

**Ulkopuolinen hanke**

# **Kesähakkuiden vähentämisen merkitys teollisuuden raaka- ainehuollolle**

**Olavi Pennanen  
Heikki Alanne  
Jouko Örn**

**Metsätehon raportti 92  
29.5.2000**

# **Kesähakkuiden vähentämisen merkitys teollisuuden raaka-ainehuollolle**

**Olavi Pennanen  
Heikki Alanne  
Jouko Örn**

Metsätehon raportti 92  
29.5.2000

Ulkopuolinen hanke: Maa- ja metsätalousministeriö  
Jakelu: MMM:n luvalla julkinen raportti

Asiasanat: hakkuut, kuljetus, varastointi, hankintakustannukset

© Metsäteho Oy

Helsinki 2000

## SISÄLLYS

	Sivu
<b>TIIVISTELMÄ.....</b>	<b>4</b>
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO .....</b>	<b>6</b>
2.1 Laskentavaihtoehdot.....	6
2.2 Puumäärät ja tarkasteluvaihtoehtojen muodostaminen ...	7
2.3 Korjuu- ja kuljetuskustannusten laskenta.....	8
2.4 Varastointikustannusten laskenta .....	9
<b>3 TULOKSET .....</b>	<b>10</b>
3.1 Korjuu.....	10
3.2 Kaukokuljetus.....	14
3.3 Puutavaran varastointikustannukset .....	15
3.4 Kustannusvaikutusten yhteenveto .....	17
<b>4 TULOSTEN TARKASTELU.....</b>	<b>18</b>
<b>LIITTEET</b>	

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on verrattu kesähakkuiden vähentämisvaihtoehtoja vuoden 1998 hakkuisiin sekä käytön mukaan laskettuihin kuukausittain hakattaviin puutavaramääriin. Maa- ja metsätalousministeriön kesähakkuutyöryhmän määrittämässä vaihtoehtoissa (1) kolmen kuukauden hakkuut, (2) Etelä-Suomen harvennushakkuut ja (3) rehevien kuusikoiden hakkuut siirrettiin kesästä talveen. Laskentavaihtoehtojen valinnan perusteena olivat metsien terveydestä huolehtiminen, lähinnä juurikäävän leviämisen estäminen ja lintujen pesinnän häirinnän vähentäminen.

Kolmen kuukauden hakkaamattomuus kesällä ja siihen varautuminen runsaan 20 milj. m<sup>3</sup>:n varastoilla aiheuttaisi vuoden 1998 hakkuisiin nähden 670 – 930 milj. markan eli 12,20 – 17,00 mk:n/m<sup>3</sup> lisäkustannukset koko vuoden puumäärälle riippuen siitä, kuinka laajalle edeltävään talveen hakkuut siirtyisivät. Lisäystä tulisi eniten korjuukustannuksiin. Niinpä korjuu- ja kuljetuskaluston kausivaihtelu erityisesti kesäajan seisokin vuoksi aiheuttaisi kestävämmän tilanteen puuhuollolle, yrittäjille ja kuljettajille. Kolmen kuukauden puumäärien vaatiman lisävarastotilan hankkiminen ja rakentaminen kesäajokelpoiseksi olisi myös kallista.

Harvennusten siirtäminen kesäajasta talveen johtaisi vastaavasti 210 - 280 milj. markan eli 3,80 – 5,10 mk:n/m<sup>3</sup> lisäkustannuksiin siirrettävien harvennusten määrän mukaan vuoden 1998 harvennuksiin verrattaessa. Harvennusten siirtäminen talveen muutenkin hakkuiden osalta kiireiseen aikaan uhkasi vakavasti niiden toteutusta. Etenkin harvennusten lisäämismahdollisuudet Kansallisen metsäohjelman ehdotusten mukaisesti olisivat tässä vaihtoehdossa uhattuina. Samalla menetettäisiin harvennusten merkittävä työllistävä vaikutus.

Rehevien kuusikoiden hakkuiden siirtäminen talveen johtaisi vastaavasti 185 – 215 milj. markan ja 3,40 – 3,90 mk:n/m<sup>3</sup> lisäkustannuksiin vuoden 1998 hakkuisiin verrattuna. Lievempi vaihtoehto sallisi heinäkuussa kuusikoiden hakkuut. Vuoden 1998 hakkuissa kuusikoiden harvennuksia oli kesällä vähän. Erityisesti tukkipuustoisten kuusikoiden hakkuiden aloitus sopivasti ennen sahojen kesäloma-ajan päättymistä on merkittävä teollisuuden puuhuollon kannalta. Hakevirrat tukevat tuoreutta vaativien mekaanista massaa valmistavien tehtaiden puuhuoltoa latvakuitupuun ohessa samalla, kun tukit toimitetaan sahoille tai sorvaamoihin mahdollisimman pienin loma-ajan varastoin.

Vuoden 1998 hakkuissa oli melkoista kausivaihtelua verrattaessa niitä puun käyttöön. Vuoden 1998 hakkuut kesäkuukausina olivat vajaat 3 milj. m<sup>3</sup> kuukaudessa, kun kesäajan käyttö oli noin 4 – 5 milj. m<sup>3</sup> kuukaudessa. Koko kesäajan noin 5 milj. m<sup>3</sup>:n vaje täytetään varastoinnilla. Siitä aiheutuvat varastointikustannukset ovat noin 350 milj. mk ja hankinnan kausivaihtelusta johtuvat operatiiviset kustannukset yli 100 milj. mk. Lähes tasaisiin käytön mukaisiin hakkuisiin ei ole kuitenkaan realistista pyrkiä, vaan luvut kuvaavat tämän tutkimuksen vertailuvuotta.

Kantokäsittelykustannukset touko-lokakuussa olisivat noin 7,6 milj. mk, jos kuusiharvennukset käsiteltäisiin Etelä-Suomessa ja mäntyharvennukset männyn juurikäävän riskialueella Itä-Suomessa. Jos kantokäsittely ulotettaisiin kaikkiin hakkuisiin edellä mainitun aluejaottelun mukaisesti, kuusikoiden käsittelykustannukset olisivat noin 24,6 milj. mk ja männiköiden 8,0 milj. mk.

Korjuuvaurioiden taloudellinen merkitys on noin 15,7 milj. mk vuoden 1998 harvennushakkuumäärillä.

Varastointi kausivaihtelun mahdollisen lisääntymisen myötä aiheuttaa ympäristöriskejä, ja niiden ehkäisy maksaa. Kylmävarastointi on rajoitetusti käytettävissä erikoistavaralajeissa. Kalleutensa vuoksi sitä käytetään vain tärkeimmissä kohteissa.

Tuontipuu jätettiin tämän tarkastelun ulkopuolelle. Tuontipuun logistiikka ei toimi, joten puutavaran varastointi on usein tarpeen. Kotimaan puun ohjattavuus ja kesähakkuut vähentävät tuontipuun logististen ongelmien merkitystä.

# 1 JOHDANTO

Kesähakkuiden määrä on lisääntynyt vuosien mittaan. Siihen ovat vaikuttaneet muutokset korjuu- ja kuljetuskalustossa sekä -olosuhteissa. Autokuljetuksen käytön laajeneminen yhdessä tieverkon kehittymisen kanssa mahdollisti suoriin, entistä tasaisempiin toimituksiin perustuvan puuhuollon. Hakkuun koneellistaminen toi tehoa metsään ja mahdollisti kannolta lähtevän puunhankinnan ohjauksen puiden katkonnan ohjausta myöten.

Korjuun ja kuljetuksen koneellistuminen on sitonut suuren pääomapanoksen, jälleenhankinta-arvoltaan lähes 6 000 milj. mk, puunhankintaketjuun. Pääoman tehokkaan käytön kannalta on ympärivuotinen työllistäminen tavoiteltavaa. Yrittäjien ja koneiden kuljettajien työedellytykset puoltavat myös tasaista koneiden työllisyyttä.

