

Energipuuta päätehakkuulta -opas



© Suomen metsäkeskus

Päätoimittaja Tatu Viitasaari

Toimituskunta Tuomas Hakonen
Risto Lauhanen
Jussi Laurila
Juha Viirimäki
Marko Ämmälä

Taitto Terttu Välskilä
Kannen kuva Kantojen metsäkuljetus hoituu perinteisellä
metsätraktorilla. Jussi Laurila

Takakannen kuva Hakkuutähteet puidaan omiin kasoihin.
Marko Ämmälä

Painatus Vammalan Kirjapaino Oy, Sastamala, 2013
ISBN 978-952-283-010-4 nid.
978-952-283-011-1 pdf



sisällysluettelo

Esipuhe	5
1 Lähtökohdat energiapuun korjuulle uudistusaloilta	6
1.1 Päätehakkuuenergian korjuukohteet	8
1.2 Ravinnetalous	9
2 Hakkuutähteet	10
2.1 Hakkuutähteen korjuu	11
2.2 Korjuun laatu	13
2.3 Varastointi	13
3 Kantojen korjuu	15
3.1 Kannonnosto	16
3.2 Kantojen metsäkuljetus	17
3.3 Kantojen varastointi	18
3.4 Kantojen murskaus	19
4 Energiapuun korjuun kannattavuus uudistusaloilta	21
4.1 Korjuukelpoinen energiapuukohde	21
4.2 Energiapuusta saatavat tulot	23
4.3 Energiapuun korjuun vaikutuksia kannattavuuteen	24
5 Ympäristö	26
5.1 Vesiensuojelu	26
5.2 Monimuotoisuus	27
5.3 Maisemalliset arvot	29
5.4 Muinaisjäänökset	29
5.5 Hyönteistuhot	29
6 Työturvallisuus	30
6.1 Esipuhe	30
6.2 Vahingot ja varautuminen	30
6.3 Työsuojelu hankintaketjujen eri vaiheissa	31
7 Kannot ja hakkuutähteet voimalaitoksissa	35
7.1 Seospoltto	36
7.2 Hakkuutähteet	36
7.3 Kannot	37
Kiitokset	38
Lähteet	38

Esipuhe

Tatu Viitasaari

Energiapuusta puhuttaessa tulee usein mieleen nuoren metsän hoitohakkuut ja niiden tukipolitiikka. Monesti kuuleekin puhuttavan, ettei metsäenergia kannata ilman tukia. Tämä pitää toki paikkaansa monilla nuoren metsän hoitokohteilla.

Useasti kuitenkin unohdetaan, että päätehakuualoilta saatava metsäenergia on täysin kemera-tuetonta, mutta silti sen ympärille on luotu niin metsänomistajille kuin metsä- ja energiateollisuudelle kannattavaa liiketoimintaa.



Vuonna 2011 lämpö- ja voimalaitoksille korjattiin päätehakkuualoilta yhteensä 2,2 miljoonaa kuutiota hakkuutähteitä ja vajaa miljoonaa kuutiota kantoja. Tämä on merkittävä määrä, sillä pienpuuta korjattiin vastaavasti 3,1 miljoonaa kuutiota. Päätehakkuualoilta korjattiin siis enemmän energiapuuta kuin pienpuuhakkuualoilta. Toisaalta päätehakkuuenergia on hyvin kytköksissä sahatavaran menekkiin, joten se ei ole niin toimitusvarma energianlähde kuin pienpuu, joka ei ole niin arka maailmantalouden suhdanteille.

Tämän oppaan tarkoituksena on antaa metsänomistajille puolueetonta tietoa päätehakkuualalta kerättävästä metsäenergiaraaka-aineesta ja toiminnan vaikutuksista. Tätä opasta luettaessa on kuitenkin tärkeää muistaa, että päätehakkuuenergia on päätehakkuun yhteydessä syntyvää sivutuotetta ja metsänkasvatuksen päätaivote on lähes aina tuottaa hyvälaatuista tukkipuuta.

Tämä opas on tuotettu Suomen metsäkeskuksen Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksikön sekä Seinäjoen ammattikorkeakoulun yhteisen Kestävä metsäenergia-hankkeen toimesta.



Kuva 1. Päätehakkuualalta kerätään ensin ainespuutavara, josta muodostuu suurin osa saaduista tuotoista. Kuva: Tatu Viitasaari.

I Lähtökohdat energiapuun korjuulle uudistusaloilta

Tatu Viitasaari

Päättehakkuualalle jää ainespuuhakkuun jälkeen paljon erilaista puuainesta, jota voidaan käyttää hyödyksi energiantuotannossa. Tässä oppaassa tämä energiapuu on jaettu kahteen luokkaan hakkuutähteeseen ja kantoihin. Hakkuutähteen pääosan muodostaa latvusmassa, mutta myös raivauspuusto ja lumpit kuuluvat siihen. Vuonna 2011 hakkuutähdettä korjattiin 2,2 miljoonaa kuutiota ja kantoja 0,96 miljoonaa kiintokuutiometriä.

Suunnitellessasi päättehakkuuta ja sen jälkeistä metsän uudistamista sinun kannattaa myös harkita, voitko myydä päättehakkuualaltasi kertyvät hakkuutähteet ja kannot energiaksi. Tämä lisää päättehakkuusta saatavia tuloja ja helpottaa maanmuokkausta ja istutusta. Toisaalta se aiheuttaa myös ravinetappioita ja viivästyttää metsänuudistamista. Seuraavassa selvitetään pääpiirteittäin, mistä ja

Esimerkkejä päätelhakkuista, joista kerätään energiapuuta		
Puukauppa	Syksy 2012	Syksy 2012
Ennakkoraivaus	Ei tarvita	Kevät 2013
Päätelhakkuu	Talvi 2013	Kesä 2013
Hakkuutähteen ajo	Kevät 2013	Kesä 2013
Kannonnosto	Kevät 2013	Syksy 2013
Kannonajo	Syksy 2013	Syksy 2014
Hakkuutähteen haketus / poltto	Talvi 2014	Talvi 2015
Maanmuokkaus	Syksy 2013	Syksy 2014
Istutus	Kevät 2014	Kevät 2015
Kantojen poiskuljetus tienvarsivarastosta	2015	2015 / 2016

Hakkuutähteen ja kantojen keruu lisäävät uudistustyömaalla kulkemista sekä työvaiheita. Tämä taas altistaa työmaan keleistä johtuville viivästymisille.

Taulukko 1. Esimerkkejä päätelhakkuista, joista kerätään energiapuuta.

mitä päätehakkuun yhteydessä syntyvää energiapuuta kannattaa korjata. On kuitenkin hyvä muistaa, että päätehakkuulta saatava pääasiallinen tuotto tulee aines-

puusta, joten hakkuu suoritetaan yleensä ainespuun ehdoilla ottaen silti huomioon energiapuun korjuun tarpeet.

Mittausinfoa

Risto Lauhanen

Metsäenergian määrä ja laatu voidaan sopia ilman mittausta. Mittauslaki 1.7.2013.

Kuusella hakkuutähteen tilavuus on noin 20-30 % runkokuun määrästä. Kuusella kantojen tilavuus on noin 25 % runkokuun määrästä.

Hakkuutähteistä ja kannoista voidaan "mitata ja korvata" myös työkohteen pinta-alan sekä hakkeen ja murskeen irtotilavuuden tai energiasisällön mukaan.

