

## Erikoiskoneet haastavat yleiskonelinjan



**Metsäkoneyritysten koon kasvu ei yksin takaa korjuuliiketoiminnan tehostumista. Samalla on hyödynnettävä mahdollisuudet nykyistä monipuolisemman konekaluston käyttöön. Pääomakustannuksiltaan edullisimman kalustokokoonpanon löytämiseksi tarvitaan alueellinen tarkastelu, jossa otetaan huomioon koneiden suorituskyvyn lisäksi kausittaiset työmäärät ja hakkuiden rakenne. Näin voidaan arvioida sitä, kannattaako keskikokoisten korjuuketjujen rinnalle hankkia paikallisiin korjuuolosuhteisiin sopivia erikoiskoneita tai korjureita.**

**Metsäteho kokosi yhteen pohjoismaisten korjuritutkimusten tulokset.** Kahdeksan eri tutkimuksen ajanmenekkitiedot harmonisoitiin korjuuolosuhteiden ja mittayksiköiden suhteen mahdollisimman vertailukelpoisiksi. Kääntyvällä kuormatilalla varustettua korjuria koskevat tulokset perustuvat yksinomaan ruotsalaisiin tuloksiin.

**Korjurin käyttötuntituotos on tavanomaiseen keskikokoiseen korjuuketjuun verrattuna 10 – 20 % parempi.** Suoralastausta helpottavat rakenneratkaisut kasvattavat tuottavuusmatkaa tätäkin suuremmaksi ainakin päätehakkukohteilla. Harvennuksissa edut ovat kiistanalaisempia jäävän puuston rajoittaessa tämän ominaisuuden hyödyntämistä.

**Korjurin ja muun vaihtoehtoisen kaluston kilpailukykyä keskikokoiselle korjuuketjulle arvioitiin aluetasoisella optimoinnilla.** Laskentamalli minimoi tarkasteltavan hankinta-alueen vuositaisia kokonaiskustannuksia ja tuotti toimintaolosuhteisiin sovitun kalustorakenteen. Konevalikoimaa täydennettiin korjurin lisäksi järeisiin päätehakkuisiin ja toisaalta ensiharvennuksiin mitoitetuilla hakkuukoneilla. Koneiden käyttöasteet ja niitä vastaavat pääomakustannukset olivat yleis- ja erikoistekniikoiden kilpailukyvyn kannalta ratkaisevia.

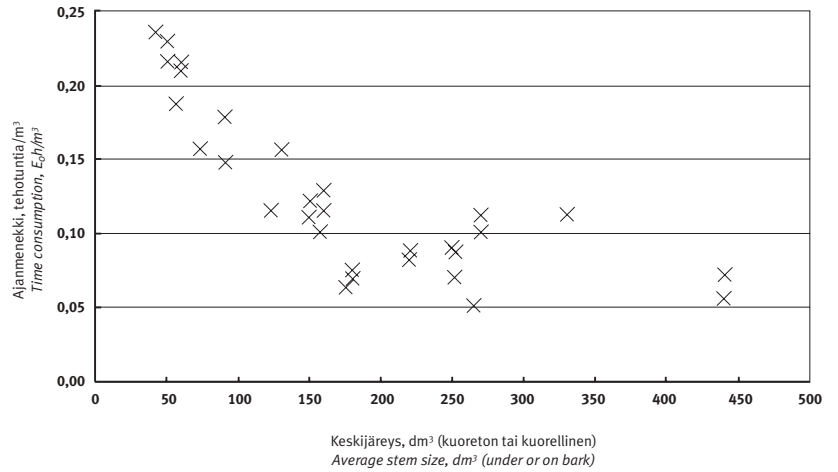
**Hakkuuta ja kuljetusta rinnakkain tekevä korjurityyppi osoitautui käytetyillä ajanmenekki- ja kustannusperusteilla taloudelliseksi vaihtoehdoksi keskikokoiselle korjuuketjulle Etelä-Suomen keskimääräisissä korjuuoloissa.** Korjurit tulivat mukaan alueen korjuukalustoon eri osuuksilla riippuen niiden hintatasosta. Jos kiinteällä kuormatilalla varustettu korjuri maksoi vain 10 % enemmän kuin keskikokoinen hakkuukone, sen korjattavaksi tuli noin 20 % alueen puuvirrasta. Tällöin kokonaiskustannukset pienenevät yleiskonelinjaan verrattuna 1,5 %, ja korjurilla korjatulle puumäärälle kohdennettuna säästö oli 0,57 €/m<sup>3</sup>. Kun korjurin hinta oli 30 % kalliimpi hakkuukoneeseen verrattuna, sen osuudeksi jäi 10 % alueen korjuumäärästä. Kääntyvällä kuormatilalla varustetun korjurin hinta oletettiin 40 % kalliimmaksi keskikokoiseen hakkuukoneeseen verrattuna. Tämän korjurityypin tuottavuus oli kiinteäkuormatilaista parempi, ja sen osuus vuotuisesta korjuumäärästä nousi 24 %:iin. Tässä vaihtoehdossa säästö korjurilla korjattua puumäärää kohti oli 0,78 €/m<sup>3</sup>. Aluetasolla halvimpiin kustannuksiin päästiin kuitenkin kalustovaihtoehdolla, jossa käytettiin keskikokoisten metsätraktoreiden rinnalla laajaa konevalikoimaa: järeitä, keskikokoisia ja harvennuksiin erikoistuneita hakkuukoneita sekä yksin operoivia korjureita.