Teollisuudessa tuotantoa ja tuotteita on kehitetty erityisesti viime vuosina raaka-aineen toimitusten antamien mahdollisuuksien mukaan. Suomen metsäteollisuuden kehitys onkin perustunut paljolti tasaiseen puuhuoltoon ja korkealaatuiseen ja tuoreeseen raaka-aineeseen. Siihen vaikuttavat niin puunhankinnan kustannustekijät kuin tuotteiden ominaisuuksien parantaminen. Yleisenä pyrkimyksenä puunhankinnan kehittämisessä onkin ollut mahdollisuuksien mukainen varastoinnista luopuminen ja suorat toimitukset tehtaille.

Kesäaikana tehtävien hakkuiden vaikutuksista metsäluonnolle, metsien terveydelle ja koko metsätaloudelle on keskusteltu. Maa- ja metsätalousministeriö perusti työryhmän selvittämään kesäaikaisten hakkuiden vaikutuksia ja haittojen vähentämistä sekä arvioimaan hakkuiden vähentämismahdollisuuksia edellä mainittuihin seikkoihin sekä taloudellisiin tekijöihin perustuen. Työryhmä määrittäi vaihtoehtot ja pyysi Metsätehoa laskemaan niiden mukaiset kesähakkuiden vähentämisen taloudelliset vaikutukset ja merkitykset teollisuuden raaka-ainehuollolle ja työllisyydelle.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

### 2.1 Laskentavaihtoehdot

Laskelmissa lähdetään siitä, että teollisuuden puuhuolto ei vaarannu ja vuotuinen kokonaishakkuumäärä pysyy ennallaan.

Tarkastelussa on käytetty seuraavaa aluejakoa:

**Etelä-Suomi** vastaa kuusen juurikäävän riskialuetta eli on Oulun läänin eteläpuoleinen alue. Etelä-Suomesta rajattu **Männyn juurikäävän riskialue** käsittää Kymen, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueet. **Pohjois-Suomi** käsittää Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin metsäkeskusten alueet.

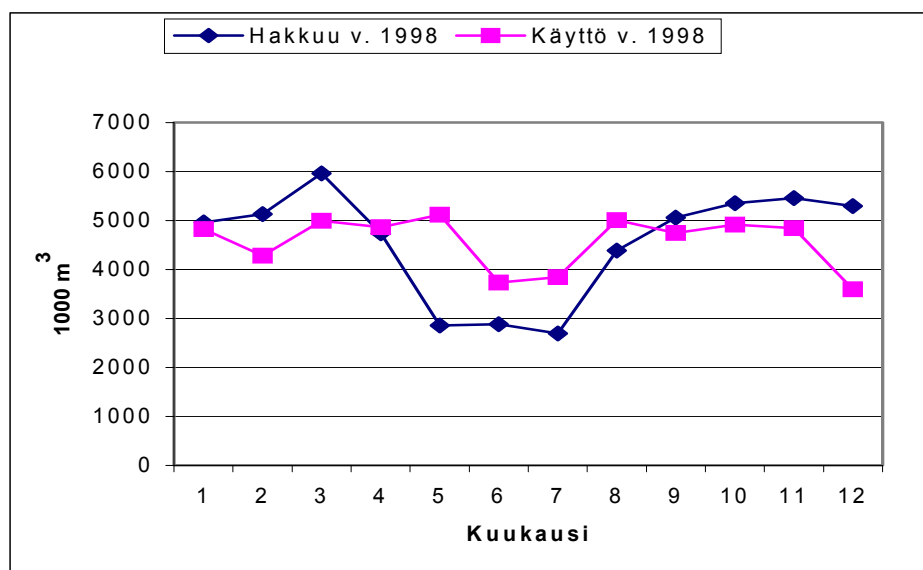
Laskelmien perustaksi asetettiin seuraavat vaihtoehdot.

- Vertailuperusteena ovat vuoden 1998 kotimaan puun hakkuumäärät.
- **Vaihtoehdossa 1** hakkuita ei tehdä Etelä-Suomessa toukokuusta heinäkuuhun ja Pohjois-Suomessa toukokuun puolivälistä heinäkuun puoliväliin. **1A**-vaihtoehdossa kesähakkuut on siirretty edellisen vuoden syksyyn ja kevättalveen. **1B**-vaihtoehdossa kesäajan hakkuut on siirretty kevättalveen.
- **Vaihtoehdossa 2B** toukokuun alun ja lokakuun lopun välisenä aikana ei tehdä Etelä-Suomessa harvennushakkuita. **2A**-vaihtoehdossa kuusi-leimikoiden harvennuksia ei tehdä lainkaan Etelä-Suomessa ja mänty-leimikoiden harvennuksia tehdään muualla paitsi Männyn juurikäävän riskialueella.
- **Vaihtoehdossa 3** käytetään vuoden 1998 hakkuumääriä sellaisenaan myös harvennusten osalta. Harvennuksissa tehdään aina kantokäsittely. Männyn juurikäävän riskialueella tehdään kantokäsittely myös päätehakkuissa.
- **Vaihtoehdossa 4 ja 5** hakkuita ei tehdä lehtomaisilla kankailla, lehdossa Etelä-Suomessa touko-heinäkuussa eikä mustikkatyypin ja rehevimillä kankailla Pohjois-Suomessa toukokuun 15. – elokuun 15. välisenä aikana.
- **Vaihtoehdossa 6** hakkuurajoitukset ovat kuten edellisessä vaihtoehdossa paitsi, että takarajaa on aikaistettu kuukaudella.

## 2.2 Puumäärät ja tarkasteluvaihtoehtojen muodostaminen

Tutkimusta varten koottiin massateollisuuden ja mekaanisen teollisuuden puunkäytöstä johdetut kotimaisen puun kuukausittaiset ja puutavaralajeittaiset määrät. Samoin koottiin osakasyrityksiltä tiedot vuonna 1998 kuukausittain hakatuista ja toimitetuista puutavaramääristä. Puutavaramäärät hankittiin hakkuutavoittain. Yritysten korjaamaksi puumääräksi muodostui 44,3 milj. m<sup>3</sup> ja hankintahakkuumääräksi 10,5 milj. m<sup>3</sup>. Hankintapuu sisältyy kuljetus- ja käyttömäärätarkasteluihin. Kotimaasta hankitun ja kotimaisen puun käytön määrän jakautuminen eri kuukausille on esitetty kuvassa 1.

Hakkuut ylittivät käyttömäärät alkuvuodesta ja syksyllä. Kesällä hakkuut olivat selvästi käyttöä vähäisemmät. Kuusen hakkuut olivat suuret alkutalvella ja syksyllä sekä vähäiset kesällä verrattuna esimerkiksi männyn hakkuisiin. Joulukuun puunkäyttö oli alhainen seisokkien vuoksi. Käyttömäärät laskevat kesällä jonkin verran sahojen lomaseisokkien vuoksi.



**Kuva 1.** Kotimaisen puun hakkuu- ja käyttömäärät kuukausittain vuonna 1998.

Käyttömäärien ollessa hakkuista suuremmat otetaan varastosta puutavarat, jotka on hakattu ja kuljetettu syksyn ja etenkin alkutalven aikana. Puumäärien ja varastointien tarkastelussa merkittävää on, että niitä on tarkasteltava tuotannonala- eli puutavaralajikohtaisesti.

Seuraavaksi muodostettiin vuoden 1998 hakkuiden mukaisiin puumääriin johtavat leimikkoyoukot Metsätehon leimikkopankista. Leimikoiden hakkuujankoa muuntamalla muodostettiin eri laskentavaihtoehtojen kuukausittaiset puutavaralajimäärät. Leimikkokohtaisella hakkuujankohan muuntelulla säilyivät tarkastelussa myös puutavaralajikohtaiset riippuvuudet.

