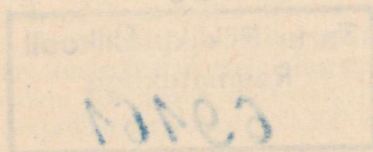


Tootmise
kontsent-
reerimine
ja paigutamine
mõnedes
Eesti NSV
tööstusharudes

A
28284¹¹

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
MAJANDUSE INSTITUUT

TOOTMISE KONTSENTEERIMINE
JA PAIGUTAMINE MÕNEDES
EESTI NSV TÖÖSTUSHARUDES

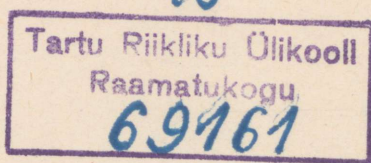


KIRJASTUS «EESTI RAAMAT»
TALLINN 1967

Toimetuse kolleegium:
majandusteaduste kandidaadid I. KAGANOVITS, A. MERESSOO, L. RITSO

Kaane kujundanud H. Heinla

2



EESSONA

Majanduslikud arvutused etendavad juba ammust ajast tähtsat osa üksikute ettevõtete asukoha valikul, nende tootmisvõimsuse, kommunikatsioonide läbilaskevõime jne. määramisel. Mis puutub tootmise tööstusharulistesse või tööstusharudevahelistesse kompleksse paigutamise probleemidesse, siis traditsiooniliste meetodite kasutamisel piirdub nende lahendamine peamiste paigutamise tingimuste, tegurite ning põhimõtete kvalitatiivse analüüsiga. Sellise käsitlemise juures on küllaldaselt põhjendatud lahenduste saamine äärmiselt raske, mõningatel juhtudel isegi võimatu, pealegi ilmneb seejuures tootmise paigutamise tüüpskeemide ja reeglite dogmatiseerimise tendents

Kuigi üksikettevõtete asukoha valik võib põhineda detailsetel ja täpsetel majanduslikel arvutustel, ei väldi see tõsiste vigade ja eksimuste tekkimise võimalusi ettevõtete võrgu kui terviku paigutamisel, kuivõrd viimane ei taandu üksikute lahendite summale. Uhtlasi ei võimalda tavalised planeerimise meetodid ja tehnika otstarbekohaselt ning vastuvõetaval tähtaegadel paljusid üksikettevõtete paigutamise tehnilis-majanduslikke ülesandeid omavahel siduda. See tähendab, et antud juhul ei ole plaanimajanduse käsutuses sellist meetoodilist ja tehnilist aparaati, mis küllaldaselt vastaks plaaniarvutuste keerukusele ning mahule.

[Sotsialistliku tootmise juhtimise ja planeerimise põhjaliku täiustamise vajadust kajastasid NLKP XXIII kongressi direktiivid NSV Liidu rahvamajanduse arendamise viie aasta (1966—1970) plaani kohta ja NLKP Keskkomitee 1965. aasta septembripleenumi otsused.] Nendes otsustes, mis demokraatliku tsentralismi leninlike ideid edasi arendavad, on oluline koht majanduse plaanipärase juhtimise territoriaalsel aspektil. [NLKP Keskkomitee 1965. aasta septembripleenumil rõhutati tööstusharulise planeerimise kooskõlastamise vajadust vabariigi ja majanduspiirkonna planeerimisega.] Liiduvabariikide valitsustel tuleb lahendada paljusid kapitaalmahutuste kasutamise ja ehitustegevusega seotud küsimusi. Muu hulgas vaadatakse läbi vabariigi territooriumil asetseva tööstuse arendamise ja paigutamise plaanid. NLKP XXIII kongressi direktiivides on püstitatud nõue: «Tõsta uute ja

rekonstrueeritavate ettevõtete paigutamise ning optimaalse suuruse tehnilise ja majandusliku põhjendamise taset, lähtudes eesmärgist alandada ühiskondlikke tootmiskulusid, kaasa arvatud kulutused energeetika peale, kulutused elamu- ja kommunaalmajanduses ning muudes naaberharudes, samuti toodangu kättetoimetamiseks tarbijaile.» Tööstuse paigutamise ja paljusid teisi optimaalse planeerimise majanduslikke probleeme saab kvaliteetselt lahendada ainult majandusmatemaatiliste meetodite ning elektronarvutustehnika laiaulatusliku kasutamisega.

