

# Metsäpalo

□

## Sisällys

- [1 Johdanto](#)
- [2 Metsäpalon hallinta siviilivoimin](#)
  - [2.1 Palo, jonka ensisammutus ei onnistu, vaan tuli pääsee irti](#)
  - [2.2 Tarpeellisia koneita, työkaluja, välineitä ja tarvikkeita](#)
  - [2.3 Erikoisempia menetelmiä](#)
    - [2.3.1 Kavaljeerin kantolaite - kassilla veden kantaminen](#)
    - [2.3.2 Jättiläisen juomareppu](#)
    - [2.3.3 Pikakulutus, kulokatko humuksen avulla](#)
    - [2.3.4 Myrskytuuletin traktorissa](#)
    - [2.3.5 Soodastreamer-pilli - sammutussauva](#)
    - [2.3.6 Palokatkokemikaalit](#)
    - [2.3.7 Puunostin](#)
    - [2.3.8 Kantonaksautus](#)
    - [2.3.9 Puiden sarkakelotus](#)
    - [2.3.10 Kuivien alaoksien katkonta](#)
    - [2.3.11 Erämaiden moottorikelkkareitit](#)
- [3 Metsäpaloalueen esi- ja jälkityöt](#)
  - [3.1 Prospektiivinen metsäpalojen sammutus](#)
- [4 Lukemistoa](#)

## Johdanto

- Metsäpalo: mikä puu palaa. Esim. eucalyptus levittää tulta helposti hiukkasten mukana.
- Pyrocumulus-pilvi paloalueen yläpuolella.

## Metsäpalon hallinta siviilivoimin

Metsäpalossa on yleensä kolme eritapaista paloa:

1. Latvapalo ylhäällä puiden oksissa, joka varsinkin kovalla tuulella etenee nopeasti.
2. Maastopalo maanpinnan tasolla, kulo tai korkeita liekkejä, jotka lennättävät palavaa materiaalia.
3. Turvemaakerroksen kytöpalo; jälkisammutusvaiheessa, tarvitaan runsaasti vettä ja valvontaa.

Kukin näistä kolmesta tyypistä voi syttyä ja alkaa levitä myös ilman yhtä tai kahta muuta palotyyppiä samanaikaisesti. Kaikkein keskeisintä on mahdollisimman nopeasti aloitettu ensisammutus ja muu järjestelmällinen reagointi. Yksittäisen latvapalon ensisammuttaminen saattaa onnistua esim. jauhesammuttimella. Maastopalo on selvin ensisammutettava ja saattaa onnistua esim. tukahduttamalla tallaten tai kuivalla taikka kastellulla vaatekappaleella. Turvemaakerroksen kytöpalo on hankalin ensisammutettava. Saattaa onnistua tonkimalla kytevä maa-aines paloturvallisemmalle alustalle tai kulhoon sammuttavaksi.

## **Palo, jonka ensisammutus ei onnistu, vaan tuli pääsee irti**

Paloja, joita ei heti saada hallintaan, täytyy välittömästi alkaa rajaamaan. Rajaamiseen tarvitaan paljon väkeä sekä joitakin työkaluja. Rajaamisessa on monta eri tekniikkaa/työvaihetta.

1. **Risusavotta.** Kitketään, niitetään, karsitaan, raivataan, puhalletaan, siirretään irrallista herkästi syttyvää ja reippaasti palavaa materiaalia kuten havut paloalueen lähietäisyydeltä (ennen kaikkea tuulen alta eli "savun suunnasta") etäämmälle. Tällä tavalla hidastetaan palon etenemistä sekä rauhoitetaan/madalletaan lieskoja. Pelkkä niittäminenkin auttaa vaikka tavaraa ei ehtisi siirtää. Täten ennaltaehkäistään korkeammista lieskoista kantautuvan palavan materiaalin sytyttämiä etä-palopesäkkeitä voimakkaan palon ja tuulen yhteisvaikutuksena.
2. **Latvapalon rajaaminen.** Kaatamalla latvapalon ympäristöstä puustoa ja karsimalla oksistoa tilanteen mukaan esimerkiksi moottorisahalla, vinssillä, traktorin etukauhalla, puussa sahan kanssa kiipeillen tai kaverin kanssa tikkailta käsin ylempää sivuoksia katkoen.
3. **Vastapalo.** Maastopalon rajaaminen tuulen yläpuolella voidaan tehdä vastapalon avulla. Tuulen sivuilla ja alapuolella voidaan kulottaa rintaman omainen (raitamainen) este palon etenemiselle. Mikäli kulon hallinnan kannalta turvallista, on syytä käyttää sytytysnestettä tai vastaavaa ajan säästämiseksi. Kiinteistöjen suojaaminen on etusijalla, jos mahdollista.

Kulotettavalle alueelle tehdään aluksi nopea risusavotta, jotta korkeat liekit ja hitaammin palavat materiaalit eivät vaikeuttaisi kulon hallintaa ja hidastaisi kulottamista.

