

Ari Meriläinen, Lauri Sikanen ja Pertti Harstela

# Puunhankinnan suunnittelu- järjestelmät suomalaisissa puun- hankintaorganisaatioissa

Meriläinen, A., Sikanen, L. & Harstela, P. 1995. Puunhankinnan suunnittelujärjestelmät suomalaisissa puunhankintaorganisaatioissa. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(1): 35–49.

Tutkimus on katsaus 13 suomalaisen puunjalostusyrityksen puunhankinnan suunnittelu-, ohjaus- ja seurantajärjestelmiin vuonna 1992. Puunhankinnan suunnittelujärjestelmiä tarkastellaan tietokoneavusteisen päätöksenteon lähestymistapojen (operaatioanalyysi, tiedonkäsittely ja tekoäly) viitekehyksessä strategisessa, taktisessa ja operatiivisessa suunnittelussa. Varsinaiset suunnittelujärjestelmät ovat tällä hetkellä tiedonkäsittelyn ja operaatioanalyysin sovelluksia. Kehittyneimmissä sovelluksissa käytetään optimointialgoritmeja. Tietojenkäsittelyssä kehittyneimmät sovellukset pohjautuvat vaihtoehto- ja taulukkolaskentaan. Hankintajärjestelmän ja johdon tietojärjestelmän kehittyneisyys korreloivat positiivisesti hankintamäärän, kuitupuuosuuden ja pystyvarannon kanssa. Hankinnan tukkipuuosuuden kanssa korrelaatio on negatiivista; toimituspaikkojen lukuisuus ei korreloi järjestelmien kehitysasteen kanssa. Tulosten tulkintaa vaikeuttaa vapausasteiden pieni lukumäärä ja muuttujien keskinäinen korrelaatio. Suurissa ja keskisuurissa yrityksissä yrityksen omista tarpeista lähtevä lyhyen aikavälin suunnittelujärjestelmien kehittämistarve tiedostetaan hyvin. Visioita tietojärjestelmien yleisestä kehityksestä ei yrityksissä yleensä ollut. Pienillä yrityksillä kehittämistarpeiden yksilöiminen ei ole erityisen selkeää.

Asiasanat: puunhankinta, puunhankinnan suunnittelu, puunkorjuun suunnittelu  
Kirjoittajien yhteystiedot: *Meriläinen*, Puutarhakatu 13 as 2, 90100 Oulu; *Sikanen* ja *Harstela*, Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, PL 111, 80101 Joensuu. Faksi (*Sikanen*) (973) 151 3590, sähköposti [sikanen@joyl.joensuu.fi](mailto:sikanen@joyl.joensuu.fi)  
Hyväksytty 10.3.1995

# 1 Johdanto

## 1.1 Yleistä

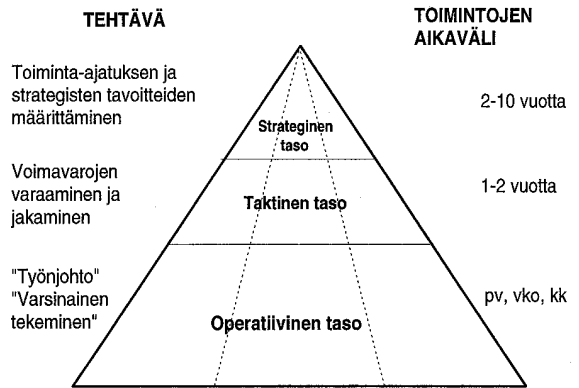
Puunhankinnan nykyaikaisten suunnittelujärjestelmien kehitys alkoi Suomessa ja pohjoismaissa 1960-luvun loppupuolella, jolloin puunhankintayritykset kehittivät organisaatioiden toimintoja ja tietojenkäsittelyä. Käyttökelpoisiin ja laajamittaisesti hyödynnettäviin ATK-pohjaisiin järjestelmiin päästiin 1970-luvulla. Tietojenkäsittelyltään ja toiminnoiltaan hajautetussa organisaatiossa puunhankinnan suunnittelu jakautuu strategiseen, taktiseen ja operatiiviseen suunnitteluun. Strategisen suunnittelun hoitaa yleensä yhtiön ylin johto, taktinen suunnittelu hoidetaan hankinta-alueetasolla ja operatiiviset suunnitelmat tehdään piiritasolla (kuva 1) (Anthony 1965, Väisänen 1967).

Henkilökohtaisten tietokoneiden yleistymisen ja ohjelmistojen kehittyminen toi tietojenkäsittelyn 1980-luvulla työnjohdotasolle myös metsätaloudessa (Sarantola 1987). Nykyään suunnitteluohjelmien käyttämiseen ei tarvita erikoiskoulutuksen saaneita henkilöitä ja ohjelmistojen suunnittelussa tärkein neuvonantaja on käyttäjä. Tämän päivän tietotekniikka ei avusta vain suunnittelua vaan myös päätöksentekoa.

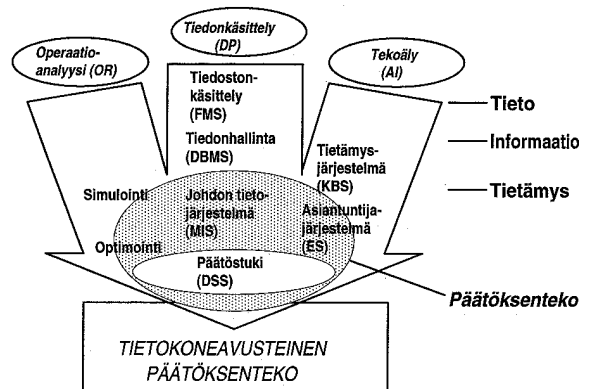
Puunhankinnan suunnittelun lähtökohtana on tuotantolaitosten asiakkaiden vaatimukset, joista johdetaan yrityksen tuotantolaitosten raakapuun tarve. Tarpeesta johdetaan kuljetussuunnite, kuljetussuunnitteesta korjuusuunnite ja korjuusuunnitteesta ostosuunnite. Suunnittelun vaikeutena on yleensä resurssien optimaalinen allokointi, toimintavaihtoehtojen valinta, toimintojen mitoitus, ajoitus ja ketjus sekä toimintojen joustamattomuus muihin toimintoihin nähden. Näitä ongelmia pyritään ratkaisemaan puunhankinnan suunnittelujärjestelmillä (Korpilahti 1991).

## 1.2 Suunnittelujärjestelmien metodinen tarkastelu

Metsätalouden tietojärjestelmien hyväksikäyttö on Kailan ja Saarenmaan (1990) mukaan tapahtunut kolmen eri lähestymistavan mukaan. Lähestymistavat ovat operaatioanalyysi, tiedonkäsittely ja te-



Kuva 1. Organisaation toimintojen jakautuminen (Anthony 1965).



Kuva 2. Tietokoneavusteisen päätöksenteon lähestymistavat ja järjestelmätyyppien kehitys Kailaa ja Saarenmaata (1990) mukailleen.

koäly (kuva 2). Lähestymistavat ovat kehittyessään läpäisseet neljä kompleksisuustasoa, jotka ovat tiedonkäsittely, informaation käsittely, tietämyksen käsittely ja päätöksenteko.

Operaatioanalyysin keskeisimmät työvälineet ovat simulointi ja optimointi. Puunhankintaan operaatioanalyysia ovat soveltaneet mm. Sundberg (1953), Väisänen (1967), Carlsson (1968), Thompson (1968), Kilkki ja Väisänen (1972), Dykstra (1976), Eskelinen ja Peltonen (1977, 1980, 1982), Keipi (1978), Mikkonen (1983) ja Pulkki (1984). Sovelluksista suurin osa on optimoinnin käyttöön perustuvia. Optimoinnilla etsitään optimaalisinta vaihtoehtoa useista mahdollisista vaihtoehdoista annettu-

jen rajoitusten vallitessa. Simuloinnilla puolestaan jäljitellään todellisuutta. Simuloinnilla tutkitaan eri tekijöiden vaikutusta kokonaisuuteen, joka on muotoiltu matemaattisiksi lausekkeiksi (Hillier ja Lieberman 1974). Optimointi ja simulointi voidaan myös yhdistää, jolloin simuloinnilla tuotetaan havaintoja optimoinnin aineistoksi (Taha 1982).

Suurimmat tiedonkäsittelyn järjestelmät metsätaloudessa ovat metsätalouden suunnittelua ja puuhuoltoa tukevia sovelluksia (Kaila ja Saarenmaa 1990). Tiedonkäsittely (Data Processing) on edennyt yksinkertaisista tiedostonhallintamenetelmistä (File Management System, FMS) tietokannan hallintajärjestelmien (Data Base Management System, DBMS) kautta johdon tietojärjestelmiin (Management Information System, MIS). Johdon tietojärjestelmässä on tietokannan lisäksi malleja ja erilaisia raportointimahdollisuuksia. Moderni versio MIS:stä on päätöstukijärjestelmä (Decision Support System, DSS). Päätöstukijärjestelmä on keskusteleva tietokoneperusteinen järjestelmä, joka on suunniteltu auttamaan päätöksentekijää lähtötietojen, selväkielisen informaation ja ennalta suunnittelemtomien raporttien luomiseen tietokannan tiedoista ja malleista. Metsätaloudelle keskeinen tietokantatyyppe on paikkatietojärjestelmä (Geographic Information System, GIS). Paikkatietojärjestelmä luetaan päätöstukijärjestelmäksi, johon on lisätty paikkatieto ongelman ratkaisuympäristössä (Coven 1988).