Rahvamajandusplaanide optimeerimise kogemused NSV Liidu kui terviku ja üksikute vabariikide ulatuses veel puuduvad. Viimaste aastate jooksul (1961—1965) viidi Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudis läbi tootmise kontsentreerimise ja optimaalse paigutamise seotud uurimusi vabariigi tööstusharudes. Nimetatud tööd on valdavas osas koondatud antud kogumikku. Artiklite autoriteks on instituudi tööstusökonomika ja majandusmatemaatika sektori töötajad, kelle ühistööna ülesanded lahendati. Uurimisobjektideks olid eelkõige põllumajanduslikku toorainet ja puitu ümbertöötavad tööstusharud: piima-, liha-, leiva-, lina- ja puidutöötlemistööstus.*

Käsitletud tööstusharudes oli tootmisbaasi plaanipärane edasiarendamine ja kontsentreerimine eriti vajalik, kuna ajalooliselt kujunenud tootmise killustatus ja tehniline mahajäämus andsid eelkõige siin tunda. Põllumajanduslikku toorainet kasutava tööstuse kasv peab disproportsioonide ärahoidmiseks olema kooskõlas vabariigi kiirelt progresseeruva põllumajanduse arenguga. Seepärast on loomulik, et tootmise paigutamise planeerimise küsimused põimuvad tihedalt läbi vaadeldavate harude tootmisbaasi kontsentreerimise, tehnilise arendamise ja täiustamise probleemidega.

Tootmise arendamise ja paigutamise orgaaniline seos kajastub ka käesoleva kogumiku artiklites, mille materjalid kannavad enamikul juhtudel mitte illustratiivselt, vaid konkreetselt rakenduslikku iseloomu, sisaldades ühtlasi ettepanekuid juurutamiseks.

Nende tööde eesmärgiks, mis ei ole veel viidud juurutamise staadiumini, on ülesande lahendamise teede uurimine ning tööstusharu arendamise ja paigutamise esialgsete hüpoteeside analüüs. Selline on näiteks töö saagimistööstuse paigutamise ja kontsentreerimise kohta.

Metodoloogiliselt kujutavad kõik kogumikus esitatud paigutusülesanded endast ühtset uurimuste kompleksi, mis on teostatud suuremalt jaolt Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudis väljatöötatud meetodite alusel.

* Esimene sellelaadne uurimus piimatööstuse kohta, mis teostati koostöös Eesti NSV Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituudiga, avaldati eraldi brošüürina: И. Каганович, А. Мерессоо, Концентрация и размещение молочной промышленности Эстонской ССР, Таллин 1964.

Tööde ühtne metoodika tingis ka käesoleva kogumiku struktuuri. Esimeses peatükis on vaadeldud tootmise kontsentreerimise ja paigutamise majandusmatemaatiliste mudelite koostamise ja analüüsi küsimusi. Samas tutvustatakse ülesannete lahendamise meetodeid ja tulemusi.

Ülejäänud peatükkide eesmärgiks on tööstusharu tootmisbaasi arendamise ja paigutamise ülesannete põhjendamine, lähteandmete ja nende arvutamise meetodite iseloomustamine ning ülesande matemaatilise lahendamise tulemuste majanduslik analüüs. Teine peatükk on pühendatud leivatööstuse paigutamise ülesandele ühetapilises püstituses.* See ülesanne on metodoloogiliselt huvitav seepärast, et ta lahendati nii täpse kui ka ligikaudse meetodiga, kusjuures saadi optimaalne plaan ja suur hulk sellele lähedasi lahendeid. Ülesanne on püstitatud katkeva sihifunktsiooniga programmeerimisülesandena. Katkeva sihifunktsiooniga on ka kaheetapiline lihatööstuse paigutamise ning kontsentreerimise ülesanne, mis majanduslikust aspektist on esitatud kolmandas peatükis. Neljandas ja viiendas peatükis käsitletud lauatehaste kontsentreerimise ja puidujäätmete töötlemise ettevõtete spetsialiseerimise ja paigutamise probleemide uurimiseks on kasutatud diskreetset kaheetapilist mudelit, mis eeldab ettevõtte võimsuse mittejagatavust (võimsus võib omandada ainult teatavaid kindlaid suurusid).