Mikäli maasto on erittäin paloherkkää, tarvitaan kulotusrintaman kulottamiseksi turvallisesti runsaasti märkiä petivaatteita, kuten nurinpäin käännetty pussilakanat tai vastaavia palamattomia kankaita, joilla kulotettavaan alueen reunat rajataan. Huolehditaan, ettei kulo karkaa märkien lakanoiden alla palaen. Lakanoita vedetään eteenpäin sitä mukaa kuin kulo sammuu. Pienitehoisella lehtipuhaltimella voidaan jouduttaa kulotusta. Kulotusrintaman "raitaa" voidaan aluksi kulottaa kapeana, jolloin päästään etenemään joutuisammin (helpompi väistellä vaikeita maastonmuotoja). Toinen kulotusryhmä voi levittää tätä kulotusraitaa toiselta reunalta taikka voidaan kulottaa kaksi samansuuntaista, muutaman metrin etäisyydellä toisistaan kulkevaa raitaa, jolloin ilman märkiä kankaitakin niiden välisen vyöhykkeen pystyy kulottamaan turvallisesti.

## **Tarpeellisia koneita, työkaluja, välineitä ja tarvikkeita**

sytytin + sanomalehtiä  
sytytysnestettä levityspullossaan  
vuodevaatteita/pyyhkeitä sangossa  
vettä sangossa  
kastelukannu  
reppuruisku  
kumisaappaat  
työhanskat  
lapio  
talikko  
lehtipuhallin  
harava  
viikate  
oksasakset  
vesuri  
kirves  
mattopiiska  
siimaleikkuri

raivaussaha  
moottorisaha  
karkeateräinen käsisaha  
kevytpressu karsintajätteen siirtämiseen  
polkupyörä  
mönkijä vinsseineen ja peräkärriineen  
traktori etukauhoineen/perälevyineen  
jauhesammutin  
juomaa  
makkaraa  
puukko

## **Erikoisempia menetelmiä**

Menetelmiä, joiden tavoitteena on vähentää sammutusväen tarvetta tai kätevöittää sammutusta. Sammutusväen on turvallisinta pyrkiä pienentämään metsäpaloaluetta myötä- ja sivutuulen suunnista. FFP2- ja FFP3-maskeilla pystyy suodattamaan savunhajut hengitysilma-alueelta. Suojalasit kannattaisi myös mukea. Haalarit ja kumpparit päälle, niin ei tarvitse jahkailla kulkureittien kanssa.

## **Kavaljeerin kantolaite - kassilla veden kantaminen**

Yhdellä kauppakassilla saa kannettua parikymmentä litraa vettä. Tällä yksinkertaisella menetelmällä pystytään siirtämään ergonomisesti olkapäiden varassa niin paljon vettä kuin kantajan polvet kestävät (jopa 80 litraa). Toisin sanoen tällöin teoreettinen palon sammuttamisen kapasiteetti rajoittuu välimatkaan vesilähteiltä sammutuspaikalle, sammutusväen määrään ja vesihanojen kokonaisvirtaamaan.

1. Valmistellaan 4 kaksin- tai kolminkertaista kauppakassia.
  2. Täytetään nämä nelinkertaiset kauppakassit vedellä sopivan täyteen.
  3. Pujotetaan kauppakassin nostolenkit toisen kauppakassin nostolenkkien läpi ja salvataan kytkös kepinpalalla.
  4. Nostetaan näin muodostuneet kaksi kauppakassiparia molemmille olkapäille.
- Kasseja voi tyhjätä vaikkapa lapolla eli metrin pituisella puutarhaletkun pätkällä, jolloin samoja pusseja pystyy uudelleentäyttämään, toisin kuin jos pistelisi nauloilla reikiä pussien pohjiin.
    - Voidaan myös tyhjentää kantolaitteita palopaikoille ripeästi tuotuihin saaveihin, joista sammutusvettä ammennetaan vaikkapa kastelukannuihin sekä joissa sammutustekstiilejä kastellaan. Toisin sanoen saaveissa kannattaa samalla tuoda mukana sammutuskankaita.
  - Mikäli sammutusvesiä ammennetaan vesialtaista kuten suolta, kannattaisi pusseihin tunkea esimerkiksi tuoreita havuja tai lehdellisiä oksia, jolloin pussit pysyvät pulleina ja niihin on silloin helpompi kauhaista vettä ja toisaalta tällaisilla oksilla pyyhkien pystyy ehkä joitain maastonmuotoja sammuttamaan näppärästi.
  - On olemassa akkukäyttöisiä matalatehoisia painepesureja (esim. *Dewalt*, *Greenworks*), joilla voisi periaatteessa ammattimaistaa kantolaitesammuttamista.
  - Myöskin joillakin erikoisvesipyssyillä (esim. *SuperSoaker*) pystyisi kätevöittämään sammuttamista, kuten myös reppuruiskuttimilla. Vesipyssyjen vahvuutena on pitkä ruiskutusetaisyys, reppuruiskun vahvuus on aerosolin hienojakoisuus, jolla saahan lähisammutettua erittäin vesitaloudellisesti. Periaatteessa reppuruisku, jossa pitkävirtainen suutinpistooli, voisi olla kätevin.
  - Mikäli olisi akkukäyttöinen vesipumppu, pystyisi hyödyntämään puutarhasadettimia sammutukseen.

