallistamispoltoilla on oltava johtaja. Häneen henkilöityvät monet tärkeät päätökset; polttoajankohta, sytys- ja polttotapa, sammutuskaluston käyttö poltossa, jälkivartiointin valvonta, pelastuslaitoksen kanssa kommunikointi sekä työnjako. Johtajan velvollisuuksiin kuuluu riittävän sammutuskaluston ja työvoiman määrän määrittäminen sekä ennen polttoon on hänen varmistettava, ettei alueella ole ilmennyt mitään ongelmia tai riskitekijöitä. (Similä & Junninen 2011, 41.)

Alue poltetaan yleensä vastatuuleen. Tämä vaatii riittävän palokuorman, mutta samalla palon jälki on tasaisempi. Vastatuuleen etenevä palo on myös helpommin hallittava.

vissa. Vastatuuleen polttaminen on tosin hidasta, joten isoja alueita voidaan polttaa useana peräkkäin kulkevana rintamana. Myötätuuleen poltetaan vain metsiä, joissa palokuorma on pieni, eikä palon leviämisen riskiä ole. Myötätuulipoltossa poltetaan alue joko 10 - 40 metrin kaistoissa ns. kaistalepolttona tai suorana myötätuulipolttona, jossa koko alue poltetaan yhtenäisen kaistana. Myötätuulipoltto on yleensä vaikea hallittava, joten ennen sitä on varmistettava, ettei palon leviämisenriskiä ole. (Similä & Junninen 2011, 41.)

Hevosenkämenetelmää ei mielellään käytetä ennallistamispolttoissa, koska se polttaa vanhat metsät yleensä liian laukukkaasti. Nuoremmissa metsissä tulen intensiteetti nousee helposti liian suureksi. Sopivan kuivilla, suurilla alueilla, joissa on tasaisesti palokuormaa, hevosenkämenetelmä on varteenotettava vaihtoehto. (Similä & Junninen 2011, 41.)

Tarvittaessa poltetaan ennallistettava alue osissa. Tällöin poltetaan vaikeat alueet, kuten rinteet, paloalueen reunat, sekä erilliset ulkonemat alueessa, ensin. Myös palolta suojattavat kohteet, kuten kanalinnun pesät ja kääpäiset maapuuringot, poltetaan ensin. Peruspolttomenetelmien lisäksi voi olla tarvetta käyttää täydentäviä menetelmiä, kuten pistemäinen sytytys tai sivutuulipoltto. Näiden avulla paloa voidaan hallita paremmin. (Similä & Junninen 2011, 41.)

### **4.6.3 Sammutus ja jälkivartiointi**

Sammutus ja jälkivartiointi on aina syytä hoitaa huolella. Polton jälkeen alueelle jätetään sammutuskalustoa riittävästi, jotta jälkisammuttajat voivat sammuttaa mahdollisesti kipinäistä alueen ulkopuolelle syntyneet palot, alueella uudelleen syttyvät palopesäkkeet sekä kastella alueen reunoja. Sammutetuksi luultu palo voi kyteä viikkoja, ja tuulta saadessaan syttyä uudelleen ja mahdollisesti levitä viereisiin metsiin. (Similä & Junninen 2011, 41.)

Jälkisammutus aloitetaan heti kun savu- ja lämpöolot sen sallivat. Reunojen sammutus ja kastelu voidaan aloittaa palon vielä ollessa käynnissä. Jälkisammutusta tarvitsevia kohteita ovat etenkin alueella olevat muurahaispesät, tervas- ja lahokannot, kytevät maapuut, kelot ja pökkelöt. Kytevät kohdat hajotetaan ja kaivetaan auki samalla sam-

muttaen joko vedellä tai tukahduttamalla. Reppuruiskut ja kastelukannut ovat usein riittävä kalusto tähän hommaan. Sammutusvedessä kannattaa käyttää jotain pintajännitettä rikkovaa lisäainetta, kuten mäntysuopaa, jotta se kastelee ja sammuttaa tehokkaammin. Hyvä hetki jälkisammutukseen on seuraava yö. Tuuli yleensä heikkenee ja kaste estää palon leviämistä. Kytevät pesäkkeet on myös helpompi huomata silloin. Kriittisin hetki vartioinnissa on polttoa seuraava aamu, kun tuuli voimistuu. (Similä & Junninen 2011, 44.)

Kun jälkisammutus on saatu päätökseen, alkaa jälkivartiointi. Vastuu vartioinnista säilyy kuitenkin aina polton johtajalla, vaikkei hän itse olisikaan vartioimassa. Vartiointia jatketaan aina seuraavaan kastelemaan sateeseen (n. 10 mm) asti. Tällöin polton johtaja voi ilmoittaa hätäkeskukselle että vartiointi on lopetettu. (Similä & Junninen 2011, 44.)

#### **4.7 Kustannukset**

Polton kustannuksin (taulukko 2) vaikuttaa tietenkin alueen koko, mutta myös puuston rakenne ja maaston vaihtelevuus. Suunnittelun ja polton toteutuksen kustannukset ovat suoraan verrannollisia kohteen vaikeuteen ja valmistelutöiden määrään. Helppoissa kohteissa, kuten saarella, suunnittelu on varsin nopeaa, kun taas mantereella, talousmetsien läheisyyteen sijoittuvan polton suunnittelu vie huomattavasti enemmän aikaa. ( Similä & Junninen 2011, 44.)

## TAULUKKO 2. Ennallistamispolttoon liittyviä kustannuksia vuonna 2010. (Similä & Junninen 2011).

Taulukko 3. Ennallistamispolttoihin liittyviä yksikkökustannuksia vuonna 2010.

Kustannustekijä	Meno	Tulo
Palokuorman lisäys / palokäytävän puuston kaato miestyönä	7–15 €/m <sup>3</sup>	
Palokuorman vähentäminen, harvennushakkuu (mäntykuitu)		8–15 €/m <sup>3</sup>
Palokujan kaivaminen	0,15–0,4 €/m	
Vesikuoppien kaivaminen	15–30 €/kpl	
Polton työaika*	metsurityö n. 40–120 €/h	
	toimihenkilötyö n. 25–75 €/h	
Pumppujen poltto- ja voiteluaineet	n. 55 €/pumppu	
Jälkivartiointi	metsurityö n. 42–120 €/h, vapaaehtoistyö n. 6 €/h	
Palokaluston kuljetus	vuokra-auto n. 300 €	
Letkujen poiskeräys	metsurityö 250–750 €, vapaaehtoistyö 50–200 €	
Letkujen pesu ja kuivaus	5–7 €/letku	

\* Ylityöt korotetulla taksalla.

## 5 KULOTUS

### 5.1 Kulotuksen historia

Tulen käyttö metsänhoidossa tarkoittaa käytännössä kulottamista. Se oli yleinen metsänuudistamisen menetelmä 1960-luvulle saakka. Kulottamisen perinne on jatkunut nykypäivään, koska osa kulotuksen hallitsevista ammattilaisista on jatkanut toimintaa. Selvät hyödyt metsänhoidollisesti, metsäsertifioinnin vaatimukset ja valtion tuki kulottamiselle ovat innostaneet perinteen jatkamiseen. Eritoten Pohjois- Suomessa, Suomenselän, Päijät- Hämeen ja Ylä- Savon alueilla toiminta on ollut muuta maata virkeämpää. Kulottamisen perinteisten haasteiden, kuten sääherkkyyden, kausiluontoisuuden ja työvoimapulan lisäksi, sillä on edessään uusia haasteita, kuten kulotustaidon häviäminen ja korjuutähteiden talteenotto uudistusaloilla. Tutkijat ja asiantuntijat ovat pitkään korostaneet tulen myönteisiä vaikutuksia talousmetsien monimuotoisuudelle. Tulen käyttöä onkin edistetty talousmetsien luonnonhoidossa mm. kulotusten rahoitusta koskevan uuden lainsäädännön valmisteluissa sekä METSO- ohjelman linjauksissa. (Similä & Junninen 2011.)