Hakkuutähteen ja kantojen määrä voidaan mitata kuormainvaa'alla metsäkuljetuksen aikana. Metsäntutkimuslaitoksen EPPU-laskurilla ja muuntokertoimien avulla voidaan maantieteellisen alueen, hakkuu- ja korjuuajan sekä lumen ja jään määrän avulla määrittää hakkuutähte-erän tilavuus. Esimerkiksi tammikuussa Pohjanmaalla hakatun kuusikon latvusmassa korjataan ja punnitaan kesäkuussa. Mittauserän massan ollessa 100 000 kg, erän tilavuus on 166,7 m³ (kerroin 600 kg/m³).

Kantojen painoluokan, kosteuden, vuodenajan sekä epäpuhtauksien perusteella määritetään muuntoluvut ja kantoerän tilavuus. Esimerkiksi nostotuoreen ja puhtaan 100 000 kg:n kantoerän tilavuus on 112,3 m³ (kerroin 890 kg/m³). Mahdolliset mittaus-erimielisyydet pyritään ensisijaisesti sopimaan.

Energiapuun korjuu hakkuuaukealta viivästyttää metsän uudistamista yleensä yhdellä tai kahdella vuodella. Lisäksi energiapuukasat, etenkin kannot, ovat tienvarsivarastolla noin 2 vuotta hakkuusta. Tuolloin muu hakkuuaukea on saatettu jo uudistaa, mutta kantovaraston pohja joudutaan uudistamaan erikseen myöhemmin. Tämä saattaa nostaa hieman uudistamisen kustannuksia.

1.1 päätehakkuuenergian korjuukohteet

Kasvupaikka on tärkein tekijä suunniteltaessa energiapuun korjuuta päätehakkuu-alueelta. Taulukossa 1 selvitetään, mitkä kohteet sopivat päätehakkuuenergian korjuuseen. Latvusmassaa kerätään kaikkien puulajien hakkuuaukeilta, mutta kuusi

on suosituin. Tätä selittää hakkuutähteen suuri kertymä ja rehevien kasvupaikkojen kuusivaltaisuus. Kannonnosto on keskitynyt pitkälti kuusikkoihin, joskin männynkantojen nostoon on virinnyt viime aikoina hieman kiinnostusta.

Kannonnoston korjuukohteet		
Kasvupaikka	Kannot	Poikkeukset
Lehtomaiset kankaat, Ruohoturvekangas	Kyllä	Ei kallioisilta, lohkareisilta ja runsaskivisiltä paikoilta
Tuoreet kankaat, Mustikkaturvekangas	Kyllä	Ei kallioisilta, lohkareisilta ja runsaskivisiltä paikoilta
Kuivahkot kankaat	Kyllä	Ei kallioisilta, lohkareisilta ja runsaskivisiltä paikoilta
Puolukkaturvekangas	Ei	Kannonnosto suositeltavaa, jos alueella on juurikäpää
Kuivat kankaat	Ei	Kannonnosto suositeltavaa, jos alueella on juurikäpää
Karukkokankaat	Ei	

- Huom jos kuusikossa on boorinpuutos, niin hakkuutähteet ja kannot voidaan kerätä, jos alue lannoitetaan sen jälkeen.
- Pohjavesiluokkien 1 ja 2 alueelta saa kerätä hakkuutähteet, mutta ei kantoja.

Taulukko 2. Päätehakkuuenergian korjuukohteet.

1.2 Ravinnetalous

Hakkuutähteen ja kantojen korjuun vaikutusta metsäpohjan ravinnetalouteen on tutkittu paljon ja sitä on pyritty huomioidaan hakkuutähteen ja kannonnoston suosituksissa. Tosin pitkän aikavälin tutkimustuloksia valmistuu vasta myöhemmin. Yleisenä sääntönä voidaan pitää, että kaikesta hakkuutähteestä jäisi noin 30 % hakkuualalle. Etenkin vihreää hakkuutähdettä korjattaessa tähän on syytä kiinnittää huomiota, sillä silloin neulasia ei varise maahan niin paljoa kuin korjattaessa kuivaa hakkuutähdettä. Kannonnostossa jätetään vastaavasti nostamatta ainakin 25 yli 15 cm:n ja kaikki alle 15 cm:n kannot turvaamaan maan ravinnetasapainoa.

Hakkuutähteen ja kantojen korjuun aiheuttamat ravinnehaitat liittyvät yleensä boorin ja kaliumin puutukseen, lisäksi turvemailla fosforin puutos voi koitua ongelmaksi. Myös kivennäismaan paljastuminen altistaa ravinteiden ja kiintoaineksien huuhtoutumiseen vesistöihin. Ravinnetalous turvataan parhaiten olemalla varovainen ja jättämällä tarpeeksi puuainesta ja etenkin neulasia korjattavalle kohteelle.

2 HAKKUUTÄHTEET

Tatu Viitasaari

Hakkuutähteet eli latvusmassa, oksat, rai-
vauspuusto ja muu puuaines muodostavat
toiseksi merkittävimmän energiapuuker-
tymän heti pienpuun jälkeen. Hakkuutäh-
dettä korjattiin 2011 noin 2,2 miljoonaa
kiintokuutiometriä, kun taas pienpuuta
n.2,5 miljoonaa kiintokuutiometriä. Hak-
kuualalta kertyy yleensä noin 20–30 %
hakkuutähdettä runkopuun määrästä.

Esimerkiksi päätelhakkuukuusikossa, josta
kertyy 300 m³ ainespuuta, niin hakkuu-
tähteen saanto on 60:n ja 90 m³:n välillä.

Hakkuutähteen korjuusta saatavia tuloja
käsittellään tarkemmin luvussa 4, mutta
tähtien keruulla on myös vaikutusta
uudistusalaan seuraavin tavoin.

Kuva 2. Latvusmassa ja ainespuu puidaan omiin kasoihin. Kuva: Marko Ämmälä.



Edut

- Maanmuokkausolosuhteet paranevat. Mätästys, laikutus ja äestys ovat helpompia toteuttaa ja työnjälki on parempaa, myös kustannukset saattavat alentua.
- Viljelytyö helpottuu etenkin koneellisen istutuksen kohteilla, mutta myös miestyönä tehtävä istutus helpottuu, kun liikkuminen on helpompaa.
- Taimet säilyvät paremmin elossa.
- Vesistöihin huuhtoutuu vähemmän ravinteita.
- Edistää täystiheiden taimikoiden syntymistä, etenkin kuusen ja rauduskoivun uudistusaloilla.

Haitat

- Vaikuttaa ravinnetalouteen. Ongelma etenkin kuusikoissa, joissa on syytä välttää hakkuutähteen keräämistä tuoreena tai vastaavasti jätettävä 30 % tähteistä korjaamatta. Kuivien neulasten variseminen palstalle riittää yleensä turvaamaan ravinnetalouden.
- Vähentää lahopuun määrää, joka vaikuttaa lahopuustoeliöiden määrään.
- Myös korjuuvaurioiden määrä kasvaa, sillä energiapuuta joudutaan korjaamaan pois sulan maan aikaan.