### 2.3 Korjuu- ja kuljetuskustannusten laskenta

**Korjuukustannukset** laskettiin erikseen Etelä- ja Pohjois-Suomelle ja lähtökohtana oli yritysten pystykorjuu. Laskenta perustui hakkuutavoitaisiin ja leimikkokohtaisiin hakkuutapaluokkiin ja niille laskettuihin ajanmenekki-funktioihin. Hankintahakkuut laskettiin erikseen koneellisen hakkuun ja moottorisahahakkuun osalta.

Hakkuukoneiden ja kuormatraktoreiden tarve laskettiin koneketjuina. Lähtökohtana olivat keskisuurten koneiden ketjut. Kausittaiset maksimiyötuntimäärät määrittivät tarvittavien koneketjujen lukumäärän.



Koneketjun vuotuisen työtuntimäärään perustuen laskettiin pääoma-, työ- ja muuttuvat kustannukset. Yksikkökustannukset saatiin jakamalla kustannukset ketjun korjaamalla puumäärillä. Laskelmissa on oletettu, että uudet koneketjut saadaan käyttöön nykyisin kustannusperustein ilman rajakustannusvaikutuksia.

**Kaukokuljetuksen** kustannuksia laskettaessa otettiin huomioon vain autokuljetukset, koska lähes kaikki puutavara lähtee metsästä autoilla. Muiden kuljetusmuotojen vaikutus lisäkustannuksiin ei ole merkittävä eri vaihtoehtoisissa. Kesähakkuiden mahdolliset rajoitukset saattaisivat lisätä vähän rautatie- ja vesitiekuljetuksia, koska niiden ja autokuljetuksen liittymässä on varastointimahdollisuuksia. Puutavaran jäälle ajo sattuisi alkukuljetusten ajoituksen kannalta hyvin, jos jäävarastojen teko ja kuormien purku niillä olisi varmempaa.

Laskennan lähtökohtana on myös metsästä lähtevien kuljetusten toteuttaminen ennen huhtikuussa alkavaa kelirikkoa, jotta varastot eivät jäisi metsään ja aiheuttaisi hyönteistuhoja. Tämä aiheuttaa sen, että kuljetussuoritteiden huippu sattuu kevättalveen. Puut kuljetetaan tällöin varastoon tehtaalle, asemalle, veteenpudotuspaikalle tai autokuljetusvarastoon. Niistä puut jatkokuljetetaan tehtaalle käyttötarpeen mukaan.

Autokuljetuksen kustannukset laskettiin kausihuipun mukaisen kalustotarpeen perusteella ja lisäksi otettiin huomioon erilliset jatkokuljetukset varastoista tehtaalle.

Vaihtoehdon 3 vaatiman **kantokäsittelyn** kustannukset laskettiin kuljettajan lisääntyneen työajan perusteella sekä käytetyn Rotstop-aineen käyttömäärin ja hinnan perusteella. **Korjuuvaurioiden** merkitys samassa laskentavaihtoehdossa laskettiin Metlan (Matti Sirén) tuella ja antamin perusteella.

## 2.4 Varastointikustannusten laskenta

Vuoden 1998 käyttömäärien ja eri laskentavaihtoehtojen hakkuiden eroina määritettiin kuukausittaiset ja puutavaralajikohtaiset varastokoot. Varastojen puumäärän ja ajankohdan perusteella määritettiin varastointikustannukset. Niitä ovat korko-, laatu-, varastonteko- ja ylläpitokustannukset.

Korkokustannukset laskettiin 13 %:n mukaan kuukausittain varastossa olleille puumäärille. Korko oli teollisuuden minimituottovaatimusten mukainen.

Laatukustannukset määräytyivät puun varastossa viipymisen ja varaston purkamisen ajankohdan mukaan. Laatukustannuksia aiheuttavat tukeilla lähinnä halkeilu, hyönteisten aiheuttamat laatumenetykset ja sinistymä. Hyönteiset iskevät tukkeihin toukokuusta lähtien. Sinistymä vähentää varastoitujen tukkien arvoa keskikesästä lähtien.

Kuusikuitupuun käyttöominaisuudet mekaanisen massan raaka-aineena huononevat nopeasti puun kuivuessa. Kuusikuitupuulla tuoreuden säilyminen onkin välttämätöntä. Laskelmissa kuusikuitupuun laatukustannukset pidettiin alhaisina samalla, kun varastointikustannuksia korotettiin laadun ylläpitämiseksi esimerkiksi kylmävarastoinnilla. Mitä pitempi varastointiaika oli sitä suuremmat varastointikustannukset otettiin huomioon ajatellun varastointitavan mukaisesti. Koivutukille ja pintaviiluksi tarkoitetulle kuusitukille on kylmävarastointi myös tarpeen varastoinnin pitkittyessä.

Kemialliseen massaan käytettävien mäntykuitupuun ja koivukuitupuun varastointi on yleistä ja suojausta, kuten kastelua, ei ole yleensä käytetty. Viimeisimmät tutkimukset kuitenkin osoittavat, että myös sellupuun kesäajan varastointi aiheuttaa merkittävät saanto- ja laatukustannukset. Sellupuun osalta laskennassa on käytetty tavanomaisten käsittelyjen vaatimia varastointikustannuksia. Sellupuutavara pitää tarvittaessa peittää hyönteisten metsään leviämisen estämiseksi.

### 3 TULOKSET

#### 3.1 Korjuu

Kesähakkuiden vähentämisen vaikutukset puunkorjuuseen ovat merkittävät. Kesähakkuiden vähentäminen lisää talviajan korjuuta, kun lähtökohtana on teollisuuden puuntarpeen tyydyttäminen. Talviajan korjuuhuipusta selviäminen vaatii sellaisen kaluston ja henkilöstön lisäämistä, joka ei työllisty muuna aikana täysimääräisesti. Seurauksena on pääoman ja koneenkuljettajien tehoton käyttö. Koneellisen puunkorjuun yksityiskohtaiset tulokset on esitetty liitteessä 1 ja lisäkustannukset vuoden 1998 hakkuisiin verrattuna taulukossa 1.

TAULUKKO 1 Koneellisen puunkorjuun lisäkustannukset eri vaihtoehdoissa

Vaihtoehto	Korjuuketjuja, kpl	Lisäkustannukset, milj. mk
Vuoden 1998 hakkuut	1 335	0
Vaihtoehto 1A	1 671	295
–"– 1B	1 899	500
–"– 2A	1 454	102
–"– 2B	1 520	159
–"– 3	1 335	8
–"– 4 ja 5	1 413	69
–"– 6	1 385	44

**Vaihtoehdot 1A ja 1B:** Koneellisen korjuun kustannukset nousisivat koko maassa 300 – 500 milj. mk vuodessa, jos hakkuut keskeytetään kesällä kolmeksi kuukaudeksi. Yksikkökustannuksissa se merkitsee 6 – 10 mk:n/m<sup>3</sup> korotusta. Alemmat lisäkustannukset edellyttävät korjuun tasaista siirtoa muille kuukausille ja korkeammat lisäkustannukset hakkuiden keskittymistä kevättalveen. Viimeksi mainittu vaihtoehto on todennäköisempi. Tarvittavien koneketjujen määrä kasvaisi 320 – 530 kappaaleella, mikä merkitsisi yli miljardin lisäinvestointia konekalustoon. Kutakin koneketjua kohti tarvittaisiin 4 kuljettajaa eli yhteensä toista tuhatta uutta henkilöä. Erityisen suureksi ongelmaksi muodostuisi koneiden sekä kuljettajien saanti. Lisäksi niin yrittäjien kuin kuljettajien työolosuhteet muodostuisivat sietämättömiksi suuren kausivaihtelun vuoksi.