Luonnonkuloja on ilmennyt Suomessa koko jääkauden jälkeisen ajan. Vanhin palo on voitu ajoittaa tapahtuneeksi 9500 eKr Pohjois-Karjalassa. Metsien luontaiseen kehitykseen kuului kliimaksimetsiköitä kohtaava tuho, jonka jälkeen metsän luontainen uudistuminen alkoi. Tällainen tuho on voinut olla myrsky tai yleisemmin metsäpalo, joka useimmiten sai alkunsa salamasta. Metsäpalon jälkeen metsät ovatkin uudistuneet yleensä hyvin. Tästä syystä kulotus onkin hyvin luonnonmukainen uudistamiskeino. (Karjalainen 1991, 3.)

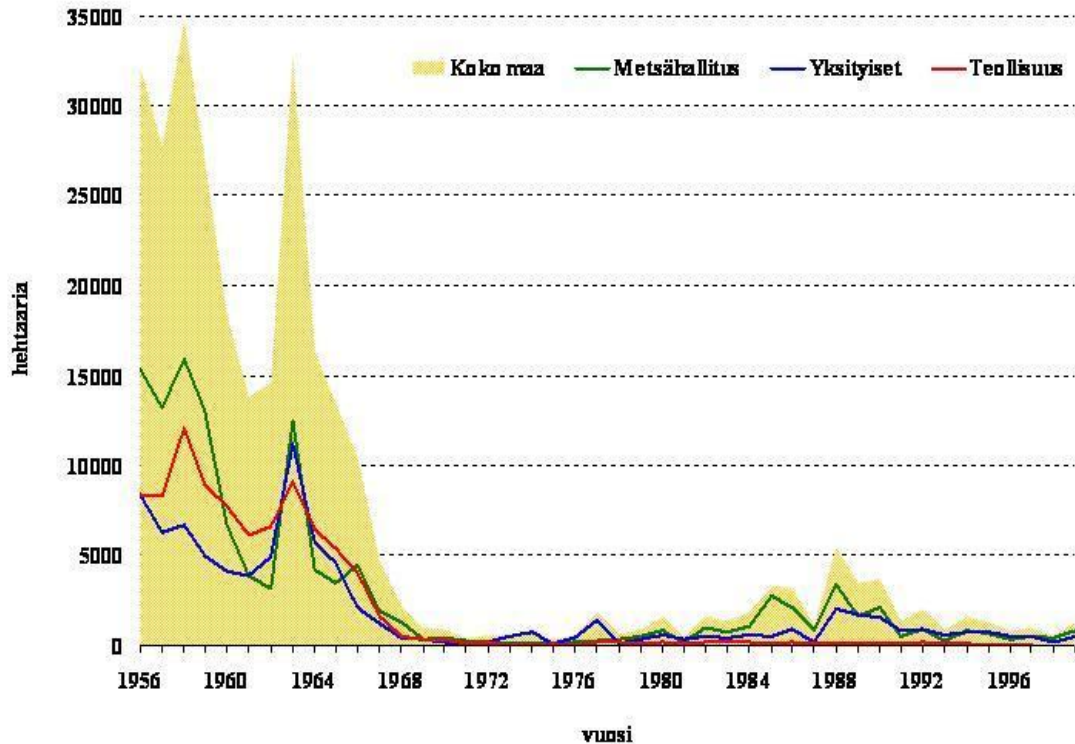
Kaskiviljely oli vielä 1800- luvun toiselle neljännekselle asti pääelinkeinona etenkin Itä- Suomessa. Sen jälkeen alkoi taantuminen. Kaskiviljely jatkui vielä maan itäosissa monelle talonpojalle edullisimpana viljelytapana. Vasta puun arvonnousu 1860- luvulla vähensi kaskeamista merkittävästi. 1886 tuli kaskeamisen täyskielto, mutta uudistamaan raivaamisessa tuli edelleen pitkään tehokkain keino. Viimeiset perinteiset kasket poltettiin Itä- Suomessa 1940-luvulla. (Kansantiede 2004.)

Ensimmäisen kerran männyn kylvöjä kaskettuun maahan kokeiltiin Mikkelin läänissä 1850-luvulla. Vuonna 1875 tehtiin ensimmäinen metsätaloudelliset tavoitteet omaava kulotus nykyisin Hämeenlinnaan kuuluvassa entisessä Lammin pitäjässä. Tuolloin toiminta oli kokeiluluontoista. Tosin jo vuonna 1882 tuli ensimmäiset kulotusohjeet. 1920- ja 1930-luvuilla kulotusta käytettiin männyn hankintakylvön kanssa, jolloin kulotusmäärät olivat noin 5 000 hehtaaria. (Valkonen, Ruuska, Kolström, Kubin, & Saarinen, 2002, 16.)

Sotien ajaksi kulotus loppui lähes tyystin. Heti niiden jälkeen kulotusmäärät lähtivät taas huimaan kasvuun. 1950-luvulla päästiin kulotusmäärissä huippulukemiin. Tällöin vuotuiset kulotusalat olivat jopa 30 000 (kuvio 5) hehtaaria vuodessa. 1960-luvulla mekaaninen maanmuokkaus alkoi kilpailla kulotuksen kanssa. Mekaaninen maanmuokkaus voittikin nopeasti tämän kilvan ja jo saman vuosikymmenenä ulotusalat kääntyivät rajuun laskuun. 1960-luvun lopussa vuotuisen kulotusalat olivat pudonneet 500 - 1 000 hehtaariin (kuvio 5). Nykyisin vuotuiset kulotusmäärät ovat tuhannen hehtaarin luokkaa. (Valkonen ym. 2002, 26.)

Metsänhoidollisen kulotuksen rinnalle on noussut luonnonhoidollinen kulotus. Luonnonhoidollinen kulotus on suhteellisen uusi käytäntö, mutta on yleistymässä kovaa

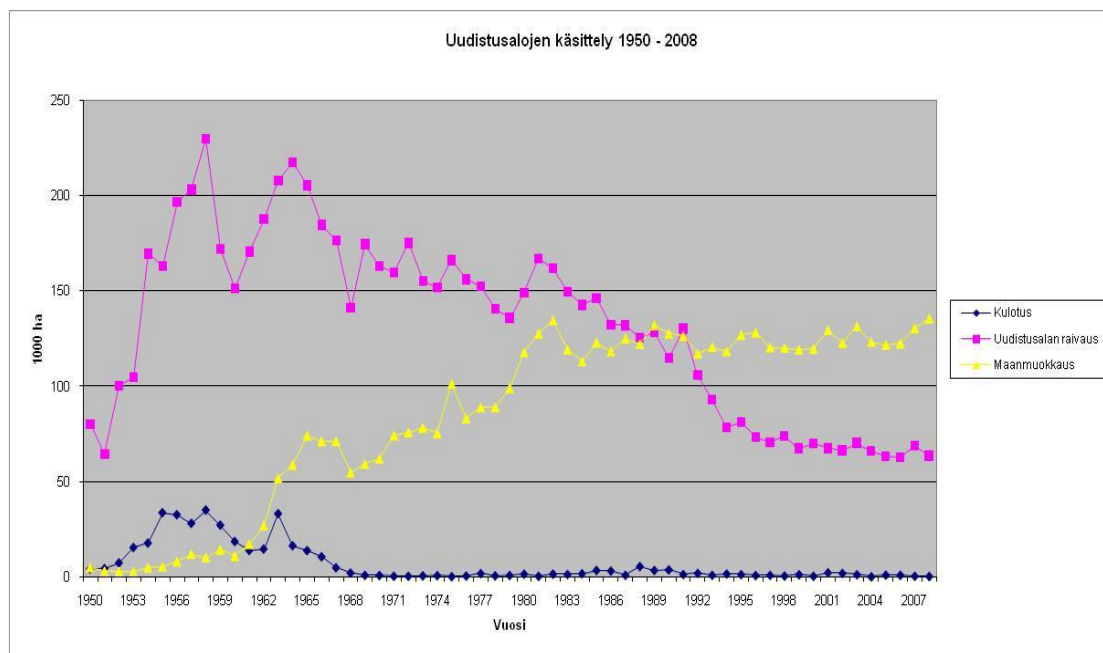
tahtia. Tässä kulutusmuodossa poltetaan vain säästöpuuryhmät. Sen tavoitteena onkin saada eriasteisesti palanutta ja hiiltynyttä puuta metsään, joka on tärkeää siitä riippuvaisille lajeille. (Metsähallitus 2007.)