Tekoälyohjelmilla on itsenäistä ongelmanratkaisukykyä, joka perustuu tietämyksen käsittelyyn (Kaila ja Saarenmaa 1990). Tekoälyn lähestymistavassa voidaan erottaa laajat tietämysjärjestelmät (Knowledge-Based System, KBS) ja suppean erikoisalan asiantuntijajärjestelmät (Expert Systems, ES). Metsätaloudessa puunhankinnan suunnittelu ja aikatauluistaminen ovat Saarenmaan (1989) mukaan huomattavimmat tekoälyn potentiaaliset sovellusalueet puunhankinnassa.

Tässä tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan yritysten puunhankinnan suunnittelujärjestelmien kehittyneisyyttä ja jakautumista erilaisiin tietojenkäsittelyn lähestymistapoihin kuvassa 2 esitetyn jaottelun mukaisesti. Suunnittelujärjestelmiä ei ole kuvattu kokonaisuuksina, vaan päähuomio on kohdistettu järjestelmien sisältämiin tiedonkäsittelyperiaatteisiin.

### 1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Tässä tutkimuksessa kuvataan eri kokoisten suomalaisten puuta hankkivien yritysten puunhankinnan suunnittelujärjestelmiä ja niiden ominaisuuksia organisaation eri tasoilla. Tutkimuksen tavoitteet jakautuvat kolmeen osaan:

1. Kuvataan yritysten puunhankinnan suunnittelujärjestelmien pääpiirteet ja erot eri kokoisissa yrityksissä organisaation toimintojen eri tasoilla.
2. Analysoidaan puunhankinnan suunnittelujärjestelmän ja johdon tietojärjestelmän riippuvuus yritystä kuvaavista toiminnallisista tunnuksista kuten hankintamäärästä, käyttöpaikkojen lukumäärästä ja hankinnan puutavaralajiosuuksista.
3. Tutkitaan, mitä tarpeita ja mahdollisuuksia puunhankinnan suunnittelun kehittämiseen osallistuvat henkilöt arvioivat yrityksessä olevan.

Puunhankinnan suunnittelujärjestelmä tässä tutkimuksessa sisältää tiedon hankinta-, käsittely- ja käytettävät organisaation eri tasoilla strategisessa, taktisessa ja operatiivisessa suunnittelussa. Puunhankinnalla tarkoitetaan ostoja, korjuuta ja kuljetusta mukaanlukien varastointi hankinnan eri vaiheissa.

## 2 Aineisto ja menetelmät

Nykyisiä organisaatioiden puunhankinnan suunnittelujärjestelmiä kuvaava aineisto kerättiin haastateluin, jotka nauhoitettiin. Haastattelu arvioitiin parhaaksi menetelmäksi ajantasaisen tiedon saamiseksi ja puunhankintaan liittyvien ilmiöiden ymmärtämiseksi. Haastattelu mahdollistaa myös monimutkaisissa ja laajoissa kysymyksissä tarvittavien tarkennuksien tekemisen. Otos suunnattiin subjektiivisesti siten, että se kattoi parhaiten olemassa olevat puuta hankkivat yritykset ja niiden toimintatavat.

Tutkittavat yritykset valittiin vuoden 1988 tilastoista. Valintakriteerinä yritykselle oli vähintään 100 000 m<sup>3</sup>:n vuotuinen hankintamäärä, jolloin hankinnan suunnittelun voitiin olettaa edellyttävän jatkuvaa suunnittelua ja seurantaa. Suoma-

laisista yrityksistä 93,3 % hankki puuta vähemmän kuin 100 000 m<sup>3</sup> vuodessa. Näiden yritysten osuus puunhankinnan kokonaismäärästä on kuitenkin vain 7,4 % (Ylitalo ym. 1990).

Tutkimuksessa haastateltiin yritysten puunhankinnan suunnittelusta vastaavia henkilöitä. Henkilöiden nimikkeet vaihtelivat yrityksen koon mukaan. Kerätty aineisto jaettiin hankintamäärien suhteen kolmeen luokkaan:

1. Suuret yritykset (hankintamäärä > 5 000 000 m<sup>3</sup>); haastateltuina: suunnittelupäällikkö, suunnittelumetsänhoitaja, osastonjohtaja ja tietojärjestelmäpäällikkö; yhteensä 4 yritystä.
2. Keskisuuret yritykset (hankintamäärä 500 001–5 000 000 m<sup>3</sup>); haastateltuina: suunnittelupäällikkö, tietojärjestelmäpäällikkö, kehittämisspäällikkö, toimialapäällikkö ja hankintametsänhoitaja; yhteensä 5 yritystä.
3. Pienet yritykset (hankintamäärä 100 001–500 000 m<sup>3</sup>); haastateltuina: 3 metsäpäällikköä ja toimitusjohtaja; yhteensä 4 yritystä.

Tutkitut yritykset edustivat noin 90 % Suomen koko vuoden 1991 puunhankinnasta, mikä oli noin 49 milj. m<sup>3</sup> (Metsätilastollinen... 1992). Yli 1 000 000 m<sup>3</sup> vuodessa hankkivia yrityksiä oli vuonna 1988 Suomessa kymmenen ja 100 000–1 000 000 m<sup>3</sup> vuodessa hankkivia yrityksiä oli 21 (Ylitalo ym. 1990).

Johdon tietojärjestelmien ja puunhankinnan suunnittelujärjestelmien riippuvuutta yrityksen toiminnallisista tunnuksista analysoitiin korrelaatio-suhde-analyysillä (Valkonen 1971, Blalock 1979). Korrelaatio-suhde laskettiin kaavalla (1).

$$\eta^2 = 1 - \frac{SS_w / (n - k)}{SS_t / (n - 1)} \quad (1)$$

missä

- $\eta^2$  = harhaton korrelaatio-suhde  
 $SS_t$  = havaintojen kokonaisvaihtelu  
 $SS_w$  = luokkien sisäinen vaihtelu  
 $n$  = havaintojen lkm  
 $k$  = luokkien lkm

Korrelaatio-suhdetta voidaan käyttää riippuvuusluokuna, kun toinen muuttujista on nominaaliasteikollinen ja toinen kvantitatiivinen intervalliasteikollinen. Tuloksia tulkittaessa on muistettava, että kor-

relaatio mittaa samanaikaisuutta, se ei mittaa kausalisuutta. Korrelaatio-suhde saa arvoja nollassa yhteen. Jos luokkakieskiarvot ovat samat eli luokitus ei selitä selitettävän muuttujan vaihtelua, on korrelaatio-suhteen arvo nolla. Jos vastaavasti riippuvuus on täydellinen eikä luokkien sisällä ole vaihtelua, saa korrelaatio-suhde arvon yksi. Korrelaatio-suhdetta riippuvuuden voimakkuuden osoittajana voidaan käyttää tekemättä oletuksia muuttujien jakautumisesta ja lineaarisuudesta koko aineiston ja luokkien sisällä (Valkonen 1971, Blalock 1979).

## 3 Tulokset

### 3.1 Yritysten puunhankinnan suunnittelujärjestelmät

#### 3.1.1 Strateginen suunnittelu

Yritysten puunhankinnan organisointimuodot vaihtelivat tutkituissa yrityksissä suurten ja keskisuurten yritysten linja-esikunta organisaatiomalleista pienten yritysten puhtaisiin toiminto- ja linja-organisaatiomalleihin. Metsätyövoiman ja koneiden käytön suunnittelu perustui pitkän aikavälin toimintasuunnitelmaan, josta johdettiin henkilöstö- ja urakoijatarpeet vuotuisilla hankintamäärillä hankinta-aluealuesolle saakka.

Haastattelujen perusteella suuret yritykset pääsääntöisesti arvioivat kilpailullisen yritysstrategiansa kustannusjohtaja-strategiaksi. Pienet yritykset pitivät itseään keskittyjinä. Keskisuurista yrityksistä löytyi kaikkia strategiatyyppejä: kustannusjohtaja, erilaistaja ja keskittyjiä.

Suurissa yrityksissä puunhankinnan toteutti joko oma metsäosasto tai itsenäinen puunhankintayritys. Pienissä yrityksissä hankinnan hoiti lähes aina metsäosasto. Pienet yritykset jalostivat puun poikkeuksetta mekaanisesti ja suurilla yrityksillä oli jalostuspaikkana integraatti, jossa on sekä kemiallisia että mekaanisia prosesseja.

Yrityksen puunhankinnalle asettamia strategisia tavoitteita selvitetiin priorisoimalla kolme yrityksille tärkeintä puunhankintaan liittyvää tekijää. Taulukossa 1 on esitetty tekijöiden saama arvostus eri yritys-kokoluokissa.

Taulukko 1. Priorisoitujen strategisten tavoitteiden saamien pisteiden keskiarvot yrityskokoluokittain.