2.1 Hakkuutähteen korjuu

Hakkuutähteen korjuumenetelmät ovat jaettavissa kahteen eri menetelmään, jotka vaikuttavat hakkeen jatkokäyttöön. Molempia menetelmiä käytettäessä on suositeltavaa kuitenkin noudattaa seuraavia ohjeita. Varmista etenkin kuusikoissa, että hakkuualalle jää riittävästi ravinteikkaita neulasia. Kovalla pakkasella neulasia tipahtaa itsestään tarpeeksi, mutta muulloin noudata seuraavia ohjeita. Joka viidennen puun oksat puidaan maastoon. Korjattaes-

sa vihreää neulasmassaa suositellaan jätettäväksi 30 % hakkuutähteistä maahan. Parhaan tuloksen varmistaa keräämällä välivarastoon kuivaa hakkuutähdettä, jolloin neulaset varisevat hakkuualalla ja turvaavat sen ravinnetasapainon. Lisäksi hakkeen laatu paranee, sillä jo välivarastossa on kuivaa tavaraa.

Älä korjaa maanvahventamiseen käytettyä hakkuutähdettä ja muutenkin toimi varovasti, ettei kiviä ja maa-ainesta joudu hakkuutähteen joukkoon. Yksikin kivi saattaa vahingoittaa hakkurinteriä!

Irtorisumenetelmässä hakkuukone karsii ja katkoo latvat kasoihin. Myöhemmin tuleva ajokone kerää hakkuutähteet kyytiin irtonaisina ja siirtää ne varastopaikalle, johon ne varastoidaan erilliseen irtorisukasaan.

Hakkuutähdepaalimenetelmässä hakkuukone karsii ja katkoo latvat kasoihin, minkä jälkeen tulee erillinen ajokone, joka paalaa hakkuutähteet. Tämän jälkeen toinen ajokone siirtää paalit varastopaikalle.



Kuva 3. Hakkuutähteen paalausta. Kuva: Tatu Viitasaari.

2.2 Korjuun laatu

Päätehakkuu, josta korjataan energiapuu-
ta, asettaa jo leimikon suunnitteluvaiheessa tiettyjä rajoitteita. Etenkin, jos leimikolle siirrytään kokoojauraa pitkin, sillä kuormien määrä kasvaa huomattavasti. Tällöin kokoojauran pehmeitä kohtia kannattaa vahvistaa hyvissä ajoin. Korjuujäljen laadun merkittävin tekijä on maanpinnan

kantavuus. Heikosti kantavilta alueilta ei kannata sulan maan aikana kerätä hakkuutähteitä. Muutenkin korjuussa tulee huomioida maan kantavuus ja ajoittaa korjuu sopivaan aikaan.

2.3 Varastointi

Hyvälaatuisen hakkeen tuottamisen kannalta varastoinnilla on erittäin iso merkitys. Tärkeimpänä asiana ovat aluspuut, jotka estävät maakosteuden nousemisen kasaan. Toiseksi merkittävin asia on kasan peittäminen. Oikeaoppinen varastopaikka olisi aukealla kuivalla kivennäismaalla niin, että kasanpään suunta olisi etelään. Tämä

on usein kylläkin mahdotonta, mutta pyri noudattamaan kuitenkin seuraavia asioita: Älä tee kasaa vesiojan päälle. Varaa riittävästi tilaa, jos haketetaan paikalla. Tilaa on oltava, jotta hakeauto ja hakkuri mahtuvat olemaan rinnakkain.



***Kuva 4.** Osittain sortunut varasto. Tällainen varasto hidastaa haketusta ja lisää hakkeen kosteutta. Onnistunut varastointi on ratkaisevaa tuotettaessa hyvälaatuista haketta. Kuva: Tatu Viitasaari.*

Itse varastokasa on oltava selvästi maanpinnan yläpuolelle nostettuna aluspuiden avulla. Kasa on ilmava ja korkea. Yli kuusimetrisiä puita olisi syytä välttää, sillä ne hidastavat haketusta. Kasan päälle ladotaan lippa, joka on noin 0,5-1 metriä pitkä. Paras aika kasan peittämiselle olisi elokuussa, mutta erikseen tehtävä kasan peittäminen lisää kustannuksia, joten toimijan kannattaa harkita omien resurssien mukaan peitetäänkö kasat kootusti elokuussa tai korjuun jälkeen. Varastointitilaa tarvitaan 15-18 metriä, kun pinon korkeus ja leveys on viisi metriä.

Varastointiaikaan vaikuttaa suuresti korjuujankohta. Yleensä varaston annetaan kuivaa kesän yli, eli syksyllä hakattu kasa saattaa olla n. 1,5 vuotta varastossa, kun taas loppukesästä hakattu palstalla kuivatettu kasa päättyy polttoon noin puolen vuoden päästä.

Tienvarsivarastolla hakettaessa on muistettava siistiä tieltä pois ylimääräinen puuaines, joka haittaa tien kuntoa ja ulkonäköä!

3 kantojen korjuu

Jussi Laurila

Suomen olosuhteissa kantopuu on merkittävä uusiutuvan energian lähde, joka soveltuu erinomaisesti suurten voimalaitosten polttoaineeksi. Yleensä kanto puuta korjataan kuusen uudistusaloilta, mutta myös männyn kantoja korjataan. Kannonnostoa edeltää hakkuutähteiden korjuu. Kanto- ja juuripuu sisältää huomattavan osan puun biomassasta, joka on suunnilleen 25 % kaupallisen rungon tilavuudesta. Hehtaarin alalta saadaan 120-200 MWh kantoenergiaa, mikä vastaa noin kymmenen omakotitalon vuotuista energiantarvetta.

Kannonnostoon liittyy sekä etuja että haittoja. Sen lisäksi, että kannoista saadaan hyvää polttoainetta niin kannonnoston yhteydessä suoritettava maanpinnan käsittely alentaa uudistamiskustannuksia. Kannonnostolla on myös metsähygieenistä merkitystä, sillä se vähentää maannousemasiengen tartuntariskiä ja tukkimiehentäin hyökkäyksiä seuraavaan puusukupolveen. Kannonnosto voi parantaa myös maan lämpötiloutta.

Kannonnostoalat saattavat kuitenkin vesakoitua tavallista enemmän laaja-alaisen kivennäismaan paljastumisen takia. Vesakoituminen taas aiheuttaa lisäkustannuksia taimikonhoitoon. Kannonnoston yhteydessä keskustellaan usein myös ravinnetalousasioista, joilla saattaa olla merkitystä tulevan puusukupolven kasvuun erityisesti karuilla kasvupaikoilla.

Ravinnetaloustekijöiden johdosta kantoja ei kuitenkaan saa korjata liian karuilla kasvupaikoilta. Sopivia kohteita sen sijaan ovat kangasmetsät, joiden kasvupaikkatyyppi on kuivahko kangas tai sitä viljavampi. Kannattavan kannonnostokohteen tulee olla riittävän suuri (>1 ha) ja lähellä tietä, jonka varressa on riittävästi varastotilaa. Kannonnostoa ei suositella pohjavesialueille eikä kallioisille ja kivisille kasvupaikoille. Myös muinaisjäännökset ja vesistöjen suoja-alueet tulee huomioida. Kannonnostoalueen kaikkia kantoja ei nosteta, vaan osa jätetään lahoppuiksi. On myös hyvä muistaa, että kannonnostoalueilla metsänviljelytyöt viivästyvät usein vuodella normaaliin verrattuna.



Kuva 5. Hehtaarin alalta saadaan kantoenergiaa noin kymmenen omakotitalon vuotuista energiantarvetta vastaava määrä. Kuva: Jussi Laurila.