**KUVIO 5. Kulotuspinta-alojen kehitys Suomessa 1956-2000 (Lindberg 2011).**

Mekaaninen maanmuokkaus on nykyisin hyvin yleistä uudistusaloilla Suomessa. Sen yleistyminen alkoi 1960-luvulla ja jo 1970-luvulla ylitti 100 000 (kuvio 6) hehtaarin virstapylvään. Nykyinen muokkaus pinta-ala on jopa 130 000 - 140 000 hehtaaria vuodessa. Menetelmät ovat luonnollisesti vaihdelleet vuosien saatossa, mutta nykyisin yleisimmin käytössä olevat menetelmät ovat ojitusmätästys, tavallinen mätästys, äestys ja laikutus. (Metsätalastollinen vuosikirja 2009.)





**KUVIO 6. Uudistusalojen käsittely 1950–2008 (Metsätilastollinen vuosikirja 2009).**

## 5.2 Kulotuksen vaikutukset

### 5.2.1 Vaikutukset maaperään

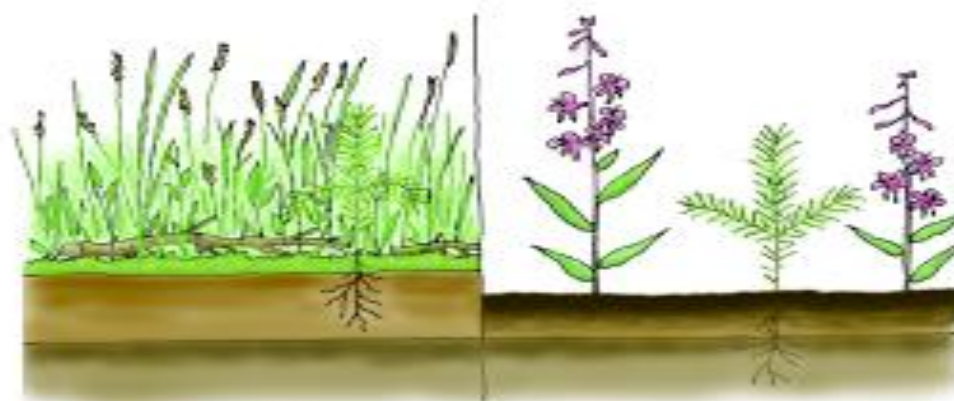
Kulotuksella vaikutetaan suoraan taimikon syntyyn ja kehittymiseen parantamalla kasvupaikan ravinne- ja lämpöoloja (taulukko 4). Hakkuutähteistä vapautuvat ravinteet ovat kasveille helposti käyttöönotettavassa muodossa. Humuskerroksen happamuuden pitkäaikainen väheneminen on merkittävä, jopa 0,5–2,0 pH-yksikköä. Puun- taimille luodaan myös kilpailuetu muihin kasveihin nähden, sillä vesoittuminen ja muun pintakasvillisuuden kilpailu vähenee kulotuksen jälkeen muutamiksi vuosiksi. (Kuva 17). (Rissanen ym. 2003. 168)

Kulotettaessa palavasta aineesta vapautuva typpi ja rikki haihtuvat ilmakehään. Typpihäviö, joka voi olla jopa 150 - 200 kg/ha, ei kuitenkaan vaikeuta juurikaan taimikon syntymistä. Metsämaassa vain pieni osa typpivaroista on mineralisoituneena kasveille hyödylliseen muotoon. Ammoniumtypen osuuden on todettu kasvavan palon aikana humuskerroksessa. Kun maan happamuuden vähenemisen ja lämpöolojen paranemi-

sen myötä typen mineralisaatio paranee, voi kulotuksen jälkeen maassa olla enemmän kasveille käyttökelpoista typpeä kuin ennen kulotusta. (Mälkönen. 2003. 171)

**TAULUKKO 4. Kulotuksen vaikutus maaperään (Rissanen ym. 2002).**

Ei kulotettu	Kulotettu
• pintakasvillisuus tiheää	• pintakasvillisuus harvaa
• humuskerros paksu	• humuskerros ohut
• maa hapan ja kylmä	• maa lämmin
• ravinteet sitoutuneet	• happamuus vähentynyt
	• ravinteita vapautunut



**KUVA 17. Kulotuksen vaikutus maaperään (Rissanen ym. 2002).**

### 5.2.2 Vaikutukset vesitalouteen

Kulotuksen takia pohjaveden pinta voi laskea huomattavasti haihtumisen vuoksi. siihen tosin vaikuttaa useampikin seikka; kulotusalueen sijainti valuma-alueella suhteessa maaperän profiiliin, kasvien ilmaantumisnopeus, sateisuus sekä vedenläpäisykyky. Kulotusalueen humuskerroksen palaessa liian ohueksi, voi vedenpidätyskyky huonontua ratkaisevasti. Erityisesti karkeilla kivennäismailla, joissa humuksella on merkittävämpi vaikutus vedenpitävyyskykyyn, tämä on todellinen riski. Kulotukset voivat aiheuttaa myös ravinteiden huuhtoutumista maa- ja valumavesiin. Tämä ei ole kuitenkaan vakava ongelma, koska on syytä huomioida, että Suomessa kulotusalat ovat hyvin pieniä verrattuna vuosittain uudistettavaan alaan. (Lemberg & Puttonen 2002, 94 - 95.)

### 5.2.3 Vaikutukset lajistoon

Kulotuksella on luonnollisesti suuria vaikutuksia myös alueen lajistoon. Lähes kaikki elollinen, niin kasvit kuin hyönteiset ja muut selkärangattomat kuolevat kulotuksessa. Vain syvällä maassa olevat eliöt säilyvät hengissä. Kulotuksen jälkeen tilanne muuttuu nopeasti. Sen vaikutuksesta alueelle syntyy uusia elinpaikkoja, joilla on niille erikoistunut lajistonsa. Monet lajit ovatkin sopeutuneet tuleen ja hiiltyneeseen puuhun ja ovat jopa riippuvaisia paloista. Maassa säilyy usein myös itämiskykyisiä siemeniä tai eläviä juuria ja maavarsia, joista alkaa kehittyä nopeasti uutta pintakasvillisuutta kulotuksen jälkeen. (Lemberg & Puttonen 2002, 96 - 100.)

Kulotetulle alueelle syntyvä pintakasvusto eroaa rakenteeltaan ja lajistoltaan huomattavasti kulottamattoman maan kasvillisuudesta. Pääasiassa uusia kasvilajeja leviää siementen välityksellä kuloalueen ulkopuolelta, vaikka kasvien maan alla selvinneet osta ja siemenetkin tuottavat omana osansa. Ensin yleistyvät etenkin ruohot ja etenkin heinien osuus kasvaa. Jäkälien peittävyys lisääntyy myöhemmin, kun taas sammalet menettävät osuuttaan pitkäksi aikaa. Pintakasvillisuuden valtalajeina kulotuksen jälkeen ovat yleensä vadelma ja maitohorsma, jotka eivät ole läheskään niin haitallisia taimien kehitykselle kuin heinäkaskvusto. Kuloalueiden pintakasvusto luo ilmeisen otollisen pienilmaston taimikon alkukehitykselle. (Mälkönen 2003, 172.)

Kuloalueilla voidaan törmätä kuplamörskyn aiheuttamiin tuhoihin. Kylvöalueilla sen aiheuttamat tuhot jäävät kuitenkin pieniksi, koska se on kuolleiden puiden juuristoja ravinnokseen käytävä kotelosieni. Pienten sirkkataimien juuret harvoin joutuvat kosketuksiin vanhan puuston juurien kanssa, eivätkä näin ollen kärsin juurikaan kuplamörskystä. (Mälkönen 2003, 173.)