Strategiset tavoitteet	Suuret	Keskis.	Pienet
	Keskimääräinen arvostus, pistettä <sup>1)</sup>		
Kustannusten yleinen minimointi	2,25	2,6	1,25
Puuraaka-aineen laatu	2	1,75	2,5
Toimintavarmuus	1	1,75	2,5
Toimintojen joustavuus	-	-	2
Korjuujäljen laatu	-	1	-
Henkilökunnan ammattitaito	2,3	2	-
Organisaation supistaminen/ laajentaminen	-	-	-
Toimintojen siirto aliuurakojille	-	-	-
Fuusiot	-	-	-

<sup>1)</sup> 1. sija antaa 3 pistettä, 2. sija 2 pistettä ja 3. sija 1 pisteen. Keskimääräinen arvostus on laskettu jakamalla kohdan saama pistemäärä kohdassa annetuilla äänillä. Esim. yksi 1. sija ja yksi 2. sija = 5 pistettä. 5 pistettä jaettuna 2 äänellä antaa keskimääräiseksi arvostukseksi 2,5.

Taulukko 2. Käytettyjen kaukokuljetusmuotojen osuudet toimitusta puumäärästä, %, ja puun käyttöpaikat, kpl, yrityskokoluokittain.

	Suuret	Keskisuuret	Pienet
Kaukokuljetusmuodot, %			
Auto	65	81	98
Juna	22	10	2
Uitto	13	9	0
Käyttöpaikat, kpl			
Keskimäärin	34	3	1
Vaihteluväli	30–39	2–(150)	-

Suurissa ja keskisuurissa yrityksissä kustannustason yleinen minimointi oli tärkeämpi tavoite kuin pienissä yrityksissä, joissa hankinnassa painotettiin puutavaran laatua. Toimintavarmuus sai pienissä ja keskisuurissa yrityksissä suuremman painoarvon kuin suurissa. Toimintojen joustavuus -tavoite sai pienissä yrityksissä erityisen painoarvon, mikä kuvastaa pienten yritysten asiakaslähtöisyyttä ja JOT-ajattelua. Markkinoiden ja puunhankinnan suunnittelun osalta asiakkaiden erityistarpeet ja niiden huomioimisen tärkeys tiedostettiin jo korjuuvai-

heessa. Asiakaslähtöisyys miellettiin tosin puunhankinnan strategiseksi lähtökohdaksi kaikissa yrityskokoluokissa.

Määrätietoista strategista suunnittelua tekivät pääasiassa vain suuret ja keskisuuret yritykset. Suunnittelu oli joko ns. yrityssuunnittelua tai keskustelua ja neuvottelua edellisten vuosien kokemusten ja tulevien vuosien ennusteiden pohjalta. Suunnittelun aikajänne oli suurilla yrityksillä noin 5 vuotta, keskisuurilla 4 vuotta ja ainoalla strategisilla suunnitelmilla tekevällä pienellä yrityksellä 3 vuotta.

Strategisen suunnittelun tarpeisiin suurissa ja keskisuurissa yrityksissä nähtiin riittäväksi malli, joka sisälsi ajan tasalla olevat tiedot metsävaroista, puun tarjonnasta alueittain, metsätyövoimasta ja koneista, kaukokuljetusväylistä, jalostuslaitoksista ja markkinoista.

Tiedot metsävaroista perustuivat VMI-tuloksiin, joiden pohjalta ja edellisten vuosien kokemusten perusteella suuret ja keskisuuret yritykset suunnittelivat ostomääränsä hankinta-alueittain. Pienet yritykset olivat strategisen suunnittelun osalta sopeutujia, jotka mitoittivat toimintansa vallitsevaan tilanteeseen.

Kaukokuljetusvaihtoehdon valintaan vaikuttivat maantieteellinen sijainti, kuljetusmatkan pituus, kuljetettavat puumäärät ja puutavaralajit sekä kuljetusmuodon välittömät ja välilliset kustannukset. Yritykset tekivät yhteistyötä keskenään mm. puuvaihtojen ja yhteiskuljetusten kautta. Puun käyttöpaikat tarkoittavat osakastehtaiden ja asiakastehtaiden eli vierastoimituspisteiden lukumäärää (taulukko 2).

Erilaisen puunhankinnan toimintaympäristön lisäksi yrityksillä oli myös erilaiset keinot ja välineet ratkaista suunnittelun ongelmat. Kaikilla tutkituilla yrityksillä oli käytössään ATK:hon perustuvia toimintamalleja puunhankinnan järjestelyissä. Keskeisin piirre suurten ja keskisuurten yritysten puunhankinnan suunnittelu järjestelmissä on tietojenkäsittelyn hajautus eli hallinnollisten ja operatiivisten tietojenkäsittelysovellusten vieminen lähelle kentän puunhankkijaa (taulukko 3). Pienet yritykset käsitelivät tietonsa keskitetysti.

Vaikka tietokoneita käytettiin apuna puunhankinnan suunnittelussa jokaisessa yrityksessä, vaihteli käytön luonne yrityksittäin (taulukko 4). Pienissä yrityksissä sovellusten kohteena oli rutiinien automatisointi, jolla ensisijaisesti pyrittiin henki-

Taulukko 3. Yritysten käyttämät puunhankinnan atk-järjestelmien periaatteet yrityskokoluokittain (numero = yritysten lukumäärä).

Tietojärjestelmät	Suuret	Keskisuuret	Pienet
Tietojenkäsittely			
Hajautettu	4	4	
Keskitetty		1	4
Keskustietokonepohjainen	4	4	2
Mikrotietokonepohjainen		1	2

löstösäästöihin ja kustannusten minimointiin. Keskisuurissa ja suurissa yrityksissä tietokoneita käytettiin apuna puunhankinnan kokonaisuuden hallinnassa menettelyvaihtoehtojen tuottamiseen, optimointiin ja päätöksenteon avustamiseen.

Kehittyneimmät puunhankinnan tietojärjestelmät tutkituissa yrityksissä olivat rakenteellisia informaation käsittelyyn perustuvia päätöksenteon apuvälineitä. Tyypillisiä johdon tietojärjestelmiä oli käytössä suurilla ja keskisuurilla yrityksillä. Päätöstukijärjestelmiä ei ollut käytössä. Operaatioanalyysiä yrityksissä käytettiin kustannusfunktioiden optimointeihin. Simulointia ja tekoälysovelluksia yrityksissä ei käytetty. Taulukossa 5 on esitetty tietojärjestelmien ominaisuudet tutkituissa yrityksissä.

Suurissa ja keskisuurissa yrityksissä puunhankinnan suunnittelujärjestelmien kehitys- ja ylläpitotoihin käytettiin suhteellisesti enemmän voimavaroja kuin pienissä yrityksissä. Suurissa ja keskisuurissa yrityksissä annettiin suuri arvo yrityksen omasta toiminnasta lähtevälle kehitystyölle, joka toteutetaan omalla suunnittelu- ja kehitysosastolla. Pienten yritysten puunhankinnan suunnittelusta vastaava henkilö toimi puuhuollossa. Pienten yritysten ohjelmistokehitys oli lähinnä erilaisten kaupallisten ohjelmistopalvelujen varassa. Suurissa ja keskisuurissa yrityksissä tiedostettiin yrityksen omista lähtökohdista tehtävät ongelmien ratkaisutavat, ja niistä kerrottiin varsin avoimesti.

### 3.1.2 Taktinen suunnittelu

Taktiseen suunnitteluun katsottiin kuuluvan keskitetyn puunhankintasuunnitelman koostaminen kes-

Taulukko 4. Puunhankintayritysten tietojärjestelmien lähestymistavat yrityskokoluokittain (numero = yritysten lukumäärä).

Tietojärjestelmän lähestymistapa	Suuret	Keskisuuret	Pienet
Manuaalinen			2
ATK	4	4	2
Operaatioanalyysi	4	1	
Tekoäly			

Taulukko 5. Tutkittujen yritysten tietojärjestelmien ominaisuudet yrityskokoluokittain (numero = yritysten lukumäärä).

	Suuret	Keskisuuret	Pienet
Tietojenkäsittelyn ominaisuudet			
Tiedostojenkäsittely	4	5	4
Tiedonhallinta	4	5	4
Johdon tietojärjestelmät	4	5	
Päätöstukijärjestelmät			
Operaatioanalyysin käyttö			
Optimointi	4	1	
Simulointi			
Tietojärjestelmän kehittyneisyys			
Rutiinikeskeinen			4
Tietokeskeinen		2	
Käyttäjäkeskeinen	4	3	
Palvelukeskeinen			

kuskonttoritasolla sekä suunnitelman hajauttaminen mahdollisille alue-, piiri- ja työnjohtotasolle. Suunnitelman koostaminen lähti asiakastehtaiden puuntarpeesta. Tavoitteet ositettiin hankinta-alueille ja piireille alustavien hankintamahdollisuuksien perusteella. Hankintapiirit arvioivat hankintamahdollisuutensa, joita verrattiin tavoitteisiin. Samalla tarkastettiin hankintamahdollisuuksien ja tilausten puutavaralajirakenteen yhteensopivuutta. Tämän jälkeen hankintapiirien, -alueiden ja keskusjohdon välillä tarkennettiin hankinta-arvioita ja tavoitteita, kunnes päästiin hyväksyttävään tilanteeseen.