3.1 Kannonnosto

Suotuisin kannonnostoajankohta on kevät ja alkukesä. Tällöin nostetuilla kannoilla on riittävästi aikaa kuivua ennen syksyn ja talven tuloa. Kantojen nosto tehdään riittävän järeällä (20-25 tonnia) kaivinkoneella, johon on kiinnitetty kantohara tai -harvesteri. Kantoharvesterissa on erillinen liikkuva puristinosa, jolla kanto voi-

daan hydraulisesti pilkkoa osiin. Kantohara on kiinteä, ja sillä pilkkominen tapahtuu joko painamalla, nostamalla tai repimällä. Hehtaarin alan kannonnostoon kuluu aikaa noin 10-20 tuntia kantojen määrästä ja koosta riippuen.

Nostotyön yhteydessä kannot paloitellaan

yleensä 2-4 osaan. Paloittelun tavoitteena on kantojen kuivuminen, puhtaus ja suurempi pinotiheys. Erityisesti kantojen puhtauteen on kiinnitettävä huomiota, koska maa-aineesta on suurta haittaa kantojen poltossa. Noston ja paloittelun jälkeen kannot kasataan pieniin kasoihin hakkuuaukealle kuivumaan. Muutaman viikon jälkeen kannot ajetaan tienvarsivarastoon.

Kannonnoston yhteydessä voidaan tehdä myös maanmuokkaus. Maanmuokkauksessa on huolehdittava, että uudistusalueelle tehdään tasaisesti riittävä määrä istutuslaikkuja. Tarpeetonta maanpinnan paljastamista ja syvien kuoppien muodostumista tulee ehdottomasti välttää.

Kannonnoston yhteydessä tehdyn maanmuokkauksen jälki voi poiketa tavanomaisesta maanmuokkauksesta maan tiivistymisen takia. Kannothan joudutaan vielä ajamaan metsätraktorilla tienvarsivarastoon kannonnoston yhteydessä tehdyn maanmuokkauksen jälkeen. Hyvin vettä

läpäisevillä kohteilla tästä ei tietenkään ole haittaa, toisin kuin märillä mailla. Mätästettävät alueet onkin syytä muokata erikseen vasta kantojen noston ja metsäkuljetuksen jälkeen parhaan uudistamistuloksen takaamiseksi.



Kuva 6. Parhaiten kannonnostoon soveltuu yli 20-tonninen kaivinkone. Kuva: Jussi Laurila.

3.2 kantojen metsäkuljetus

Kanto- ja juuripuun epämääräisen muodon johdosta niiden pinotiheys on huomattavasti kuitupuun pinotiheyttä alempi. Alhainen pinotiheys nostaa kuljetuskustannuksia ja kantojen palakoko vaikuttaa kuormuksen ja purkamisen tuottavuuteen.

Kantojen metsäkuljetus hoituu perinteisellä metsätraktorilla ilman muutostöitä. Sopivasta materiaalista rakennetulla kuormatilan pohjalla voidaan kannonajoa kuitenkin nopeuttaa. Alustaksi käy esimerkiksi muutama tukki- tai kuitupuurunko.



Ajokoneen kuormatilaa ja karikoita voidaan myös jatkaa/ laajentaa tuottavuuden parantamiseksi.

Metsäkuljetuksen ajanmenekistä noin puolet kuluu kuormaukseen ja noin neljäsosa kuorman purkamiseen. Loppuaika kuluu tyhjänä ja kuormattuna ajoon. Kuorma-kohtainen ajanmenekki on noin ½ tuntia kuormaa kohti kantopuun kertymästä ja metsäkuljetusmatkasta riippuen.

Kuva 7. Kantojen metsäkuljetus hoituu perinteisellä metsätraktorilla. Kuva: Jussi Laurila.

3.3 Kantojen varastointi

Kannot varastoidaan kantavan tien varteen esteettömälle, sähkölinjoista vapaalle alueelle. Näin taataan murskauksen ja kaukokuljetuksen onnistuminen varastointiajan päätyttyä. Varastopaikkaa suunniteltaessa on huomioitava kantojen vaatima suuri tilantarve. Sillä hehtaarin alalta nostetun kantovaraston pituus on noin 40 m ja korkeus 4-5 m.

Tuoreen kantopuun massasta suunnilleen puolet on vettä. Hyvissä varasto-olosuhteissa kantojen kosteus kuitenkin alenee nopeasti. Kuukauden kuluttua nostosta kosteus voi olla jo 30 % tasolla. Kerran kuivuttuaan kannot myös pysyvät kuivina eikä kosteus enää helpolla nouse syksyn ja talven aikana uudelleen.

Tienvarsivarastoinnin aikana kantopuun laatu paranee jonkin verran, koska kannoista irtoaa maa-ainesta sateiden ja pakkasen johdosta. Täytyy kuitenkin muistaa, että laadukkaan kantoenergian takeena on huolellisesti tehty kannonnostotyö, jota varastoinnilla ei voida korvata. Varastopaikan siisteydestä on huolehdittava sekä lähikuljetuksen että kaukokuljetuksen yhteydessä.



Kuva 8. Oikeaoppinen varastopaikka sijaitsee kuivalla paikalla kantavan tien varressa. Kuva: Jussi Laurila.

3.4 kantojen murskaus

Kantojen murskaus voidaan tehdä joko tienvarsivarsivarastossa tai käyttöpaikalla voimalaitoksella. Yleensä pienet kantomäärät ajetaan kokonaisina käyttöpaikalle murskattavaksi, kun taas suuret kantoerät voidaan murskata tienvarsivarastossa.

Kantoerän koon lisäksi murskauspaikan valintaan vaikuttaa myös kaukokuljetusmatka. Kauempana olevien kohteiden tienvarsimurskaus on kannattavampaa kuin lähempänä voimalaitosta olevien kohteiden.

Kantomurskaimet ovat järeitä laitteita, joissa ei ole lainkaan leikkaavia teriä, vaan paloittelu tapahtuu vasaramylyssä rouhimalla ja repimällä. Kohtuullinen määrä maa-ainesta ja kiviä ei haittaa murskan toimintaa, vaikka missään nimessä epä-

puhtaudet eivät ole toivottavia. Murskaa joudutaan huoltamaan sitä useammin mitä enemmän kantojen mukana on kiviä ja hiekkaa.

***Kuva 9.** Suurten kantomäärien murskaus on järkevää tehdä liikuteltavalla murskaimella varastopaikalla välittömästi ennen kaukokuljetusta. Kuva: Jussi Laurila.*



4 Energiapuun korjuun kannattavuus uudistusaloilta

Tuomas Hakonen

Energiapuun korjuun kannattavuutta on arvioitava kohteittain. Kaikille uudistusaloille ei ole ostajan näkökulmasta taloudellisesti järkevää mennä. Tämä rajaa osan kohteista energiapuukorjuun ulkopuolelle. Myyjän kannalta tarkasteltuna energiapuusta saatavat eurot ovat vain yksi osa

kannattavuutta. Energiapuun korjuulla on myös muita positiivisia ja pitkän aikavälin kannattavuutta parantavia tekijöitä, jotka näkyvät pääasiassa seuraavassa puusukupolvessa.

4.1 Korjuukelpoinen energia puukohde

Taloudellisessa mielessä järkeviä energiapuun korjuukohteita valittaessa huomiota kiinnitetään erityisesti kahteen tekijään: energiapuukertymään ja metsäkuljetusmatkaan. Energiapuukertymässä on oleellista korjuukohteen kokonaiskertymä. Hehtaarikohtainen kertymä muodostuu harvoin rajoittavaksi tekijäksi. Energiapuukohteilla

kannonnostoa edeltää aina hakkuutähteidän korjuu. Sen sijaan hakkuutähteet voidaan korjata myös ilman kantojen nostoa.