Kuloalueiden uhanalaisia lajeja on maassamme yhteensä kolmetoista. Ne ovat kaikki selkärangattomia, useimmiten kovakuoriaisia ja luteita. Useita lajeja on jo luokiteltu hävinneiksi. Näiden joukossa mm. kulolatikka. Hävinneiksi arvioidut lajit ovat luteisiin kuuluvia latikkalajeja, joista merkittävä osa elää pystyyn palaneilla puilla. Maassamme löydetty latikat ovat eläneet palaneilla männyillä, kuusilla ja koivuilla. Valtaosa on elänyt imemällä nesteitä puita lahottavista sienistä. Paloalueiden uhanalaisia

kovakuoriaisa on löydetty pystyyn palaneista kuusista ja koivuista. Niiden erinomainen lentokyky on hyvä esimerkki sopeutumisesta, sillä palot esiintyvät usein laikuittain siellä täällä. Kulokauniaisella esimerkiksi on kyky haistaa savu jo kaukaa, ja sen avulla suunnistaa paloalueelle. Kuloista eivät hyödy pelkästään hyönteiset. Vaarantuneen maksasammalen ja tuoksukäppyräsammalen arvellaan myös hyötynneen paloista. (Karjalainen 1991, 44- 45.)

### **5.3 Kulotukseen soveltuvat alueet**

Kulotus sopii parhaiten moreenimaiden tuoreille ja kuivahkoille kankaille, joilla vesitalous on hyvässä kunnossa. Lehdoissa kulotus ei ole maanhoidollisesti kovinkaan järkevä toimenpide, sillä niissä ravinnekierto on niin nopea, ettei niihin synny humuskerrosta. Tämän lisäksi lehdot ovat suojeltavia elinympäristöjä. Lehtomaisia kankaita voidaan kulottaa, mikäli niissä on humuskerros ja ne ovat riittävän kuivia. Kosteilla alueilla kulotusjälki on usein niin heikkoa, ettei siitä ole juurikaan hyötyä. Kuivia kankaita voidaan kulottaa vain jos niissä on hakkuutähteitä riittävästi. Karukkokankailla humuskerros on hyvin ohut. Tästä johtuen kulotusta ei voi suositella näille alueille. Sen kokonaan palamisen riski on liian suuri. Näillä alueilla humuskerroksen rooli vedenpidätyskyvyssä on niin suuri, ettei riskiä kannata ottaa. Mikäli se palaa kokonaan, vaikeuttaa se kohtuuttoman paljon uudistamistyötä. Soita ja soistuneita kankaita ei saa kulottaa, sillä turve palaa kytellä pitkiä aikoja ja turvepalon sammuttaminen on vaikeaa ja työlästä. (Rissanen ym. 2002)

### **5.4 Metsänhoidollinen kulotus**

Metsänhoidollinen kulotus on vieläkin varteen otettava vaihtoehto, mikäli halutaan toteuttaa luonnonläheistä metsänhoitoa ja halutaan hoitaa metsämaata. Suositeltavia kulotuskohteita maanhoidon kannalta ovat moreenimaiden kuivahkot ja tuoreet kankaat. Huomioitavaa näissäkin tapauksissa on vesitalous. Sen on jo ennestään oltava kunnossa. Erityisen suositeltavaa kulotus on kuntaantuneiden maiden sekä männyn ja rauduskoivun uudistusaloille. Kulotus on myös hyvä vaihtoehto lahojen kuusikoiden puulajin vaihdossa. (Lindberg 2011.)

## 5.5 Luonnonhoidollinen kulotus

Luonnonhoidollisessa kulotuksessa poltetaan useimmiten vain säästöpuuryhmät, koska tarkoituksena on jättää uudistusalueelle mahdollisimman paljon hiiltynyttä puuta. Tämä on kustannustehokas ja nopea ratkaisu hiiltyneen ja kuolleen puun tuottamisessa uudistusalueelle. Luonnonhoidollista kulotusta suositellaan alueille, joissa ei ole mahdollista suorittaa tavallista metsänhoidollista kulotusta, kuten rehevät, hienojakoiset ja karut maa-alueet (Metsähallitus 2009.)

Luonnonhoidollisten kulotusten tulenkäyttötavat vaihtelevat kuitenkin suuresti. Sitä voidaan käyttää, kuten edellä mainittiin talousmetsien luonnonhoidossa säästöpuuryhmissä ja uudistusaloilla, mutta myös karuissa elinympäristöissä kuten harjujen paahderinteissä ja perinneympäristöissä. Kulotuksen tavoitteet ja toteutus vaihtelevat suuresti elinympäristötyyppien välillä. Se on kuitenkin erinomainen tapa yhdistää metsänhoidolliset ja luonnonhoidolliset tavoitteet, koska tulella on positiivisia vaikutuksia niin puuntuotantoon kuin metsäluonnon monimuotoisuuteenkin. Uudistusalojen metsänhoidollisluonnonhoidollisista kulotuksissa esimerkiksi nojaututaan perinteisiin metsänhoidollisiin kulotuksen käytäntöihin. (Similä & Junninen 2011, 50.)

Luonnonhoidollisesti tavoitellaan palossa vaurioitunutta puuainesta, paljastunutta maanpintaa ja kulotusalueen äärevää elinympäristöä hyödyntävän lajiston hoitamista. Hyvä palamistulos metsänhoidollisesti palvelee loistavasti myös paloympäristölajiston elinvaatimuksia olettaen, että järeää säästöpuustoa on jätetty alueelle tarpeeksi. (Similä & Junninen 2011, 50.)

Säästöpuuryhmän poltossa pyritään tuottamaan järeää palon vaurioittamaan puustoa, ja samalla muuttamaan säästöpuuryhmän puuston rakennetta monipuolisemmaksi. Humuksen palaminen ei ole olennaista, kun tavoitellaan luonnonhoidollista hyötyä. Palotuloksen varmistamista voidaan edesauttaa lisäämällä palokuormaa. Tämä laajentaa myös polttomahdollisuuksia. (Similä & Junninen 2011, 50.)

Harjujen paahdeympäristöjä voidaan karuunnuttaa ja äärevöittää hallitulla tulenkäytöllä. Ilman nykyaikaista palontorjuntaa esiintyisi paloja harjuympäristöissä useasti. Paahdeympäristöjen lajiston elinmahdollisuuksia voidaan lisätä kun vedenpidätysky-

kyä vähennetään polttamassa humus ja biomassa. Tällä tarkoituksellisesti heikennetään samalla puuntuotannon edellytyksiä. Paahdekasvit hyötyvät kun varjostava puusto poistetaan ja kivennäismaata paljastetaan. (Metsähallitus 2010)

## **5.6 Kulotuksen toteutus**

### **5.6.1 Kulotuksen valmistelut**

Kulotukseen ryhtyminen vaatii huolellista esisuunnittelua, jossa rajataan kulotettava alue sekä suunnitellaan kulotusalueen kastelujärjestelmän toteutus. Suunnitteluvaiheessa hankitaan ammattitaitoista työvoimaa kulotuksen läpiviemiseksi. Vähimmäishenkilömäärä kulotuksen toteuttamiselle on n. 10 ammattitaitoista henkilöä. (Rissanen ym. 2002, 15.)

Pelastustoimilaki velvoittaa ilmoittamaan kulotuksesta ennakolta hätäkeskukselle. Ilmoitus on hyvä tehdä noin viikkoa ennen suunniteltua kulotuspäivää. Kulotuspäivän muuttuessa ilmoitetusta, siitä on ilmoitettava hätäkeskukselle. Paikalliselle paloviranomaiselle on hyvä ilmoittaa kulotuksesta. Rajanaapureille ja muille asianosaisille olisi myös syytä ilmoittaa kulotuksesta etukäteen sekä vielä kulotuspäivänä. (Rissanen ym. 2002)

### **5.6.2 Kulotettavan alueen hakkuu**

Kulotettavan alueen hakkuussa hakkuutähteet levitetään mahdollisimman tasaisesti alueelle. Alueen reunoille ei tule jättää hakkuutähteitä. Hakkuutähteet saadaan helpoiten leviämään tasaisemmin, kaventamalla hakkuukoneen työskentelykaistaa. Hakkuutähteiden päältä ajoa ja tiivistymistä tulisi kuitenkin välttää. Koneilla ajoa tulisi keskittää mahdollisimman paljon alueen ulkoreunoille ja mahdollisia pehmeikköjä välttää. (Rissanen ym. 2002).

Kulotusalueilla säästöpuuta on normaalia enemmän. Ryhmien sijoittamisessa on otettava eritoten paloturvallisuus ja monimuotoisuusseikat huomioon. Säästöpuuryhmien palokuormaa voidaan lisätä katkomalla osa puista tekopötkelöiksi, joiden latvat jäte-

tään ryhmän keskelle. Hakkuutähteitä voidaan puida ryhmän reunoille. (Saaristo ym. 2009, 37.)