## KUVA 1.

Pohjoismaisten korjuritutkimusten ajanmenekkiä koskevat tulokset alkuperäisinä ennen niiden harmonisointia. Mukana kaikki korjurityyppit ja hakkuutavat. Muun muassa kuljetusmatkat ja tilavuuden mittauseriaatteet (kuoreton/kuorellinen) vaihtelevat.

FIGURE 1.

Original (non-standardized) results of Nordic harwarder time-studies. E.g. hauling distances, wood measurement methods (under/on bark) and logging methods vary between observations.

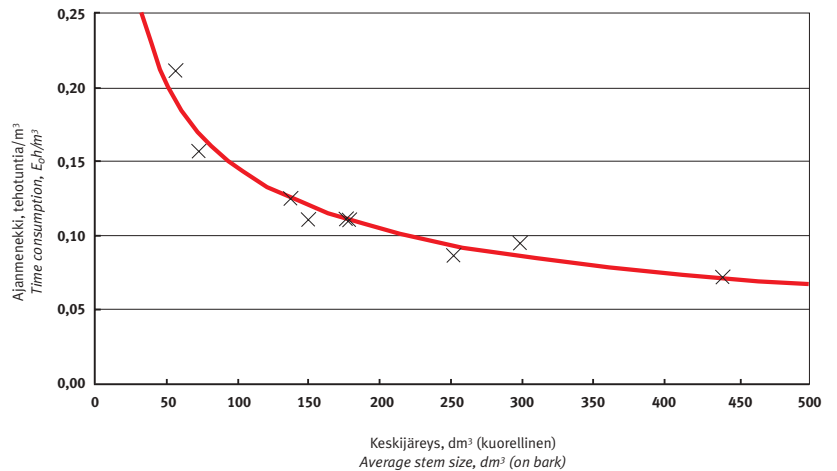


## KUVA 2.

Harmonisoidut tulokset yhdeltä kiinteällä kuormatilalla varustetulta korjurityyppiltä, jota on tutkittu kolmessa eri tutkimuksessa.

FIGURE 2.

Standardized results for one type of harwarder (fixed load space) studied in three separate surveys.

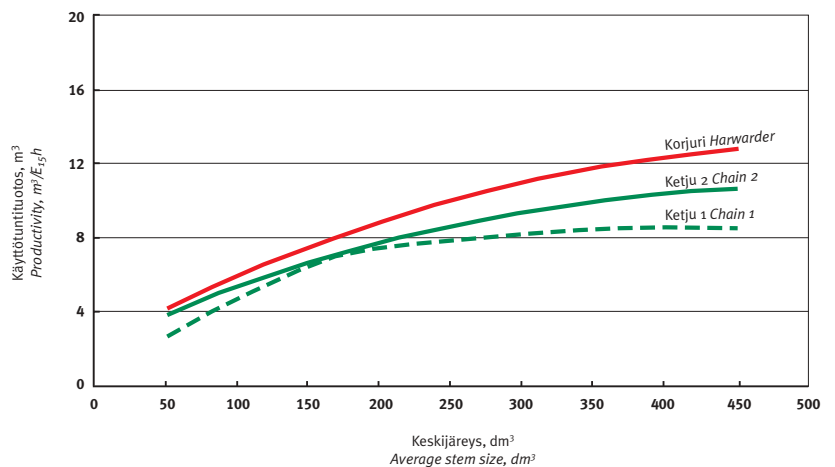


## KUVA 3.

Korjurin ja keskikokoisen korjuuketjun tuotusvertailu. Korjurin tuotostaso on määritetty pohjoismaisten tutkimustulosten pohjalta. Korjuuketjussa hitaampi koneyksikkö määrää kulloisenkin tuotostason (ketju 1). Jos tätä pullonkaulaa ei oteta huomioon, ketjun laskennallinen tuottavuustaso nousee lähemmäs korjuria (ketju 2). Korjuuketjussa koneyksiköiden keskinäinen tasapainotila on parhaimmillaan noin 160 dm³:n keskijäreysissä.