Kuva 10. Energiapuun korjuun kannattavuuden ratkaisevat kertymä ja metsäkuljetusmatka. Kuva: Jussi Laurila.

Kantojennostokohteelta tulisi saada yhteensä vähintään 50 kiintokuutiota kantoja, jotta korjaaminen olisi kannattavaa. Tämän päälle tulee vielä hakkuutähteistä saatava energiapuu. Kohteilla, joista kerätään pelkästään hakkuutähteet, on energiapuun vähimmäiskertymä sama 50 kiintokuutiota. Hyvin lähellä tietä tai käyttökohdetta olevilta kohteilta voi energiapuuta olla järkevää korjata myös hieman pienemmillä kertymillä.

Päätehakkuun kannonnostokohteilla hehtaarikohtainen energiapuukertymä lähes poikkeuksetta riittää, jos edellä mainittu kokonaiskertymä saavutetaan. Keskimäärin hehtaarilta saadaan kantoja 55-65 kiintokuutiota. Hakkuutähteillä kertymät ovat

kuusikoissa keskimäärin 50-60 kiintokuutiota hehtaarilta ja männiköissä noin puolet tästä. Sekä kannoilla että hakkuutähteillä hehtaarikohtainen kertymä tulisi olla vähintään 25-30 kiintokuutiota, jotta korjuu olisi kannattavaa. Puhtaista männiköistä ei pelkästään hakkuutähteitä kannata näin ollen korjata.

Toinen merkittävä tekijä energiapuun korjuukohteen kannattavuutta arvioitaessa on nostokohteen etäisyys tiestä. Yleensä 0,3-0,5 km on metsäkuljetusmatka, jota kauempaa energiapuuta ei kannata lähteä kuljettamaan. Kuitenkin suuret kertymät tai käyttökohteen läheisyys voivat puoltaa myös pidempää metsäkuljetusmatkaa.

4.2 Energiapuusta saatavat tulot

Hakkuutähteistä tai kannoista metsänomistajalle maksettava kiintokuution ”pysytykauppahinta” on yleensä 1-4 €. Hinta riippuu kohteen sijainnista, energiapuukertymästä ja markkinatilanteesta. Jotkin yritykset maksavat energiapuukuutiosta alempaa hintaa, mutta kompensoivat tämän esimerkiksi pienemmällä maanmuokkauksen hinnalla. Euromääräinen tuotto on myyjälle näissä molemmissa tavoissa jokseenkin sama. Uudistusalojen energiapuun korjuun hoitaa yleensä sama yritys kuin runkopuun korjuun, koska energiapuun korjuu on otettava huomioon jo runkopuuta korjattaessa. Koneurakoitsija voi toki välissä vaihtua.

Kanto- ja hakkuutähdekiintokuutiot laskeetaan yleensä runkopuun tilavuuteen perustuvalla kertoimella. Tämä mahdollistaa maksun heti runkopuiden hakkuun jälkeen. Muita mahdollisia mittaustapoja ovat kuormainvaaka- tai laitospunnitus sekä joissain tapauksissa myös murskattujen kantojen tilavuuteen perustuva mittaustapa. Maksupurusteena käytetään kiintokuutioita. Käytön kannalta oleelliset tekijät kosteus ja puhtaus eivät hinnoittelussa yleensä näy.



Kuva 11. Korjuukohteen energiapuukertymän tulisi olla vähintään 50 kiintokuutiota eli noin yksi täysperävaunuyhdistelmän kuorma. Kuva: Jussi Laurila.

Kantojen ja hakkuutähteiden hyödyntämistä energiaksi ei tueta Kemera-lain nojalla, eikä myöskään tulevan pienpuun energiatuki -lain nojalla. Tuet koskevat vain nuorista metsistä korjattavaa pienpuuta.

4.3 Energiapuun korjuun vaikutuksia kannattavuuteen

Kantojen nosto ja hakkuutähteiden korjuu nopeuttavat maanmuokkaustyövaihetta. Männyn kantojen nostokohteilla, joilla maanmuokkaukseksi käy laikutus tai äestys, saadaan kantojen nostolla jopa 50 % alasta käsiteltyä ilman tarvetta enää erikseen laikuttaa tai äestää. Tämä vähentää merkittävästi uudistamistyövaiheeseen

kuluvaa aikaa. Kuusen kantojen nostokohteilla etu ei ole yhtä suuri, koska pelkkä maanpinnan paljastumien ei yleensä riitä, vaan koko uudistusala on erikseen mätästettävä. Kuitenkin myös mätästystyö tehostuu noin 25 %, kun kannot ja hakkuutähteet on poistettu.

***Kuva 12.** Kantojen nostamisella on sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia seuraavan puusukupolven kasvuun. Kuva: Jussi Laurila.*



Kantojen nostaminen siirtää useimmiten uudistamista yhdellä kasvukaudella eteenpäin verrattuna tilanteeseen, jossa kantoja ei nosteta. Tämä johtuu siitä, ettei kantoja saada yleensä nostettua heti hakkuun jälkeen, koska kannonnostoa hoitavat eri urakoitsijat kuin hakkuuta. Toisaalta pieni tauko hakkuun ja kantojen noston välissä edistää maa-aineksen irtoamista hienojuuriston kuolemista johtuen. Uudistamisen vuoden lykkääntymisellä ei ole tulevia hakkuutuottoja ajatellen juurikaan merkitystä.

Kantojen korjuulla voidaan vähentää sekä juurikäävän että tukkimiehentäin tuhorkiä, ja näin parantaa seuraavan puusukupolven kasvuolosuhteita ja tuottoja. Myös

hakkuutähteen korjuukohteilla taimien elossa säilyminen paranee. Kannonnoston haittavaikutuksina on joissain tutkimuksissa havaittu uudistusalojen tavanomaista voimakkaampaa vesakoitumista ja heikkolaatuisia istutusmättäitä. Kantojen ja hakkuutähteen mukana uudistusosalta poistuu myös vähäisiä määriä ravinteita. Oikeilla työtavoilla ja oikein valituilla kohteilla energiapuun korjuun vaikutukset ovat kuitenkin voittopuolisesti positiivisia.

5 Ympäristö

Marko Ämmälä

Energiapuun korjuu vaikuttaa jonkin verran ympäristöön ja uuden puuston kasvuedellytyksiin. Siksi onkin tärkeää tietää, mistä energiapuuta voi korjata ja miten. Oikein toteutettuna energiapuun korjuu voi jopa vähentää uudistusalan ympäristövaikutuksia. Esimerkiksi latvusmassan korjuulla pystytään vähentämään ravinteiden

huuhtoutumista vesistöön. Kuusen- ja männynjuurikäävän tuhoalueilla kantojen korjuu vähentää taudin leviämisen riskiä kasvupaikoilla, joissa puulajia ei voi vaihtaa. Toisaalta löytyy myös kohteita ja tapauksia, joihin energiapuun korjuu ei sovellu tai korjuuseen liittyy rajoituksia.

5.1 vesiensuojelu



Kuva 13. Lisääntyneet ajokerrat ja latvusmassan kerääminen altistavat lisääntyneille urapainauksille. Kuva Marko Ämmälä.