## Jättiläisen juomareppu

1. Rinkan pussimaiseen päätaskuun asetetaan yksi tai useampi sisäkkäinen vedenpitävä jätessäkki.
  2. 1,5 m pitkän tai pitemmän suihkuletkun tai puutarhaletkun päähän kiinnitetään puhdas villasukka (esim. narulla köyttäen), jotta veden virtaus ei tukehtuisi jätessäkin muovista johtuen.
  3. Reppuun täytetään 20-30 litraa sammutusvettä ja pussin suu suljetaan kuljetuksen ajaksi esim. narulla köyttäen.
  4. Palopaikalla (tai jo täyttövaiheessa) reppuun sijoitetaan kohdan 2 letkun villasukkapää.
  5. Vaellussauva tai muu tukikeppi kävelemisen ja sammuttamisen apuna.
  6. Maanpinnan kasteleminen, tarkemmin kulon tai turvepohjaisen maaperän kytöpalon sammuttaminen tai rajaaminen, valvonta, jälkivalvonta, tapahtuu imemällä letkun päästä, jolloin lappo käynnistyy.
  7. Sormella voidaan säännöstellä veden tuloa.
- Reppuun voidaan täyttää lisää vettä lennosta esimerkiksi limsapullostta tai kanisterista suoraan kaataen tai repussa jo olevan letkun kautta lapon avulla tai vesihanan suusta reppuun päin syöttäen, esim. mikäli repun pussia ei ole avattu palopaikalla.

## Pikakulotus, kulokatko humuksen avulla

- Reppuruisku, josta saadaan aerosolimuodossa vettä sammutusvesineen. Ilmatiivis pullo, jonka sisällä sytytysnestettä (kerosiinia, spriitä tai vastaavaa). Pullon kyljen yläreunaan tehdään nuppineulalla pieni reikä, joka peitetään esim. ilmastointiteipillä, johon on jätetty avauskorvake.
1. Päätetään/rajataan kulotettava alue, muutaman aarin kokoinen alue kerrallaan.
  2. Siistitään esimerkiksi pensassaksilla isoimmat risut, pensaat ja alaoksat pois, jotta kulo ei pitkittyisi.
  3. Kuljetaan eka kierros reppuruiskun kanssa, kastellen sumulla kulotettavan alueen rajaviivat puolen metrin leveydeltä. Sumu/aerosoli kastelee kuivan humuksen kauttaaltaan, tavoitteena on, että tämä ns. 'hengittävä' humusmateriaali imee sisäänsä vettä. Imeytyminen saattaa kestää hetken.
  4. Kuljetaan seuraava kierros reppuruiskun kanssa kastellen sumulla samalla tavoin rajaviivat.
  5. Siirretään sytytysnestepullon nuppineulanreiän päällä oleva teippi päinvastaiselle puolelle pulloa ja kuljetaan kierros ruiskuttaen sytytysnesteestä yhtenäisen raita noin 0,5 m etäisyydelle kostean kulokatko reunalinjan kuloalueen puolelle.
  6. Sytytetään sytytysnesteestä tehty raita. Se voidaan sytyttää jopa jo sen vetämisen/ruiskuttamisen yhteydessä.
  7. Kierretään reppuruiskun kanssa reunalinjaa, varmistaen, että kulokatko pysyy sopivan kosteana.
  8. Kun maa kulokatkon viereltä on kauttaaltaan kulottunut (ja sammunut), voidaan siirtyä valmistelemaan seuraavaa kuloaluetta, vaikka edellisen kuloalueen keskellä kulo palaisikin vielä. Ellei vielä palavalle kulolle riitä omaa valvojaa, uutta kuloaluetta ei ole suositeltavaa sytyttää ennen edellisen sammumista.

## Myrskytuuletin traktorissa

- Hydraulimoottorilla toimiva halkaisijaltaan esimerkiksi 1-2 metrin kokoinen puhallin traktorin etuvarteen. Takana runko-orsien lisäksi ohutlankaisesta metallista valmistettu suoja-äleikkö, mahdollisesti kuperahko, jotta pallomainen imuvyöhyke olisi avarampi. Sivulla kyllin vahvasta

pellistä valmistettu suojapinta. Edessä keskiosassa ei välttämättä mitään, reunakehällä haarukat, joihin pystyy tarvittaessa turvallisesti tarttua puhaltimen pyöriessä sekä esimerkiksi puskea ikkunalaseja ja päätykolmioita rikki. Lisäksi joko näihin haarukoihin integroituna tai sitten erillisenä elementtinä supistin, jolla puhallussuihkun pystyy fokusoimaan, jolloin se kantautuu pitemmälle, tai levittämään, jolloin se kantautuu leveämmälle.

- Mahdollisuus puhaltaa korkeita puita sammuksiin sekä pelastaa metsäpalon keskelle joutuneita ihmisiä ja eläimiä, ajoneuvoja, työkoneita ja kiinteistöjä. Puhaltaa irtomateriaalia kuten ötökät, oksat ja lehdet pois metsämailta, kuloalueilta ja pihamailta, puhaltaa (kuivana kautena) metsäpaloalueella puita ja pensaita puhtaiksi lehdistään ja havuistaan. Mahdollisuus pelastaa karja tukehtumasta savuun. Vaihtoehto asunnon/ajoneuvon imuroinnille. Lumetuskonekäyttö talvisin. Epätasaisten teiden lumenauraus talvisin.
- Mahdollisuus kaataa tai ruiskuttaa vettä imupuolelta päin puhallusilman sekaan. Mahdollisuus esisammuttaa jopa isoja rakennuspaloja joko ovesta tai ikkunoista huonekohtaisesti taikka päätykolmiosta ilmaa sisään puhaltuen:
- Perustuu siihen, että palohuoneen lämpötila laskee välittömästi ulkoilman tasolle, jolloin palavat materiaalit eivät enää ruoki toisiaan. Voimakkaan ilmakierron ansiosta liekit sammuvat välittömästi. Palavaan rakennukseen jäänyt uhri saa puhdasta hengitysilmaa välittömästi. Uhrien pelastaminen palavista rakennuksista (mikäli rakenteet kestävät puhalluksen huoneistoon tuottaman ylipaineen). Palosukeltaja voi edetä esimerkiksi etuovesta huone kerrallaan läpivedon tuottaen. Jälkisammutus esimerkiksi lehtipuhaltinella huone kerrallaan.