**Vaihtoehdot 2A ja 2B:** Koneellisen korjuun kustannukset nousisivat Etelä-Suomessa 100 – 160 milj. mk vuodessa ja 2,5 – 3,3 mk/m<sup>3</sup>, jos harvennukset siirrettäisiin kesästä talveen. Alemmat kustannukset (2A) sallisivat mäntyjen harvennukset muualla kuin männyn juurikäävän riskialueella. Korkeammat kustannukset edellyttäisivät kaikkien harvennusten siirtoa talveen. Koneketjuja tarvittaisiin vastaavasti 120 – 190 kappaletta lisää ja kuljettajia 480 - 760. Tämä vaihtoehto ei koske Pohjois-Suomea. Kalustoinvestointi- ja kuljettajaongelmien lisäksi tähän vaihtoehtoon liittyy harvennusten hankala toteuttaminen pimeänä ja lumisena vuodenaikana.

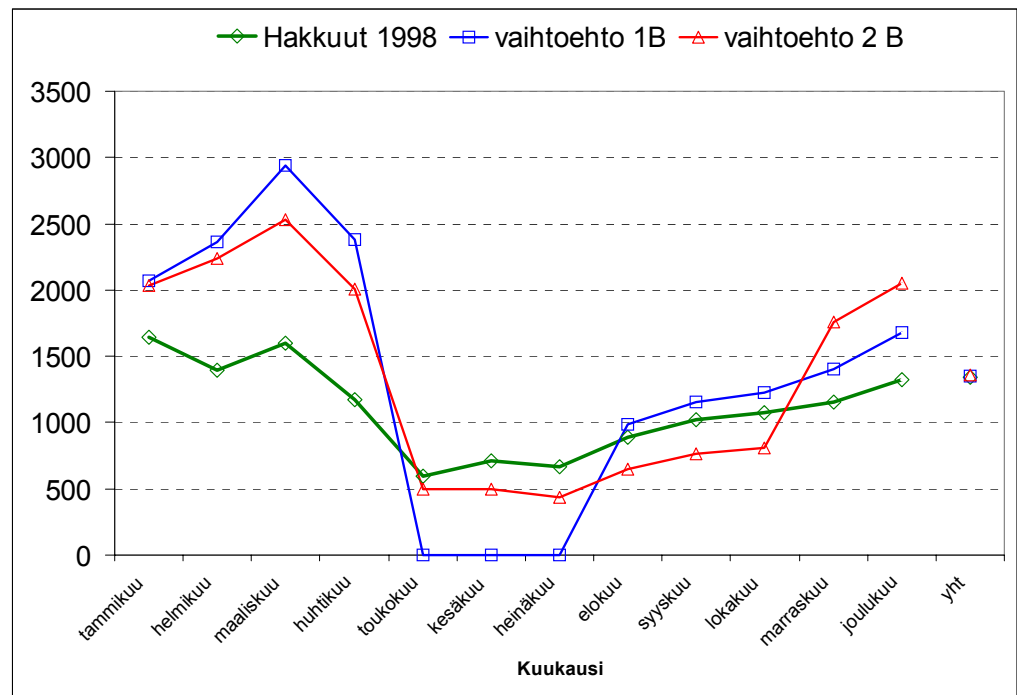
**Vaihtoehto 3,** jossa korjuuta ei siirretä talveen, vastaa vuoden 1998 kustannuksia ja kalustotarvetta. Siihen liitetyt kantokäsittelyn lisäkustannukset olisivat noin 7,8 milj. mk, jos käsittely vaaditaan Etelä-Suomen kuusiharvennuksilta ja männyn juurikäävän riskialueella mäntyharvennuksilta. Etelä-Suomen kaikkien kuusihakkuiden käsittelykustannukset olisivat noin 25 milj. mk ja Itä-Suomen kaikkien mäntyhakkuiden käsittelykustannukset noin 8 milj. mk.

**Vaihtoehdoissa 4, 5 ja 6** vältettäisiin rehevien kuusikoiden hakkuita niin Etelä- kuin Pohjois-Suomessa. Vaihtoehdot kohdistuvat siten vahvasti yhden puulajin hankintaan. Vaihtoehto 4 ja 5 käsittäisi kolme kuukautta ja vaihtoehto 6 ei rajoittaisi heinäkuun hakkuita. Korjuukustannukset nousisivat 45 – 70 milj. mk vuodessa eli 1,0 – 1,4 mk/ m<sup>3</sup>. Kalustotarve kasvaisi noin 100:lla koneketjulla ja kuljettajien kokonaismäärä noin 400:lla. Järeiden kuusikoiden hakkuiden rajoittaminen syyskesällä on kuusitukkien ja kuusikuitupuun – kuusihake sahoilta mukaan lukien – hankinnan kannalta kriittinen. Raaka-aineen laatuvaatimukset ovat korkeat ja hakkuita kuusikoissa vältetään nytkin metsän terveydellisistä ja ympäristösyistä.

**Manuaalihakkuissa** tarkasteltiin erikseen metsänomistajien omatoimista hakkuuta sekä toisena ryhmänä yritysten, Metsähallituksen ja metsänhoitoyhdistysten korjuupalvelun hakkuuta. Metsänomistajien omatoimisessa hakkuussa vaihtoehdossa 1, jossa hakkuut olisi kielletty kolme kuukautta, korjuukustannukset nousivat 22 miljoonaa markkaa vuodessa. Tarkastelussa oli mukana hakkuu ja metsäkuljetus. Puumäärä oli 5,9 milj. m<sup>3</sup>.

Kuukausittaisen metsurityövoiman tarve kolmeen päävaihtoehtoon on esitetty kuvassa 2. Hakkuukustannukset nousevat vaihtoehdossa 1B 3,3 milj. mk ja vaihtoehdossa 2B 4,6 milj. mk lumikorotusten lisääntymisen myötä. Kesähakkuiden siirtäminen edellyttäisi touko-heinäkuussa 27 000 lisähehtaarin metsänhoitotöiden järjestämistä noin 600 työntekijälle, jotta työllisyys vastaisi nykyistä. Harvennushakkuiden siirtäminen talveen vaikeuttaisi metsurityötä siinä määrin, että niitä siirtyisi koneilla tehtäväksi.

**Vaihtoehdossa 3** lähtökohtana oli vuoden 1998 hakkuut lisättynä eri kantokäsittelyvaihtoehtojen kustannuksilla sekä harvennuksissa tapahtuvien puusto- ja juurivaurioiden taloudellisilla merkityksillä.



**Kuva 2.** Työvoiman tarve manuaalihakkuissa (kuukausittain henkilötyö- $kk$  ja yhteensä vaihtoehdossa työvuotta). Yritysten, Metsähallituksen ja metsänhoitoyhdistysten korjuupalvelun hakkuut.

**Kantokäsittelyn** kustannukset syntyvät käsittelyaineesta ja aineen käsittelyyn, valmistukseen ja puhdistamisiin tarvittavista töistä. Hakkuun yhtey-

dessä tapahtuva levitys on paljolti automaattista. Levityksen kustannuksina on käytetty 5:tä % hakkuukustannuksista. Ainekustannukset ovat noin 1,50 mk/hakattu-m<sup>3</sup>.

