

75  
Suomen Säästöpankkiliiton XVIII Metsäpäivät

HAKKUUJÄTTEIDEN JA KANTOJEN HYVÄSIKÄYTTÖ

Pentti Hakkila  
Metsäntutkimuslaitos

HELSINKI 1972

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto



Suomen Säästöpankkiliiton XVIII metsäpäivät  
Säästöpankkiopistossa 14. - 16.8.1972

Professori Pentti Hakkila

## HAKKUUJÄTTEIDEN JA KANTOJEN HYVÄSIKÄYTTÖ

Johdanto

Maamme teollisuuden puunkäyttö kasvoi vuodesta 1950 vuoteen 1970 kaikkiaan 125 %. Viime vuosikymmenen aikana laajeneminen perustui pyöreän puutavaran viennin jyrkkään supistumiseen, tuonnin avautumiseen Neuvostoliitosta, polttopuun kulutuksen jatkuvaan vähenemiseen sekä teollisuuden jätetuun entistä tehokkaampaan käyttöön. Tätä tietä ei kuitenkaan ole enää välittömästi saatavissa lisäraaka-ainetta, ja kun vuotuiset hakkuut nyt ovat tasapainossa suunnitteen kanssa, ei teollisuuden puunkäyttöä enää voida lisätä metsätasettamme vaarantamatta.

Suomen Pankki ei hyväksy metsäteollisuuden laajentamiseen johtavia toimenpiteitä, mikäli ne edelleen lisäävät raakapuun tarvetta. Ennen tämän periaatteen omaksumista oli eri tahoilla kuitenkin jo pantu alulle useitten vaneri- ja lastulevytehtaitten sekä paperi- ja kartonkikoneitten rakentaminen. Mikäli käyttökapasiteetti aiotaan pitää nykyisellä tasolla, tulevat nämä jo meneillään olevat laajennukset lisäämään teollisuuden puunkäyttöä vuoteen 1974 mennessä 6 miljoonalla kiintokuutiometrillä eli 15 %:lla.

Ruotsissa on tilanne ollut toistaiseksi huomattavasti valoisampi, sillä osa vuotuisesta kasvusta jää maan eteläosissa edelleen käyttämättä. Metsäteollisuuden kapasiteetti laajenee kuitenkin sielläkin nopeasti, niin että jo vuonna 1975 pelätään hakkuusuunnite ylitettävän 7 miljoonalla ja vuonna 1980 jo peräti 16 miljoonalla kiintokuutiometrillä.

Kaikkiällä Pohjoismaissa on metsäteollisuuden raaka-ainetilanne kehittymässä kriittiseksi, ja tästä syystä on erityistä huomiota kiinnitetty erilaisen jätetuun käyttömahdollisuuksiin. Meidän maassamme mekaanisessa metsäteollisuudessa ohjautuu kuitenkin sahauspinnoista jo 90 %, purusta 50 % ja vanerijätteestä samoin 50 % edelleen massa- ja levyteollisuuteen, ja loppukin lasketaan saatavan käyttöön lähivuosien aikana. Sen jälkeen ovat vuorossa metsään jäävät tähteet - ohuet latvat, oksat, kannot ja juuret - joihin vielä kätkeytyy yllättävän suuri potentiaalinen raaka-ainereservi.

Jo viime vuosikymmenen puolivälissä kiinnitti Pohjoismaiden Neuvosto huomiota lähestyvään raaka-ainepulaan ehdottaen Norjan, Ruotsin, Tanskan ja Suomen hallituksille osoitetussa suosituksessaan yhteispohjoismaista tutkimusprojektia tavoitteena saada metsäteollisuudelle lisäraaka-ainetta metsään jäävistä hakkuutähteistä. Aloite johti konkreettisiin tuloksiin vuonna 1969, jolloin esitetty projekti pantiin alulle. Johtavaksi maaksi asetettiin Suomi, ja johtavana laitoksena

on täällä toiminut Metsäntutkimuslaitos. Osa-  
tehtäviä on suoritettu myös Keskuslaboratoriossa,  
Metsätehossa, Teknillisessä Korkeakoulussa, Valtion  
teknillisessä tutkimuslaitoksessa sekä Åbo Akademiassa.