## Soodastreamer-pilli - sammutussauva

Soda-streamerin puhalluspilliin pujotetaan tiukalle ja/tai teippikiristetään esimerkiksi silikoniletku, puutarhaletku, imuriletku tai suihkuletku, jonka päähän liitetään jäykkä metalliputki kuten kuparinen vesiputki, jonka puhalluspää tulpattu ja jossa mahdollisesti kartiopäisessä päätytulpassa on ohut esimerkiksi  $d=1\text{mm}$  puhallusaukko.

Yksittäisten palopesäkkeiden sekä turvemaan kytöpesäkkeiden hallittu injektiosammuttaminen (hiilidioksidi on ilmaa raskaampaa) sekä esimerkiksi jyrksijöiden ja tuloaishyönteisten karkottamiseksi rakennusten rakenteiden sisältä (ks. myöskin erityinen [pillisovellus](#) ko. tarkoitusta varten. Injektiosammuttamiseen voidaan hyödyntää esimerkiksi teleskooppistanonkivapaa, jonka kärkipätkä poistetaan ja tyvipäähän integroidaan esimerkiksi letkuliitin silikoniputkelle, joka mahtuu soda-streameriin taikka sitten hyödyntäen linsapullokorokin kierrettä putkiliitokseen.

- Palomies *Ari-Jukka Kalliomäen* kehittämä [sammutussauva \(Iltalehti\)](#). Teleskooppinen metallipilli, jolla voidaan turvallisen etäisyyden päästä impulssimaisesti sumuttaa "atomaarista", hienojakoista vesiaerosolia palokohteeseen pallomaisena sumupilvenä. Impulssimaisuuden ansiosta toisaalta kohteen sammutusaika on huomattavasti lyhyempi ja palo sammuu kunnolla, toisaalta vettä kuluu huomattavasti vähemmän. Vesipatsaan virtausnopeus kiihtyy kokoajan teleskooppisauvassa eteenpäin edetessään, mistä syystä linkin kuvassa oleva ohuin kärkikappale sumusuuttimistoinen pystyy olla noin ohut pilli, veden virtaaman ollessa 6 l/s (20x tavallisen vesihanan virtaama).
  - Metsäpalon sammuttamisessa kyseisellä innovaatiolla on se hyöty, että teleskooppisuuden lisäksi pienemmän virtaaman ansiosta sammutussauvaa on helpompi kannatella ilmassa sekä kurotella sillä puiden latvoihin päin. Tällöin sauvaa esimerkiksi kannetaan nivel-telineessä olkapäillä ja sauvan letkupäässä eli olan takana on vastapaino, kuten esimerkiksi moottoritoiminen vesipumppu. Esimerkiksi skenaario, jossa sammutetaan pintavedellä tai kannetulla vedellä tai turhan pitkä syöttöputki tai useita rinnankytkettäviä suuttimia.
  - Vastapaino voisi olla myös painelmakompressori, missä saadaan pienemmällä vesipaineella [vesi hajoamaan sumuksi](#).

- Sammutussauvoja voidaan myös kiinnittää ja jättää nojaamaan puita vasten tuulen yläpuolelle paloaluetta, jolloin miehistöä pystytään irrottamaan muihin palopaikkoihin rivakammin. Periaatteessa on mahdollista, esimerkiksi laajojen kulojen sammuttamista ajatellen, kytkeä painevesiputkeen lähtöjä, joihin kiinnitettäisiin edullisia muovisia suihkepullon pumppukärkiä imupilleistään taikka spraymaalipullojen nippoja pillitapeihin.
  - Aerosolisammuttimella/sumusuuttimin saadaan kostutettua tulen alapuolisia helposti syttyviä materiaaleja, jolloin mm. voidaan estää uusien palopesäkkeiden syttyminen tuulen kuljettamista palavista kappaleista. Aerosolisuuttimet eivät muutenkaan altistu kuumuudelle, mistä syystä muoviset soveltuvat hyvin, kunhan syöttövesi on puhdasta. Edullisten aerosolisuutinten tarve saattaisi ilmetä esimerkiksi mikäli tulevaisuudessa ilmenee peltoviljelmien sabotaasikulotuksia, kuten esimerkiksi Ukrainassa, jolloin myöskin Suomessa jouduttaisiin alkaa varautua moiseen. Tällöin nopean esisammutuksen onnistumiseksi tarvittaisiin paljon paikallista kalustoa. Aerosoli-instrumentin putket ovat halkaisijaltaan ohuempia, jolloin seinämävahvuudeltaan hyvin ohut muoviputkikin kestää korkeaa syöttöpainetta. Tällöin vesipäätekapula on kevyt käsitellä, sillä ainoastaan runko painaa, ja sekin voi olla taipuisa/jäntevä paineputkistoa kuormittamatta.

## Palokatkokemikaalit

Suomessa on kehitetty [erityinen veteen sekoitettava kemikaali \(Talouselämä\)](#), jolla pystytään sekä sammuttamaan että etukäteisesti osastoimaan metsäpaloja. Kemikaali on saanut patentin, joten siinä on keksinnöllisiä ulottuvuuksia eli se ei ole esimerkiksi pelkästään vesiohennettua kaliumsilikaattia, joka on "vanhan kansan peltolannoitustapa".