Toorlinatööstuse arendamise ja paigutamise ülesandele Eesti NSV-s on pühendatud kuues — kogumiku viimane peatükk. Erinevalt teistest ülesannetest on see kolmeetapiline, siin on haaratud nii toorlina leotamise ja ropsimise kui ka ketramise-kudumise faasid.

Mitmeetapiliste süsteemide analüüs on eelastmeks tööstusharudevaheliste tootmise paigutamise ülesannete lahendamisele. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudis hakatakse järgnevalt uurima vabariigi kõigi metsa- ja puidutöötlemistööstuse harude kompleksse arendamise ja paigutamise probleeme. Seetõttu võib antiud kogumikus esitatud puitplaatide tehaste perspektiivse arendamise skeem edaspidi tulla korrigeerimisele, arvestades harudevahelisi sidemeid.

Paigutusülesanded lahendati Eesti NSV Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituudi Arvutuskeskuses elektronarvutil «Minsk-2» A. Pihlaka, M. Reigo ja teiste kaasabil ning Tartu Riikliku Ülikooli Arvutuskeskuses elektronarvutil «Ural-4». Leivatööstuse paigutamise ülesanne on lahendatud NSV Liidu Teaduste Akadeemia Arvutuskeskuses elektronarvutil БЭСМ-2 V. Tšerenini ja R. Hatšaturovi poolt ning käsitsi — ENSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudi majandusmatemaatika sektoris.

* Etapina vaadeldakse toodangu vedu skeemi järgi «tootja — tarbija». Transpordiskeem «varustaja — tootja — tarbija» on kaheetapiline jne.

Suurt abi töös osutasid autoritele Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudi töötajad sm-d V. Aasmäe, T. Falk, J. Kaubi, L. Laan, V. Lugus, E. Lääne, M. Reisner ja E. Tarm.

Toorlinatööstuse paigutust käsitleva artikli kaasautor M. Hein võttis osa enamiku käesolevas kogumikus esitatud ülesannete lahendamisest.

Kõigile nendele seltsimeestele avaldavad autorid sügavat tänu.

Toimetuse kolleegium.

TÖÖSTUSETTEVÖTETE PAIGUTAMISE ÜLESANNETE MATEMAATILINE PÜSTITAMINE JA ANALÜÜS

I. KAGANOVITS

Ühiskondliku tootmise territoriaalse paigutuse areng eeldab kapitaalmahutuste rajoonidevahelise ja rajoonisisese planeerimise teaduslikku põhjendamist koos tööstuse paigutust mõjustavate looduslik-geograafiliste, majanduslike ja sotsiaalsete tegurite arvestamisega. Ülalnimetatud tegurid, mida alles hiljuti hinnati vaid kvalitatiivselt, sotsialistliku ühiskonna tootlike jõudude paigutuse printsiipide seisukohalt, alluvad, seoses paigutusprotsesside olemuse ning neid juhtivate sotsiaalsete ja majanduslike seaduspärasuste tundmaõppimisega, üha enam kvantitatiivsetele mõõtmistele ja analüüsile.

Matemaatilise analüüsi klassikaliste meetoditega uuritavad tootmise kontsentreerimise mudelid võimaldavad teatud juhtudel keskmiste andmete alusel arvesse võtta tervet rida ettevõtte suurst mõjutavaid tegureid ja määrata küllaldase täpsusega antud tüüpi ettevõtte optimaalne tootmisvõimsus.

Ettevõtte keskmise optimaalse tootmisvõimsuse määramise ülesanne langeb ühte paigutusülesandega ainult sel juhul, kui tooraine varumise või toodangu tarbimise maht on enam-vähem ühtlaselt jaotatud kogu territooriumile ja ettevõtet on võrdse majandusliku efektiga võimalik rajada mistahes punkti. Seejuures peavad kõik territooriumi punktid olema transpordivahenditele võrdselt ligipääsetavad.

Reaalsetes tingimustes on ettevõtete võimalike asukohtade valik suuremal või vähemal määral piiratud, kusjuures erinevad asukohad pole majanduslikult samaväärsed. Neid tingimusi arvestavad matemaatilise planeerimise meetoditele ja elektronarvuti kasutamisele kohandatud majanduslikud mudelid.