Teollisuuden piirissä on eri tahoilla vuosien mittaan  
suoritettu paljonkin tämän alan tutkimustyötä, mutta  
luonteeltaan se on aikaisemmin ollut hajanaista, ja  
tulokset ovat jääneet vain asianomaisen laitoksen  
arkistoihin. Vuodesta 1970 lähtien on Suomen Puun-  
jalostusteollisuuden Keskusliiton aloitteesta ollut  
kuitenkin toiminnassa erilaisia työryhmiä, joitten  
puutteissa koko sulfaattimassateollisuus ja alan tut-  
kimuslaitokset ovat yhteisvoimin ratkoneet hakkuu-  
täteitten korjuun ja teollisen käytön ongelmia.

Tarjolla olevat raaka-ainemäärät

Runkopuu otetaan nykyisin kaikkialla Pohjoismaissa  
talteen verraten tarkoin. Vain pieni osa runkopuusta,  
pohjoisen vanhoja metsiä lukuun ottamatta, jätetään  
käyttämättä laadullisista syistä. Havupuu hyväksytään  
meillä 5-6 cm:n ja lehtipuu 6-7 cm:n minimiläpimittaan  
saakka.

Metsäntutkimuslaitoksen laatimissa tilastoissa metsä-  
hukkapuuhun luetaan kaikki hakkuun, metsäajon, metsä-  
varastoinnin ja metsänhoidollisten toimenpiteitten  
yhteydessä metsään jäävä runkopuu. Tilastojen mukaan  
täten metsään jäävän tavaran osuus on noin 10 % vuor-  
tuisesta hakkuupoistumasta eli 4.5 - 5.0 milj. k-m<sup>3</sup>  
kuorellista puuta.

Piirimetsälautakunta	Mänty	Kuusi	Lehtipuu
	Metsähukkapuuta, %		
Uusimaa-Häme, Pirkanmaa-Häme,			
Itä-Häme	4.0	5.1	10.2
Etelä-Savo, Itä-Savo			
Pohjois-Karjala	4.5	6.3	9.7
Keski-Suomi	4.8	5.4	12.4
Pohjois-Savo	6.6	8.7	13.8
Pohjois-Karjala	7.4	9.8	12.5
E-Pohjanmaa, K-Pohjanmaa			
Vaasa	8.3	5.0	23.2
P-Pohjanmaa, Kainuu	9.5	11.7	31.1
Koillis-Suomi, Lappi	7.3	11.5	25.1

Metsänhoitaja Pertti Mikkolan antamia ennakkotietoja

Metsähukkapuun osuus koko hakkuupoistumasta on siis  
edelleen huomattavaa suuruusluokkaa. Hukkapuun osuus  
on viime aikoina jopa suurentunut, mikä johtuu toi-  
saalta kaadettavien puitten keskiläpimitan pienenty-  
misestä sekä toisaalta taimistonhoito ja raivaustöit-  
ten lisääntymisestä. Maan pohjoisosien suurempi hukka-  
puusadannes johtuu ensisijaisesti puitten vikaisuudesta  
ja pienemmästä keskikoosta, ei niinkään paljon menekki-  
oloista tai korjuumenetelmistä.

Metsähukkapuun määrä on siis tilastojen mukaan edelleen korkea. Kuitenkin nämä tilastot jättävät kokonaan huomioon ottamatta oksat, kannot ja juuret, jotka nekin sisältävät tavattoman suuria määriä potentiaalista teollisuuden raaka-ainetta. Kaiken kaikkiaan jääkin vuotuisissa hakkuissa kaadettavien puitten biomassasta lähes 40 % vielä metsään, kuten seuraava 50 milj.  $m^3$ :n hakkuumäärään perustuva lukusarja osoittaa.

	Milj. tonnia vuodessa	%
Metsästä korjattu runkopuu kuoretta	18	57
Rungon kuori	2	6
Tilastojen hukkapuu kuorineen	2	6
Oksat kuorineen ja neulasineen	6	19
Kannot ja juuret kuorineen	4	12
<u>Biomassa yhteensä</u>	<u>33</u>	<u>100</u>

#### Kannot ja juuret raaka-ainelähteenä

Tuoreen kanto- ja juuripuun ominaisuudet eroavat vain vähän runkopuusta. Kanto- ja juuripuulle ovat luonteenominaisia korkea puuaineen tiheys, korkea uuteaineitten määrä, verraten pitkät kuidut ja hieman keskimääräistä korkeampi kuoriprosentti. Sellaisenaan se on erinomaista sulfaattimassan raaka-ainetta. Teollisen käytön esteenä ovat kuitenkin lähinnä seuraavat teknis-taloudellisia ongelmia aiheuttavat tekijät:

- Pieni puumäärä hehtaaria ja leimikkoa kohti
- Juurakon pieni koko
- Irrottamis- ja pilkkomistyössä tarvittavan kaluston järeys
- Kivien ja hiekan aiheuttamat vaikeudet
- Korjuutyön rajoittuminen kesäkauteen
- Kanto- ja juuripuun pieni pinotiheys
- Vähäisestä käyttäjien määrästä aiheutuvat pitkät kuljetusäisyydet.