Latvusmassan korjuussa on huomioitava, että se sisältää huomattavan osan puun ravinteista. Kiintoaine- ja ravinnehuuhtoutumisen estämiseksi on suositeltavaa kerätä mahdollisimman tarkasti kaikki latvusmassa pois vesistöjen ja pienvesien suojakaistoilta.

Latvusmassan korjuu itsessään vähentää ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin ja pohjavesiin, mutta riskinä on lisääntyneiden ajokertojen aiheuttamat syvemmat ajourat ja maan tiivistyminen ja lopulta kiintoaineiden huuhtoutuminen vesistöihin. Myös suojaavan latvusmassan korjuu lisää ajourien syntymistä.

Kantojen korjuussakin poistuu kasvupaikalta merkittävä osa orgaanista ainetta, mikä vähentää ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin. Kantojen korjuussa toisaalta myös rikotaan metsämaata, mikä mahdollistaa joissakin kohteissa ravinteiden ja kiintoaineiden huuhtoutumista vesistöihin. Kantojen korjuussa on tärkeää jättää suojavyöhykkeet purojen ja lampien varsille noin 5 metrin leveydeltä ja isompien vesistöjen kuten järvien varsille 7 metrin leveydeltä. Kantojen korjuu pohjavesialueilta on kielletty.

Suojavyöhykkeiltä ei nosteta kantoja eikä ajouria suunnitella suojavyöhykkeille. Metsäojien varsille olisi hyvä jättää noin kolmen metrin suojavyöhyke koskematta. Korjuussa mahdollisesti tukkeutuneet ojat tulee myös avata. Eroosioherkillä kohteilla jätetään kannot kokonaan korjaamatta.

5.2 Monimuotoisuus

Latvusmassan ja kantojen korjuu vähentää lahoppuun määrää, mikä on yksi tärkeimmistä talousmetsien monimuotoisuutta vähentävistä tekijöistä. Siksi korjuualoille, joissa ei ole todettu juurikäypää, jätetäänkin korjaamatta viimeisimmässä hakkuussa syntyneitä, halkaisijaltaan yli 15 cm:n paksuja kantoja vähintään 25 kpl/ha. Hienojakoisilla mailla kantoja jätetään 50 kpl/ha. Lisäksi järeitä maa- ja pystylahoja ei korjata tai vahingoiteta ja korjuualoille jätetään, jos mahdollista, haavan oksia ja latvuksia. Nisäkkäiden, lintujen ja muuraisten pesien vahingoittamista vältetään

energiapuun korjuussa. Kantojen nostossa vältetään myös jättämästä yli 30 cm:n syvyisiä kuoppia humuskerroksen alareunasta mitattuna ja muutenkin tarpeetonta pintamaan rikkomista.

Kannot jätetään korjaamatta vähintään kolmen metrin etäisyydeltä elävistä puista sekä jyrkiltä rinteiltä, kalliometsistä, erittäin kivisistä maastoista, vesistöjen ja pienvesien suojakaistoilta ja ojien penkereiltä, kiinteiltä muinaisjäänöksiltä, riistatiheiköistä ja pienistä kosteikkonotkelmista.



Kuva 14. Elävien puiden ympäriltä ei korjata kantoja. Kuva Marko Ämmälä.

Energiapuun korjuussa on turvattava arvokkaiden elinympäristöjen ominaispiirteet, ja suositellaankin, että kaikki energiapuun korjuu rajataan niiden ulkopuolelle.

Arvokkaita elinympäristöjä ovat:

- luonnonsuojelulain 29 §:n mukaiset suojellut metsäiset luontotyypit (esim. tervaleppäkorpi)
- metsälain 10 §:n mukaiset erityisen tärkeät elinympäristöt (esim. purojen ympäristöt)
- PEFC-metsäsertifiointistandardin 10 kriteerin C-luokan elinympäristöt (esim. tulvametsät)
- Tapion Hyvän metsänhoidon suosituksissa kuvatut muut elinympäristöt (esim. hakamaat)

5.3 Maisemalliset arvot

Energiapuuta voidaan korjata taajamien lähimetsissä ja virkistysalueilla, jos se sopii alueiden hoitotavoitteisiin. Varsinkin oksien ja latvusten korjuu avartaa maisemaa ja helpottaa liikkumista. Energiapuuta ei kui-

tenkaan pidä varastoida ulkoilureiteille ja käytössä oleville poluille. Kantojennostoa ei pidä tehdä aktiivisesti käytössä olevien polkujen ja ulkoilureittien varsilla.

5.4 Muinaisjäännökset

Tavallisimpia muinaisjäännöksiä ovat hautaröykkiöt, pyyntikuopat, tervahaudat, maailmansotien puolustusvarustukset ja muinaiset asuinpaikat. Energiapuuta korjataan kiinteiden muinaisjäännösten läheisyydessä niin, ettei kantoja nosteta alle kolmen metrin päässä muinaisjäännöksis-

tä. Kaiken elävän puuston ja latvusmassan korjaaminen muinaisjäännösten päältä on kuitenkin mahdollista ja suositeltavaakin, mutta muinaisjäännösten yli ei korjuukalustolla saa ajaa. Muinaisjäännösten olemassaolon tai sijainnin voi tarkistaa Museoviraston muinaisjäänösrekisteristä.

5.5 Hyönteistuhot

Energiapuukorjuussa on huomioitava laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta, se velvoittaa kuljettamaan pois hakkuupaikalta tai välivarastosta, mäntypuutavaran kesäkuun ja kuusipuutavaran heinäkuun loppuun mennessä. Pohjois-Suomessa ajankohdat ovat heinä- ja elokuun puoliväli. Lakia sovelletaan ranka- ja kokopuun varastointiin, jos kasassa on

yli puolet ainespuun mittaista havupuutavaraa.

Jos kasan pois kuljettaminen ei kuitenkaan onnistu, on pinon pintakerrokseen puolen metrin vahvuudelta lisättävä lehtipuuta tai ainespuuta pienempää havupuuta, tai pino on hyvin peitettävä.

6 TYÖTURVALLISUUS

Risto Lauhanen

6.1 Esipuhe

Tämä ei ole lakikirja eikä ministeriön virallinen ohje. Seuraavia asioita on kuitenkin hyvä tietää ja muistaa, sillä hakkeen tai murskeen hankinnan eri vaiheissa voi

altistua erilaisille tapaturmille. Teksti perustuu osin tekijän aiemmin kirjoittamaan työturvallisuusosioon Laatuhaakkeen tuotanto -oppaassa.

6.2 vahingot ja varautuminen

Huolellisuus koneiden ja laitteiden huollossa on tärkeää. Sama koskee työmaiden suunnittelua. Työtapaturmia on sattunut energiapuun hakkuussa, haketuksessa sekä koneiden, laitteiden ja laitosten huoltotöissä. Väsymys, kiire, melu, värinä, laiteviat sekä pitkät työpäivät ja ajomatkat altistavat tapaturmille. Varastoissa syntyvä häikä, heksanaali sekä hajut ja pöly on tärkeä tiedostaa ennalta.

Vastuut

Metsätyömaan haltija vastaa siitä, että aliyrittäjät ja kaikki työntekijät saavat tiedot työmaiden vaara- ja haittatekijöistä sekä

ensiavusta. Aliyrittäjät vastaavat omista työntekijöistään. Työmailla on käytettävä ammatti- ja ensiaputaitoisia työntekijöitä. Työmaan ulkopuolisia henkilöitä ja ulkopuolista liikennettä on varoitettava.