Hankinnan suunnitteluprosessi perustui yleensä vuoden kestävään perussuunnittelujaksoon eli bud-

Taulukko 6. Puunhankintayritysten taktisen suunnittelun aikajänne, kk, ja osallistuvat organisaatiotasot, tyypit, yrityskokoluokittain.

Taktinen suunnittelu	Suuret	Keskisuuret	Pienet
Pääsuunnittelujakso	12	12	6
Tarkennusjakso	3	6	1
Osallistuvat organisaatiotasot	4	3	2

jettivuoteen, joka jaettiin kuukausittaisiin hankintasuunnitelmiin määrien ja kustannusten suhteen (taulukko 6). Suurissa ja keskisuurissa yrityksissä budjettivuosi oli kiinteä tarkastelujakso; pienissä yrityksissä budjettivuosi jaettiin toiminnallisiin puolivuotisjaksoihin.

Suurissa ja keskisuurissa yrityksissä toimintaa tarkennettiin perussuunnittelun lisäksi 2–4 kertaa vuodessa operatiivisille tasoille välitilinpäätöksiin. Pienillä yrityksillä puunhankinta suunniteltiin myös kalenterivuodeksi, mutta puolivuotisjakso soveltuivat paremmin toiminnan seurantaan. Puolivuotisjaksoja tarkennettiin usein kuukausittaisilla suunnitelmilla.

Taktisessa hankintasuunnitelmassa käytettävä johtamistapa vaikuttaa tavoitteiden asettamiseen. Suuret ja keskisuuret yritykset käyttivät pääasiassa tulostavoitejohtamista, joka on tulosjohtamisen ja tavoitejohtamisen välimuoto. Tulostavoitejohtamisessa määrätavoitteiden antamisen yhteydessä organisaatio jaetaan tulosityksiköihin, joiden toimintaa tarkastellaan ja ohjataan ensisijaisesti kustannusten perusteella. Pienet yritykset käyttivät lähinnä tavoitejohtamisen keinoja, jolloin ensisijainen pyrkimys on hankinnan määrällisen tavoitteen saavuttaminen.

Hankintasuunnitelman koostaminen voidaan tehdä joko manuaalisesti tai atk:n avulla. Taulukossa 7 on esitetty yritysten käyttämät suunnitelman koostamismenetelmät. Kaikki suuret yritykset käyttivät hankintasuunnitelman koostamisessa sekä taulukkolaskentaa, vaihtoehtolaskelmia että optimointia.

Suurten yritysten ATK-pohjaisen suunnittelun tavoitteena oli laajan ja kompleksin kokonaisuuden hallinta. Varsinainen hankinnan suunnittelu perus-

Taulukko 7. Yritysten hankintasuunnitelman koostamismenetelmät yrityskokoluokittain (numero = yritysten lukumäärä).

Koostamismenetelmä	Suuret	Keskisuuret	Pienet
Manuaalinen			4
ATK-pohjainen			
Taulukkolaskenta	4	3	
Vaihtoehtolaskelma	4	1	
Optimointimallit	4	1	

tui koko hankinnan kustannusten eli puuraaka-aineen tehdashinnan minimointiin.

Suurissa yrityksissä tehdään hankittavan puumäärän ja kuljetusten optimointi koko hankinta-alueella. Näin pystytään kuukausittaiset auto- ja rautatiekuljetukset määrittämään kunnittain ja tehtaittain. Kuljetusoptimoinnin kysytänä on tehtaiden puun tarve, varastojen muutos, hakkeen käyttö sekä toimituspuu. Näistä saadaan organisaation kuljetustavoite. Kunnittaista tarjontaa piireittäin koottuna verrataan tehtaiden tarpeeseen, jolloin saadaan ehdotus kunnista tehtäville auto- ja rautatiekuljetuksille. Kun lopulliset tavoitteet on sovittu, optimoidaan kuljetukset kunnittain.

Keskisuurissa yrityksissä keskusjohto laati vaihtoehtolaskennan avulla hankinta-alueille tai -piireille tavoitteet, joilla pyrittiin kokonaiskustannusten minimointiin. Tällöin yleensä kauimmaisen hankintapiirin tavoite oli sellainen, että resurssit tulivat hyödynnettyä, mutta kustannukset eivät kohonneet liikaa pitkän kuljetusmatkan vuoksi. Lähempänä olevilta piireiltä puolestaan hankittiin puuta tarjontaa huomioiden niin paljon, että kokonaistavoitteet saavutettiin.

Taulukkolaskentaa käytettiin suurissa ja keskisuurissa yrityksissä hankinnan suunnittelun apuna esimerkiksi vuosibudjetin tueksi tehtävän ennustemallin laadinnassa. Malli ennusti puutavaralajeitaisten varastojen määrän, korjuumäärän ja ostojen määrän kehittymisen tietyn hintatason mukaan. Ennusteet olivat laadittavissa piiritasolta hankinta-alueitasolle asti.

Pienissä yrityksissä hankinnan suunnittelu oli pelkästään manuaalista ”ruutupaperityötä”. Pienet yritykset kokivat hankkimansa puumäärät niin pie-

niksi, että hankinnan suunnittelu onnistui ilman ATK:n apua. Toisaalta yrityksillä oli epä tietoisuutta siitä, millaisia suunnitteluongelmia helpottavia ohjelmia voisi olla mahdollista laatia. Joillakin pienillä yrityksillä oli olemassa puunhankinnan suunnittelusovelluksia tietokonepohjaisena, mutta niitä ei käytetty.

Puunhankinnan kustannukset lasketaan yksikkökustannusten avulla. Yksikkökustannukset syötetään suunnittelujärjestelmään hankintabudjettien ja kustannustavoitteiden koostamiseksi. Tämän jälkeen laaditaan hakkuun, metsäkuljetuksen ja kaukokuljetuksen resurssitarvelaskelmat ja tehdään toimintapidesuunnitelmat olemassa olevien resurssien sopeuttamisesta tarpeeseen.

Hankintas suunnitelman seurantajärjestelmä muodostaa suunnittelujärjestelmän ohella oman kokonaisuutensa. Kaikissa tutkituissa yrityksissä hankinnan edistymistä seurattiin ATK:n tulostamin raportein. Seurantasysteemit toimivat siis eräiltä osin johdon tietojärjestelminä. Suurissa ja keskisuurissa yrityksissä voidaan erikseen puhua hankinnan seurantajärjestelmistä. Seurantajärjestelmä perustuu suunnittelujärjestelmän kuukausittaiseen toimintasuunnitelmaan. Seurannassa saavutettuja tuloksia verrataan asetettuihin tavoitteisiin.

Pienissä yrityksissä hankinnan seuranta oli lähinnä operatiivisten toimintojen seuraamista esimiestyönä. Pienissä yrityksissä pidettiin seuranta suunnittelua tärkeämpänä toimintona puunhankinnassa, sillä suunnitelmia voi aina muuttaa mutta toteutuneisiin kustannuksiin ei voi enää vaikuttaa. Toteutuneista kustannuksista voi ottaa oppia tulevaisuuden suunnitelmia laadittaessa.

### 3.1.3 Operatiivinen suunnittelu

#### 3.1.3.1 Osto

Varsinaisessa ostotoiminnassa on kysymys hankintatavoitteiden täyttämistä annetuilla rajoitteilla. Ostonsuunnittelun lähtökohdaksi on tehtaiden puuraaka-aineen tarve, jossa huomioidaan pystyvarastojen ja muiden varastojen määrä ja tarve. Ostotoiminnan suunnittelu ja toteutus puunhankinnassa on edellytys korjuun ja kuljetuksen toimeenpanoon. Ostotoiminnan suunnitelmat täsmentyvät puukaup-

pabudjetissa, joka suurissa ja keskisuurissa yrityksissä vahvistetaan keskimäärin budjettivuotiksi, pienissä myös puolivuotisjaksoiksi. Puukauppabudjetti täsmennetään hankinta- ja ostomäärien tarkennuksen kautta kuukausittain seurattavaksi osto- ja hankintaohjeistoksi. Osto-ohjeiston toteutuminen vaikuttaa siihen, kuinka hankintabudjetin muita osia, esim. omien metsien hakkuuta tai puun tuontia, on tarpeen järjestellä.

Ostonsuunnitteluun vaikuttaa osittain myös yrityksen tarvitsemien varantojen suuruus. Jos yritys tarvitsee suuret varannot, on sen suunniteltava ostonsa kaukana tulevaisuudessa olevien puun korjuu- ja käyttötavoitteiden mukaan. Tällöin ostonsa ja korjuun väliin jäävä aika on pitkä ja varanto suuri. Suuri varanto antaa pelivaraa korjuun suuntaamisessa haluttuihin kohteisiin.