Tööstuse paigutuse ja kontsentreerimise probleemide majandusmatemaatilise analüüsi käesolevat etappi tuleb hinnata kui alguspunkti selle teadusliku suuna arengus. Senini on ulatuslikult lahendatud vaid ühelaadse toodanguga ettevõtete kompleksi paigutamise staatilisi ülesandeid.

Paigutusülesande liigid

Üheliigilise toodanguga ettevõtete paigutamise ülesannet kirjeldavad üldjuhul seosed:

$$F = \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^r \delta_{js} x_{js} + \sum_{j=1}^n p_j(y_j) y_j \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$x_{js} \geq 0, \quad (j=1, 2, \dots, n; s=1, 2, \dots, r), \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{js} = c_s, \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^r x_{js} = y_j \leq b_j. \quad (4)$$

Siin:

- j — võimalik ettevõtte asukoht, $j=1, 2, \dots, n$;
- s — toodangu tarbija asukoht, $s=1, 2, \dots, r$;
- δ_{js} — toodangu transpordikulud punktist j tarbijale s ;
- b_j — punkti j paigutatava ettevõtte maksimaalne tootmisvõimsus;
- c_s — toodangu vajadus tarbija s juures;
- x_{js} — otsitav veose maht punktis j asuvast ettevõttest tarbijale s ;
- y_j — punkti j paigutatava ettevõtte otsitav (optimaalne) tootmisvõimsus;
- $p_j(y_j)$ — punkti j paigutatava ettevõtte tootmiskulud toodanguühiku kohta selle ettevõtte tootmisvõimsuse funktsioonina.*

Nagu enamikul juhtudel paigutusülesannetes, nii ka vaadeldud mudelis (1)–(4) on tundmatute väärtusi piiravad tingimused analoogilised lineaarse planeerimise transpordiülesande kitsendustega. Ülesanne (1)–(4) taandubki transpordiülesandeks sel erijuhul, kui tootmiskulud toodanguühiku kohta (p_j) on püsivad ega sõltu tootmismahust. Sihifunktsioon (1) osutub sel korral lineaarseks:

$$L = \sum_{j,s} (\delta_{js} + p_j) x_{js} \quad (5)$$

ja koos kitsendustega (2)–(4) moodustab lineaarse planeerimise lahtise transpordiülesande [1–5]. Just sel kujul esitatigi paigutusprobleem esmakordselt matemaatilise planeerimise ülesandena [1].

* Sihifunktsioonis võetakse arvesse taandatud kulud, s. o. jooksvad kulud koos kapitaalmahutuste komponendiga (vastavalt kapitaalmahutuste normatiivse efektiivsuse koefitsiendile).

Ettevõtete summaarse tootmisvõimsuse ja toodangu vajaduste vahelise bilansi puudumine ($\sum b_j > \sum c_s$) võimaldab valida etteantud punktide hulgast ettevõtete paigutamiseks sobivaimad ning jaotada tellimused optimaalselt nende vahel. Tootmiskulude sõltumatus tootmisvõimsusest ei võimalda aga arvestada tootmise kontsentreerimisest tulenevat efekti ning lineaarse ülesande lahend osutub täielikult määratuks transpordikulude ja paigutatavate ettevõtete erinevate tootmiskuludega.* Veelgi enam, lineaarsel transpordiülesandel on tendents antud tingimustes maksimaalsele tootmisvõimsuste killustamisele: muudel võrdsetel tingimustel on transpordikulud seda väiksemad, mida tihedam on tootjate võrk. Selleks et tootmise paigutamise ülesanne oleks ühtlasi ka tootmise kontsentreerimise ülesandeks, peab vastav matemaatiline mudel andma transpordiülesande mudeliga võrreldes suurema vabaduse paremini paiknevate ettevõtete ulatuslikumaks koormamiseks halvemate arvel. Viimast nõuet täidab mudel (1)–(4) muutuvate tootmiskulude $p_j(y_j)$ kasutamisel.