FIGURE 3.

Comparison of productivity between harwarder and medium-sized logging chain. Harwarder productivity is based on Nordic research results. In logging chain, machine unit with lower productivity sets the productivity level for the whole chain (Chain 1). If that bottleneck is dismissed, productivity raises nearer to harwarder (Chain 2). The harvester and forwarder units are best balanced when the average stem size is about 160 dm³.



Hakkuutapa Felling method	Hakkuutavan osuus, % Proportion of felling methods, %
ENSIHARVENNUS FIRST THINNINGS	6
MUU HARVENNUS OTHER THINNINGS	19
PÄÄTEHAKKU FINAL FELLINGS	75

**TAULUKKO 1.**

*Typillisen eteläsuomalaisen hankinta-alueen vuosittaiset hakkuut. Hankinta-alueen korjuu 2,5 milj. m<sup>3</sup>/vuosi.*

TABLE 1.

*Yearly cuttings in a typical wood procurement district in Southern Finland. Harvested volume in the wood procurement district 2.5 million m<sup>3</sup> per annum.*

**TAULUKKO 2.**

*Eri hintatasoa edustavien korjureiden osuus korjuumäärästä optimivaihtoehdossa. Korjureita ja keskikokoisia hakkuukoneita käytetään rinnakkain. Korjureiden osuus kalusto- ja puumäärästä vaihtelee niiden hintatason mukaan. Myös kääntyvällä kuormatilalla varustettu korjurityyppi on mukana vertailussa kalleimpana, mutta samalla tehokkaimpana ratkaisuna.*

TABLE 2.

*Optimal proportion of harwarder-harvested volume at different purchase prices, when harwarders are used alongside medium-sized harvesters. A harwarder fitted with rotatable load space is the most competitive alternative for medium-sized logging chain, regardless of its maximum purchase price.*

**TAULUKKO 3.**

*Hankinta-alueen vuotuiset korjuukustannukset minimoiva konekalusto, kun kaikki vaihtoehdot tekniiat ovat rinnakkain käytössä. Hakkuukonekalustoa erikoistamalla saavutetaan 4 prosentin kustannussäästö keskikokoisten koneiden käyttöön verrattuna. Harvennushakkuukone on oletettu 40 % halvemaksi, päätehakkuukone 15 % kalliimmaksi ja korjuri 40 % kalliimmaksi kuin keskikokoinen hakkuukone. Kuormatraktori on kaikissa vaihtoehdoissa keskikokoinen.*

TABLE 3.

*The machine-mix, which minimizes the total yearly harvesting costs in the wood procurement district. Compared to medium-sized cutting machinery, cost savings up to 4% can be reached by differentiating the machinery. The price of thinning harvester is presumed 40% lower, heavy final felling harvester 15% higher and harwarder 40% higher than the price of medium-sized harvester. Only medium-sized forwarder is available for hauling.*

	Korjurin hintataso suhteessa keskikokoiseen hakkuukoneeseen The price level of a harwarder higher than a medium-sized harvester			
	+10 %	+20 %	+30 %	+40 %
	Tavanomainen kuormatila Conventional load space		Kääntyvä kuormatila Rotatable load space	
KORJUREIDEN OSUUS ALUEEN VUOTUISESTA KORJUUMÄÄRÄSTÄ, % PROPORTION OF HARWARDERS OF TOTAL ANNUAL VOLUME HARVESTED, %	20	14	10	24
SÄÄSTÖ KORJUUN KOKONAISKUSTANNUKSISSA, % SAVINGS IN TOTAL HARVESTING COSTS, %	1,5	0,8	0,4	2,5
SÄÄSTÖ KOHDENNETTUNA KORJUREILLA KORJATULLE PUUMÄÄRÄLLE, €/m <sup>3</sup> SAVINGS ALLOCATED TO VOLUME HARVESTED BY HARWARDERS, €/m <sup>3</sup>	0,57	0,46	0,28	0,78

Hakkuukonetyypit Harvester types	Kokonaiskustannukset minimoivat koneresurssit, kpl Machine mix, which minimizes total harvesting costs, number of machine units	Osuus hankinta-alueen vuotuisesta korjuumäärästä, % Proportion of volume harvested yearly in the wood procurement district, %
PÄÄTEHAKKUUKONEET HARVESTERS FOR FINAL FELLINGS	19	46
KESKIKOKOISET HAKKUUKONEET MEDIUM-SIZED HARVESTERS	10	20
HARVENNUSHAKKUUKONEET THINNING HARVESTERS	12	12
KORJURIT HARWARDERS	17	22