## Ilmaisversio maatilakäyttöön

- Natriumsilikaatti ja kaliumsilikaatti, eli "kalivesilasi", on hieman geelimäinen (lateksimaalin paksuinen) läpinäkyvä ympäristöystävällinen vesiohenteinen neste, jota maataloudessa käytetään raaka-aineena peltolannoitteissa, rakennusteollisuudessa mineraalimateriaalipintojen pölynsidonnassa ja elintarviketeollisuudessa ruokatuotteiden lisäaineena (varmaankin pintakäsittelyaineena esimerkiksi karamelleissa), [E550](#); [E560](#). Nämä silikaatit ovat erittäin tehokkaita palokyllästysaineita, palavan materiaalin pintakuituihin imeytyessään, mutta pelkästään pintakalvona näin ei tietenkään ole. Valmiiksi kosteaan matriaaliin aine ei imeydy vaan jää pelkäksi pintakalvoksi. Näiden silikaattien heikkoutena puolestaan on, että tällainen silikaattikalvo kuivettuaan/kovetuttuaan kuitenkin kastuessaan vesisateessa liukenee ja huuhtoutuu pois pinnoilta, mutta kasviperäisen kuidun sisään imeytynyt osuus pysynee hieman kauemman aikaa paikoillaan.
- On ilmeistä, että em. patentoitu tuote sisältää ratkaisun edellä kuvattuun ongelmaan. Mahdollisesti tällaisen palosuojakomponentin lisäksi siinä on jotain ympäristöystävällistä vedenkestävämpää lisäainetta, kuten maitoliimaa. Joka tapauksessa jotain tällaista sideainetta, jonka merkitys on suojata sateelta sekä mahdollisesti parantaa seoksen imeytyvyyttä. Pelkästään natrium- tai kalivesilasien sammutusveteen sekoittaminen ei loukkaa tuota patenttia, ja lisäksi omaan ei-kaupalliseen/tulonhankinnalliseen käyttöön saa laillisesti myöskin immateriaalioikeuksin suojattuja tuotteita itse valmistaa.
- Vesianokseen esimerkiksi 1:100 laimennettuna kalivesilasilla saattaa pystyä esimerkiksi osastoimaan peltokulotuksia ja maastopaloja. Kannattaa tiedostaa, että kyse on samalla nestemäisestä natrium- tai kaliumlannoitteesta, joka nostanee peltomaan ravinnepitoisuutta jonkin verran, joten esimerkiksi ei kannata viikottain toistaa sellaista palosuojakäsittelyä.
- Ilmaisversio soveltunee hyvin esimerkiksi [kulokatkon](#) luomiseen kuivaan kangasmaahan. Kalivesilasi imeytyy kuivaan humuskuituun sekunneissa.

Jauhesammuttimen periaatteella toimiva "tomusammutin" saattaisi olla hyötykertoimeltaan parempi tukahduttaja, koska pienikokoisempi partikkeli pääsisi reagoimaan herkemmin palon kanssa, jolloin tarvittava partikkelien massallinen tarve voisi olla sitä lähempänä paloprosessien pysäyttämisten optimitarvetta.

## **Puunostin**

[Kuvan](#) mukaisella nostolaitteella voisi olla järkevä etukäteen jakaa metsiä palstoihin. Juurineen maasta nostettujen puiden linjoille on periaatteessa helppo tehdä metsäautoteitä. Näitä teitä pitkin sammutuskalustoa ja -väkeä saadaan kuljetettua lähemmäs palopaikkaa. Kun nämä väylät vedetään laserilla suoriksi, voidaan niitä hyödyntää myös metsänhoidollisesti esimerkiksi riistalaskennassa, jahdissa sekä metsien vartioinnissa. Lanaamisella ja hiekkotamisella voidaan helpottaa maastopalojen sekä maanalaisten turvepalojen hallintaa, mm. vastapaloja voidaan järjestää turvallisemmin. Puunostin voidaan myös puun taakse kiinnittäen traktorin etukauhalla tai erityisellä takanostolaitteeseen kiinnitettävällä puomilla nojata nostolaitteen yläkoksaria vasten, kunnes puu kaatuu pois. Tällöin puu on saman tien vedettävissä pois.

## **Kantonaksautus**

Kantonaksautuksen tavoitteena on pystyä korjaamaan etenkin ohuempia puita metsistä nopeasti metsäpalon alta. Pyöräytetään käsisirkkelillä syvyysohjurin kanssa poikittain yhtenäinen sahausura puun rungon ympäri mahdollisimman läheltä maantasoa, minkä jälkeen juontokouralla taitetaan tai huojautetaan puu poikki ja nostetaan vaunuun. Soveltuu etenkin tiheässä kasvaville ohuille puille. Ilmiö, että puu katkeaa varsin siististi sahausuran tasalta, perustuu puun elastisuuden pykälöitymisen aiheuttamaan taivutuksen aiheuttaman taipuman keskittymiseen pistemäiseksi jännityspinnaksi sahausuran poikkileikkauspintaan. Käsisirkkeliin kannattaa pinta-asentaa sivulle vesivaaka, jotta yhtenäinen sahausura olisi mahdollisimman helppo tehdä. Mitä matalemmaksi kanto jää, sitä helpommin pääsee ajamaan traktorilla yli.