Üldjuhul toodangu maksumuse sõltuvus tootmismahust

$$\hat{f}_j(y_j) = p_j(y_j)y_j$$

kujutab endast kumerat funktsiooni. Toodanguühiku kohta võetud tootmiskulude ja tootmismahu sõltuvust kirjeldatakse sageli seega:

$$p_j(y_j) = \alpha_j + \frac{\beta_j}{y_j}, \text{ kui } y_j > 0, \quad (6)$$

mis graafiliselt on esitatav võrdhaarse hüperbooliga (α_j ja β_j on iga j korral konstandid). Sel juhul $\hat{f}_j(y_j)$ graafikuks on sirge. Enamiku käesolevas kogumikus vaadeldud ülesannete juures ongi tootmiskulude sõltuvus tootmismahust seda laadi. Arvestades eelöeldut avaldise (1) juures, saame katkeva sihifunktsiooniga paigutusülesande [6–8]:

$$\text{minimiseerida } F = \sum_{j,s} (\delta_{js} + \alpha_j) x_{js} + \sum_j \beta_j(y_j), \quad (7)$$

$$\text{kitsendustel } \beta_j(y_j) = \begin{cases} \beta_j, & y_j > 0 \\ 0, & y_j = 0 \end{cases} \quad (8)$$

ja (2)–(4).

* Kulused $\delta_{js} + p_j$, mis iseloomustavad iga punkti temasse ettevõtte rajamise efektiivsuse seisukohalt, nimetame paigutuskuludeks või proportsionaalseteks kuludeks.

Viimastel aastatel on katkeva sihifunktsiooniga planeerimis-ülesanded kujunenud kõige levinumateks ettevõtete paigutamise probleemi matemaatilisel uurimisel [9—17]. Tuleb siiski märkida, et seda laadi ülesannete kasutamine pole ei varem ega ka praegu kaugeltki piirdunud ainult paigutusülesannetega [15, 18—25].

Kui avaldises (7) suurused $\beta_j(y_j)$ (majandusliku interpretatsiooni järgi tingpüsivad kulud) on ühesugused kõigis punktides j , siis on paigutuskulud $\delta_{js} + \alpha_j$ ja tootmisvõimsusest sõltuvad kulud $\beta(y_j)$ sihifunktsioonis selgelt eraldatavad. Võttes $\delta_{js} + \alpha_j = \alpha_{js}$ ja $\beta(y_j) = \beta$ ($y_j > 0$ korral) ning ühtlasi tähistades nende punktide arvu, kus $y_j > 0$, tähega d , saame ülesande:

minimiseerida

$$F = \sum_{j,s} \alpha_{js} x_{js} + \beta d, \quad (9)$$

kitsendustel

$$x_{js} \geq 0, \quad (j=1,2,\dots,n; s=1,2,\dots,r), \quad (10)$$

$$\sum_j x_{js} = c_s, \quad (11)$$

$$\sum_s x_{js} = y_j \leq b_j, \quad (12)$$

$$d = \sum_j \text{sign}(y_j).^* \quad (13)$$

Ülesande (9)—(13) iseärasuseks eelmistega võrreldes on tingpüsivate kulude summa βd konstantsus ettevõtete antud arvu korral, s. t. ta ei sõltu tootmisprogrammi jaotamisest ettevõtete vahel ning iga ettevõtte koormatuse astmest. Esimese seda laadi ülesandena püstitati piimatööstusettevõtete paigutamise ülesanne Eestis (Saaremaal) [7].

Analoogiline on ka leivatööstuse paigutamise ülesanne, mida käsitletakse käesoleva kogumiku teises peatükis. Seal on piiratud vaid nõudmised pagaritoodetele, kuid üksikute ettevõtete tootmisvõimsused, seoses tehnilise baasi iseärasustega, on jäetud piiramata.

Lineaarses ülesandes (s. t. $\beta=0$ korral) tootmisvõimsuse y_j tõkestamatus tähendab võimalust kinnistada iga tarbija lähima tootja juurde, millega realiseeritakse ühtlasi sihifunktsiooni miinimum. Vaadeldaval juhul on ülesanne mitmevariandiline, kui võrd ettevõtete n võimaliku asukoha korral saab moodustada 2^n

* Funktsioon $\text{sign}(y_j)$ defineeritakse võrdustega

$$\text{sign}(y_j) = \begin{cases} 1, & \text{kui } y_j > 0 \\ 0, & \text{kui } y_j = 0 \\ -1, & \text{kui } y_j < 0. \end{cases}$$

ülesande tingimusi rahuldavat ettevõtete paigutust. Edaspidi käsitletava ülesande sisuks on neist parima valik.