Levitys- ja ainekustannukset hakattua kuutiometriä kohti ovat eri hakkuuta-voissa:

- Ensiharvennus	6,75 mk
- Muu harvennus	4,25 mk
- Päätehakkuu	2,30 mk
- Keskimäärin	2,85 mk

Edellä mainituilla laskentaperusteilla kokonaiskustannukset muodostuvat seuraaviksi käsittelyn laajuuden mukaisesti:

- Kuusi, Etelä-Suomi	
- Kaikki	24,6 milj. mk
- Harvennukset	4,6 milj. mk
- Mänty, Etelä-Suomi	
- Kaikki	20,8 milj. mk
- Harvennukset	9,4 milj. mk
- Mänty, männyn juurikäävän riskialue	
- Kaikki	7,9 milj. mk
- Harvennukset	3,2 milj. mk

**Korjuuvaurioiden** taloudelliset vaikutukset syntyvät ajourapainumista, puustovaurioista ja niiden aiheuttamasta lahoutumisesta. Harvennuksen aiheuttama suurin menetys johtuu kuitenkin ajourien alle jäävän metsämaan kasvun menetyksestä. Nykyisillä harvennusmäärillä korjuuvaurioiden aiheuttamien tappioiden nykyarvoksi saatiin 15,7 milj. mk vuodessa, josta 1/3 aiheutuu ajourapainumien ja puustovaurioiden aiheuttamista puuston kasvutappioista ja 2/3 puustovaurioiden eli runko- ja juurivaurioiden aiheuttamasta lahoutumisesta. Harvennushakkuumäärien kasvaessa kansallisen metsäohjelman mukaisesti kaksinkertaisiksi kaksinkertaistuisivat myös korjuuvaurioiden aiheuttamat taloudelliset menetykset, mikäli korjuun ajoitus ja konekalusto säilyisivät nykyisellään.

Puustovaurioista runkovaurioita syntyy läpi vuoden, eniten nila-aikaan kuoren irtoamisen herkkyydestä johtuen. Talvella pimeään aikaan työskennellessä vaurioriski on myös suurempi. Toisaalta routa ja lumi vähentävät juurenniska- ja painumavaurioita. Painumien osalta pahinta aikaa ovat alkukesä ja loppusyksy. Juuri- ja juurenniskavauriot ovat runkovaurioita huomattavasti suurempi lahoutumisen aiheuttaja.

Korjuujälki riippuu erityisesti kuljettajien taidoista, korjuuolosuhteista ja oikein valitusta korjuuajankohdasta. Varsinkin hakkuun yhteydessä syntyvät vauriot riippuvat ratkaisevasti kuljettajan taidoista. Parantamalla korjuuolosuhteita esim. ennakkoraivauksella voidaan kuljettajan työolosuhteita parantaa ja pienentää vaurioriskiä. Metsäkuljetuksessa korjuuajankohdan oikea valinta korostuu. Hyväkään kuljettaja ei voi estää väärän korjuuajankohdan vaikutusta. Puunkorjuutyön kausivaihtelun lisääntyminen haittaisi pätevän ja motivoituneen työvoiman hakeutumista ja pysymistä alalla.

### 3.2 Kaukokuljetus

Kaukokuljetuksessa laskettiin vain autokuljetusta koskevat tulokset, koska niiden vaikutus lisäkustannuksissa on ratkaiseva. Toisaalta lähes kaikki puutavara lähtee metsätien varresta puutavara-autolla. Nämä alkukuljetukset on sisällytetty tarkasteluun.

Havupuutavaralajeja ei voida varastoida kesän yli metsässä hyönteisvaaran ja laadun huononemisen vuoksi. Ainoastaan koivukuitupuulle jää mahdollisuus metsätien varteen varastointiin. Kaikki tukit ovat laadullisesti arkoja kuten myös kuusikuitupuu. Mäntykuitupuu on ajettava kesäkuun loppuun mennessä pois metsästä kasvavien puiden hyönteisvaaran vuoksi. Kaukokuljetuksia hankaloittaa lisäksi alemman tieverkon kelirikko, joka rajoittaa kuljetuksia jo huhtikuussa eli kuukautta ennen lintujen pesimäkautta.

Metsästä poiskuljetus vaatii, että kalustoa ja varastotilaa on oltava riittävästi. Lisäksi puut on vielä siirrettävä erikseen varastosta käyttöön.

Taulukkoon 2 on laskettu eri laskentavaihtoehdoissa tarvittava autokuljetuksen kuukausittainen maksimisuorite, joka sattuu kevättalvella, sekä sitä vastaava autokaluston tarve ja lisäkustannusvaikutukset. Kolmen kuukauden hakkuiden siirto talveen lisäisi tarvittavaa autokalustoa 300 – 500:lla yhdistelmällä. Tällöin vuotuinen pääomakustannusten kasvu vuoteen 1998 verrattuna olisi 60 – 100 milj. mk eli 1,2 – 2,0 mk/m<sup>3</sup>. Ero on hakkuuseen nähden suhteellisesti pieni, koska autokuljetuksessa muuttuvien kustannusten osuus on suuri ja niihin kausivaihtelu ei juuri vaikuttaisi. Lisäksi kuljetusten kausivaihtelu on suurta jo lähtökohtana olevassa vaihtoehdossa.

Varastosta käyttöön kuljetuksen lisäkustannukset ovat eri vaihtoehdoissa 12 – 69 milj. mk.

TAULUKKO 2 Autokuljetuksen lisäkustannukset eri vaihtoehdoissa

Vaihtoehto	Auto- yhdis- telmät, kpl	Pää- oma- kustan- nukset	Jatkokulje- tuksen kustan- nukset	Kustan- nusten kasvu yhteensä
Vuoden 1998 hakkuut	1 233	0	0	0
Vaihtoehto 1A	1 514	59	69	127
–"– 1B	1 730	103	69	173
–"– 2A	1 290	12	12	24
–"– 2B	1 325	19	14	33
–"– 3	1 233	0	0	0
–"– 4 ja 5	1 280	10	24	34
–"– 6	1 270	8	24	32

Autokuljetuksen kokonaiskustannusten kasvu on vaihtoehdoissa 1A ja 1B 127 – 173 milj. mk eli 2,3 – 3,2 mk/m<sup>3</sup>. Muissa vaihtoehdoissa autokuljetuskustannusten kasvu on noin 30 milj. mk vuodessa eli 0,6 mk/m<sup>3</sup> lukuun ottamatta vaihtoehtoa 3, jossa lisäkustannuksia ei synny.

### 3.3 Puutavaran varastointikustannukset

Puutavaran varastointikustannukset sisältävät varastoinnista aiheutuvat laatu- ja varastointikustannukset eli käyttöarvon aleneman, varastoinnin suorituksen käsitteilyineen ja varastoon sitoutuneen pääoman korkokustannukset (liite 3).

Varastointikustannuksiin (liite 3) on liitetty mukaan ns. tasainen vaihtoehto, jossa puutavarat hakattaisiin käytön mukaisesti niin, että puutavara toimitetaan kuukauden sisällä hakkuusta ilman varsinaista varastointia. Tällöin ko. vaihtoehdossa syntyy vain korkokustannuksia. Merkittävää on, että tämän tarkastelun perusvaihtoehto eli vuoden 1998 hakkuiden mukainen toiminta johtaa 504 milj. mk:n varastointikustannuksiin, mikä on noin 350 milj. mk suurempi kuin tasaisten hakkuiden vaihtoehto.

Vaihtoehdoissa 1A ja 1B varastointikustannukset ovat noin 230 milj. mk korkeammat kuin vuoden 1998 mukaisissa varastoinneissa (taulukko 3). Niissäkin korko ja varastoinnin toteutus ovat merkittäviä tekijöitä. Harvennusten siirto talveen (2A ja 2B) johtaisi myös merkittäviin lisävarastointeihin ja -kustannuksiin. Varastointikustannukset niissä olisivat noin 85 milj. mk vuotta 1998 suuremmat. Kuusen rehevien maiden hakkuiden välttäminen (vaihtoehdot 4, 5 ja 6) johtaisi yli 100 milj. mk:n lisävarastointikustannuksiin.