Näistä syistä kanto- ja juuripuun korjuukustannukset nousevat menetelmästä riippumatta aina runkopuuta korkeammiksi. Kannattavuuslaskelmat pohjautuvatkin lähtökohtaan, jossa kanto- ja juuripuun kantohinta jäisi runkopuuhun verrattuna varsin alhaiseksi. Kun havupaperipuun tehdashinnasta on kantorahan osuus Etelä-Suomen oloissa 35-40 %, voidaan kanto- ja juuripuun korjuukustannuksiin siten ajatella uhrattavaksi vastaavasti enemmän.

Teknisesti soveltuu kanto- ja juuripuun lähinnä sulfaattimassan, lastulevyjen ja kuitulevyjen raaka-aineeksi. Kun levyteollisuus pyrkii käyttämään mahdollisimman halpaa raaka-ainetta sen laadunkin kustannuksella, tuntuu vain sulfaattimassateollisuudella olevan tosiasiallisia mahdollisuuksia tämänkaltaisen raaka-ainelähteen hyväksikäyttöön.

Ruotsissa arvioidaan massatehtaitten osuuden kaikesta teollisuuden puunkäytöstä nousevan kuluvan vuosikymmenen loppuun mennessä nykyisestä 44 %:sta 57 %:iin. Tämän on ennen pitkää pakko käyttää kuitupuuna yhä enemmän myös perinteellistä sahateollisuuden raaka-ainetta, joka on tehtaalla kustannuksiltaan 15-20 % kalliimpaa kuin tavanomainen massateollisuuden raaka-aine. Tässä tilanteessa asettuu myös muitten raaka-aineitten - esimerkiksi kanto- ja juuripuun - käyttö marginaalipuuna aivan uuteen valoon.

Vaikka Yhdysvalloissa, Neuvostoliitossa ja Puolassa käytetään männyn tervaskantoja kemiallisen teollisuuden raaka-aineena varsin laajassa mitassa, niin tuoreitten kantojen hyväksikäyttöön ei ole vielä missään päästy. Esimerkiksi Yhdysvalloissa on viime vuonna eräs massatehdas ryhtynyt käyttämään uutettua tervaskantojätettä 30 %:n seossuhteessa lainerin valmistukseen ilman että lopputuotteen laatu oleellisesti kärsisi. Kun tuore kanto- ja juuripuun ominaisuuksiltaan tervaskantopuuta parempaa ja kun meidän oloissamme on pyrkimyksenä kuitenkin vain ehkä 10 %:n kantopuuosuus massatehtaan raaka-aineesta, voidaan olla varmoja siitä että lopputuotteen laatu ei tule asettamaan vakavia esteitä kantojen käytölle. Kysymys on kannattavuudesta, ennen kaikkea korjuukustannuksista.

Korjuukustannusten alentamiseksi on meillä viime aikoina tehty teollisuuden ja valtiovallan rahoittamana joukko tutkimuksia, joitten ansiosta kanto- ja juuripuun voidaan jo hankkia tehtaalle pienemmin kustannuksin kuin aikaisempina vuosina. Kehitystyö on kuitenkin vielä kesken, ja kustannustason tulisi edelleen alentua.

Teoreettisesti mielenkiintoisin ratkaisu on juurakon korjuu rungon yhteydessä. Tähän tähtäävä prototyyppikone on rakennettu mm. Ruotsissa. Pitkällä tähtäyksellä ajatus tuntuu houkuttelevalta, mutta nykyhetkellä on realistisempaa tyytyä korjaamaan kanto- ja juuripuun omana erillisenä työvaiheenaan.

Tervaskantojen irrottaminen tapahtuu Yhdysvalloissa pääasiassa telaketjutraktorilla puskemalla. Neuvostoliitossa on yleisin menetelmä räjäyttämisen, mutta myös koneellinen korjuuketju on kehitetty. Suomalaisissa kokeissa on irrottamistyö onnistunut varsin hyvin pyöräkuormaajalla ja irrottamiskoukulla varustetulla kaivinkoneella.