Ostonsuunnitteluun liittyvä leimikoiden hinnoittelu muuttui olennaisesti vuonna 1991, kun valtakunnallisesta hintasopimusjärjestelmästä luovuttiin. Luopumisen jälkeen leimikon hinnan laskentaperusteet koostuivat puun kantohinnasta, korjuu-, lähikuljetus- ja kaukokuljetuskustannuksista sekä yleiskustannuksista. Näihin laskentaperusteisiin nojautuen annettiin ohjeet hankinta-alueille ja piireille leimikoiden hinnoittelusta. Vain eräissä keskisuurissa yrityksissä ilmoitettiin lähettävän liikkeelle suoraan puun tehdashinnasta, josta erilaisia kustannuseriä vähentämällä saadaan hankinta- tai kantohinta.

Kaikissa tutkituissa yrityksissä oli puunmyyjien asiakasrekisteri tai -tietokanta, johon oli kerätty tietoa toteutuneista metsäkaupoista. Tiedusteltaessa tarvetta potentiaalisten puunmyyjien kartoitukseen epäiltiin yrityksissä ko. rekisterin laillisuutta. Toisaalta myönnettiin yrityksen ostotyönjohtajien tietävän varsin hyvin alueensa metsänomistajien puunmyyntimahdollisuudet. Varsinkin pienissä yrityksissä oltiin sitä mieltä, että vartenotettavat metsänomistajat ilmoittavat myynnissä olevat leimikkonsa paikallisten metsänhoitoyhdistysten kautta.

#### 3.1.3.2 Korjuu

Ostonsuunnittelussa laaditaan leimikon korjuuta koskeva leimikkosuunnitelma. Leimikkosuunnitelmas- ta ilmenevät leimikon sijainti- ja maasto-olosuhde-



Taulukko 8. Leimikkosuunnittelun toteuttajat yrityskokoluokittain (numero = yritysten lukumäärä).

Leimikkosuunnitelman tekijä	Suuret	Keskisuuret	Pienet
Osto- tai korjuutyönjohtaja	4	5	4
Yrittäjä/metsuri	4	3	
Ei ollenkaan	4		

tiedot sekä hankinnan tavoitteiden kannalta tärkeät puuston määrä- ja laatu tiedot. Suunnittelun toteuttaminen vaihtelee yrityksittäin, esimerkiksi kaikissa suurissa yhtiöissä leimikkosuunnitelmia tekivät työnjohtajat, yrittäjät tai metsurit, tai suunnittelu jätettiin kokonaan tekemättä (taulukko 8).

Pystyvarannoissa olevien omien metsien leimikoiden, ostettujen leimikoiden ja tehtaiden puuntarpeen perusteella laaditaan leimikoiden korjuusuunnitelma. Tehtaiden puuntarve pitkällä aikavälillä on otettu huomioon jo ostoa suunniteltaessa. Lyhyellä aikavälillä ilmenevät tehtaiden erikoistarpeet pyritään korjuusuunnitelmassa ottamaan huomioon leimikoiden valinnan ja apterauksen kautta. Operatiivisen korjuusuunnitelman toteuttamisesta vastaa piiritasolla yleensä hankintaesimies, joka jakaa käytettävissä olevia resursseja lähinnä hakkuukoneiden osalta työnjohtoalueittain. Metsurit toimivat työnjohtoalueella korjuutyönjohtajan alaisuudessa.

Jotta tehtaiden toiveet tuotantotavoitteisiin sopivasta raaka-aineesta täytyisivät, on leimikot ketjutettava eli priorisoitava korjuujärjestykseen. Ketjutukseen vaikuttavat leimikon korjuukelpoisuus aika, pystykaupan päättymisajankohta ja tehtaan vastaanottotarve. ATK-pohjaisessa korjuusuunnittelussa poimitaan taulukkolaskentaan perustuvan poimintaohjelman avulla pystyvarannoista em. kriteerit täyttävät leimikot ja ketjutetaan ne hakkuukoneille ja metsureille. Poiminta on mahdollista tehdä myös käsin varsinkin pienissä yrityksissä, joiden pystyvarannot ovat helposti hallittavissa.

Leimikoiden korjuuvaihtoehtojen menetelmävertailuun on olemassa erilaisia vaihtoehtolaskelmiin

Taulukko 9. Apteerauksen reagointinopeus uuteen apteerausohjeeseen yritysten puunkorjuussa yrityskokoluokittain (numero = yritysten lukumäärä).

Reagointinopeuden taso	Suuret	Keskisuuret	Pienet
Päivä			3
Viikko		1	1
2 viikkoa	4	4	
Kuukausi			

perustuvia laskentamalleja, jotka pohjautuvat Metsätehon kehittämään puunkorjuun vaihtoehtolaskentasynteesiin SUSY:iin (Eskelinen ja Peltonen 1982). Yrityksissä kuitenkin todettiin, että puunkorjuun nopean koneellistamiskehityksen takia vaihtoehtolaskelmille ei enää ole käyttöä. Etukäteen voidaan melko tarkkaan arvioida, mikä on metsurityönä ja mikä koneellisesti hakattava kohde. Korjuukaluston siirtojen optimointi ei ollut leimikoiden ketjutuksessa ensisijaisena laskennallisena tavoitteena missään yrityskokoluokassa, vaan toiminta perustui paikallistuntemukseen.

Tutkituista yrityksistä yksikään ei käyttänyt langattoman tiedonsiirron suomia mahdollisuuksia pääasiallisena menetelmänä koneellisen korjuun apteerauksen ohjauksessa. Apteerausta ohjattiin tehtaiden tarpeen mukaan, mutta ohjaus ei ollut reaaliaikaista, vaan tapahtui viiveellä (taulukko 9). Myöskään arvoapteerausta ei koettu pienissäkään yrityksissä erityisen tärkeäksi, vaikka arvoapteeraus onkin suunniteltu palvelemaan juuri tuotantonsa joustavia sahoja. Ainoastaan yhdessä integraatteihin kuuluvassa yrityksessä oli apteerauksen reaaliaikaista ohjausta ja arvoapteerausta kehitetty melko pitkälle.

Korjuun edistymistä seurataan tilitysten myötä, jolloin tilitysvälit (noin kaksi viikkoa) ovat toiminnan seurannan aikaperiodeja. Työnjohdolla on korjuun edistymisestä päivittäinen kuva, jolloin seuranta perustuu suullisiin keskusteluihin, metsurin ilmoittamiin hakkuumääriin ja hakkuukoneiden mittalaitteiden tulostamiin raportteihin. Kaikki tutkitut yritykset seurasivat korjuun edistymistä systemaattisesti päivittäin ja viikoittain.

### 3.1.3.3 Kaukokuljetus

Kaukokuljetusmuodoista uittoa ohjataan keskitysti. Varsinaiseen operatiiviseen kuljetuksen suunnitteluun kenttätasolla kuuluvat auto- ja rautatiekuljetusten suunnittelu. Kuljetukset suunniteltiin useissa yrityksissä nk. puupalavereissa, jotka ovat keskustelutilaisuuksia tuotantolaitosten ja hankinta-alueen tai -piirin edustajien kesken. Palaverissa sovitaan kuljetettavista puumääristä tuotantolaitosten tarpeen ja tienvarsivarastojen pohjalta.

Tutkituista yrityksistä suurissa ja eräissä keski-suuressa yrityksessä jaettiin kuljetuksen tavoitteet kuljetusmallisovelluksella työjohtoalueille. Kuljetusmalli perustuu optimointiin, koska suurissa yrityksissä puun vastaanottoaikoja on useita ja vastaanottomäärät vaihtelevat. Varsinkin keski-suuressa yrityksissä kuljetustavoitteet jaetaan työjohto-alueille vaihtoehtolaskelmiin perustuvilla menetelmillä (taulukko 10). Keski-suurilla yrityksillä ei ole aina tarvetta käyttää kuljetuskustannusten minimointiin matemaattista optimointia, koska toimituspaikkoja on yleensä vähän. Pienille yrityksille puutavara tulee lähes pelkästään autokuljetuksina, joiden suunnittelu perustuu budjetoituihin hankintatavoitteisiin ja varastokirjanpitoon.

Puutavara-autoille laaditaan ajo-ohjelma, jonka perusteella autoilijat saavat kuljetusmääräykset. Kuljetusmääräyksestä käy ilmi tienvarsivaraston koko ja sijainti. Kuljetusmääräykset toteutetaan kaupottain päivä- tai viikkotasolla. Tehtaittain autokuljetusten aikataulujärjestelmä suurilla ja joillakin keski-suurilla yrityksillä perustuu viikkotason suunnitelmaan puutavaralajeittaisesta puunkäytöstä. Autokuljetusten aikataulujärjestelmä antaa tehtaan puutarpeen perusteella hankintaorganisaatiolle toimitusaikataulun. Toimitusaikataulun perusteella puutavara-autojen kuljettajat saavat kirjalliset ajomääräykset siitä, mitä puutavaralajia kuljetetaan tehtaalle, kuinka paljon ja mihin aikaan. Pienissä yrityksissä toimituksia ohjataan lähinnä puutavaralajeittain sahan tuotantosuunnitelman mukaisesti.

### 3.2 Yrityksissä koetut kehittämistarpeet

Tutkimuksessa selvitettiin myös yritysten puunhankinnassaan ja puunhankinnan suunnittelujärjestel-

Taulukko 10. Työjohtoalueittaisten kaukokuljetussuunnitelmien laadintaperiaate yrityskokoluokittain (numero = yritysten lukumäärä).