TAULUKKO 3 Varastoinnin lisäkustannukset vuoden 1998 puuhuoltoon verrattuna

Vaihtoehto	Kustannuslaji			
	Laatu	Varastot	Korko	Yhteensä
	milj. mk			
Vuoden 1998 hakkuut	-	-	-	-
Vaihtoehto 1A	57	91	100	248
"- 1B	53	90	79	222
"- 2A	22	40	21	83
"- 2B	47	19	21	87
"- 3	0	0	0	0
"- 4 ja 5	42	39	28	109
"- 6	32	41	36	108

**Laatukustannukset** ovat merkittävä varastoinnin kustannustekijä. Siitä on käytettävissä vain tapauskohtaista ja suuntaa antavaa tietoa. Kaikille puutavaroille yhteistä on esimerkiksi kuoren irtoilu varastokäsittelyistä johtuen, mikä vähentää energian saantoa. Kuoren kuivuminen kiinni puuaineeseen lisää kuorintatyötä ja johtaa puuaineen menetyksiin. Puutavaralajisiirtymät ovat myös osa laatukustannuksista. Kuusikuitupuuta siirtyy varastoinnista johtuvista laatusyistä mäntykuitupuuksi eli sellun raaka-aineeksi. Kuusitukkia joudutaan käyttämään kuusikuitupuun asemesta mekaaniseen massaan, jos tuoretta kuusikuitupuuta ei ole käytettävissä. Vuoden 1998 kuusitukin käytön mukaan kustannusten suuruus oli noin 15 milj. mk. Se kasvasi erityisesti vaihtoehtoissa, joissa ei hakata kesäaikaan ja kuusikoiden hakkuuta kesällä vältettäessä. Puuta siirtyy myös vähemmän arvokkaisiin kohteisiin samassa tuotteessa, kuten esimerkiksi vanerissa vaurioitunut tukki käytetään sisäviiluun pintaviilun asemesta.

Varastoinnin laatukustannukset ovat kuitenkin paljolti puutavaralajista ja sen käyttökohteesta lähteviä:

**Kemialliseen massaan** käytettävän mäntykuitupuun varastoinnissa heikeneviä laatuominaisuuksia ovat puuaineen menetykset, valkaisu- ja keittokemikaalien kulutuksen lisääntyminen ja ligniinin vähenemisen myötä energian saannon pieneneminen. Koivukuitupuussa muuttuvat samat puukulutukseen vaikuttavat tekijät. Mäntysellun laatuominaisuuksiin vaikuttavia varastointitekijöitä ovat kuitujen heikkeneminen ja katkeilu joka johtaa muutoksiin repäisylujuuksissa. Ne saattavat johtua varastoinnissa tapahtuneesta alkavasta lahoamisesta. Koivusellulle tärkeät opasiteetti- ja lujuusominaisuudet heikkenevät myös varastoinnin myötä. Uusimmat tutkimukset osoittavatkin, että jo yhden kesän varastointi johtaa 10 %:n saanto- ja laatualenemaan massan valmistuksessa.



**Kuusikuitupuun** pääkäyttökohde Suomessa on mekaaninen massa. Sen valmistuksessa vaaditaan raaka-aineelta tuoreutta. Kuivahtanut raaka-aine tummuu ja johtaa merkittäviin valkaisukustannuksiin. Massan laatu heikkenee ja energian kulutus massanvalmistuksessa kasvaa. Kuusikuitupuun laatuvaatimukset ovat niin tiukat, että kylmävarastointi tulee välttämättömäksi, jos talvella hakattua puuta halutaan käyttöön kesällä ja syyskesällä.

**Tukkien** varastoinnissa riskejä ovat tukkien ja siten sahatavaran hyönteisviat ja sinistymä. Nämä laatuviat ovat tiettyjen ajankohtien ja varastoaikojen mukaisia ongelmia ja siten vältettävissä nopealla puukierrolla. Erityisesti vanerin pintaviiluun tarkoitettut tukit – koivu ja kuusi – vaativat lyhyen varastoinnin tai hyvän suojauksen. Tukkien päät halkeilevat kuivuessaan ja sahatavaran tasausten kasvamisen myötä saanto heikkenee.

**Varastokustannukset** sisältävät varaston perustamisen ja siihen liittyvät korvaukset, kuten puutavaran ylimääräiset siirrot ja mittaukset, mahdollisen kastelun tai lumetuksen sekä peittämisen. Käytön aikana on lisäksi huolehdittava ympäristöstä – esimerkiksi valumavesistä ja siivouksista.

### 3.4 Kustannusvaikutusten yhteenveto

Eri vaihtoehtojen lisäkustannusvaikutusten yhteenveto verrattuna sekä käytön mukaisiin (tasaisiin) hakkuisiin että vuoden 1998 hakkuisiin ovat taulukossa 4. Lähtökohtana olevan vuoden 1998 kesäajan hakkuut olivat noin 5 milj. m<sup>3</sup> vastaavan ajan käyttömääriä pienemmät. Siksi lähtökohtana olevan vuoden varastoinnin ja kausivaihtelun kustannusvaikutus on noin 450 milj. mk verrattuna vaihtoehtoon, jossa hakkuut olisivat käytön mukaisia.

Kolmen kuukauden hakkaamattomuus (vaihtoehdot 1A ja 1B) ja siihen varautuminen johtaisivat runsaan 20 milj. m<sup>3</sup>:n suuruiseen lisävarastointitarpeeseen. Tästä rajoituksesta aiheutuisi 670 – 930 milj. mk:n lisäkustannukset vuodessa eli 12 – 17 mk/m<sup>3</sup>. Tämä vaihtoehto kohdistuisi kaikkiin puutavaralajeihin.

Harvennusten siirtäminen kesäajasta talveen (vaihtoehdot 2A ja 2B) johtaisi vastaavasti 210 - 280 milj. mk:n eli 4 - 5 mk:n/m<sup>3</sup> lisäkustannuksiin vuoden 1998 hakkuisiin verrattuna. Hakkuukoneiden tuottavuus harvennuksissa on alhainen. Tästä syystä harvennusten siirtäminen talveen, joka muutenkin on hakkuiden osalta kiireistä aikaa, uhkaisi vakavasti niiden toteutusta. Tämä vaihtoehto vaikuttaisi eniten mäntykuitupuun kertymiin, sillä kuusen harvennuksia oli vähän lähtökohtana olevan vuoden hakkuisissa.

TAULUKKO 4 Puuhuollon lisäkustannukset vuoden 1998 toimituksiin verrattuna

Vaihtoehto	Kustannuslaji			
	Korjuu	Auto- kuljetus	Varas- tointi	Yhteensä
	milj. mk			
Vuoden 1998 hakkuut	-	-	-	-
Vaihtoehto 1A	295	127	248	670
"- 1B	500	173	258	931
"- 2A	102	25	83	210
"- 2B	159	34	87	280
"- 3	8	0	0	8
"- 4 ja 5	69	35	109	213
"- 6	44	32	109	185
	mk/m <sup>3</sup>			
Vuoden 1998 hakkuut	-	-	-	-
Vaihtoehto 1A	6,02	2,32	4,53	12,25
"- 1B	10,20	3,16	4,72	17,02
"- 2A	2,08	0,46	1,52	3,84
"- 2B	3,24	0,62	1,59	5,12
"- 3	0,16	0,00	0,00	0,15
"- 4 ja 5	1,41	0,64	1,99	3,89
"- 6	0,90	0,59	1,99	3,38

Rehevien kuusikoiden hakkuiden siirtäminen talveen ( vaihtoehdot 4, 5 ja 6) johtaisi vastaavasti 185 – 215 milj. mk:n eli 3,40 – 3,90 mk:n/m<sup>3</sup> lisäkustannuksiin vuoden 1998 hakkuisiin verrattuna. Lievempi vaihtoehto sallisi kuusikoiden hakkuut heinäkuussa. Tämä vaihtoehto kohdistuu erityisesti kuusta käyttävään teollisuuteen – sahaukseen ja paperiteollisuuteen, sillä pääosa siirtyvästä vajaanasta 2 milj. m<sup>3</sup>:stä on kuusta. Mikäli kustannukset kohdistetaan vain ko. puulajille ja sitä käyttävään teollisuuteen, merkitys on kymmeniä markkoja kuutiometriä kohti.