Ensiapu ja avunsaanti

Metsätyömaalla tulee aina olla riittävä määrä ensiaputaitoisia henkilöitä sekä asianmukaiset ensiapuvälineet. Avunsaanti mahdollisten hätätilanteiden varalle on järjestettävä esim. kuuluvuusalueella toimivan matkapuhelimen avulla. Työteki-
jän tulee sopia yhteydenpidosta työnjoh-
toon ja kotiin.

6.3 Työsuojelu hankinta- ketjujen eri vaiheissa

Hakkuutyö

Hakkuutähdehakkeen sekä kantojen ja juurakoiden hankinta on osa ainespuun hankintaketjua. Näin ollen ainespuun hankinnan turvaohjeita voidaan soveltaa myös energiapuun hankinnassa. Taustalla on valtioneuvoston asetus puunkorjuun työturvallisuudesta (749/2001).

Ennen uudistushakkuiden aloittamista on selvítettävä työmaittain työturvallisuuteen vaikuttavat jyrkänteet, pehmeiköt, vesistöjen ylitykset, sähkölinjat, kulkuväylät sekä muut olennaiset vaaratekijät. Työmaasta tulee ennalta laatia korjuusuunnitelma ohjeineen ja karttoineen, joista selviävät myös vaara- ja haittatekijät.

Hakkuutyössä pitää varoa puun kaatumista satunnaisesti työmaalla liikkujien päälle. Työmaalla liikuttaessa on käytettävä varoitusta. Metsäkoneenkuljettajalle on hyvä soittaa ennakkoon, ettei vahinkoja satu. Tällöin voidaan välttää myös katkenneen teräketjun ”ampuma” ketjuluoti, kun työ keskeytetään ennen vierailijan tai työnjohtajan saapumista koneen luokse. Lisäksi kotiväen on hyvä tietää, missä metsänomistaja, metsuri tai konemies on, ja milloin on tarkoitus palata metsätyömaalta kotiin.

Manuaalisessa hakkuutyössä tarvitaan aina turvakypärä, kuulosuojaimet, silmä-

suojaimet sekä viiltosuojilla varustetut suojavaatteet ja turvasaappaat.

Moottorisahojen, metsäkoneiden ja laitteiden huoltotöissä on noudatettava varovaisuutta sekä kone- ja laitekohtaisia turva- ja huolto-ohjeita. Vaarallisia korjaus- ja huoltotöitä ei saa tehdä yksin. Metsurit ja koneet eivät saa työskennellä palstalla liian lähellä. Myrskytuhometsät on mahdollisuuksien mukaan korjattava koneella. Konekohtaisia turvaetäisyyksiä on noudatettava.

Metsäkuljetus

Kuormatraktorilla pitää ajaa rinteissä ja kaltevilla pinnoilla ”kohtisuoraan ylös ja alas” -suunnassa, jottei kuormatraktorin kanssa kaaduta poikittain rinteessä ajettaessa. Samoin pitää varoa sähkölinjoja ja kaapeleita. Pehmeikköjä on varottava, koska koneen uppoaminen on kallis operaatio. Työmaakartta on avuksi niin luontokohteiden, sähkölinjojen kuin pehmeikköidenkin havainnoinnissa. Metsäkuljetuksen aikana muuta liikennettä on varoitettava liikennemerkein.



Kuva 15. Kantovarastoihin on hyvä laittaa varoitustekstit vaaran välttämiseksi. Kuva Jussi Laurila.

Hakkuutähte ja kantovarastot

Tienvarsivarastot pitää sijoittaa kantavalle ja aukealle paikalle. Aukea varastopaikka tuulettaa varastoja, mikä kuivumista edistämällä parantaa energiapuun laatua. Varastot pitää perustaa siten, ettei niistä

aiheudu vaaraa muulle liikenteelle. Varastot on toisaalta sijoitettava siten, että hakkureilla, murskaimilla tai kaukokuljetuskalustolla saa hyvin otteen hakkuutähteistä ja kannoista. Varoituskolmioilla on hyvä merkitä varastot ja kieltää varastoilla kiipeäminen.

Kuva 16. Varastot tehdään kantaville paikoille. Keltaisen sulkuviivan kohdalla joudutaan turvallisuussyistä tekemään erillinen luvallinen liittäjä kantojen kuljetusta ja murskausta varten. Kuva: Janne Löytöjärvi.



Haketus ja murskaus

Haketuksessa ja murskauksessa on varottava melua, pölyä sekä lentäviä puunkappaleita ja vieraita esineitä, esimerkiksi kiviä. Haketus- ja murskaustyön aikana on varoitettava muuta liikennettä liikennemerkein. Työkoneissa pitää olla vilkkuvat varoitusvalot päällä haketuksen ja murskauksen aikana. Sama koskee kaukokuljetuskalustoa. Haketuksessa ja murskauksessa työ on keskeytettävä, kun lähelle ilmestyy ulkopuolisia. Sopiva turvaetäisyys työkoneisiin on vähintään 65 metriä.

Kunkin metsäkoneen, hakkurin tai murskaimen omia turvaohjeita on syytä noudattaa. Koneiden ja ajokaluston ikkunat on hyvä pitää kiinni työn aikana, ettei altistu pölylle tai mahdollisille varastojen pieneliöille tai sienikasvustoille. Hengityssuojainta on käytettävä tarvittaessa. Koska huonolla onnella kovassa ja pölyisessä työssä on palovaara, niin asianmukainen palontorjuntavarustus on pidettävä työkoneissa mukana. Koska alalle kehitetään koko ajan uutta koneteknologiaa, on koneturvallisuuden paneuduttava huolella.



Kuva 17. Kantojen murskaus on vaarallista työtä. Murskauksen yhteydessä pölyä ja melu on kova. Lisäksi kiviä ja puunkappaleita voi lennellä lähimaastoon. Kuva Risto Lauhanen.

Terminaalit ja voimalaitokset

Terminaaleissa ja lämpölaitosten varastokentillä liikuttaessa on käytettävä suojakypäriä, suoja-laseja, varoitusvaate-tusta sekä turvakengkiä. Kierrätyspuun murskauksen takia varastokentillä voi

lennellä nautoja tai muita esineitä. Kunkin terminaalin ja laitoksen antamia laitoskoh-taisia turvaohjeita on syytä noudattaa. Yli 2 MW:n kattilatehon laitoksilla tarvitaan konemestarin pätevyys. Suurilla laitoksilla on omat turvaohjeensa.

Sähköjohtojen suojaetäisyyksiä metsäkonetöissä. Vaadittu minimietäisyys sähkölinjasta nimellisjännitteen ja sähkölinjan tyypin mukaan. (VnA/749/2001)

Nimellisjännite	Vähimmäisetäisyys metreinä		
	Avojohto		Riippujohto
	Alla	Sivulla	
alle 1 kV	2	2	0,5
1-45 kV	2	3	1,5
110 kV	3	5	
220 kV	4	5	
440 kV	5	5	

7 kannot ja hakkuutähteet voimalaitoksessa

Juha Viirimäki

Yleistä

Suomi on maailman johtava maa metsäenergian hyödyntämisessä. Puun perinteisin energiakäyttö on kotitalouksien ja muiden kiinteistöjen lämmityksen pienkäyttöä. Puun käyttö kiinteistöjen yksinomaisena lämmitystapana on vähentynyt viime aikoina kaukolämmön ja siihen liittyvän

sähkön yhteistuotannon (CHP) kasvatettuaan osuuttaan. Kaukolämpökokoluokan voimalaitoksissa (> 1 MW) voidaan polttoaineena hyödyntää metsähaketta, jonka raaka-aineina ovat kannot, hakkuutähteet ja pienpuu.