Kuljetussuunnitelman laadintaperiaate	Suuret	Keski-suuret	Pienet
Manuaalinen			4
Taulukkolaskenta		1	
Vaihtoehtolaskelma		3	
Optimointimalli	4	1	

Taulukko 11. Yritysten itsearviointi kouluarvosanoin (4–10) sekä koetut vahvuudet ja kehittämistarpeet yrityskokoluokittain (numero = yritysten lukumäärä).

	Suuret	Keski-suuret	Pienet
<b>Kouluarvosana</b>			
9	1	1	2
8	3	3	2
<b>Vahvuudet</b>			
Osto		2	4
Korjuu		1	
Kuljetus	1		
Varastointi	1		
Muu	2	2	
<b>Eniten kehitettävä</b>			
Osto	2		
Korjuu		2	1
Kuljetus	1	1	
Varastointi	1	1	
Muu		1	2

missään kokemia kehittämistarpeita. Yrityksiä pyydettiin vertaamaan itseään muihin samankokoisiin yrityksiin ja arvostelemaan suorituskykyään puunhankinnassa kouluarvosanoin sekä arvioimaan vahvuuksiaan ja eniten kehitettäviä alueita. Suurin osa yrityksistä antoi itselleen arvosanan kahdeksan ja loput arvosanan yhdeksän. Vahvuudet ja koetut kehittämistarpeet vaihtelivat melkoisesti yrityskokoluokittain (taulukko 11).

Suurten yritysten muut nimetyt vahvuudet liittyivät mm. tehtaiden tarpeiden huomioon ottamiseen, puutavaran laadun seurantajärjestelmiin ja puun-

Taulukko 12. Yritysten puunhankinnan suunnittelusta vastaavien henkilöiden näkemys yksilöidystä kehittämissä tarpeista yrityskokoluokittain (numero = yritysten lukumäärä).

Yksilöidyt kehittämissä tarpeet	Suuret	Keskisuuret	Pienet
Osto			
Parempi suuntaus	4	5	4
Suunnittelumittaus	3	3	
Korjuu			
Reaaliaikainen ohjaus	3	4	
Mittaustekniikka		1	1
Kuljetus			
Kuljetusmuodon optimointi		2	
Keskitetty ohjaus		2	1
Paikantaminen (GIS)	3	2	
Meno-paluu -liikenteen parempi hyödyntäminen		1	1
Muut			
Vastuun delegoiminen	2		
Parempi viestintä			1
Suunnittelujärjestelmä		1	1
Seurantajärjestelmä			3
Hajautettu tiedonkäsit.		1	1
Puun laadunvalvonta			2

hankinnan suunnittelu- ja toimeenpanojärjestelmiin. Keskisuurten yritysten muita vahvuuksia ovat mittausmenetelmät, tietojärjestelmät ja suuret pystyvarannot, jotka mahdollistavat asiakaslähtöisen puunhankinnan. Keskisuurissa yrityksissä muut eniten kehitettävät osa-alueet liittyivät työllisyyden ylläpitoon, millä tarkoitettiin metsuriryönä korjattavien leimikoiden osuutta puunhankinnassa. Pienissä yrityksissä muut eniten kehitettävät osa-alueet liittyivät puunhankinnan tietojärjestelmiin, hankinnan järjestelyihin muiden puunhankkijoiden kanssa, puun vastaanoton mittausmenetelmiin ja laatuhinnoitteluun.

Jokaisessa tutkimuksessa yrityksessä koettiin tarpeellisenä kehittää oston suuntaamista. Muita useissa yrityksissä mainittuja osa-alueita olivat mm. korjuun reaaliaikainen ohjaus ja kuljetuserien paikantaminen (taulukko 12).

Oston parempi suuntaaminen määriteltiin yrityksissä kyvyksi hankkia leimikoita, joiden puuston

rakenne vastaa paremmin puun käyttöä. Ostoa tulisi pystyä kohdentamaan esimerkiksi VMI-mittaus tuloksiin perustuen. Vaikka ostoa pystyttäisiinkin paremmin kohdentamaan, ei leimikon suunnittelu- mittauksen tarkkuus ole niin hyvä, että puuvirtaa voitaisiin nopeuttaa. Joustava ja asiakaslähtöinen hankinta sekä tehokas korjuu ja kuljetuksen ohjaus edellyttävät tarkkaa tietoa pystyvarannoissa olevasta puutavarasta. Varsinkin keskisuurissa yrityksissä tähdennettiin pystyvarannon puustotietojen käyttökelpoisuutta häiriötilanteiden hallintaan ja erikoistavaralajien hakkuun kohdentamiseen.

Suuren yrityksen tavoitteena on tehtaan puuhuollon vastuun siirtäminen keskuskonttorilta hankinta-alueille. Vastuun siirtäminen parantaisi organisaation reagointinopeutta muuttuviin tuotannon tarpeisiin. Nopea reagointi on usein mielletty vain pienen ja organisaatioltaan ohuen yrityksen asiakaslähtöisen puunhankinnan kilpailustrategiakäsi.

Tuotannon suunnittelun ja ohjauksen kytkennät raaka-aineen hankinnan suunnitteluun ja ohjaukseen koettiin puutteellisiksi monissa yrityksissä varsinkin lyhyen aikavälin suunnittelussa. Puunhankinnan operatiivinen suunnittelu tehdään yleensä erillisille osatoiminnoille eikä kokonaisuudelle. Esimerkiksi korjuu on kytketty korkeintaan löyhästi kaukokuljetuksen suunnitteluun, jolloin on vaikea päästä kokonaistehokkuuteen.

Hankintaorganisaatioissa tehdään päivittäin lukuisia toimintaa suuntaavia ja ohjaavia päätöksiä pelkästään ”sormituntumalla”, koska ajantasaista ja tilannekohtaista tietoa ei ole käytettävissä. Tiedon puuttuessa päätöksiä lykätään ja niitä tehdään heikoin perustein. Yleensä näitä ongelmia on alemmilla organisaatiotasoilla samalla, kun ylemmiltä tasoilta katsottuna asiat näyttävät etenevän hyvin.

### 3.3 Suunnittelujärjestelmien riippuvuus yrityksen toiminnallisista tunnuksista

Tutkimuksessa selvitettiin myös, voidaanko toiminnallisten tunnusten perusteella päätellä yritysten tarvitsevan puunhankinnassaan tietyn tyyppisiä suunnittelujärjestelmiä. Selitettäväksi muuttujiksi valittiin johdon tietojärjestelmä (MIS) ja puunhankinnan suunnittelujärjestelmä (PHSJ). Muuttujille an-

Taulukko 13. Korrelaatio- ja regressioanalyysissä käytettyjen muuttujien, johdon tietojärjestelmä (MIS) ja puunhankinnan suunnittelujärjestelmä (PHSJ), arvot.

Tunnus	Arvo	Peruste
MIS	1	Yrityksessä katsottiin olevan johdon informaatiotarpeita palvelevan järjestelmän
	0	Yrityksessä ei ollut em. kaltaista järjestelmää
PHSJ	4	Sovelluksissa käytettiin optimointimenetelmiä
	3	Sovelluksissa käytettiin vaihtoehtolaskelmia
	2	Sovelluksissa käytettiin taulukkolaskentaa
	1	Sovelluksissa käytettiin manuaalista laskentaa

nettiin erilaisia arvoja niiden kehittyneisyyden mukaan (taulukko 13).

Tutkittaessa hankintaan liittyvien tunnuslukujen ja johdon tieto- sekä puunhankinnan suunnittelujärjestelmien riippuvuutta saatiin taulukon 14 mukaiset korrelaatio- ja regressiosuhteet.

Puutavaran hankintamäärän kasvaessa on myös yrityksen tietojärjestelmien kehityttävä. Yllättävää on kuitenkin se, ettei käyttöpaikkojen määrä korreloi puunhankinnan suunnittelujärjestelmien kehittyneisyysasteen ja johdon tietojärjestelmän olemassaolon kanssa. Tieto- ja suunnittelujärjestelmien ja hankitun puutavaran kuitupuuosuuden välinen vahva korrelaatio tukee havaintoa järjestelmien ja hankintamäärien välisestä korrelaatiosta. Kuiduttava teollisuus tarvitsee jatkuvan ja suuren raaka-ainevirran ohjaamiseen kehittyneitä järjestelmiä. Järjestelmien kehittyneisyyden pieni korrelaatio tukkipuuosuuden kanssa selittyy tukkeja pelkästään käyttävien yritysten koolla. Jos yritys käyttää raaka-aineen lähes yksinomaan tukkeja, on kyseessä useimmiten pieni tai keskisuuri saha. Hankittava puumäärä ei nouse niin suureksi, että sen ohjailuun tarvittaisiin välttämättä kehittyneitä tietojärjestelmiä.