## **Puiden sarkakelotus**

Metsänomistajien kanssa saattaisi saada sovittua, että aarniometsiin tai ylipäänsä laajoille metsäalueille perustettaisiin kapeita sarkoja, joissa kasvavat täysikasvuisten puiden latvukset leikattaisiin (tai esim. droonilla latvukset myrkytettäisiin tai oksat lovettaisiin tyvien ylä- ja alapinnoistaan katkeamaan omia aikojaan), on myös mahdollista erityisellä kylkeen hakattuun kirvesloveen injektoitavalla aineella myrkyttää puu.

- Kelopuusarkoilla metsäpalo etenisi helpommin sammutettavana maastopalona. Kelopuusarkojen tihentyvää risukkoa tarvitsisi silloin tällöin raivata. Kapeimmillaan sarka voisi olla "yhden puun levyinen", jollaisella toteutuksella saatetaan joissain olosuhteissa jo saavuttaa päätavoite, latvapalon pysähtyminen. Myöskin useiden rinnakkaisten "yhden puun levyisten kelosarkojen" vedoilla saatettaisiin saavuttaa päätavoite.
- latvusoksia saattaisi pystyä katkomaan sähköporakoneella, jossa vintiläterä (oksia ei tarvitse katkoa puun rungon vastaisesti, vaan vain havujen/lehtevien oksien tyvien etäisyydeltä).
  - latvaoksiinmpääsee käsiksi esimerkiksi nostamalla ja kiristämällä teleskooppitikkaat puun runkoa vasten pystyorsistaan esimerkiksi muutamalla telttapatjan solkikiristinnarulla. Kiipeily turvavaljain, jotka ankkuroidaan tikaspuoliin.

## Kuivien alaoksien katkenta

Pitkien kuivien kausien aikana puut "päättävät" luopua alaoksistaan, eli tällöin puiden aiemmin tuoreet alaoksat muuttuvat ruskeiksi eli lehtivihreät ja muut ravinteet imeytyvät pois puun selviämiseksi juuriston vähäisestä vedensaannista. Nämä ruskeat alaoksat kuitenkin syttyvät ja levittävät metsäpaloa erittäin herkästi. Joissain olosuhteissa metsäpalojen pysähtyminen saattaisi onnistua pelkästään sillä, että poistettaisiin puiden kuivat alaoksat sekä kuivan kauden aikaan potentiaalisesti puun hylkäämät toistaiseksi tuoreet alaoksat.

Katkotut oksat voidaan kerätä talteen esimerkiksi hakettamalla paikan päällä. Hakkeen voi myös levittää metsämaahan, sillä se ei samalla tavalla enää hankaloita metsäpaloa kuin irto-oksat.

Kuivuneiden oksien poistamiset eivät vaikuta ainakaan negatiivisesti puun kasvuun, mutta visuaalisesti latvoja eri puissa vilkuillen voidaan havaita ilmiö, että puun rungon paksuuntuminen elävien oksien alapuolisessa osassa loppuu/tasaantuu (uudet vuosirenkaat ovat ohuempia). Toisin sanoen korkeuksilta, joissa puun runko on jo täysikasvuista, tuoreetkin alaoksat kannattanee katkoa pois "hyvän sään aikana", jolloin näiden oksien lehtivihreiden menetys eivät puun kasvua häiritse.

Katkottujen oksien kohdat voivat infektoida puuhun tauteja, josta syystä tyvet kannattaa suojata, esimerkiksi tervaspray saattaisi riittää, ja katkominen suorittaa sellaiseen vuodenaikaan, ettei puu tuhlaa pihkaa/mahlaa tuoreiden alaoksiensa katkomiskohtiin. Voidaan esimerkiksi kiinnittää kiristysliinalla alumiinitikkaat puun runkoa vasten ja sitten kiivetä integroidun valjassysteemin avulla puiden alaoksia katkomaan esimerkiksi retkikirveellä. Voidaan lisätä alumiinitikkaiden ala- ja yläpäähän "satulat", jolla tikkaat pysyvät keskeisesti puun runkoa vasten. Alumiinitikkaat voivat olla tällön huomattavasti tavanomaista kapeammat.

## Erämaiden moottorikelkkareitit

Laajoihin metsäerämaihin on syytä vähintäänkin merkitä pareittain kulkevia huoltouria moottorikelkkareiteiksi. Nämä reitit raivattaisiin mönkijäkulkuisiksi plaaneiksi, joiden välityksellä pystytään tarvittaessa esimerkiksi siirtämään sammutusvälineistöä, -kalustoa ja -miehistöä metsäpaloalueelle, rajaamaan metsäpaloaluetta, evakuoimaan, kuin myöskin korjaamaan puuta ja vaikkapa tekemään riistanhoitoa ja hyödyntämään metsävaellusväylinä. Tällaisia väyliä ei tarvitsisi esteiden raivaamista, epätasaisuuksien täyttämistä ja reittimerkintöjä kummemmin perustaa eikä ottaa käyttöön. Väylien leveys ja vastaavat määritteet kannattaa kuitenkin standardoida samanlaisiksi. Moottorikelkkareittikyltteihin kannattaa upottaa esimerkiksi punainen tai vihreä kissansilmäheijastin, jotta mm. eksynyt marjastaja pystyy väylien avulla löytämään ulos erämaasta ja ylipäänsä jotta metsään eksynyt hakeutuisi täälaiselle uralle ja löytyisi nopeammin. Kyltteihin voidaan myös merkitä opastusmerkintöjä pienellä tekstikoolla, kuten kilometrietäisyyksiä Dymo-kohotekstiprintterillä, jotka teipataan ja niitataan tolpan kylkeen taltattuun ja esimerkiksi pikaliimalla lakattuun uraan).