### **5.6.3 Kulotusalueen koko ja muoto, sekä raja**

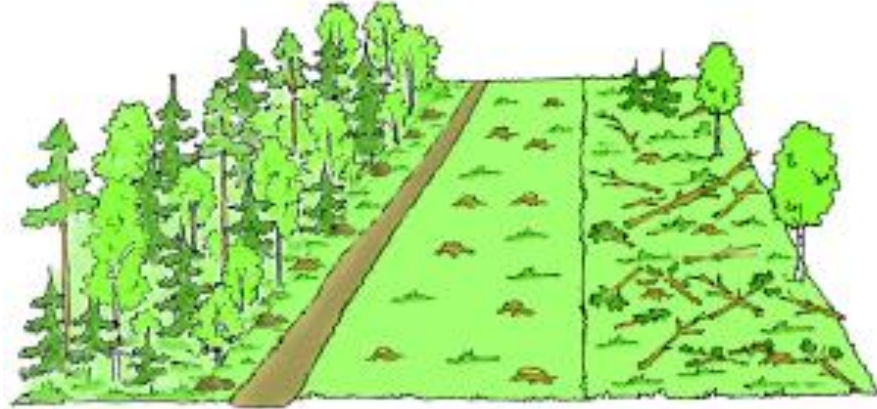
Kulotusalueen koon tulisi taloudellisista syistä olla vähintään 4–5 hehtaaria. Palon toteuttamiselle tosin ei ole polttoteknisesti olemassa vähimmäiskokoa kulotettavalle alueelle. Muodoltaan ihanteellinen kulotusalue on pyöreähkö tai soikea. Alueen muodostamisessa on vain muistettava, ettei kulotettavaan alueeseen muodosteta jyrkkiä kulumia, kapeita lahdekkeita tai niemekkeitä. Palokujien ja -käytävien avulla kuvion muotoa voidaan loiventaa kulotukselle edullisemmaksi. Hyvän kulotusalueen tulisi olla kumparemainen. Kun alueen keskikohta on reunoja korkeammalla, tulen hallinta on helppoa. (Rissanen ym. 2002.)

Kulotusalueen rajauksessa tulisi käyttää hyväksi luontaisia paloesteitä. Näitä ovat esimerkiksi joet, järvet, märät suot, pellot sekä metsäautotiet. Vesistöjen rannoille on kuitenkin jätettävä suojavyöhykkeet ravinteiden huuhtoutumisen estämiseksi. Kulotusalueen reunaan ei suositella rajaamaan kohtaan, joka on alueen sisäosia korkeammalla tai nousevassa rinteessä. Kulotusalue ei saa rajautua käytössä olevaan turvesuohon tai äskettäin ojitettuun metsätalousoikeudessa olevaan suohon, jossa ojamaat ovat vielä paljaana. Myöskään palokäytävää ei saa kaivaa siten että se ulottuisi turve- maahan. Kulottamista ei suositella, jos alueen vieressä on tulenarkaa maastoa, kuten esim. hiljattain kulotetut alueet ja metsiköt, joiden alla on paljon hakkuutähteitä. Metsälain 10. §:ssä mainitut arvokkaat elinympäristöt laki velvoittaa jättämään kulotuksen ulkopuolelle. (Rissanen ym. 2002.)

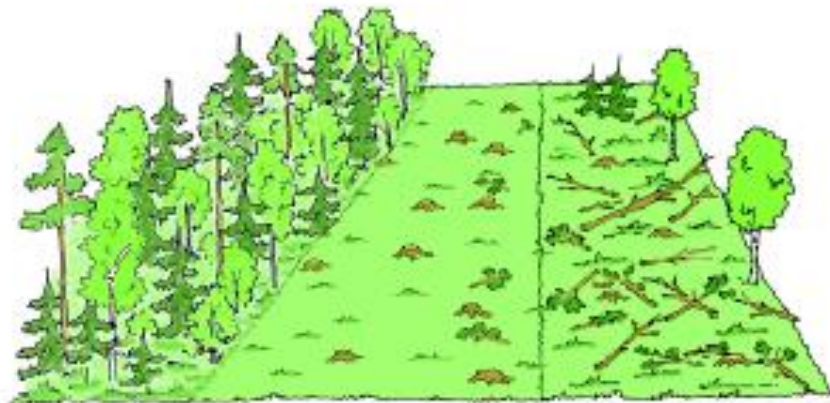
### **5.6.4 Palokujat ja -käytävät sekä sammutusvesi**

Kulotusalue rajataan ennallistamispolton tavoin palokujan ja käytävän avulla (kuva 18). Sen tarkoituksena on estää maatalta etenemästä. Niiden teossa syntyvä maamassa tulisi sijoittaa riittävän kauas poltettavasta alueesta. Palokäytävä on hakkuutähteistä puhdistettu ja raivattu vyöhyke palokujan vieressä (kuva 19). Palava aine siirretään palokäytävältä poltettavalle alueelle. Voidaan käyttää myös palokujatonta menetelmää, joka perustuu runsaaseen veden käyttöön. Ennen sytytystä kulotusalan ulkopuo-

linen reuna ja reunapuusto, sekä 5 - 10 m leveän hakkuutähteettömän palokäytävän ulkoreuna kastellaan perusteellisesti. (Rissanen ym. 2002.)



**KUVA 18. Palokujallinen suojavyöhyke (Rissanen ym. 2002).**



**KUVA 19. Palokujaton suojavyöhyke (Rissanen ym. 2002)**

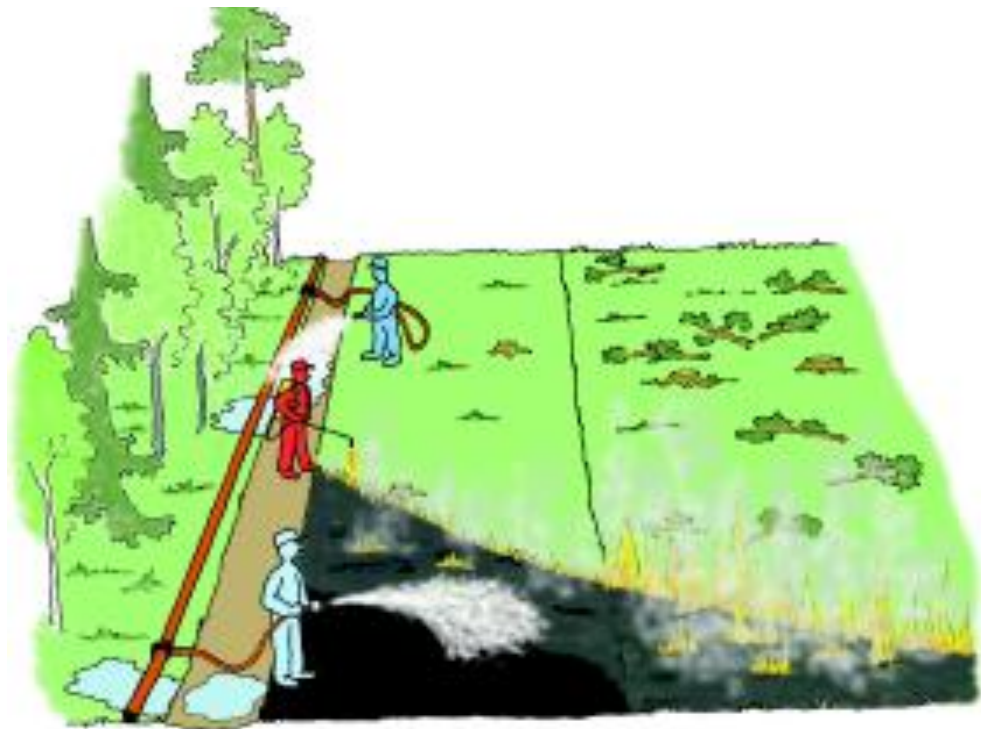
Kulotuksissa veden jatkuva saatavuus koko kulotuksen ajan ja alueen joka kohtaan on vähintään yhtä tärkeää kuin ennallistamispoltoissa. Vedenottopaikkoina toimivat niin joet, järvet kuin lammet. Sitä tietenkin tarvittaessa voidaan tuoda paikalle säiliöillä, mutta taloudellisesti kannattavampaa on käyttää luonnon tarjoamia vedenottopaikkoja. Kulotusalueen reunoille voidaan myös kaivaa palokaivoja. Ne ovat erityisesti jälkisarjatuksessa ja -vartioinnissa käytännöllisiä. Jopa metsäojia voidaan padota hyvän vedenottopaikan luomiseksi. ( Rissanen ym. 2002.)