Tuoreitten juurakoitten korjuuprosessin vaikeimmin ratkaistava vaihe on kuitenkin pilkkominen. Kokonaisen juurakoitten pinotiheys, 0.1, on liian aihainen kaukokuljetusta silmällä pitäen, joten pilkkominen on suoritettava metsäpäässä. Räjäyttämisen, moottorisaha ja eräät tervaskannoille suunnitellut pilkkomiskoneet ovat liian hitaita, kalliita ja vaarallisia tuoreille, runsaasti sivujuuria sisältäville juurakoille.

Lupaavin edistysaskel tähänastisessa työssä on Pallarin kantoharvesteri, joka suorittaa irrottamisen, paloittelun, alustavan puhdistuksen ja esikasauksen. Tämä RH-4 LC kaivukoneeseen rakennettu monitoimikone on kuluvan kesän kokeissa osoittautunut luotettavaksi ja toimintavarmaksi. Juurakoitten erikoisominaisuuksista johtuen tuntituotos näyttää kuitenkin jäävän vajaksi  $2 \text{ k-m}^3$ :ksi, mikä merkitsee käytetystä alustaja telaratkaisusta riippuen 25-30 mk/k-m<sup>3</sup> pilkotulle, esikasatulle tavaralle.

#### Oksat raaka-ainelähteenä

Oksat, joihin käytännössä aina lukeutuu myös käyttämättä jäävä ohut latvakappale, muodostavat vieläkin suuremman potentiaalisen raaka-ainelähteen kuin kannot ja juuret. Hyväksikäyttöä vaikeuttaa kuitenkin neulasten ja kuoren suuri osuus kuiva-aineesta sekä lisäksi myös korjuumenetelmien kehittymättömyys.

Oksien talteenotto tapahtuu yksinkertaisimmin monitoimikoneilla suoritettavan puunkorjuun yhteydessä oksien kerääntyessä eräissä menetelmissä käytännöllisesti katsoen ilmaiseksi välivarastolle. Voidaan kuitenkin ajatella myös palstalla tapahtuvaa keruuta, jolloin oksat ennättävät ensin varistaa neulasensa metsään. Tällöin saadaan raaka-aine puhtaampana talteen ja estetään samalla neulasten sisältämien ravinteitten kulkeutuminen pois metsämaasta. Kummassakin tapauksessa oksat on pinotiheyden parantamiseksi haketettava ennen kaukokuljetusta.

Toinen korjuuketjuvaihtoehto, kokopuuhaketus, soveltuu lähinnä pienikokoisen harvennuspuun korjuuseen oksineen. Menetelmän tavoitteena on toisaalta raaka-aineen talteenoton tehostaminen ja toisaalta korjuukustannusten alentaminen. Meillä on kehittelyn alaisena pakko-  
syöttölaitteella varustettu Karhula 312 B-hakkuri, joka on tarkoitettu pienien puitten hakettamiseen kokonaisina. Yhdysvalloissa on jo käytössä siirrettäviä Morbark-hakkureita, joista järein hakettaa jopa 20 tuuman puun oksineen.

Massateollisuudessa oksien neulaset ja kuori aiheuttavat kuitenkin vakavia ongelmia. Ne heikentävät lopputuotteen laatua, ja vieläkin haitallisempia ovat eräät prosessitekniset tekijät. Keittokattilan kapasiteettia ei kyetä täysin käyttämään hyväksi, kemikaalien kulutus kasvaa, neulasten hienot kuidut aiheuttamat tukkeutumia nestekierrossa, ja myös jätevesiongelma vaikeutuu. Näin ollen pääosa kuoresta ja neulasista on poistettava oksahakkeesta ennen keittoa. Tätä ei ole kuitenkaan toistaiseksi onnistuttu tyydyttävästi ratkaisemaan, mutta teollisuuden toimesta on käynnistetty kokeita, joissa biologis-mekaanisin keinoin pyritään erottamaan kuori ja neulaset hakkeesta.

Oksien teollinen käyttö on yksinkertaisemmin toteutettavissa levyteollisuudessa, missä oksat ja neulasetkaan eivät aiheuta ylitsepääsemättömiä vaikeuksia tuotteen laadulle tai prosessille. Sekä männyn että kuusen kokopuuhakkeesta ja myös männyn oksahakkeesta saadaan sellaisinaankin tyydyttäviä kuitulevyjä, ja ne soveltuvat myös lastulevyjen keskilastuksi. Kuusen oksahaketta, jossa neulasten osuus on varsin korkea, voidaan käyttää muuhun raaka-aineeseen sekoitettuna. Mahdollisuudet, että myös oksat laajentaisivat lähivuosina levyteollisuutemme raaka-ainepohjaa, ovat varsin hyvät.