## Metsäpaloalueen esi- ja jälkityöt

On todennäköistä, että Australian laajat maastopalot vuodenvaihteessa 2019–2020 (sikäläinen kesä) tarvelivat laaja-alaisesti paikalliset habitaatit ja ekosysteemit, jolloin rotat ym. jyrsijätuholaiset pääsivät lisääntymään vailla mitään luontaisia vihollisia (vailla tarvetta suojautua pedoilta kuten pöllöt). Seuraavana vuonna maanosaan kehittyi [valtava jyrsijäongelma](#) ilmeisesti tästä johtuen.

Laajojen metsäpaloalueiden ekosysteemien nopea normalisointi on tärkeää edellä mainitun kaltaisten skenaarioiden ennaltaehkäisemiseksi. Esimerkiksi voidaan taimien istuttamisten, viljeltyjen taikka luonnonvaraisten taimien keräileminen toisaalta, pystyttää pilareita fasiliteeteiksi



petolintujen pesintä- ja tähytyspaikoiksi. Luonnonvaraisten taimien, pensaiden, puiden keräileminen saattaisi onnistua koneellisesti, kompensoida metsänraivausta keräilyalueella ja myöskin tuottaa laadukkaimman lopputuloksen istutusalueella.

Mikäli laajaa paloa ei meinata mitenkään saada hallintaan, pyritään turvaamaan esimerkiksi hehtaarin laajuisia pesäkkeitä metsäpalolta, jotta ekosysteemit jatkuisivat niissä ja tällöin mahdolliset jyrjäpopulaatioiden räjähtämiset kuloalueilla voitaisiin välttää, kun muunkin villieläimistön kuin kaikkiruokaisten jyrjäjoiden elinpiirit kattaisivat myöskin kulottuneet alueet. tällaisia saarekkeita voidaan paikoittaa etukäteen esimerkiksi metsäautotein ja puskurivyöhykemäisellä metsänhoidolla saartaen.

Riistaeläinten talviruokinnassa (etenkin kuloalueilla) voidaan menetelmin ehkäistä jyrjäjoiden pääsyä apajille.

## **Prospektiivinen metsäpalojen sammutus**

Etenkin pitempien kuivien jaksojen aikana maasto ja metsät kuivavat ja tällöin mahdollisten metsäpalojen sammuttaminen vaikeutuu ja pitkittyy mm. koska palo leviää eri kerroksissa ja lisäksi tuulien kuljettamat kipinät sytyttävät helpommin uusia palopesäkkeitä. Periaatteessa ajan sekä sammutusveden säästäminen voisi onnistua suorittamalla metsien ja maaston kastelua etupainotteisesti alueilla, joilla kokonaisuhyöty on suurin, eli joilla metsäpaloja esiintyy todennäköisimmin sekä toisaalta joilla kastelu vaikuttaa merkittävästi metsän kasvuun (mm. ettei pensasalueet taikka päätehakuiden jälkeiset nuoret puuntaimet lakastu) sekä joilla kasvaa ravintoa riistalle. Lisäksi metsämarjatkin pullistuvat kastelun vaikutuksesta. Puolestaan asutusalueita halkovien ekologisten käytävien, jotka nopeuttavat mahdollisesti palavien metsäalueiden palautumista ennalleen, kasteleminen kuivina jaksoina myöskin parantaa niiden asuinalueiden viihtyisyyttä.

Tällainen lisäkasteleminen myöskin aiheuttaa tarpeen kehittää siirreltäviä kastelujärjestelmiä, mikä tutkimus- ja kehitystyö palvelee metsätalouden ohessa myöskin maataloutta (maailmanlaajuisesti, esimerkiksi Espanjassa paloi v. 2022 noin 3 150 km<sup>2</sup> eli 315 000 ha maastoa ja metsää poroksi; peltokastelu ei ainoastaan ennaltaehkäise satotuhoja, vaan sen lisäksi kasvattaa viljasatoja). Esimerkiksi näin äkkiseltään mitä tulisi mieleen, niin voisi tutkia päätehakkuun yhdistämistä japanilaiseen [daisugi-metsänkasvatustekniikkaan](#) sillä tavoin, että uusi puuntaimi/-taimet vesojen tavoin pystyisivät alkaa heti hyödyntää kaadettujen puiden (kantojen) laajalle ja syvälle ulottuvia juuria, jolloin ne pystyisivät paremmin vihantana kuivinaakin jaksoina sekä lisäksi pystyisivät paremmin hyödyntää ravinteita metsämaasta ja eivät myöskään lakoaisi helposti syyskeleillä. Jolloin talousmetsien puusto kasvaisi keleistä riippumatta hiukan nopeampaa, mutta tasalaatuisimpana, eikä se olisi niin metsäpaloaltista.

Etupainotteisella kastelulla (esimerkiksi osastoiminen sekä metsäalueiden välisten ekologisten käytävien kastelut) säästetään aikaa, rahaa, 'hiilidioksiditonnejä', "päästöoikeuksia" jne. mikäli metsäpalo sellaisen ansiosta estyy syttymästä tai syttyttyään saadaan nopeasti sammumaan. Kuivina aikoina kasteluvesiä voidaan "lainata" periaatteessa mistä vain mereen päin matkaavasta purosta tai joesta, mutta mielellään ei kuitenkaan vesialtaasta, joiden vedenpinnan vaikutus ekosysteemeille on ilmeisempi, eikä välttämättä pohjavedestä. Pohjaveden korkeampi mineraalipitoisuus mineralisoi maan pintaa kun kuumina aikoina veden haihtuminen on voimakkaampaa.