## 5.7 Poltto

### 5.7.1 Polton valmistelut

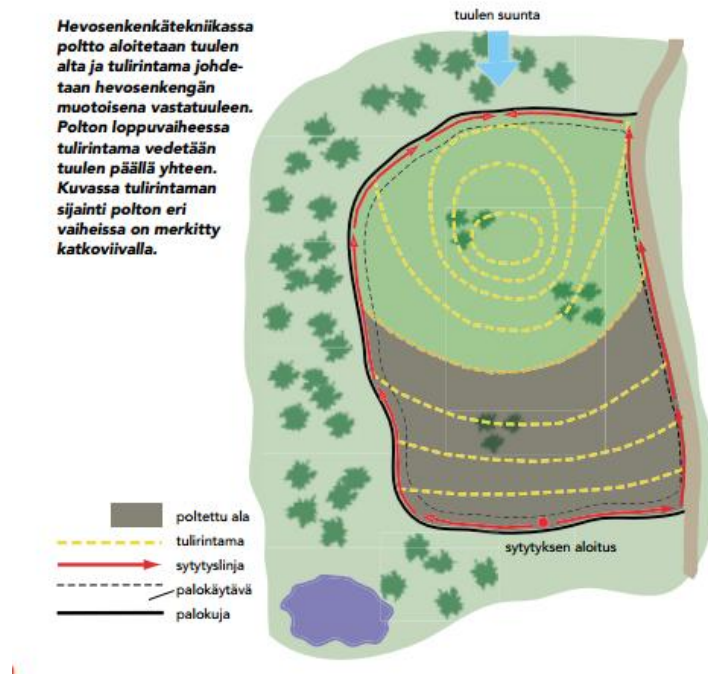
Sammutuskaluston toimivuus testataan käytännössä ennen sytyttämistä. Pumput tuodaan paikalle ja niille varataan riittävästi polttoainetta. Sammutuskaluston toimivuus tule testata ennen sytytystä. Olisi hyvä aina varata varapumppu- ja letkuja kalusto rikkoutumisen varalta. Tuuliviiri helpottaa tuulen suunnan ja voimakkuuden arviointia. Se tulee asettaa näkyvälle paikalle alueen korkeimmalle kohdalle. Palokujien kastelu aloitetaan jo ennen sytyttämistä (kuva 20). Tuulen alapuolella kastelu olisi syytä ulottaa myös poltettavan alan ulkopuolelle, jos siellä on herkästi syttyvää materiaalia. Kastelua jatketaan sytytyksen aikana ja välittömästi sen jälkeen. Myös palaneet palokäytävät olisi suositeltavaa kastella välittömästi, tulirintaman edettyä käytäviltä alueen sisäosiin. (Rissanen ym. 2002.)



**KUVA 20. Suojavyöhykkeen kastelu ennen ja jälkeen sytyttämisen. (Rissanen ym. 2002)**

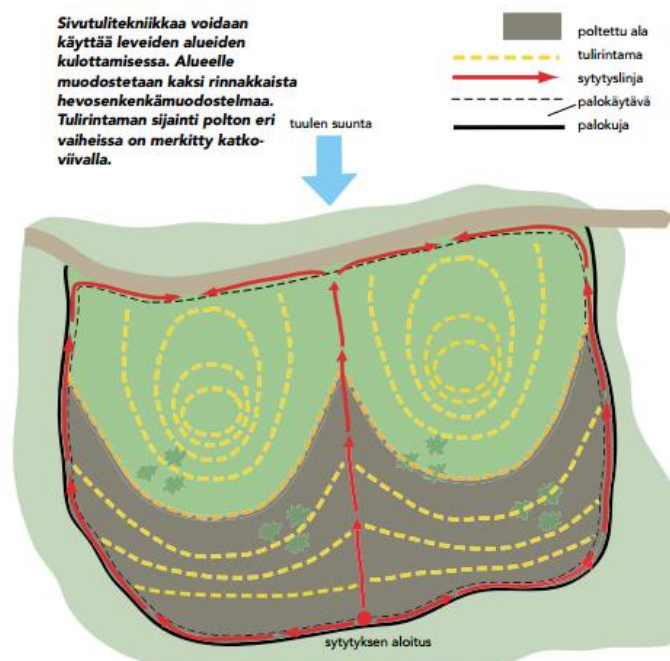
### 5.7.2 Polttotekniikat

Hevosenkätekniikka on perinteinen suomalainen kulotustekniikka (kuva 21). Tuli sytytetään tuulen alapuolelta. Tuulen alapuoliseen reunaan poltetaan 15 - 20 m leveä vyöhyke, kunnes alue on riittävän leveä. Sytytystä jatketaan sen jälkeen tasatahtia molempia reunoja pitkin vastatuuleen. Tulirintamasta muodostetaan hevosenkengän muotoinen. Sen sakaroita kuljetetaan samalla korkeudella, jolloin ne muodostavat imun ja vetävät toisiaan puoleensa. Tällöin tulen hallinta on helpompaa. Mäkisessä maastossa ylempänä etenevän sytytysryhmän on kuljettava edellä, jotta tulirintama pysyisi hevosenkengän muotoisena. Kun suurin osa alueesta, mieluummin yli puolet, on poltettu, tulirintamat vedetään tuulen päällä yhteen ja rintamasta saadaan ympyrän mallinen. Tällöin alueen keskelle syntyy imu alueen keskustaa kohti. Tässä kohtaa palo on voimakkaimmillaan ja liekit ovat korkeita. Se saattaa nostaa kekäleitä korkealle ilmaan ja pudottaa niitä kulotettavan alueen ulkopuolelle. Tästä syystä myös alueen ulkopuolta on vartioitava tarkoin. (Rissanen ym 2002.)



**KUVA 21. Hevosenkätekniikka (Rissanen ym. 2002)**

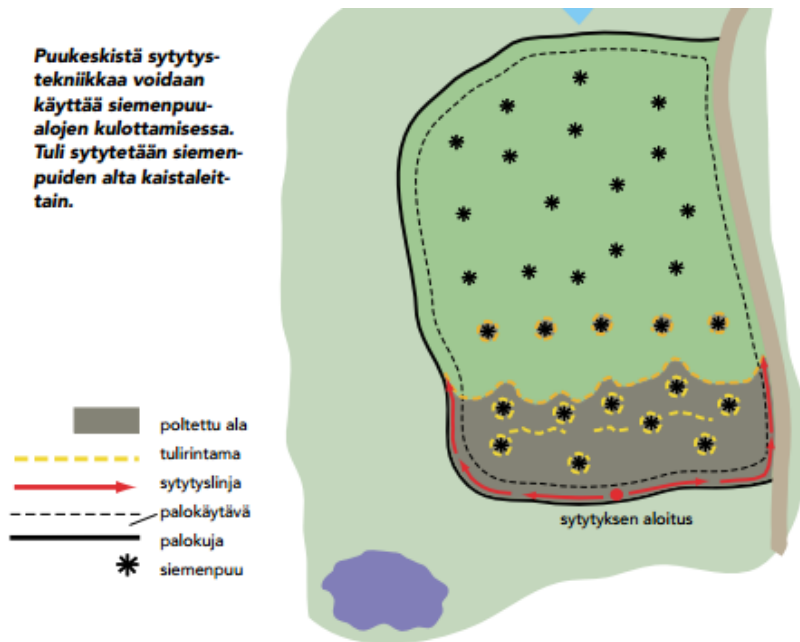
Sivutulitekniikkaa (kuva 22) käytetään leveiden alueiden polttoon. Periaate on sama kuin hevosenkenkätaktiikassa. Erona on vain se että hevosenkengän muotoisia alueita onkin kaksi rinnakkain. Perinteisessä hevosenkenkäteknikassa ongelmaksi muodostuu se, etteivät liian kaukana olevat tulirintamat vedä toisiaan puoleensa. Tämä ongelma ratkaistaan syyttämällä alueen puoliväliin linja vastatuuleen reunojen kanssa samaan tahtiin. Keskellä oleva tulirintama vetää reunojen tulta puoleensa, ja tulen hallinta helpottuu.