#### 4 TULOSTEN TARKASTELU

Paperiteollisuudessa raaka-aineen tuoreudesta on tullut merkittävä tekijä, sillä vaatimukset massojen vaaleudelle ja kuituominaisuuksille ovat kasvaneet yleisten tuotteiden laatuvaatimusten ja tuotekohtaisten erikoisvaatimusten mukaan. Samalla tuotannolle asetetut vaatimukset ovat lisänneet raaka-aineen ominaisuuksien merkitystä. Esimerkiksi kloorin käytön vähentäminen massan valkaisuissa ja uudet valkaisumenetelmät korostavat raaka-aineen tuoreuden merkitystä myös kemiallisessa massassa. Mekaanisen massan vaatimukset kuusiraaka-aineelle ovat aina olleet korkeat, joskin painopaperien ohentaminen lujutta ja paino-ominaisuuksia alentamatta on lisännyt massan ominaisuuksien ja samalla raaka-aineen tuoreuden vaati-

musta. Massateollisuudessa harkitaan raaka-aineen lajittelua tuotteiden vaatimusten mukaisesti.

Sahateollisuus on kehittänyt toimintaansa selkeästi tuotekohtaiseen suuntaan. Tukkien laatu- ja mittavaatimukset johdetaan entistä enemmän suoraan tuotevaatimuksista. Sahoille tehdyn kyselyn mukaan kehityssuunta jatkuu tulevaisuudessa. Hakkuukoneiden mittauslaitteiden sekä katkonnan ohjausmenetelmien kehittyminen tukee sahojen tuotannon ja markkinoiden kehitystä. Varastointi – varsinkin pitkäaikaisena – katkaisee ohjausketjun ja tekee tuotekohtaisen tukkien katkonnan hankalaksi, jopa mahdottomaksi. Vanneritukeilla vaatimukset kohdistuvat tukkien pituuskatkonnan tarkkuuteen ja korkeaan viilun laatuun.

Puunhankinnassa on pyritty tasaisiin puutoimituksiin, koska se on kustannuksiltaan ja raaka-aineen käytettävyyden kannalta paras vaihtoehto. Hakkuun koneellistuminen on toisaalta mahdollistanut nopeat toimitukset. Muutokset näkyvät esimerkiksi siinä, että sahojen tukkivarastot loma-aikana ovat pienet ja siksi hakkuut ovat alkukesästä vähentyneet ja keskikesästä alkaen lisääntyneet.

Kesähakkuiden vähentäminen näkyisi logististen kustannusten kasvamisena. Kustannukset kasvavat talveen siirrettävien hakkuumäärien mukaisesti ja muodostuvat puutavaralajikohtaisesti. Tällöin eri toimintavaihtoehtoja tulee tarkastella kunkin puutavaralajin ja käyttömuodon kannalta erikseen. Hakkuissa kohteena ovat leimikot, joissa yleensä hakataan samanaikaisesti useita tavaralajeja. Tällöin tavaralajien määrää tasapainotetaan valitsemalla hakkuukohteita puutavaralajivaltaisuuden ja puiden koon mukaan. Yhden tavaralajin kannalta ohjaus ei ole tehokasta.

Kuusikuitupuun ja -tukki ovat kesähakkuiden tarkastelun kannalta merkittävimmät, sillä niillä juurivauriot ovat metsien terveyden kannalta tärkeitä ja kuusikuitupuun tuoreusvaatimukset suuret. Kuusitukki tulee merkittäväksi myös mekaanisen massan kannalta, sillä sahauksen sivutuotteena syntyvä hake käytetään hyväksi.

Kaikki tarkasteltavat vaihtoehdot johtavat nykytilanteeseen nähden varastoinnin lisääntymiseen ja huomattaviin lisäkustannuksiin. Kolmen kuukauden hakkaamattomuus kesäaikana johtaisi käytännön kannalta mahdottoimiin vaihtoehtoihin kaluston hankinnassa ja työvoiman saannissa sekä johtaisi kausityöllisyyteen.

Kuusikoiden harvennuksia siirretään talveen varsinkin kevätkaudelta jo nykyisissä hakkuissa, mikä näkyy kuusikuitupuun hakkuiden runsaana kausivaihteluna. Mäntyharvennusten laajempi siirto talveen siirtää koneiden työtä talveen puumääriä runsaampana, koska tuottavuus niissä on alhainen. Erietyisesti mäntyharvennusten siirto kesältä on arveluttavaa, sillä todennäköisesti harvennustavoitteet saavutettaisiin nykyistäkin huonommin. Kesäaikaisten kuusiharvennusten toteuttamiselle tulisi löytää teknisiä vaihtoehtoja, jotta puiden juurivauriot vältetään.

Rehevien maiden kuusikoiden hakkuiden siirto kesästä talveen vaikeuttaa erityisesti kuuseen perustuvan sahauksen ja mekaaniseen massaan perustuvan paperiteollisuuden tuotantoedellytyksiä. Olennaista on, että kesällä pääs-tään nopeasti hakkaamaan järeitä kuusileimikoita, joista tulee sahaukseen sekä massateollisuuteen tuoretta raaka-ainetta.

**Kylmävarastointi** on keino jossain määrin säilyttää esimerkiksi kuusikuitupuun tuoreus riittävän pitkään kesälle. Sen kustannukset ovat kuitenkin kymmeniä markkoja kuutiometriä kohti, jos varastointi tehdään lumettamalla ja suojaamalla puut huolellisesti lämmöltä ja valolta. Menetelmällä ei voida sen tähden laajasti korvata kesähakkuita.

Tuloksia laskettaessa lähtökohtana ovat olleet yritystaloudelliset perusteet. Niiden mukaan on vaikuttavien tekijöiden merkitys pyritty kuvaamaan taloudellisesti, vaikka pitkävaikutteisten ja prosessin myöhemmissä vaiheissa esilletulevien tai piiloon jäävien kustannusvaikutusten määrittämiseen liittyy epävarmuustekijöitä. Joitakin tekijöitä on jätetty huomioon ottamatta. Esimerkiksi varastoinnin **markkinavaikutuksia** ei ole liitetty kustannustekijöihin, koska niiden määrittäminen on tapauskohtaista. Joka tapauksessa esimerkiksi tukkien katkonta erikoismittatilauksiin tarkkojen tuotevaatimusten mukaisesti käy mahdottomaksi, jos puuta varastoidaan toimituksen aikana ja samalla taloudellisia arvoja jää saavuttamatta.

Valtakunnallinen tarkastelu perustui vuoden 1998 korjuu- ja kuljetusmääriin. Ko. vuoden kesä oli sateinen. Aluekohtaisesti tai tuotantosunnittain tarkasteltuina tulokset muuttuisivat tilannekohtaisesti äärevimmiksi. Kuusi-alueilla ja kuusta käytävässä teollisuudessa kesähakkuut ovat kriittisemmät kuin mäntyvaltaisilla alueilla.