Eri kauppamuotojen osuus puunhankintaorganisaatioiden kauppajen kokonaismäärästä vaihtelee. Suurilla yrityksillä on suuret vakinaiset korjuuorganisaatiot ja ne pyrkivät Kallio-Mannilan (1989) mukaan suureen pystykauppaosuuteen. Suuret yritykset tarvitsevat suuria raaka-ainevaroja tuotannon sopeuttamiseen ja hankinnan parempaan

Taulukko 14. Yrityksen johdon tietojärjestelmän (MIS) ja puunhankinnan suunnittelujärjestelmän (PHSJ) riippuvuus puutavaran hankintaan liittyvistä tunnusluvuista.

	Korrelaatio- suhde	Riski- taso	Luokkien lkm	Havain- toja, kpl
MIS - hankintamäärä	,6424	,0179	2	13
MIS - käyttöpaikat	,3253	,2781	2	13
PHSJ - hankintamäärä	,8437	,0003	4	13
PHSJ - käyttöpaikat	,2592	,3925	4	13
MIS - kuitupuuosuus	,8029	,0010	2	13
MIS - tukkipuuosuus	-,8014	,0010	2	13
PHSJ - kuitupuuosuus	,7929	,0012	4	13
PHSJ - tukkipuuosuus	-,7929	,0012	4	13

Taulukko 15. Yrityksen johdon tietojärjestelmän (MIS) ja puunhankinnan suunnittelujärjestelmän (PHSJ) riippuvuus puunhankinnan kauppamuodoista ja varastojen suuruudesta.

	Korrelaatio- suhde	Riski- taso	Luokkien lkm	Havain- toja, kpl
MIS - pystykaupat	-,1132	,7128	2	13
MIS - hankintakaupat	,1994	,5136	2	13
MIS - toimituskaupat	-,4739	,1019	2	13
MIS - käteiskaupat	-,3698	,2148	2	13
MIS - omat leimikot	,2736	,3657	2	13
PHSJ - pystykaupat	,0533	,8627	4	13
PHSJ - hankintakaupat	,3910	,1865	4	13
PHSJ - toimituskaupat	-,6988	,0097	4	13
PHSJ - käteiskaupat	-,3174	,2907	4	13
PHSJ - omat leimikot	,1747	,5682	4	13
PHSJ - tuontipuu	,6002	,0301	4	13
MIS - pystyvarannot	,4942	,0861	2	13
MIS - varastot	,4382	,1342	2	13
MIS - tehdasvarastot	-,1658	,5882	2	13
MIS - kaukavarastot	,4445	,1280	2	13
PHSJ - pystyvarannot	,6272	,0218	4	13
PHSJ - varastot	,3949	,1818	4	13
PHSJ - tehdasvarastot	,0575	,8519	4	13
PHSJ - kaukavarastot	,3606	,2262	4	13

suuntaamiseen. Puuraaka-ainetta kannattaa varastoida pystyvarantona, jolloin siihen sitoutunut pääoma on pienimmillään. Suurten pystyvarantojen hallitseminen ja leimikoiden korjuun järjestäminen edellyttävät kehittyneitä tietojärjestelmiä. Myös tässä tutkimuksessa saatiin lievä riippuvuus pysty-

varantojen koon ja puunhankinnan suunnittelujärjestelmien välille (taulukko 15).

## 4 Tulosten tarkastelua

Seuraavassa puunhankinnan suunnittelujärjestelmien lähitulevaisuuden kehitystä arvioidaan metsäsektorin yleisten ennusteiden, kirjallisuuden ja tämän tutkimuksen tulosten avulla. Puuta hankkivien yritysten toiminnallisten tunnusten ja hankinnan suunnittelujärjestelmien riippuvuutta tarkastellaan suhteessa puunhankinnan ennustettuihin muutoksiin.

Sierilän ja Tuomisen (1991) mukaan raaka-aine tulee olemaan kysynnän ja työvoiman laadun jälkeen kolmanneksi tärkein tekijä metsäteollisuuden menestymisessä vuoteen 2000 mennessä. Seppälä (1993) arvioi metsäteollisuuden tuotantomäärien paperi- ja kartonkiteollisuudessa nousevan noin 9 miljoonasta tonnista 10,9 miljoonaan tonniin vuodessa vuoteen 2000 mennessä. Sahatavaran tuotanto laskisi samana aikana 7,4 miljoonasta m<sup>3</sup>:stä 6,5 miljoonaan m<sup>3</sup>:iin vuodessa. Paperintuotannon lisääntyminen sahatavaran tuotannon pienessä lisäisi kuitupuun osuutta hankinnassa. Toisaalta esimerkiksi Kärkkäinen (1993) näkee hyvät mahdollisuudet nk. bulkkisahauksen lisäämiseen. Myös erikoissahaus on selvästi lisääntymässä. Luvussa 3.3 todettiin puolestaan puunhankinnan suunnittelujärjestelmän kehittyneisyyden ja johdon tietojärjestelmän olemassaolon korreloivan positiivisesti hankintamäärän kanssa. Kun yritysten fuusioitumiskehitys näyttää vain kasvattavan yrityskokoa, voidaan siis olettaa, että kuiduttavan teollisuuden on pakko kehittää tulevaisuudessa entistä tehokkaampia suunnittelujärjestelmiä raaka-ainevirtojen ohjailuun.

Tämän tutkimuksen mukaan pienten yritysten, lähinnä sahojen, puunhankinnan suunnittelujärjestelmät ovat vielä varsin kehittymättömiä. Malin ja Tarvaisen (1986) mukaan mekaanisen metsäteollisuuden tuotannossa tulisi pyrkiä raaka-aineen parempaan ohjautumiseen ja korkeaan jalostusasteeseen. Sahateollisuudessa tämä edellyttää varsin pienten ja keskisuurten sahojen puunhankinnan

suunnittelujärjestelmien kehittämistä tehokkaammiksi. Hankinnan tehostamisen keinoina on esitetty mm. yhteishankintaa, puutavaran välittäjiä ja puupörssiin perustuvaa kaupankäyntiä (Sääksjärvi 1976, Peltonen ja Vesikallio 1979, Kallio ja Salo 1992, Tolvanen-Sikanen ym. 1995). Kaikkien edellämainittujen menetelmien toimiminen edellyttäneet tiedonsiirron kehittymistä ja tehokkaaseen tiedonkäsittelyyn perustuvia, päätöksentekoa tukevia suunnittelujärjestelmiä. Jatkossa olisi tutkittava, voidaanko pienyrityksissä saada riittävää hyötyä kehittyneistä tiedonkäsittely- ja suunnittelujärjestelmistä.

Asiakaslähtöisessä raaka-aineen hankinnassa korjuun oikea suuntaaminen edellyttää luotettavaa tietoa leimikoiden puumääristä ja laaduista. Nykyisellään korjuu suunnitellaan nk. ostoarvioiden antamien tilavuus- ja laatulukujen perusteella. Lemmetyn ja Mäkelän (1992) mukaan ostoarviot antavat keskimäärin 30 % liian suuren tilavuuden korjattavalle leimikolle. Puulajeittaisissa arvioissa virheet ovat vielä suurempia ja keskenään eri suuntaisia. Luvussa 3.2 mainitaan suurten ja keskisuurten yritysten suunnitteluhenkilöstön tiedostavan leimikoiden suunnittelumittauksen kehittämistarpeen. Leimikon suunnittelumittaukseen onkin alettu kehittää entistä tarkempia menetelmiä, jotka parantaisivat korjuun suunnittelun lähtökohtia. Yksi kehitetyistä menetelmistä perustuu otantapystymittaukseen ja on tarkoitettu tehtäväksi jo ennen leimikon ostoa. Saadut kohtalaisen luotettavat puulajeittaiset tilavuusarviot siirretään korjuuorganisaation suunnittelujärjestelmiin (Lemmetty ja Mäkelä 1992). On voitu myös osoittaa, että suunnittelumittaukseen uhratut kustannukset voidaan kattaa, jos siirrytään arvonnukaiseen runkoinnoitteluun (Jalkanen 1993).

Apteerauksen reaaliaikainen ohjaus markkinatilanteen mukaisesti on vasta alkamassa. Myös tietokoneavusteiset apteerausjärjestelmät ovat tulossa laajempaan käyttöön, vaikka Ruotsissa on tehty tutkimuksia niillä saavutetuista eduista jo 80-luvun puolivälissä (Berglund ja Sondell 1985, Nilsson ja Sondell 1988). Myös Suomessa on osoitettu nk. arvoapteerauksella päästävän normaalia apteerausta parempaan tulokseen (Ojala ym. 1992).

Raaka-ainevirtojen tehokas ohjaaminen edellyttää reaaliaikaista tietoa puunhankinnan eri vaihei-

den toteutumisesta sekä mahdollisuutta vaikuttaa tapahtumiin nopeasti. Suomalaisen puunkorjuuyritysten tiedonsiirtojärjestelmissä reaaliaikaista tietoa on saatavissa hakatuista ja tehtaille kuljetetuista puumääristä. Sensijaan Ruotsin metsäteollisuus on kiinnittänyt huomiota lähikuljetetun puumäärän reaaliaikaiseen seuraamiseen (Räsänen 1993). Lähikuljetetut puumäärät tallentuvat radioteitse konttorin PC:lle. Kun lähikuljetettu puumäärä tiedetään tarkasti, on kaukokuljetuksen ohjaaminen ja resursien hyödyntäminen tarkempaa. Puunhankintaketjujen ohjaukseksi tarkka tieto tienvarsivarastojen koosta olisi käytännöllistä myös suomalaisissa puunkorjuuyrityksissä.