**KUVA 22. Sivutulitekniikka (Rissanen ym. 2002)**

On olemassa vielä kolmas, harvemmin käytössä oleva tekniikka, puukeskeinen sytytystekniikka (kuva 23). Sitä käytetään lähinnä siemenpuualojen kulotuksessa. Tämä tekniikka on erityisen haastava ja vaatii ammattitaitoa. Puukeskisessä sytytystekniikassa poltetaan ensin tuulen alapuolelle varmistusalue. Sen polttamisen jälkeen sytytetään tuli siemenpuiden alta. Näin toimiessa tuli ei ehdi nousemaan niin korkeaksi, että se vahingoittaisi siemenpuita. Liian voimakkaana palamisen estämiseksi tulee siemenpuiden alunen puhdistaa hakkuutähteistä. Tätä tekniikkaa käytettäessä on erityisen

tärkeää, ettei tuuli ole voimakas, korkeintaan 1-2 m/s. (Lemberg & Puttonen 2002, 72-73.)



**KUVA 23. Puukeskeinen sytytystekniikka (Rissanen ym. 2002)**

## 5.8 Sammutus ja jälkivartiointi

Sammutus aloitetaan lähes samanaikaisesti sytytyksen kanssa ja sitä tehdään koko polton ajan (kuva 24). Kastelu voidaan tuulen alapuolella aloittaa heti, kun savuolosuhteet sen sallivat. Sammutus aloitetaan reunoilta ja sitä jatketaan järjestelmällisesti alueen keskusta. Kytevät pesäkkeet kuten maapuut ja kannot sammutetaan perusteellisesti. Ensimmäinen vuorokausi on jälkivartiointinissa kaikkein tärkein. Vaarallisin hetki on seuraava aamupäivä, jos se on tuulinen ja lämmin. Jälkivartiointia ja alueen silmä-läpitoa tulee jatkaa useita vuorokausia. Sammutuskalustoa paikalla pitää olla niin kauan kuin alueelta nousee savua. Tämän jälkeenkin on aluetta käytävä tarkastelemassa seuraavaan kastelemaan sateeseen asti. Sammutus on suoritettava perusteellisesti ja jälkivartiointiin kannattaa panostaa. Suurin osa kulotuksen aiheuttamista metsäpaloista johtuu nimenomaan riittämättömästä sammutuksesta ja jälkivartiointinista. (Rissanen ym. 2002)



**KUVA 24. Sammutus ja jälkivartiointi on suoritettava huolella (Rissanen ym, 2002)**

### **5.9 Kulotukseen saatava tuki**

Yksityismetsänomistaja voi hakea kulotukseen kestävän metsätalouden rahoitustukea niin valmisteleviin töihin kuin itse kulotukseen (kuva 25). Myös kulotuksen vakuutusmaksu korvataan kokonaisuudessaan. Tuen hakeminen ei edellytä etukäteissuunnitelmaa vaan sen jälkeen tehtävän selvityksen. Voimassa oleva metsäsuunnitelma takaa suuremman tuen. Ilman metsäsuunnitelmaa tuki on 10 %-yksikköä pienempi. (Koistinen 2011.)

Luonnonhoidolliseen kulotukseen voi saada myös tukea KEMERA metsäluonnonhoitohankkeen kautta. Tällöin kulotuksesta on perustettava luonnonhoitohanke, mutta kaikki todennettavat kulut korvataan. Kestävän metsätalouden rahoituslakiin on tulossa pitkään tekeillä ollut uudistus. Kulotusten kohdalla tavoitteena on suunnata kuluksia luonnonhoidolliseen suuntaan. Tukikäytäntöjen yksinkertaistamisella pyritään myös kannustamaan metsänomistajia luonnonhoidollisiin kulotuksiin. (Lindberg, 2011.)

Tukea myönnetään yli kahden hehtaarin kokoisille kulotushankkeille. Alueen koostuksessa useamman metsäomistajan uudistusalaista, voi yhteiskulutuksen osakas saada tukea vaikka alue olisikin alle kaksi hehtaaria. (Koistinen 2011.)

	Vyöhyke		
	1	2	3
Toteutustuki, €/ha	252,5 (202)	303 (252,5)	353,5 (303)

Suluissa tuki metsäsuunnitelman puuttuessa.



**KUVA 25. Toteutustuen määrä vyöhykkeittäin (Koistinen 2009).**

PEFC- sertifiointi osaltaan pyrkii varmistamaan etteivät kulotusmäärät ainakaan puutoa. Sertifioinnin 16. kriteeri vaatii, että kulotukset säilyvät vähintäänkin edellisen viisivuotiskauden tasolla. FSC- sertifiointissakin on kulotukset huomioitu, mutta tämä koskee vain lähinnä suurmaanomistajia. (Lindberg 2011.)

## 6 POHDINTA

Kuten aiemmin olen työssäni maininnut, tulipalot ovat oleellinen osa boreaalisen havumetsän elinkiertoa. Luonnollisesti metsät ovat palaneet joidenkin kymmenien tai satojen vuosien välein. Luonnossa palanutta puuta on siis riittänyt. Palaneelle puulle onkin kehittynyt sitä hyödyntävä lajistonsa, jopa siinä määrin erikoistunut, että ne ovat riippuvaisia suoraan palaneesta puusta tai jostain sitä hyödyntävästä lajista.

Nykyinen tilanne, jossa metsäpalot ovat harvinaisia ja pienialaisia, sekä palanut ja hiiltynyt puu tätä myöten merkittävästi vähentynyt, on varsin epäedullinen edellä mainituille lajeille. Tätä tilannetta voidaan pitää jopa epäluonnollisena. Vuosisadan vaihteessa kaskeaminen ja sen jälkeen kulotus vielä varmistivat palaneen puun riittävyyden luonnossa, mutta nykyisin kulotusalat ovat merkittävästi vähentyneet ja näiden vaikutus vähentynyt.

Palanutta puuta pyritään lisäämään nykyisin ennallistamispoltoilla. Etenkin luonnon-suojelualueille perustetut palojatkumoalueet, joilla poltetaan säännöllisesti metsää puustoineen, lisäävät merkittävästi palolajiston elinalueita. Ennallistamispolto ovatkin oleellinen osa metsien ennallistamisessa. Se on kuitenkin varsin tuntematon käsite metsäammattilaisille ja maanomistajille, mikä onkin varsin ymmärrettävää. Tähän mennessä ennallistamispolto on kohdennettu vain suojelualueille.

Ennallistamispoltojen haasteet ovat aikalailla samat kuin kulotuksen. Ne vaativat suuren työmäärän, ovat sääherkkiä ja riski palon leviämiseen on suurempi kuin kulotuksilla. Ennallistamispoltoja ei tueta millään lailla, joten niiden markkinoiminen metsäomistajille on varsin vaikeaa. Ennallistamispoltoja onkin ollut vain vähän talousmetissä ja se tuskin suurta suosiota maaomistajien keskuudessa saavuttaakaan. Suurmaanomistajille ja luonnonmukaista metsätaloutta harrastaville maanomistajille ennallistamispolto voisi kuitenkin olla varteenotettava vaihtoehto metsien monimuotoisuuden turvaamisen välineenä.

Kulutusmäärät ovat 1950 – luvun tilanteeseen nähden alhaiset, mutta ovat joka tapauksessa vakiintuneet. Tähän varmasti vaikuttavat maanomistajien valveutuneisuus sekä etenkin PEFC-sertifioinnin vaatimukset. Kulotuksen selkeät metsänkasvatukselliset hyödyt tekevät siitä yhä varteenotettavan uudistamista tukevan menetelmän. Sääherkkyys ja suuri työmäärä ovat kuitenkin isoja ongelmia ja omiaan vähentämään intoa kulottamiseen, etenkin kun kuusen istutus vaatii joka tapauksessa maanmuokkauksen. Ravinnetaloudelliset hyödyt ja taimien saama etulyöntiasema muuhun kasvillisuuteen nähden ovat kuitenkin kiistattomia etuja, joita ei muilla työtavoilla saavuteta. Palanutta puuta kulotukset luovat metsiin kuitenkin häviävän vähän. Enimmäkseen tämä johtuu tietenkin pienistä kulotusaloista, mutta myös siitä ettei kulotuksissa pääsääntöisesti pyritä polttamaan puustoa. Luonnonhoidollinen kulotus tai säästöpuuryhmien poltto toimisi tässä mielessä paremmin.