KESÄHAKKUIDEN VÄHENTÄMISEN VAIKUTUKSET KONEELLISEEN PUUNKORJUUSEEN

TEOLLISUUDEN PUUNKORJUU	Etelä-Suomi				Pohjois-Suomi				Suomi yhteensä			
	Hakkuumäärä		36.5 milj. m3		Hakkuumäärä		8.0 milj. m3		Hakkuumäärä		44.4 milj. m3	
	Yhdistelmiä	Kustannus	Lisäkust.	Lisäkust.	Yhdistelmiä	Kustannus	Lisäkust.	Lisäkust.	Yhdistelmiä	Kustannus	Lisäkust.	Lisäkust.
	kpl	milj. mk	milj. mk	mk/m3	kpl	milj. mk	milj. mk	mk/m3	kpl	milj. mk	milj. mk	mk/m3
Laskentamalli 1998	889	1652	0	0.0	231	442	0	0.0	1120	2095	0	0.0
Laskentamalli 1	1111	1852	199	5.5	291	496	54	6.8	1402	2348	253	5.7
Laskentamalli 1 B	1280	1999	347	9.5	340	538	96	12.1	1621	2537	443	10.0
Laskentamalli 2	988	1740	88	2.4	231	442	0	0.0	1220	2182	88	2.0
Laskentamalli 2 B	1044	1789	136	3.7	231	442	0	0.0	1275	2231	136	3.1
Laskentamalli 3	889	1652	0	0.0	231	442	0	0.0	1120	2095	0	0.0
Laskentamalli 45	943	1701	48	1.3	243	453	11	1.3	1186	2154	59	1.3
Laskentamalli 6	924	1684	31	0.9	238	448	6	0.8	1162	2132	37	0.8

HANKINTAHAKKUUT KONEELISET 44 % HANKINTAPUUSTA	Etelä-Suomi				Pohjois-Suomi				Suomi yhteensä			
	Hakkuumäärä		3.7 milj. m3		Hakkuumäärä		0.9 milj. m3		Hakkuumäärä		4.6 milj. m3	
	Yhdistelmiä	Kustannus	Lisäkust.	Lisäkust.	Yhdistelmiä	Kustannus	Lisäkust.	Lisäkust.	Yhdistelmiä	Kustannus	Lisäkust.	Lisäkust.
	kpl	milj. mk	milj. mk	mk/m3	kpl	milj. mk	milj. mk	mk/m3	kpl	milj. mk	milj. mk	mk/m3
Laskentamalli 1998	170	274	0	0.0	45	74	0	0.0	215	348	0	0.0
Laskentamalli 1	213	307	33	9.0	56	83	9	9.7	269	390	42	9.1
Laskentamalli 1 B	218	317	42	11.5	61	88	14	15.4	278	404	57	12.3
Laskentamalli 2	189	289	15	3.9	45	74	0	0.0	234	362	15	3.2
Laskentamalli 2 B	200	297	23	6.1	45	74	0	0.0	245	370	23	4.9
Laskentamalli 3	170	274	0	0.0	45	74	0	0.0	215	348	0	0.0
Laskentamalli 45	181	282	8	2.2	47	75	2	1.9	228	358	10	2.1
Laskentamalli 6	177	279	5	1.4	46	75	1	1.1	223	354	6	1.3

KONEELLINEN PUUNKORJUU YHTEENSÄ	Etelä-Suomi				Pohjois-Suomi				Suomi yhteensä			
	Hakkuumäärä		40 milj. m3		Hakkuumäärä		9 milj. m3		Hakkuumäärä		49 milj. m3	
	Yhdistelmiä	Kustannus	Lisäkust.	Lisäkust.	Yhdistelmiä	Kustannus	Lisäkust.	Lisäkust.	Yhdistelmiä	Kustannus	Lisäkust.	Lisäkust.
	kpl	milj. mk	milj. mk	mk/m3	kpl	milj. mk	milj. mk	mk/m3	kpl	milj. mk	milj. mk	mk/m3
Laskentamalli 1998	1059	1926	0	0.0	276	516	0	0.0	1335	2442	0	0.0
Laskentamalli 1	1323	2159	233	5.8	348	579	63	7.1	1671	2738	295	6.0
Laskentamalli 1 B	1498	2316	389	9.7	401	626	110	12.4	1899	2942	500	10.2
Laskentamalli 2	1178	2029	102	2.5	276	516	0	0.0	1454	2545	102	2.1
Laskentamalli 2 B	1244	2085	159	4.0	276	516	0	0.0	1520	2601	159	3.2
Laskentamalli 3	1059	1926	0	0.0	276	516	0	0.0	1335	2442	0	0.0
Laskentamalli 45	1123	1983	57	1.4	290	528	12	1.4	1413	2511	69	1.4
Laskentamalli 6	1101	1963	37	0.9	284	523	7	0.8	1385	2486	44	0.9

### Autokuljetussuoritteiden ja kustannusten yhteenveto

Vaihtoehto	Maksimi kuljetussuorite/kk, milj. *m3*km	Tarvittavat autoyhdistelmät, kpl	Pääomakulun kasvu, milj. mk	Varastosta kuljetuksen kustannukset, milj. mk	Autokuljetuksen kustannusten kasvu, milj. mk
Vuoden 1998 hakkuut	493	1233	0	0	0
Vaihtoehto 1A	606	1514	59	69	127
Vaihtoehto 1B	692	1730	103	69	173
Vaihtoehto 2A	516	1290	12	12	24
Vaihtoehto 2B	530	1325	19	14	33
Vaihtoehto 3	493	1233	0	0	0
Vaihtoehto 4 ja 5	512	1280	10	24	34
Vaihtoehto 6	508	1270	8	24	32

## Varastointikustannukset

	Tasaiset hakkuut			
	Laatu	Varastot	Korko	Yhteensä
	milj. mk			
MÄT	0	0	37	37
KUT	0	0	52	52
KOT	0	0	5	5
MÄK	0	0	22	22
KUK	0	0	23	23
KOK	0	0	10	10
Yhteensä	0	0	148	148

	Vaihtoehto 2A			
	Laatu	Varastot	Korko	Yhteensä
	milj. mk			
MÄT	10	28	59	97
KUT	14	35	73	122
KOT	4	8	11	23
MÄK	39	34	57	130
KUK	20	68	51	139
KOK	28	19	29	77
Yhteensä	115	192	280	587

	Vuoden 1998 hakkuut ja Vaihtoehto 3			
	Laatu	Varastot	Korko	Yhteensä
	milj. mk			
MÄT	4	16	59	79
KUT	15	37	78	130
KOT	2	6	8	16
MÄK	34	28	51	113
KUK	14	48	37	99
KOK	25	17	26	68
Yhteensä	93	152	259	504

	Vaihtoehto 2B			
	Laatu	Varastot	Korko	Yhteensä
	milj. mk			
MÄT	7	17	55	79
KUT	14	20	73	107
KOT	4	8	11	23
MÄK	55	38	59	152
KUK	26	68	51	145
KOK	34	20	30	84
Yhteensä	140	171	280	591

	Vaihtoehto 1A			
	Laatu	Varastot	Korko	Yhteensä
	milj. mk			
MÄT	12	35	77	124
KUT	31	54	107	191
KOT	4	9	13	26
MÄK	53	45	69	167
KUK	25	79	62	166
KOK	26	21	31	79
Yhteensä	151	243	359	752

	Vaihtoehto 4 ja 5			
	Laatu	Varastot	Korko	Yhteensä
	milj. mk			
MÄT	10	27	61	98
KUT	15	37	78	130
KOT	3	8	11	22
MÄK	50	31	55	137
KUK	26	68	53	147
KOK	31	19	29	79
Yhteensä	136	190	287	613

	Vaihtoehto 1B			
	Laatu	Varastot	Korko	Yhteensä
	milj. mk			
MÄT	13	35	72	120
KUT	30	53	97	180
KOT	4	10	13	27
MÄK	45	45	65	155
KUK	28	76	61	165
KOK	27	22	30	78
Yhteensä	147	241	338	726

	Vaihtoehto 6			
	Laatu	Varastot	Korko	Yhteensä
	milj. mk			
MÄT	11	29	65	105
KUT	15	39	82	136
KOT	3	7	11	21
MÄK	44	32	57	133
KUK	25	66	51	143
KOK	27	19	29	75
Yhteensä	125	193	295	613