Puolestaan ekologisten käytävien haittavaikutuksena ovat mm. tuholaispopulaatioiden nopeampi leviäminen, mutta tuhohyönteispopulaatioita saattaisi olla mahdollista torjua "savustamalla" niiden valtaamia metsäalueita reunoilta alkaen tynnellä ilmalla, kuitenkin polttamatta itse metsiä. Tässäkin tekniikassa olisi tutkimus- ja kehityspotentiaalia, sillä vastaavasti kuin metsäpaloihin

luonnollisesti, myös tuholaisiin kannattaisi pyrkiä reagoimaan mahdollisimman nopeasti, mutta intensiivisesti.

Tässä voisi tutkia esimerkiksi sellaista menetelmää, että tyynellä ilmalla dronein tai pressun kylkeen kiinnitetyn heliumipalloon kannateltaisiin kevytpressuseinämiä ilmassa ekologisen käytävän molemmin puolin, joilla pressuilla siis rajataan kaasujen sekoittumista ilmassa. Puun yläpuolellekin voidaan sijoittaa vaakapressua, jolloin *Thermo-Cell*-hyönteismyrkyin konsentraatio oksistoa ympäröivässä ilmassa paranee entisestään. Joko erillisin pressuseinämin kennottaen eliminoidaan tuholaishyönteiset tai sitten kävelyvauhtia liu'utetaan esimerkiksi hevosenkengän muotoista pressu-  
tms. filmimäistä tunnelia tällaista ekologista käytävää eteenpäin. Toisaalta laajoilla tuholaisten valtaamilla alueilla voisi kokeilla laskea laaja pressu puuston päälle, jättäen reunahelmat laskeutumaan hieman alemmaksi, ei välttämättä maahan asti. Sitten keskeltä tätä huputusta käynnistää *Thermo-Cellin* joksikin aikaa: hypoteettinen moninkertainen vaikutusteho perustuu oletukseen, että tämä hyönteisille myrkyllinen kaasu ei sinänsä katoa/kondensoidu/puoliinnu pois ilmasta, vaan keskeltä alkaen leviää ja tasoittuu hupun sisään, vaalien laimeampana pitoisuutena mahdollisesti vähän vain pitemmän vaikutusajan, ollen sinänsä kuitenkin yhtä efektiivinen. Olettaen, että hermomyrkkymolekyylit sitoutuu hyönteisen elimistön johonkin "solutason kemialliseen taskuun" ja jää siihen vaikuttamaan pitemmäksi aikaa, eikä esimerkiksi antioksidantit neutraloi sitä.

Tuholaistuhoja, jotka johtuvat ilmiöstä, että tällainen laji ympäristöolosuhteista johtuen saa yliotteen, paikallisen "monopoliaseman" ravintoketjussa, pystytään jonkin verran passiivisestikin vähentämään monipuolistamalla kriittisenä pidetyn metsän kasvustoa, jollaisessa elinympäristössä esimerkiksi muiden puulajien mukanaan tuomat eliöt lisäävät yksittäiseen tuhoeläinlajiin kohdistuvaa "stressiä". Sekametsityksessä / monipuolisten ekosysteemien syntetisoinnissa [ennallistaminen] ei todennäköisesti tarvitse mennä äärimmäisyyksiin, vaan funktiollisena asiana riittäisi huolehtiminen, ettei esimerkiksi viljelymetsien kasvuston eikä metsämaaston yksipuolisuudessa ole menty äärimmäisyyksiin.

On myöskin mahdollisuus, että metsiin kantantautuu jokin esimerkiksi tarkoituksellisesti geenimuunneltu supertuholainen, joka tuhoaa ekosysteemin kuin ekosysteemin. Lisäksi esimerkiksi jokin metsämaan kemiallinen epätasapaino saattaa vaikuttaa ekosysteemien monipuolisuuteen, Islanti havainnollisena esimerkkinä (mm. typen puutetta maaperässä yhdistettynä tuuliseen meri-ilmastoon).

Puunkorjuu (päätehakkuut) on hallitsemattomia metsäpalokatastrofeja järkevämpi tapa hyödyntää metsää sekä kiinteistöjä, koska mm. silloin isompi osuus kasvillisuuteen (maatuvat komponentit) [sitoutuneesta orgaanisesta tyyestä](#) (kohdat 2.2.3 ja 7) jää metsäpohjaan ravinteeksi (humusmaan keskeisin alkuaine).

## Lukemistoa

- [Artikkeli \(27.6.2023\) Petteri Orpon hallituksen tavoitteesta puolittaa erilaisten tulipalojen määriä mm. erinäisin rakenteellisin uudistuksin, kuten erilaisten tahojen yhteistoiminnan lisäämisen avulla.](#)
- [Tutkimusjulkaisu, jossa tarkastellaan "metsäkäytävien" \(linear remnant forests / wildlife corridor\) laadullisia vaikutuksia flooraan ja faunaan.](#)
- [Metsäpaloalueiden "liveseuranta".](#)
- [Puiden erikoisia ominaisuuksia, kuten ylijäämä-ravinteiden ravinteiden jakaminen viereisille puille ylitse lajirajojen, sekä omenapuiden menetelmät kutsua lintuja syömään madot pois lehdistään.](#)