Kulotusta on pyritty lisäämään myöntämällä sille taloudellista tukea. KEMERA-tukea saa metsätaloudellisen kulotuksen toteuttamiseen sekä luonnonhoitohankkeena suoritettavaan luonnonhoidolliseen kulotukseen. Tulevaisuus näyttää millainen uusi KEMERA- laki on, mutta tavoitteena on myös luonnonhoidollisten kulotusten saattaminen tuen piiriin sekä tuen hakemisen helpottaminen. PEFC- sertifikaatin vaatima kulutusmäärä osaltaan varmistaa kulotusten pysymisen vähintään nykyisellä tasolla, mutta mikäli luonnonhoidolliset kulotukset saataisiin KEMERA-tuen piiriin, voisi se hyvinkin lisätä maanomistajien intoa kulottaa metsiään.

Oman ongelmansa aiheuttaa myös ammattitaitoisten kulottajien löytyminen. Suuri osa kulottamisen osaavista ammattilaisista on ukkoutumassa. Tästä syystä olisikin tärkeää panostaa kulotustaidon siirtämiseen jälkipolville, jottei tämä taito katoa.

Metsäpaloja Suomen metsissä tuskin tulee koskaan olemaan sellaisia määriä kuin niitä luonnon metsissä niitä olisi. Metsänomistajille tämä on vain hyvä uutinen, kun asiaa miettii puhtaasti taloudelliselta kannalta. Metsäpalolajeille tämä on tosin varsin ikävä tilanne. Kulotuksetkaan tuskin tulevat koskaan olemaan niin suosittuja kuin ne olivat vielä 1950-luvulla. Niiden häviämisestä kuitenkin ei näyttäisi olevat vaaraa. Kestävän metsätalouden rahoituslakin ja PEFC- , ja FSC- sertifikaattien vaatimukset pitävät tästä huolen.



Palaneen puun määrä jää silti metsissä hyvin vähäiseksi. Lahonnutta puuta metsiin kyllä syntyy hyvin säästöpuiden jättämisen ansioista, mutta palanut puu on häviävä luonnonvara. Luonnonsuojelualueiden palojatkumoalueet ylläpitävät tietyn määrän palolajien elinalueita, mutta nykyään vaarantuneet lajit tuskin tulevat koskaan merkittävästi lisääntymään. Toisaalta, juurikin näiden palojatkumoalueiden ja kulotusta suosivien sertifikaattien ansioista tilanne tuskin tulee tästä merkittävästi huonontumaan. Tuli ei pääse Suomen metsistä häviämään.

## LÄHTEET

Heikkilä Timo, Juvenius Mike, Niemi Irmeli, Nissinen Seppo, Soudunsaari Martti & Valtoaho Teuvo. 1999. Metsäpalot. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Hyttinen Veli. 2001. Palofysiikka. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.

Kansantiede. 2004. Kaskien väistyminen. WWW- dokumentti

<http://www.helsinki.fi/kansantiede/histmaatalous/kaskenviljely/vaistyminen.htm>.

Päivitetty 2013. Luettu 8.10.2013.

Karjalainen, Harri (toim.) 1991. Elävä Metsä. Forssa: Forssan kirjapaino.

Koistinen, Arto 2011. Kemeratuki kulotuksessa. Tapio. WWW-dokumentti.

<http://www.metsavastaa.net/kulotus>. Päivitetty 14.1.2011. Luettu 17.9.2013

Lemberg, Taina & Puttonen, Pasi. 2002. Kulottajan käsikirja. Helsinki: Vammalan Kirjapaino Oy. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.

Lindberg, Henrik 2011. Yleistietoa kulotuksesta. WWW-dokumentti

<https://wiki.hamk.fi/display/metsa/Yleistietoa+kulotuksista>. Päivitetty 13.1.2011. Luettu 17.9.2013

Lindberg, H., Heikkilä, T.V. & Vanha-Majamaa, I. 2011. Suomen metsien paloainekset – kohti parempaa tulen hallintaa. Vantaa: Vammalan Kirjapaino Oy.

Metsähallitus 2005. Metsähallitus polttaa tänä kesänä 40 hehtaaria metsää Lapin luonnonsuojelualueilla. WWW- dokumentti.

<http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/ajankohtaista/Tiedotarkisto/Tiedotteet2005/Sivut/Metsahallituspolttaatanakesana40hehtaariametsaaLapinluonnonsuojelualueilla.aspx>. Päivitetty 26.11.2010. Luettu 17.9.2013

Metsähallitus 2007. Luonnonhoidollinen kulotus edistää talousmetsien monimuotoisuutta. WWW- dokumentti.

<http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/ajankohtaista/Tiedotarkisto/Tiedotteet2007/Sivut/Luonnonhoidollinenkulotusedistaatalousmetsienmonimuotoisuutta.aspx>. Päivitetty 26.12.2011. Luettu 17.9.2013.

Metsähallitus 2009. Luonnonhoidollinen kulotus edistää talousmetsien monimuotoisuutta. WWW- dokumentti.

<http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/ajankohtaista/Tiedotteet2009/Sivut/LuonnonhoiLuonnonhoidollisellakulotuksellaedistetaatalousmetsienmonimu.aspx>. Päivitetty 25.9.2011. Luettu 17.9.2013.

Metsähallitus 2010. Paahde-elinympäristöjen hoito. WWW- dokumentti.  
<http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/hankkeet/metsoohjelma20082016/talousmetsienluonnonhoito/paahdeelinymp%C3%A4ristojenhoito/Sivut/Paahde-elinymparistojenhoito.aspx>. Päivitetty 26.11.2010. Luettu 17.9.2013

Metsätilastollinen vuosikirja. 2009. Metsäntutkimuslaitos. Sastamala: Vammalan kirjapaino.

Metsätilastollinen vuosikirja. 2010. Metsäntutkimuslaitos. Sastamala: Vammalan kirjapaino.

Metsäntutkimuslaitos. 2000. Metsäpalo. WWW- dokumentti.  
[http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/abpalo-p.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/abpalo-p.htm). Päivitetty 14.1.2013. Luettu 17.9.2013.

Mälkönen Eino. 2003. Metsämaa ja sen hoito. Hämeenlinna: Karisto.

Rissanen, Kalervo, Hiltula, Helge, Immonen, Kari, Kariniemi, Arto, Lemberg, Taina, Raivio, Suvi, Ruotsalainen, Pauli, Soimasuu, Janne 6 Strandström, Markus. 2002. Kulutusopas. Metsäteho Oy. Helsinki: Käpyläprint Oy.

Saaristo, Lauri, Kuusinen Martti & Nieminen Mari. 2009. Talousmetsien luonnonhoito. Metsäkustannus Oy. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy

Similä Maarit & Junninen Kaisa (toim.) 2011. Metsien ennallistamisen ja luonnonhoidon opas. Helsinki: Erweko Painotuote Oy.

Tukia, Harri, Hokkanen Marja, Jaakkola Sari, Kallonen Seppo, Kuurikka Tuula, Leivo Anneli, Lindholm Tapio, Suikki Anneli & Virolainen Erkki. 2003. Metsien ennallistamisopas. Helsinki: Edita Prima Oy.

Uotila Antti. & Kankaanhuhta Ville. 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Helsinki: Metsälehti kustannus

Valkonen, Sauli, Ruuska, Juha, Kolström, Taneli, Kubin, Eero & Saarinen, Markku (toim.) 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitos. Hämeenlinna: Metsälehtikustannus.

Ympäristöministeriö. 2013. Metsätiet. WWW- dokumentti  
<http://www.luonnontila.fi/fi/indikaattorit/metsat/me5-metsatiet>. Päivitetty 7.5.2013. Luettu 8.10.2013