Kuva 18. Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen voimalaitos tuottaa sähköä ja kaukolämpöä puulla ja turpeella. Kuva: Vaskiluodon Voima Oy.



7.1 seospoltto

Voimalaitoskokoluokassa hakkuutähde ja kantomurske soveltuvat erityisesti poltettavaksi yhdessä turpeen kanssa monipolttoainekattiloissa. Turpeen ja puun seospoltto vähentää polttamiseen liittyviä ongelmia, jotka johtuvat mm. kattilan korroosiosta, lämpöpintojen likaantumisesta ja hiekka-pedin sitraantumisesta. Seospoltolla on

myös hiukkas- ja rikkipäästöjä vähentävä vaikutus. Turpeen osuus polttoaineseoksesta on viime aikoina pienentynyt. Aikaisempi käyttösuhte turve 70 % - puu 30 % on kääntymässä päinvastaiseksi.

7.2 Hakkuutähteet



Kuva 19. Kuiva kantomurske on voimalaitokselle mieluisa polttoaine. Kuva: Juha Viirimäki.

Hakkuutähde toimitetaan polttolaitokselle tienvarsivarastolla tapahtuneen hakeutuksen jälkeen tai hakkuutähdepaaleina puutavara-autolla. Risutukit murskataan voimalaitoksella käyttöpaikkamurskaimella. Valmis hakkuutähdehake on parhaimmillaan kahden vuoden varastoinnin jälkeen loppukosteuden ollessa 30-40 %. Hake ei saa sisältää vihermassaa, sillä sen klooripitoisuus syövyttää kattilaa.

Kuiva ja tasalaatuinen hake kulkee vaivatta kuljettimissa eikä jäädy varastoitaessa. Märkä hake alentaa polttoaineen lämpöarvoa, lisää sähkönkulutusta sekä alentaa lämpölaitoksen hyötysuhdetta. Samalla märkä hake lisää tuhkan määrää.

7.3 Kannot

Kannot murskataan joko tienvarsivarastolla tai tuodaan kantojen kuljetukseen soveltuvalla kaukokuljetuskalustolla käyttöpaikamurskaukseen. Kannot kestävät pitkän varastointiajan menettämättä lämpöarvoaan. Kannot eivät ime kosteutta itseensä niin helposti kuin muut metsäpolttoaineet. Parhaimmillaan kannot kuivuvat jopa alle 30 %:n käyttökosteuteen, minkä ansiosta kantomurske on haluttua polttoainetta talvikuukausille.

Kantojen mukana polttoon kulkeutuvat maa-ainekset ja muut epäpuhtaudet aiheuttavat ajoittain ongelmia tuhkan sulamispisteen alenemisena ja syöttöhäiriöinä. Epäpuhtauksien osuus heti kannannoston jälkeen on noin 10 % hakemäärästä, mikä aiheuttaa lisäkustannuksia murskaukseen. Silti kantojen käyttö on kasvanut puupolttoaineista suhteellisesti eniten.



Kuva 20. Kantomurske epäpuhtauksineen kuluttavat kuljetinlaitteistoa. Kuva: Juha Viirimäki.

Energialukuja

- Puupolttoaineilla 1 m³ sisältää yleensä noin 2 MWh energiaa
- Hakkeella
 - 1 m³ = noin 2,5 irtto-m³
 - energiatiheys noin 0,8 MWh/ irtto-m³
- Kannoilla
 - 1 m³ = 4 irtto-m³
 - energiatiheys noin 0,5 MWh/ irtto-m³

Kiitokset

Kiitämme Metsä Groupin metsäasiantuntija Tero Hyväristä ”Kantojen korjuu” -kappaleen tarkastuksesta ja kommentoinnista.

Kiitämme Seinäjoen ammattikorkeakoulun lehtori Helena Sarvikasta oppaan kieliasun tarkistamisesta.

Kiitämme Vaskiluodon Voima Oy:n hankintainsinööriä Esa Koskiniemeä Seinäjoen voimalaitoksen esittelystä ja haastattelusta puun polttokäytöstä.

Kiitämme Etelä-Pohjanmaan- ja Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksia, jotka ovat mahdollistaneet tämän oppaan Manner-Suomen maaseutuohjelman rahoituksella.

Lähteet

Hakkila, P. 2004. Puuenergian teknologiaohjelma 1999 - 2003. Metsähakkeen tuotantoteknologia. Loppuraportti. Tekes. VTT, Helsinki.

Laitila, J., Ala-Fossi, A., Vartiamäki, T., Ranta, T. & Asikainen, A. 2007. Kantojen noston ja metsäkuljetuksen tuottavuus. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 46. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp046.htm>

Lauhanen, R. & Laurila, J. 2008. (toim.) Bioenergian hankintalogistiikka. Tapaustutkimuksia Etelä-Pohjanmaalta. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisuja B33.

Laurila, J. & Lauhanen, R. 2010. Moisture Content of Norway Spruce Stump Wood at Clear Cutting Areas and Roadside Storage Sites. *Silva Fennica*. Vol. 44(3), 2010: 427-434.

Lepistö, T. (toim.). 2010. Laatuhakkeen tuotanto -opas. Metsäkeskukset. <http://www.puulakeus.net/docs/109-FsT-laatuhakeopas.pdf>

Lindblad, J. , Äijälä, O. , Koistinen, A. 2010. Energiapuun mittaus. Opas. 31 s. Verkkojulkaisu osoitteessa http://www.metla.fi/metinfo/tietopaketit/mittaus/aineistoja/energiapuun_mittausopas_EMT_hyvaksytty_27092010.pdf

Metsäntutkimuslaitos. 2010. Kantopuun painomittaus –koekäyttöohje. <http://www.metla.fi/metinfo/tietopaketit/mittaus/aineistoja/kantopuun-painomittaus-koekayttoohje-03022010.pdf>

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006 Hyvän metsänhoidon suositukset

Nurmi, J. ja Kokko, A. 2001 Biomassan tehostetun talteenoton seurannaisvaikutukset metsässä. *Metlan tiedonanto* 816

Piri, T. & Viiri, H. 2012. Juurikääpä- ja tukkimiehentäituhot kuriin kantojen korjuulla – totta vai tarua? Bioenergiaa metsistä –tutkimus- ja kehittämishojelman loppuseminaari. Saatavissa: http://www.metla.fi/tapahtumat/2012/bio-loppuseminaari/pdf/BIO_19-4-2012_04-Piri-Viiri.pdf

Rönkkö, R. & Ulander, E. 2010. Työjäljen ja maanmuokkauksen laatu kannonnostokohteilla. *BioEnergia*. Nro: 1/2010. S. 30-31.

Saarinen, V-M. & Harstela, P. 2004. Hakkuutähteiden ja kantojen korjuun vaikutus maanmuokkaukseen ja metsänviljelyyn. Teoksessa: Alakangas, E. & Holviala, N. *Puuenergian teknologiaohjelman vuosikirja 2003*: 275 – 288.

Tapion metsänhoitokortisto 2012

Valtioneuvoston asetus (749/2001) puunkorjuutyön turvallisuudesta. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010749>

Äijälä, O., Kuusinen, M. & Koistinen, A. (toim.). 2010. Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.



Kestävä Metsäenergia -hanke



metsäkeskus

Seinäjoen ammattikorkeakoulu
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin