

RAAKAPUUKULJETUSTEN OPTIMOINTI

YRJÖ ROITTO

SUMMARY:

OPTIMIZATION OF ROUNDWOOD TRANSPORT

Saapunut toimitukselle 10. 2. 1975

Kirjoituksessa käsitellään tapausta, jossa raakapuuta hankitaan samalta alueelta usealle tehtaalle ja käytettävissä on kolme eri raakapuun kaukokuljetusmuotoa.

Mikäli tehtaiden kapasiteettien käyttöaste vaihtelee, raakapuukuljetusten optimointi ei välttämättä merkitse minimaalisia kaukokuljetuskustannuksia. Tärkein kriteeri tällöin on käyttää sitä määräpaikkojen (tehtaiden) ja kuljetusmuotojen kombinaatiota, jossa jää suurin ero »käytettävissä olevien» ja todella käytettävien kaukokuljetuskustannuksien väliin. »Käytettävissä oleva» kaukokuljetuskustannus on tällöin se suure, joka jää jäljelle, kun kaikki muut kustannukset, voitto mukaan lukien, on vähennetty tuotteen myyntihinnasta.

Edellä mainitun optimointimenetelmän soveltaminen edellyttää mm., että optimoijalle annetaan runsaasti ajankohtaista ja oikeaa tietoa.

1. LÄHTÖKOHTA

Tässä käsitellään raakapuun kuljetusta metsästä tehtaalle, joiden tuotteet markkinoidaan pääasiassa ulkomaille.

Oletetaan Suomen tilannetta vastaavat olosuhteet: tuotteen markkinahinta on annettu tekijä (johon ko. maa ei pysty tarjonnallaan vaikuttamaan); raakapuun ostohinta ei ole niiden tehtaiden määrättävissä, joiden raakapuun kuljetusta käsitellään (se on muodostunut alueittain keskinäisen kilpailun tuloksena, keskusjärjestöjen välisten sopimusten pohjalla tai hallituksen määrämänä).

Pääostajamaiden kuluttajahinnoista määrillä painotettuna syntyy keskimääräinen tuotteen hinta ulkomailla. Vähentämällä edellisestä kaikki ulkomailla syntyvät kustannukset (markkinointi, tullit jne.) sekä rahti kotimaan

vientisatamasta (tai vastaavasta) ulkomaan tuontisatamaan (tai vastaavaan) saadaan hinta f.o.b., f.a.s. (tai vastaava) kotimaan vientisatamassa (tai vastaavassa). Vähentämällä tästä kuljetuskustannus tehtaalta vientisatamaan saadaan tuotteen hinta ex works. Jos tehdas sijaitsee merenrannikolla paikassa, josta laiva voidaan lastata välittömästi, hinta f.a.s. ~ hinta ex works. Jos tehdas on kaukana sisämaassa ja/tai yleensä yksinomaan maakuljetusmuodon varassa vientisatamaan, saattaa muodostua suurikin ero f.a.s.- ja ex works-hintojen välillä.

F.a.s.- ja ex works-hintojen ero on käsiteltävä tuotteen kuljetuskustannuseroksi valmistajamaassa. Siten ex works-hinta sisältää tuotteen kaikki kustannukset, markkinatilanteesta riippuen joko erisuuruisen voiton (pitkäjänteisesti) tai vain katetta yli muuttuvien kustannusten (lyhytjänteisesti).

Tehdastuotantoprosessin aikana syntyvät tuotteen valmistuskustannukset; tuotteelle lisätään myös muut kustannukset, voitto ja riski ml.

Tehtaiden kapasiteettien käyttöasteen oletetaan vaihtelevan (mm. tuotannon rajoitusten tai raaka-aineen saantivaikkeuksien vuoksi).

Aiheen käsittelylle relevantti lähtökohtatilanne voidaan kuvata seuraavasti:

- $H(t)_{ew}$ = Tuotteen hinta ex works, R/t (R = rahayksikkö)
 K = Tuotteen valmistuskustannukset ilman raakapuun kustannusta ml. tavoiteltu voitto (tai kate yli muuttuvien kustannusten), R/t
 q = Raakapuun määrä, m³/tuotet
 h = Raakapuun tehtaanhinta (= hinta tehtaalla), R/m³

Edellisistä kolme ensimmäistä on oletettava tunnetuiksi laskentatilannetta varten. Stabiilissa markkinatilanteessa $H(t)_{ew}$ on tunnettu; tuotantoprosessin ollessa vakio samoin K:n perusosa, valmistuskustannus, on tunnettu. Epävakaassa markkinatilanteessa $H(t)_{ew}$:n arvioimisessa syntyvää vaikeutta voidaan lieventää muuttamalla K:n voitto- ja riskimomenttia tilanteen mukaan. Tekijä q on tunnettu (tuotantoprosessin ja puun laadun pysyessä muuttumattomina).

Tällöin saadaan seuraava yhtälö:

$$H(t)_{ew} = K + q \times h, \quad (1)$$

$$\text{josta } h = \frac{H(t)_{ew} - K}{q} \quad (2)$$

Raakapuun tehtaanhinta (h), R/m³, riippuu kolmesta perustekijästä: tuotteen hinnasta, valmistuskustannuksista ja tuoteyksikköä varten tarvittavasta raakapuun määrästä. Jos kaksi viimeksi mainittua erää pysyvät vakioina, tuotteen markkinahinnan kohoaminen mahdollistaa raakapuun hinnan kohottamisen tehtaalla; jne.

2. RAAKAPUUN HANKINTAKUSTANNUKSET

Raakapuun hankintakustannukset tehtaalle eli raakapuun tehtaanhinta muodostuu seuraavista tekijöistä:

$$\begin{aligned} V &= \text{Hakkuu ja lähikuljetus, R/m}^3 \\ T &= \text{Kaukokuljetus, R/m}^3 \\ P &= \text{Kantohinta, R/m}^3 \end{aligned}$$

Saadaan seuraava yhtälö:

$$\frac{H(t)_{ew} - K}{q} = V + T + P \quad (3)$$

$$\text{Missä } \frac{H(t)_{ew} - K}{q} = V + T, \quad P = 0 \text{ (O-rajatilanne)}$$

$$P = \frac{H(t)_{ew} - K}{q} - V - T \quad (4)$$

Silloin kun tehtaalla on monopoliasema raakapuun hankinnassa (monopolivoitto sisällytetty tai jätetty huomioon ottamatta K:ssa) tai silloin kun raakapuun saanti on helppoa ja hinnanmuodostus selväpiirteistä, P:n voi katsoa määräytyvän yhtälön 4 mukaan. Olettamalla tuotteen hinta, tuotteen valmistusprosessi sekä raakapuun valmistus (teko) vakioiksi ja kaukokuljetuskenttä homogeeniseksi P on enemmän tai vähemmän säännöllinen etäisyyden funktio: se on maksimissaan tehtaan lähellä, O:ssa nollarajalla ja negatiivinen periferia-alueella.

Tässä käsittelyssä P oletettiin alueellisesti annetuksi tekijäksi. Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että raakapuun valmistustekniikka — ja siten kustannukset — on vakio. Olettamus pitää lyhytjänteisesti monessa tapauksessa paikkansa alueellisissakin vertailuissa. Tällöin, olettamalla myös $H(t)_{ew}$, K ja q vakioiksi, *kaukokuljetuskustannus* (T) jää tuotantoprosessin *muuttuvaksi tekijäksi*, jonka suuruudesta riippuu, miltä alueelta — annettuun hintaan — puuta kannattaa ostaa. Asia tulee monitahoiseksi sen vuoksi, että usein on tarjolla: (a) monia eri määräpaikkoja (tehtaita; saman tai eri yhtiöiden); (b) monia kaukokuljetusvaihtoehtoja. *Tehtäväksi jää raakapuukuljetusten optimointi.*

Ennen optimoinnin käsittelyä on syytä huomauttaa, että annettu kantohinta (P) pääpiirteissään noudattaa sitä alueellista vaihtelua, joka johtuu kaavasta 4, mutta se ei sido teollisuuslaitoksia optimoimasta kuljetuksista. *Suuren alueen peittävä vakiokantohinta ei voi olla yhtä edullinen tai epäedullinen kaikille niille yrittäjille, jotka ostavat puuta ko. alueelta*, sillä seuraavat tekijät vaihtelevat sekä samassa yhtiössä että yrittäjittäin: tehtaiden sijainti, tuotanto-ohjelmat, -prosessit ja -kustannukset.

3. KULJETUSTEN OPTIMOINTI

Raakapuu oletetaan ostetuksi annettuun hintaan alueelta A kannattavuuden osoittamien laskelmien perusteella. Myös muilta alueilta on ostettu puuta samoin periaattein. Tuloksena on metsä- ja välivarastoja, joilla pysytään tyydyttämään tehtaiden tarve määrääjäksi. Oletetaan, että on kolme tehdasta (joko saman tai eri yhtiön), jotka käyttävät samaa puutavara-lajia. Tilanne voidaan kuvata seuraavasti:

Tehtaat: F_1 ; F_2 ; F_3

Kaukokuljetusmuodot: T_A , T_B , T_C

Raakapuun tehtaanhinnat:

$$F_1 \quad h_1 = \frac{H(t)_{ew_1} - K_1}{q_1} \quad (5)$$

$$F_2 \quad h_2 = \frac{H(t)_{ew_2} - K_2}{q_2} \quad (6)$$

$$F_3 \quad h_3 = \frac{H(t)_{ew_3} - K_3}{q_3} \quad (7)$$

Kaukokuljetuskustannukset:

$$T_A = a_A + k_A m_A \quad (8)$$

$$T_B = a_B + k_B m_B \quad (9)$$

$$T_C = a_C + k_C m_C \quad (10)$$

joissa termit a = etäisyydestä riippumaton kustannus (vakio)

k = etäisyydestä riippuva kustannus (vakio)

m = matka (km) (ei vakio)

Yleensä $h_1 \neq h_2 \neq h_3$

$a_A \neq a_B \neq a_C$

$k_A \neq k_B \neq k_C$

$m_A \neq m_B \neq m_C$

Silti erikoistapauksissa $T_A = T_B = T_C$ (tai $T_A = T_C$ jne.) voi olla mahdollinen.

Tilanteen mukaan, esim. riippuen siitä, onko jokin kaukokuljetusmuodoista »oma» vai käytetäänkö vieraiden palveluksia, onko vajaakapasiteettia jne., *termit a voivat sisältää eriasteista katetta yli muuttuvien kustannusten.* Tähän sinänsä tärkeään operationaaliseen tekijään ei tässä puututa.

Yksinkertaisuuden vuoksi kaikkien vaihtoehtoisten kaukokuljetusmuotojen kustannusyhtälöt on oletettu lineaarisiksi, vaikka asia ei ole näin käytännössä. Tämä ei pienennä esityksen tarkoituksellista arvoa; tietokonekä-

sittelyssä on syytä käyttää todellisia kustannusfunktioita, jotka vaihtelevat myös reitin luonteen mukaan.

Jos yrittäjällä on vain yksi tehdas, eikä vaihtoehtoista määräpaikkaa puun vaihtoja soveltamalla ole, raakapuukuljetusten optimointi on yksinkertaista: jokaiselta alueelta (tai tarkemmin jokaisesta pisteestä) valitaan halvin kaukokuljetustapa. Lasketaan kustannukset yhtälöistä 8, 9 ja 10. Halvimman tavan ei suinkaan tarvitse merkitä lyhintä kuljetusmatkaa.

Koska eri kaukokuljetuskustannusyhtälöiden vakiot ovat erilaiset, *kuljetusten optimointi ei useiden määräpaikkojen tapauksessa merkitse lyhimmän etäisyyden tai matkan valintaa, eli puun kuljetusta lähimpään tuotantolaitokseen.*

Moni lienee sen vuoksi valmis hyväksymään ajatuksen, että raakapuukuljetusten optimointi näin ollen olisi raakapuun kuljetusta kannolta (tai metsä- ja välivarastosta) tehtaille pienimmän kustannuksella. Asia ei ole näin yksinkertainen, jos kuljetusten optimointi kytketään koko yrityksen kannattavuuteen, kuten tätäkin optimointikysymystä tulisi tarkastella ja otetaan huomioon, että on mahdollisuus päättää, missä määrin eri tehtaita käytetään vajaakapasiteetilla.

Puuta tehtaalle lähettävälle osastolle tai metsänhoitajapiirille optimointi merkitsee edellä sanottua silloin, kun ko. yksikölle määräpaikka on annettu ylempää organisaatiosta. Näin ollen kuljetusten optimoinnista vastaa yrityksessä se henkilö, jolle tehtävä on annettu. Hän voi olla yrityksen liikennetai kuljetuspäällikkö tai erikseen tehtävään määrätty henkilö, jolle kuuluu puun ohjaus tehtaille. Tähän tehtävään ei kuulu pelkästään tehtaiden tarvitseman puumäärän kuljetuksen järjestäminen, vaan myös se, että puun kuljetus optimoidaan parhaalla mahdollisella tavalla kriteerinä *yrityksen* kannattavuus; tämä ei välttämättä merkitse — kuten edellä on sanottu — pienimpiä kuljetuskustannuksia kannolta tehtaalle.

Edelleen asiaa käsiteltäessä saataneen havainnollisempi kuva etenemällä numeroesimerkin puitteissa.

Oletetaan seuraavat raakapuun tehtaanhinnat (jotka on saatu ex works tuotteen hinnoista):

Tehdas	Tehtaanhinta	R/m ³
1.....	h_1	25
2.....	h_2	30
3.....	h_3	35

Edellä mainitut erot johtuvat seuraavista tekijöistä: tehtaan sijainti viennitamatasta, tehtaan koko, ikä, tuotanto-ohjelmien ja -prosessien ero, organisatoriset erot (henkilökunnan määrä, työnvalvonta, laaduntarkkailu, henkilösuhteiden hoito, sosiaaliset olot, asenteet, jne.).

Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että puun valmistus- ja lähikuljetuskustannusten erot kompensoivat toisensa. Tämä on epärealistinen oletus, mutta ei vaikuta esityksen tarkoitukseen.

Jokaisessa tapauksessa on teknisesti mahdollista käyttää kolmea kaukokuljetusmuotoa, joiden kustannukset oletetaan seuraaviksi:

$$T_A = 2 + 0.0015 m \text{ (R/m}^3 \text{) (vesikuljetus)} \quad (11)$$

$$T_B = 1 + 0.03 m \text{ (R/m}^3 \text{) (rautatiekuljetus)} \quad (12)$$

$$T_C = 0.5 + 0.1 m \text{ (R/m}^3 \text{) (autokuljetus)} \quad (13)$$

Muut tekijät tarkasteltavalla alueella ovat:

$$V = 10 \text{ R/m}^3 \text{ (hakkuu ja lähikuljetus)}$$

$$P = 10 \text{ R/m}^3 \text{ (kantohinta)}$$

Edellä esitetyn perusteella on ko. alueelta (A) seuraavat maksimimäärät, R/m³, käytettävissä kaukokuljetukseen vaihtoehtoisin määräpaikkoihin:

$$T = h - (V + P) = h - 20 \quad (14)$$

Tehdas	Tehtaanhinta (h), R/m ³	Hakkuu ja lähikuljetus + kantohinta (V+P), R/m ³	Käytettävissä kaukokuljetukseen, R/m ³
1.....	25	20	5
2.....	30	20	10
3.....	35	20	15

Yritys kannattaa — ja tehtaas saavat puuta — kunhan tarvittavat määrät raaka-ainetta viedään niille kustannuksella, joka on käytettävissä kaukokuljetukseen tai sitä halvemmalla. Yrityksen kannattavuutta ajatellen päästään huomattavasti parempaan *kokonaistulokseen*, jos kuljetus optimoidaan kaukokuljetukseen käytettävissä olevan rahamäärän suhteen eikä kuljetuskustannusten minimoimiseksi: *ts. puuta ei viedä välttämättä sinne, minne se kulkee pienimmän kaukokuljetuskustannuksella, vaan sinne, joka antaa suurimman eron käytettävissä olevan ja (todella) käytettävän kustannuksen (= tarvittavan summan) välillä.*

Oletetaan, että alueelta (tai pisteestä) A on seuraavat matkat (km) vaihtoehtoisin (F 1–3) määräpaikkoihin:

T	F		
	1	2	3
A	50	100	150
B	70	110	200
C	60	70	140

Kun matkat ja vaihtoehtoiset kustannusyhtälöt (T_A , T_B , T_C) tunnetaan, saadaan määräpaikoittain (tehtaittain: F_1 , F_2 , F_3) vaihtoehtoiset kaukokuljetuskustannukset:

Tehdas ja kuljetusmuoto ¹⁾: kaukokuljetuskustannusyhtälöt ja tulokset

	R/m ³
T_{A1}	$2 + 0.0015 \times 50 = 2.075$
T_{B1}	$1 + 0.03 \times 70 = 3.10$
T_{C1}	$0.5 + 0.1 \times 60 = 6.50$
T_{A2}	$2 + 0.0015 \times 100 = 2.15$
T_{B2}	$1 + 0.03 \times 110 = 4.30$
T_{C2}	$0.5 + 0.1 \times 70 = 7.50$
T_{A3}	$2 + 0.0015 \times 150 = 2.225$
T_{B3}	$1 + 0.03 \times 200 = 7.00$
T_{C3}	$0.5 + 0.1 \times 140 = 14.50$

¹⁾ Merkintä T_{A1} = Kaukokuljetusmuoto A, määräpaikkatehdas 1

Edellä oleva, jos se olisi riittävä kriteeri optimoimiseksi, antaisi vastauksen, että alueelta A puu kannattaisi kuljettaa ensisijaisesti vesikuljetuksena tehtaalle 1 (kustannus 2.075 R/m³) ja toissijaisesti (jos tehtaan 1 kiintiö on täyttynyt) vesikuljetuksena tehtaalle 2 (kustannus 2.15 R/m³). Kolmanneksi paras vaihtoehto olisi vesikuljetus tehtaalle 3 (2.225 R/m³).

Käytettävissä olevan kustannuksen ja tarvittavan summan erot tulevat em. tapauksissa seuraavat:

Tehdas ja kuljetusmuoto	Käytettävissä oleva kuljetuskustannus	Tarvittava kuljetuskustannus	Edellisten ero
	R/m ³		
T_{A1}	5.000	2.075	+ 2.925
T_{B1}	5.000	3.100	+ 1.90
T_{C1}	5.000	6.500	- 1.50
T_{A2}	10.00	2.15	+ 7.85
T_{B2}	10.00	4.30	+ 5.70
T_{C2}	10.00	7.50	+ 2.50
T_{A3}	15.00	2.225	+ 12.775
T_{B3}	15.00	7.00	+ 8.00
T_{C3}	15.00	14.50	+ 0.50

Edellä oleva asetelma antaa toisen kuvan tilanteesta kuin se, joka osoitti minimaaliset kuljetuskustannukset alueelta A vaihtoehtoisiin määräpaikkoihin. Suurin hyöty yrityksen kokonaisuuden kannalta saavutetaan kuljetta-

malla puu alueelta A ensisijaisesti vesikuljetuksena tehtaalle 3 (käytettävissä olevan rahan säästö 12.775 R/m³), toissijaisesti samalle tehtaalle rautateitse (säästö 8.00 R/m³) ja kolmanneksi vesitse tehtaalle 2 (7.85 R/m³).

Aikaisemman asetelman mukaan asiaa arvosteltaessa tehdas 3 (tässä kaksi parasta vaihtoehtoa) tuli ainoastaan kolmanneksi parhaana vaihtoehtona kuvaan.

Suuruusluokkaerosta — ko. lukujen mukaan — saadaan käsitys seuraavasta esimerkistä:

Oletetaan, että alueen A ko. puun vuosihankinta, 100 000 m³, on määrätty kuljetettavaksi sille tehtaalle, jolle se saadaan pienimmän kaukokuljetuskustannuksin (2.075 R/m³). Tällöin se viedään vesitse tehtaalle 1, jolloin voitto käytettävissä olevan ja todella käytetyn kuljetuskustannuksen erossa on:

$$100\,000 \times 2.925 = 292\,500 \text{ R.}$$

Jos sen sijaan henkilö, joka on vastuussa puun tehtaille syötöstä, optimoi tilanteen kokonaisuuden kannalta parhaimmalla tavalla, hän antaa määräyksen kuljettaa puu vesitse tehtaalle 3 (kaukokuljetuskustannus 2.225 R/m³), jolloin vastaava voitto on:

$$100\,000 \times 12.775 = 1\,277\,500,$$

joten netto-optimointisäästökseksi saadaan:

$$1\,277\,500 - 292\,500 = 985\,000 \text{ R (}/100\,000 \text{ m}^3\text{)}.$$

Oletettavasti on saatavissa huomattavia säästöjä, jos raakapuu ohjataan oikein optimoiden tehtaille.

4. SEURAUKSIA

Edellä mainittua voittojen eroa voidaan sanoa — kuten edellä on tehty — optimointisäästökseksi. Sitä voidaan nimittää rationalisointisäästökseksi kuljetusvaiheessa, vaikka tosiasiaa se ei saata merkitä kuljetuskustannusten pienentymistä, vaan kohoamista.

Menetelmän hyväksyminen ja sen käyttö asettaa vastuun mm. yrityksen johdolle ja tarkastajille toimintaa arvostellessaan. Tarkastajien on varauduttava siihen, että — jos kuljetusten optimoija on toiminut oikein — huomattavakin kuljetuksen yksikkökustannusten kasvu vuodessa määräalueelta voidaan selittää positiiviseksi toimenpiteeksi yrityksen kokonaisuuden kannalta.

Edellä olevassa pelkistetystä esimerkistä on jätetty huomioon ottamatta kuljetusmäärän vaikutus kuljetuskustannuksiin. Vesikuljetuksessa, jossa kiinteiden kustannusten osuus on luokkaa 50—60 %, optimointi, joka lisää ve-

sikuljetusmääriä, alentaa huomattavasti kaukokuljetuskustannusta yksikköä kohti.

Edellä mainittu optimointi saattaa johtaa — tehtaiden h-hinnan erojen ja sijainnin vuoksi — myös siihen, että raakapuu sivuuttaa matkallaan samaa lajia käyttävän toisen tehtaan. Tämä saattaa tuntua oudolta, mutta se voi olla osoitus siitä, että sivuutettava tehdas on virheinvestointi. Pitkäjän- teisesti tarkastellen tehtaan purkaminen saattaisi olla paikallaan. Ellei näin ole, ohittava puumäärä merkitsee, että lyhytjäteisesti vajaakapasiteetilla käyttöä on pidetty tarkoituksenmukaisena.

Menetelmän käyttö edellyttää myös, että liikennepäällikkö tai muu vastuussa oleva henkilö on joka hetki täysin tietoinen *oikein lasketuista puun tehtaanhinnoista* eri vaihtoehtoissa (tehtailla) samoin kuin vaihtoehtoisten kaukokuljetusmuotojen vallitsevista kustannuksista ja niihin vaikuttavista tekijöistä, *erityisesti kuljetusmäärän vaikutuksesta yksikkökustannuksiin*. Viimeksi mainitun tuntemus on erikoisen tärkeää »oman» vesikuljetuksen osalta¹⁾, varsinkin, jos on vajaakapasiteettia ja ulkopuoliset tekijät jarruttavat organisaation supistamispyrkimyksiä. Sama vaikutus on tunnettava myös niiden erikoissopimusten puitteissa, joita VR tekee kytkien myös valmiin ta- varan kuljetuksen mukaan. Tällöin on osattava nähdä subventoidun liikenne- politiikan vaikutus yrityksen kokonaisveroinsidenssiin pitkäjäteisesti sekä pitkäjätteen liikennepolitiikan vaikutusten valossa.

Edellä on käsitelty vain yhdeltä alueelta (A) vaihtoehtoisin määräraikoihin kuljetettavan puun optimointia vaihtoehtoisten kuljetusmuotojen ol- lessa käytettävänä. Myös kapasiteettia koskevia rajoituksia tai vastaavia asian yksinkertaistamisia on suoritettu. Asia on yksinkertaistettu ottamalla huomioon vain yksi puutavaralaji. Käytännössä on useampia puutavara- lajeja, useita hakkuu- tai ostoalueita; vaihtoehtoisia määräraikkoja voi olla useampia kuin kolme, sillä periaatteessa vaihtoehdot eivät saisi olla kytket- tyinä tehtaiden omistussuhteisiin. Omistussuhteet muodostanevat kauan aikaa epätaloudellisuuden raja-aitoja, koska pidettäneen tärkeämpänä kustannustiedon vain itsellä pitämistä kuin yhteistoimintaa. Suurella yri- tyksellä, jolla on useita omia vaihtoehtoisia määräraikkoja, kuljetuksen opti- moinnilla em. tavalla on paljon saavutettavissa. Edellytyksenä on, että on riittävän tarkat laskelmat em. tekijöistä ja että muutoksiin tehtaanhinnoissa (lyhytjäteiset muutokset johdettavissa lähinnä kuluttajahintojen muutok- sista) ja kaukokuljetusmuotojen kustannuksissa voidaan reagoida *nopeasti*. Tämän vuoksi hankinta-alue on jaettava riittävän pieniin yksiköihin, joiden keskimääräiset matkat eri vaihtoehtoisia kuljetusmenetelmiä käyttäen eri määräraikkoihin ovat tietokonemuisteissa. Edellä esitetyn menetelmän mu-

¹⁾ Samoin uittoyhdistysten, niin kauan kuin suunnittelu- ja toimintaperiodin sisällä yri- tys käyttää uittoyhdistyksen palveluksia.

kaan lasketaan muutosten tapahduttua alueittain ko. kuljetusoptimointierot, ja tehtaiden syöttö suoritetaan niin (alueellisesti ja kuljetusmuodollisesti), että yhteistuloksena ero kaukokuljetukseen käytettävissä olevan kustannuk- sen ja todellisen summan välillä tulee suurimmaksi. *Kapasiteetti* onkin tärkeä tekijä. Silloin kun kaikkia tehtaita käytetään täydellä kapasiteetilla, raaka- puun pienimmät kuljetuskustannukset ovat optimitapaus edellyttäen kuitenkin, että jokainen tehdas tuottaa voittoa. »Epänormaali» kapasi- teetti riippuu tehtaan kustannusrakenteesta (muuttuvien ja kiinteiden kus- tannusten suhteesta yleensä, tuotevalikoimista, tuotantoprosesseista jne.). Myös raaka-ainealueilla (hankinta-alueilla) on tuotantokapasiteettinsa, eri- suuruinen lyhyt- ja pitkäjäteisesti. Se ei riipu ainoastaan biologiasta, eko- logisista tai vastaavista tekijöistä, vaan muiden muassa taloudellisesta kil- pailusta, institutionaalisista tekijöistä ja vastaavista, varsinkin, jos usean yrittäjän hankinta-alueet ovat päällekkäisiä. Kaikista tämänluonteisista te- kijöistä johtuu, ettei parasta kokonaistulosta voida saavuttaa — em. kauko- kuljetustapojen valinnallakaan — etenemällä tehtaiden puunsyötössä siinä *järjestyksessä*, joka antaa suurimman eron kaukokuljetukseen käytettävissä olevan ja todella tarvittavan summan välillä; onhan esim. 1 x 600 000 suurempi kuin 5 x 100 000. Ja voihan tulla eteen myös kysymys — ainakin lyhytjän- teisesti — kompensoiko em. voittoero tehtaan F_X vajaakapasiteettikustan- nuksen, jos sitä aiheutuu pelkästään siksi, ettei puuta riitä kaikille tehtaalle ja että se, mikä riittää, ohjautuisi em. menetelmää käyttäen tehtaalle F_Y ja F_Z .

Vaikuttavaksi tekijäksi on otettava myös pääoman korko siitä lähtien, kun se on investoitu kantohintaan (puun ostovaihe) tai omien metsien hak- kuuseen. On laskettava, onko määrätapauksissa aiheellista lisätä korkokus- tannusta suurentamalla terminaalivarastoa esim. silloin, kun korkokustannus on pienempi kuin huonosti uivan puun maalle varastointi tehtaalla plus vesi- kuljetuskustannus verrattuna seuraavaksi parhaaseen kaukokuljetusvaihto- ehtoon. Monet esimerkit käytännöstä viittaavat siihen, että tällä sektorilla, jota voitaneen sanoa taloudellisen ajatuksen rationalisoinniksi, saavutetaan paljon parannusta nykytilanteeseen, lisäksi joko ilman investointikustan- nuksia tai minimaalisin kustannuksin. Vaikeudet lienevät lähinnä psykolo- gisia: on »näyttävämpää» rationalisoida rakentamalla uusi tehdas, uusi alus tai ostamalla uusi metsätyökone: ulkopuolisten arvostus ulkonaista hienoutta, budjetin suuruutta, nopeaa liikettä tms. kohtaan on suurempi kuin »näky- mätöntä» kohtaan. On »vanhanaikaista» palata maavarastointiin, kun ylei- nen pyrkimys (ajatus lähtöisin USA:sta, jossa monin paikoin vesikuljetusmah- dollisuutta ei ole, tai lähtöisin aloilta, joiden vertailukelpoisuus metsäteol- lisuuteen on kyseenalainen) on päinvastainen. Oudolta tuntunee ajatus, että raaka-ainetta kuljetettaisiin muualle kuin sinne, minne se saadaan pienimmin kuljetuskustannuksin. Myös traditionaalisten lähetysalueiden muuttuminen

voi kohdata vastustusta, sillä se voi merkitä monikymmenvuotisen käytännön muuttumista. Henkilölle, joka todella on vastuussa kuljetusten optimoinnista, jouduttaisiin antamaan sellaisia yrityksen sisäisiä tietoja, jotka katsotaan vain häntä ylempien etuoikeudeksi; keskiajalla toimeksi antajan päätehtäviä oli koota kartat kapteeneiltaan huostaansa heti matkan päätyttyä, sillä tämän tietouden omistus katsottiin pysyvästi kuuluvaksi vain »ruhtinaille ja herttuolle». Ja kuten edellä käsitelty osoittaa, kuljetuksia optimoivan henkilön on tiedettävä, jos tehtävä edellytetään oikein hoidetuksi, koko yrityksen toimintaan vaikuttavat seikat, kuten markkinointi, tehtaiden kustannusrakenne, kaukokuljetusmuotojen kustannusrakenne, raakapuun hankintamahdollisuudet jne. sekä niissä tapahtuvat ja tapahtumaan ennakoitujen muutokset, mielellään niin aikaisin, että jo puuta ostettaessa tiedetään, missä ja minä tuotteena, millä tehtaalla valmistettuna ja miten sinne kuljetettuna »puu» markkinoidaan — ja mihin hintaan. Ottamalla huomioon muutamissa työyhteisöissä syvällä piilevän informaatiokammon ja tietojen yksinoikeusomistuksen halun, optimointiin tai vastaavaan päästäneen vasta joidenkin taloudellisten järkytysten jälkeen.

SUMMARY:

OPTIMIZATION OF ROUNDWOOD TRANSPORT

Optimization of roundwood transport depends on many factors, which can vary from time to time. It is a complex problem which cannot be dealt with on an overall basis but must be approached on an individual problem basis. Here a model has been developed for a case such as Finland which sells most forest products abroad. It is understood that there is a fairly constant marketing area where the price of products is not influenced by the supply of the exporting country concerned. The transport distances and the media of transport of the product to the importing countries are taken as constant. Hence, in the short run, there will be a fairly constant price f.o.b. or f.a.s. at an export port, for the product concerned.

Depending on the location of the mills within the country in relation to the export port, there will be different costs for transporting products from the mills to the port.

Depending also on the processing cost at the mills, different ex works prices are derived for different mills buying the same sort of roundwood in a country's roundwood markets.

For a relevant starting point the following data are needed:

- $H(t)_{ew}$ = Ex works price of product, money units/ton
- K = Processing costs at mill without the cost for roundwood, incl. the profit aimed at
- q = Roundwood volume, cu.m. needed for one ton of product
- h = Price for roundwood at mill, money units/cu.m.

The first three factors are assumed to be known for the calculating process.

Hence

$$H(t)_{ew} = K + q \times h \quad (1)$$

from which

$$h = \frac{H(t)_{ew} - K}{q} \quad (2)$$

The price of roundwood at mill, when viewed from the point of acquisition (procurement) costs, depends on, and consists of, the following items:

- V = Dressing and short-distance transport, money units/cu.m.
- T = Long-distance transport, money units/cu.m.
- P = Stumpage price, money units/cu.m.

Therefore:

$$\frac{H(t)_{ew} - K}{q} = V + T + P \quad (3)$$

Where

$\frac{H(t)_{ew} - K}{q} = V + T$, when $P = 0$, and then the limit between economically accessible and inaccessible forest is reached.

Hence:

$$P = \frac{H(t)_{ew} - K}{q} - V - T \quad (4)$$

When a mill has a monopoly in the roundwood market or when roundwood is procured without difficulty and price formation is not complicated, the stumpage price formation should more or less follow the type expressed in equation 4. It is, especially if the «transport area» is homogeneous and the infrastructure well developed, a linear function of the transport distance to the mill.

However, in the case like Finland, where several competing mills are buying roundwood from the same markets, the stumpage price cannot be influenced by the location and other factors of one mill or one company. The mills are price adopters, although they do have an influence on stumpage. Regional stumpage prices prevail, determined by competition, general agreements by central agencies of the buyers and sellers, by state intervention or so on. In any case, regional stumpage price is more or less a given factor to the industry buying roundwood.

Since short-distance transport (to the nearest road, railway or waterway) varies very little on a broad scale, and since dressing methods of roundwood may be considered similar, there will be (when the differences of processing costs at mills have already been taken into account in the term of K) a variable item, which influences the term h . That is: the costs of long-distance transport of roundwood.

There are basically three different forms of transport, water transport, railway transport and trucking. The transport distances from a given place to the mills vary according to the media of transport.

It is to be noted that a constant (given) stumpage price for a big region cannot be equally advantageous (or disadvantageous) to all the mills which are operating within the economic reach of the roundwood market. Hence, there are many alternative destinations for the roundwood from a certain area and there are three different alternative transport media. Then the optimization of roundwood transport becomes an important task.

The situation as regards term h may be as shown in equations 5, 6 and 7 and that regarding the costs of long-distance transport as in equations 8, 9 and 10. And the other conditions are usually $h_1 \neq h_2 \neq h_3$, $a_1 \neq a_2 \neq a_3$ etc. although it may be possible that $T_A = T_C$ ($T_A =$ long-distance transport cost by method A, $F_1 =$ mill 1 etc.).

Since the constants of the cost equations of the varying transport media are

different, optimizing roundwood transport in the case of many alternative destinations does not necessarily mean choosing the shortest distance, i.e. transporting wood to the closest mill.

Alternatively, one might be inclined to think that the aim of optimization is to transport wood to that mill to which the costs of long-distance transport are cheapest. This is not the case either, the criterion is to be found in the solution which produces the best profitability for the company as a whole. The capacities of the alternative mills being the same and the availability of roundwood sufficient enough to meet the requirements of all the mills, the solution which produces the highest profitability, from the point of view of optimizing long-distance transport of roundwood, is that which gives the highest total difference between the sum of prices h and the sums which could have been used for long-distance transport $h - (V + P)$. This means that wood is not necessarily transported to those destinations where it could have been transported most cheaply.

There are several consequences from this method, which is to be viewed, if employed correctly, against prevailing overall situations such as acute capacity differences between mills, variations in roundwood availability by regions, etc. The influence of transport volumes on the costs of the different media of transport, the influence of interest, etc. enter the picture when the problem is tackled in more sophisticated ways. The efficient use of the method or methods optimizing the long-distance transport of roundwood requires that the person responsible for this task is continuously furnished with current information including forecasts of changes in prices and costs and with other relevant information concerning policy decisions with the enterprise.

KELLOMÄKI, SEPPO

O.D.C. 182.51: 182.47/48
1974. Studies concerning the relationship between biomass and coverage in ground vegetation of a forest stand. — SILVA FENNICA Vol 9, No 1, 14 p. Helsinki.

The study deals with the relationship between biomass and coverage in ground vegetation of Vaccinium and Calluna site types. The results show that the biomass of the field layer on both site types can be predicted satisfactorily in both coverage values of some the most important species and groups of species and their total height per plot were used as independent variables. The explaining power of the models constructed for the Vaccinium site type increased to approximately 57 % and for the Calluna site type to approximately 74 % of the total variation in the amounts of dry matter. When the biomass of the bottom layer was predicted using the same kind of variables, the explaining power for the Vaccinium site type increased to approximately 35 % and for the Calluna site type to approximately 53 % of the total variation in the amounts of dry matter. The models for the field layer of both Vaccinium and Calluna site types were quite well suited for describing the test material. In the case of the bottom layer, the constructed models were not suitable for describing the test material.

Author's address: Department of Silviculture, University of Helsinki, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

PIHA, ANTERO

O.D.C. 931 (480)
1975. On the creation of the act on forest owners' associations passed in 1950. — SILVA FENNICA Vol. 9, No: 1, 25 p. Helsinki.

The paper, which was written already at the turn of the year in 1950—51, gives a quite detailed description of the early history of the Act on Forest Owners' Associations, which was passed on 17 November 1950 and is still in force, of the long-lasting and multifarious preparations involved with it and of its consideration in the parliament. In most parties there were both supporters and opponents: only the social democrats voted harmoniously for the act and the people's democrats against it.

Author's address: Kartanontie 9, SF-00330 Helsinki 33, Finland.

JÄRVELÄINEN, VELLI-PEKKA

O.D.C. 932(480)
1975. Forestry experts' and appointed representatives' opinions about official forestry administration and its development in Finland. SILVA FENNICA Vol. 9, 1975, No. 1, 34 p. Helsinki.

The task of the study was to describe the opinions of the forestry experts engaged in the State forestry organization and the organization for the promotion of private forestry and of the appointed representatives in the organization for the promotion of private forestry concerning the official forestry administration and its development. The study material was based on two samples, one of 240 forestry experts and the other of 290 appointed representatives. The material was compiled by mail inquiry.

Forestry experts were found to rate the success of the official forestry administration in its tasks lower than did the appointed representatives. Both the forestry experts and appointed representatives were of the opinion that the official forestry administration has been most successful in accomplishing tree production and least successful in the tasks concerning multiple use of forests. The results also indicate that 44 % of the forestry experts were of the opinion that the most suitable organization model would be a uniform state organization for both the State and privately owned forests. About a third (34 %) of the forestry experts considered that the best model would be two different state organizations, one for the State forests and the other for the private forests, 63 % of the appointed representatives were of the opinion that the best solution would be to retain the official forestry administration such as it now is.

Author's address: University of Helsinki, Department of social economics of forestry, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ROITTO, YRJÖ

O.D.C. 78
1975. Optimization of roundwood transport. — SILVA FENNICA Vol. 9, No 1, 14 p. Helsinki.

The paper deals with the optimization of roundwood transport in cases where many destinations for the roundwood exist and where several means of transport are available. It is also understood that the capacities of the factories to which wood is transported can be used at varying degrees.

In the above case the optimization of roundwood transport does not necessarily mean minimization of transport costs. What is aimed at, is to obtain, by using different combinations (mill destinations and the media of transport) the maximum difference between the allowable (calculated) and real (actual) transport costs.

Author's address: SF-57510 Savonlinna 51, Finland.

KIRJOITUSTEN LAATIMISOHJEET

Silva Fennica-sarjassa julkaistaan suomen- ja ruotsinkielisiä lyhyitä metsätieteellisiä tutkimuksia ja kirjoituksia. Julkaistavaksi tarkoitettu käsikirjoitus on jätettävä Seuran sihteerille painatuskelpoisessa asussa. Seuran hallitus ratkaisee asiantuntijoita kuultuaan, hyväksytäänkö kirjoitus painettavaksi.

Kirjoitusten laadinnassa noudatetaan Silva Fennican numerossa Vol. 4, 1970, N:o 3 painettuja kansainvälisiä ohjeita. Symbolien ja kaavojen merkinnöissä noudatetaan suomalaisten standardien ohjeita.

Kirjoituksen alkuun tulee julkaisun kielellä lyhyt yhdistelmä tutkimuksen tuloksista. Samoin laaditaan tutkimuksen yhteyteen lyhyt englanninkielinen tiivistelmä, jonka lisäksi kunkin Silvan numeron loppuun painetaan irti leikattavan kortin muotoon kustakin tutkimuksesta englanninkielinen esittely. Sisällysluettelo ei käytetä. Mahdolliset kiitokset esitetään lyhyesti johdannon lopussa ja merkitään painettavaksi petiitillä.

Kuvien ja piirrosten viivapaksuudet ja tekstikoko on valittava siten, että ne sallivat painatuksen vaatiman pienennyksen. Kuvien ja piirrosten painatuskoosta on syytä neuvotella etukäteen toimittajan kanssa, sillä tarpeettomia kustannuksia aiheuttavaa painatuskokoa ei sallita. Valokuvien tulee olla teknisesti moitteettomia ja kiiltävälle valkealle paperille suurennettuja. Värikuvia ei yleensä hyväksytä painettavaksi. Kuvat ja taulukot numeroidaan kummatkin erikseen juoksevasti, ja niiden otsikoista laaditaan erillinen luettelo kirjapainoa varten.

Jos vieraskielisessä lyhennelmässä viitataan tiettyihin kuviin ja taulukkoihin, on nämä varustettava vieraskielisin otsikoin ja selityksin. Muut kuvat ja taulukot voivat olla yksikielisiä.

Lähdeviittauksissa tekijännimet sijapäätteineen kirjoitetaan isoin kirjaimin mikäli tekijännimen vartalo on muuttunut. Muutoin taivutuspäätte kirjoitetaan pienaakkosin. Esimerkkejä: KOSKISEN (1972) tutkimus . . . , YLI-VAKKURIN (1972) tutkimus . . . Milloin tekijöitä on kolme tai useampia, mainitaan tekstissä vain ensimmäinen (esim. HEIKURAINEN ym. 1961). Vieraskielisessä tekstissä ym. korvataan merkinnällä et al. Jos julkaisulla on kaksi tekijää viitteessä, pannaan tekijöiden nimien väliin ja-sana painatuskielellä. Esimerkki: KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ (1973, s. 222) osoittivat . . .

Viitekirjallisuus luetteloidaan tekijännimien (kirjoitetaan isoin kirjaimin) mukaisessa aakkosjärjestyksessä. Jos tekijöitä on useampia, nimet erotetaan pilkulla, paitsi kaksi viimeistä, jotka erotetaan &-merkillä. Tekijän etunimistä suositellaan käytettäväksi vain alkukirjaimia. Tutkimusten nimet kirjoitetaan lyhentämättä. Julkaisusarjoista käytetään niitä lyhenteitä, jotka on painettu Silva Fennican numerossa Vol. 5, 1971, N:o 2. Täydellisempi luettelo on nähtävissä Seuran toimistossa. Kirjoituksen löytämisen helpottamiseksi mainitaan aikakauslehdistä myös sivunumerot. Suomenkielisistä tutkimuksista otetaan mukaan vieraskielisen lyhennelmän nimi. Volyymi merkitään julkaisusarjan nimen jälkeen. Jos kyseessä on aikakauslehti tai vastaava, numero merkitään volyymin jälkeen suluissa. Sivunumerot erotetaan kaksoispisteellä volyymistä tai suluissa olevasta numerosta. Jos samalla kertaa ilmestynyt volyymi sisältää useita tutkimuksia, merkinnässä sovelletaan ko. julkaisussa noudatettua tapaa. Esimerkkejä:

ILVESSALO, Y. 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. — Commun. Inst. For. Fenn. 40.1.

WILCOX, W. W., PONG, W. Y. & PARMETER, J. R. 1973. Effects of mistletoe and other defects on lumber quality in white fir. Wood & Fiber 4 (4): 272—277.

Englanninkielisen lyhennelmän ja mahdollisten kuva- ja taulukkokotekstien käännättämisestä ja pätevän kieliasiantuntijan tekemästä tarkastamisesta huolehtii kirjoittaja. Seura voi maksaa kustannukset valtiovarainministeriön antamien ohjeiden mukaan. Jos kääntäjän lasku on ohjeiden edellyttämää tasoa korkeampi, kirjoittaja vastaa ylittävistä osuudesta. Lähempiä tietoja antaa Seuran julkaisujen toimittaja.

KANNATAJAJÄSENET -- UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR
SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO
OSUUSKUNTA METSÄLIITTO
KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA
SUNILA OSAKEYHTIÖ
OY WILH. SCHAUMAN AB
OY KAUKAS AB
KEMIRA OY
G. A. SERLACHIUS OY
KYMIN OSAKEYHTIÖ
KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO
KOIVUKESKUS
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ
TEOLLISUUDEN PUUYHDISTYS
OY TAMPELLA AB
JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ
KEMI OY
MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO
VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA
VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ
OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY
SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS
OY HACKMAN AB
YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ
RAUMA-REPOLA OY
OY NOKIA AB, PUUNJALOSTUS
JAAKKO PÖYRY & Co