Tämän tutkimuksen aineistossa ei vielä esiintynyt kehittyneitä korjuun operatiivisen suunnittelun menetelmiä. Tutkimuksen jälkeen on ainakin yksi suuryritys esitellyt ATK-pohjaisen järjestelmän, joka hyödyntää sekä optimointimallia, paikkatietojärjestelmää että satelliittinavigointia.

Varsinkin suurilla yrityksillä on tarvetta kehittää edelleen kaukokuljetuksen kuljetuserien paikallistamista. Kaukokuljetuksen suunnitteluun ja ohjaukseen kehitteillä olevat työkalut pohjautuvat GIS- ja satelliittipaikannussovelluksiin (Kokkola 1993). Kokeilukäytössä on jo menetelmiä, joissa GIS-tiedon pohjalta optimoidaan kaukokuljetuserät tehtaille. Optimoitu kuljetussuunnitelma toteutetaan puutavara-autoilla, joita ohjataan satelliittipaikannuksen avulla (Tolkki 1993, Tolkki ja Koskelo 1993).

Tässä tutkimuksessa eivät haastatellut esittäneet pitkän aikavälin visioita suunnittelujärjestelmien kehittymisestä. Voidaan kysyä, pystyykö puunhankinnan suunnittelu seuraamaan yleistä tietotekniikan ja tietojärjestelmien kehitystä tai onko siihen edes tarvetta. Tällä hetkellä tunnettuja, mutta puunhankinnassa käyttämättömiä osa-alueita ovat mm. muut kuin lineaarisen ohjelmoinnin operaatioanalyttiset menetelmät, tekoäly ja kehittyneet päätöskijärjestelmät. Uusien menetelmien käyttöön ja niiden tarpeellisuuden selvittämiseen tutkimuksen tulisi antaa voimakas panos.

## Kirjallisuus

- Anthony, R.N. 1965. Planning and control systems: framework for analysis. Divisional Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, Boston. 180 s.
- Berglund, H. & Sondell, J. 1985. Apterling med dator – ett sätt att höja virkesvärdet vid maskinell avverkning. Skogsarbeten, Redogörelse 6/1985. 51 s.
- Blalock, H.M. Jr. 1979. Social statistics. McGraw-Hill Series in Sociology. 625 s.
- Carlsson, B. 1968. Rutiner för kortsiktig planläggning av drivningsarbete. Skogsarbeten, Meddelande 5.
- Coven, D. 1988. GIS versus CAD versus DBMS: What are the differences? Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54(11): 1551–1555.
- Dykstra, D.P. 1976. Timber harvest layout by mathematical and heuristic programming. Ph.D. Dissertation. Oregon State University, Corvallis.
- Eskelinen, A. & Peltonen, J. 1977. Puunhankinnan suunnittelumalleilla suoritettava raakapuun varastojen koon optimointi. Metsätehon tiedotus 343. 29 s.
- & Peltonen, J. 1980. Suunnittelusysteemi puunkorjuun menetelmävalin taan. Metsätehon katsaus 16/1980. 4 s.
- & Peltonen, J. 1982. Puunkorjuun vaihtoehtolaskentajärjestelmä puunhankinnan suunnittelussa. Metsätehon katsaus 20/1982. 4 s.
- Hillier, F.S. & Lieberman, G.J. 1974. Operations research. Second edition. Holden-Day, California. 800 s.
- Jalkanen, P. 1993. Raakapuun hinnoittelu ja kustannusten optimointi. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopiston metsätieteellinen tiedekunta. 67 s.
- Kaila, E. & Saarenmaa, H. 1990. Tietokoneavusteinen päätöksenteko metsätaloudessa. Folia Forestalia 757. 34 s.
- Kallio, M. & Salo, S. 1992. Puupörssi. Helsingin kaupporkeakoulun julkaisuja D-156. 44 s.
- Kallio-Mannila, P. 1989. Metsäteollisuusyritysten puunhankintaorganisaatioiden kilpailustrategiat ja osto-toiminnan tehokkuus. Metsätalouden liiketieteen pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto. 110 s.
- Keipi, K. 1978. Approaches for functionally decentralized wood procurement in a forest product firm. Communications Instituti Forestalis Fenniae 93(4). 116 s.
- Kilkki, P. & Väisänen, U. 1969. Determination of the optimum cutting policy for the forest stand by means of dynamic programming. Acta Forestalia Fennica 102. 21 s.

- Kokkola, J. 1993. Paikkatietojärjestelmät metsäteknologiassa. Joensuun yliopiston metsätieteellisen tiedekunnan tiedonantoja 13. 34 s.
- Korpilahti, A. 1991. Puunhankinnan suunnittelu ja ohjaus metsäteollisuusyrityksessä. Seminaariesitelmä Joensuun yliopistossa 11.3.1991. Moniste. 10 s.
- Kärkkäinen, M. 1993. Lisää metsätuloja järeästä puusta. OP-metsäraha. 1 s.
- Lemmetty, J. & Mäkelä, M. 1992. Suunnittelumittauksen perusteet ja toteutus. Metsätehon katsaus 11/1992. 4 s.
- Mali, J. & Tarvainen, V. 1986. Suomen mekaanisen metsäteollisuuden tuotekehityksen suunnat tulevaisuudessa. VTT:n tiedotteita 576. 9 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1990–1991. Folia Forestalia 790. 281 s.
- Mikkonen, E. 1983. Eräiden matemaattisten ohjelmoinnin menetelmien käyttö puun korjuun ja kuljetuksen sekä tehdaskäsittelyn menetelmävalinnan apuvälineenä. Acta Forestalia Fennica 183. 110 s.
- Nilsson, N. & Sondell, J. 1988. Apteringsdatorm – systembeskrivning, studieresultat och utvecklingsmöjligheter. Julkaisussa: Rationaliseringskonferens 1988. Skogsarbeten, Redogörelse 3/1988. s. 74–81.
- Ojala, J., Keränen, R. & Mustonen, A. 1992. Hakkuukoneen mittalaitteen tuella parempaan apteeraustulokseen. Metsähallituksen kehittämisjaoston tiedote 7/1992. 4 s.
- Ollonqvist, P. 1987. Puunhankinnan ja puukaupan yhteydet puumarkkinoiden toimintamekanismeihin. Moniste. 66 s.
- Peltonen, J. & Vesikallio, H. 1979. Puunhankintakustannuksiin vaikuttavien tekijöiden kehittämisen kustannusvaikutukset. Metsätehon tiedotus 357. 35 s.
- Pulkki, R. 1984. Sijaintitietokanta – heuristinen ohjelmointijärjestelmä puutavaran kaukokuljetuksen päätöksenteossa. Acta Forestalia Fennica 188. 89 s.
- Räsänen, T. 1993. Puunhankinnan tiedonsiirtohankkeet Ruotsin metsäteollisuudessa. Raportti tutustumismatkasta. Metsäteho. 11 s.
- Sarantola, O. 1987. Management planning in the forest department of Kajaani Oy. Seminar on the preparation and implementation of forest management plans held at Oosterbeek, the Netherlands, 26 May–6 June 1986. ILO Proceedings. s. 306–317.
- Seppälä, H. 1993. Metsäteollisuus 2010. Arvio Suomen metsäteollisuudesta ja sen puunkäytöstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 454. 54 s.
- Sierilä, P. & Tuominen, M. 1991. Critical factors affecting forest industries' future in the year 2000 and beyond. Lappeenranta University of Technology, Department of Industrial Engineering and Management, Research Report 41. 61 s.
- Sundberg, U. 1953. Studier i skogsbrukets transporter. Meddelande från SDA nro 48.
- Sääksjärvi, M. 1976. Eräs puunhankinnan yhteistyömalli – hyödyn jakaminen peliteoreettisena ongelmana. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, Yleisten tieteiden laitoksen julkaisuja 2/76. 116 s.
- Taha, H. A. 1982. Operations research. Third edition. New York–London. 848 s.
- Thompson, E. F. 1968. Linear programming over time to establish least cost wood procurement schedules. VPI Research Division, Bulletin 29. Blacksburg, Virginia.
- Tolkki, S. 1993. EPO – optimointia vai satelliitteja. Tuohitorvi 2/1993. 3 s.
- & Koskelo, I. 1993. Seeing the trees through the forest: GPS streamlines Finnish logging operation. GPS World, October 1993. 5 s.
- Tolvanen-Sikanen, T., Sikanen, L. & Harstela, P. 1995. A game theoretic simulation model for quality oriented timber supply to sawmills. Silva Fennica 29(1): 71–86.
- Valkonen, T. 1971. Haastattelu- ja kyselyaineiston analyysi sosiaalitutkimuksessa. Ylioppilastuki, Helsinki. 159 s.
- Väisänen, U. 1967. Suunnittelun uudet työkalut. Metsätehon katsaus 10/1967.
- Ylitalo, E., Mäki-Simola, E. & Turunen, E. 1990. Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1988. Folia Forestalia 758. 20 s.

42 viitettä