VESA IMPONEN  
ERIKOISTUTKIJA  
MMM, KTM  
† 26.4.2005

## Korjuri on löytämässä sijansa korjuujärjestelmässä



ASKO POIKELA  
TUTKIJA  
MMM

**Korjurin tuottavuusperusteet koottiin Metsätehon omien tutkimusten lisäksi mm. seuraavien tutkimuslaitosten julkaisuista: Skogforsk (Ruotsi), SLU (Ruotsi), KVL (Tanska). Alueellinen tarkastelu toteutettiin aineistolla, joka käsitti runsaat 5 000 leimikkoo.**

**Analyysi toteutettiin osana Metsätehon Vaihtoehtoista korjuutekniikkaa -projektia.**

**E**rikoistekniikoiden käytön taloudellisuus suhteessa joustaviin yleiskoneisiin on ollut jo pitkään keskeinen kysymys metsäteknologian kehittämisessä. Varsinkin Etelä-Suomen vaihtelevat korjuuolosuhteet tarjoavat mahdollisuuden korjuukaluston, erityisesti hakkuukoneiden erikoistamiseen. Toisaalta valtaosa konekannasta on edelleen laajaan olosuhdekirjoon soveltuvia yleiskoneita. Konevalikoimaan on tullut uusimpana vaihtoehtona mukaan sekä hakkuu- että metsäkuljetustyöhön soveltuva korjuri.

Käytännössä korjuun resurssisuunnittelussa ja konevalinnassa on otettava huomioon tarkasteltavan alueellisen organisaatioyksikön tai koneyrityksen työmaiden olosuhdejakauma sekä toiminnan kausivaihtelu. Resurssija on tarkasteltava koneyksiköinä ja koneketjuina, jotka työskentelevät rinnakkain annettujen kausittaisen työmäärien ja olosuhteiden puitteissa. Jos esimerkiksi ensiharvennuksissa käytetään niihin erikoistuneita kone-tyyppisiä, samalla muuttuvat myös muiden koneketjujen toimintaolosuhteet. Tältä pohjalta tutkimusmenetelmää valittaessa päädytään koko korjuujärjestelmän toiminnan kuvaamiseen ja mallintamiseen systeemanalyysin keinoin. Varsinkin

korjurityyppisen koneen kilpailukyyn tutkiminen edellyttää tätä lähestymistapaa.

Alueellisen korjuukonekaluston rakenteen optimointi on haasteellinen tehtävä eri tekniikoita koskevien ajanmenekki- ja kustannustietojen puutteellisuuden vuoksi. Varsinkaan korjureita koskevat aineistot eivät ole vielä riittävän kattavia, eivätkä laaditut ajanmenekkimallit ota kaikkia olosuhdetekijöitä huomioon. Tämä aiheuttaa harhaisten johtopäätösten riskin varsinkin selvitetessä korjureiden käytön järkevää kohdentamista eri olosuhteisiin.

Tietopohjan puutteista riippumatta voitaneen tehdä se johtopäätös, että useiden eri korjuutekniikoiden rinnakkainen käyttö on kustannustehokkain vaihtoehto. Harvennuskoneet ovat vaihtoehtona mukana halvan hintansa vuoksi. Päätehakuissa kannattaa hyödyntää tehokkaita raskaita ketjuja. Korjuri, etenkin kääntyvällä kuormatilalla tai muulla suorakuormausta edesauttavalla toiminnallisuudella varustettuna, vaikuttaa tutkimustiedon valossa konkreettiselta lisäresurssilta. Sen työpanos suuntautuisi pääosin harvennuksiin ja pienirunkoisiin päätehakkuisiin.

## Specialized logging machines pose a challenge for medium-sized harvester-forwarder chain

The size of logging companies in Finland is steadily rising. With this growth, there is a need to look into operational possibilities of a wider range of machine mix, thus achieving cost savings. In order to find the most economical machine mix, in terms of capital costs, a regional study examining machine performance, seasonal fluctuations and felling structure is required.

Metsäteho compiled time-study results for various machine types. All the major Nordic research publications from Forestry Research Institute of Sweden (Skogforsk),

Swedish University of Agricultural Studies (SLU), the Royal Veterinary and Agricultural University (KVL) and Metsäteho, served as the database for harvester productivity. Regional case-studies were conducted using harvesting optimization models, which minimised overall harvesting costs.

When harvester-forwarders were the only alternative to a medium-sized harvester-forwarder chain, 10–20% of the volume was harvested by them. The use of harvester-forwarders and harvesters of a different size together resulted in lowest logging costs at the regional level.