Käesolevas kogumikus vaadeldavate tootmisharude enamikus on ettevõtete tootmisvõimsused kas ülalt tõkestatud või diskreet-selt fikseeritud vastavalt tüüpprojektidele. Viimasel juhul tingi-mus (12) saab kuju:

$$\sum_s x_{js} = y_j; y_j \in \{0, b_j\} \quad (14)$$

(siin j pole mitte üksnes võimalik ettevõtte asukoht, vaid ka ette-võtte tüüp).

Diskreet-selt etteantud tootmisvõimsuste korral osutub otstar-bekaks, eriti kui püsivad kulud β_j erinevais punktides j või erinevat tüüpi ettevõtete jaoks on erinevad, vaadelda katkeva sihifunktsioo-niga ülesande asemel lineaarse sihifunktsiooniga ülesannet. Line-aarsed täisarvulise planeerimise ülesanded osutuvad universaal-seiks selles mõttes, et neis võib arvesse võtta kulude mistahes sõl-tuvust tootmisvõimsusest.

Tingimusel, et $y_j \in \{0, b_j\}$ ja

$$\frac{f_j(y_j)}{b_j} = p_j,$$

võime ülesande sõnastada kujul [26]:

minimiseerida

$$F = \sum_{j,s} (\delta_{js} + p_j) x_{js}, \quad (15)$$

tingimustel

$$x_{js} \geq 0, \quad (j=1, 2, \dots, n; \quad s=1, 2, \dots, r), \quad (16)$$

$$\sum_j x_{js} = c_s, \quad (17)$$

$$\sum_s x_{js} \in \{0, b_j\}. \quad (18)$$

Sellist tüüpi mudelit kasutati puidujäätmete ümbertöötamise ettevõtete spetsialiseerimise ja paigutamise ning saagimistööstuse paigutamise ülesannete lahendamisel.

Seni vaadeldud ülesanded kuuluvad üheetapiliste hulka: ette-võtete paigutus määratakse neis sõltuvalt ainult kas tarbijate või toorainebaaside paigutusest. Üheetapilisena on otstarbekohane

käsitleda niisuguste ettevõtete paigutamise ülesannet, millised kas:

a) on väikese tooraine tarbimisega (kulud tooraine ja materjalide transpordile on tühised) või

b) annavad tooraine tarbimisega võrreldes väikesemahulist toodangut (toodangu transpordikulud on tühised) või

c) omavad eelnevalt kindlaksmääratud ainuvõimalikke sidemeid kindla varustajaga (tarbijaga) koos samaaegse valikuga sidemete osas tarbijatega (varustajatega).

Mitmeetapilistes ülesannetes määratakse ettevõtete paigutus sõltuvana nii varustajate kui ka tarbijate paigutusest. Ettevõtteid vaadeldakse sel korral ühelt poolt tooraine tarbijatena ning teisest küljest tarbijate varustajatena toodanguga, kusjuures eeldatakse toodangu mahu võrdelisust tarbitava tooraine kogusega. Mitmeetapilistes ülesannetes võib samaaegselt vaadelda ka mitut tüüpi ettevõtete paigutamist, näiteks (vt. VI ptk.) toorlinavabrikud, linaketramis- ja linakudumisvabrikud.

Enamik paigutusülesandeid on oma olemuselt mitmeetapilised.

Kaheetapiliste paigutusülesannete tüüpilisteks näideteks on saagimistehaste (IV ptk.) ja lihakombinaatide (III ptk.) paigutamise ülesanded. Esitame siin lihakombinaatide paigutamise ülesande, milles 14 võimaliku punkti hulgast valiti ettevõtete paigutamiseks optimaalsed. Vaatluse all oli 50 toorainega (elusloomad) varustajat (agregeeritud põllumajandusettevõtted) ja 33 toodangu tarbijat (sealhulgas väljavedu).

Vaatleme selle ülesande matemaatilist esitust. Olgu antud:

$i=1,2,\dots,m$ — elusloomade vastuvõtupunkt;

$j=1,2,\dots,n$ — lihakombinaadi võimalik asukoht;

$s=1,2,\dots,r$ — lihakombinaadi toodangu tarbija;

a_i — elusloomade ööpäevane kokkuost vastuvõtupunktis i maksimaalse varumise perioodil; *

b_j — punkti j rajatava ettevõtte tüüpvõimsus;

c_s — tarbija s ööpäevane lihasaaduste vajadus;

δ_{ij} — elusloomade veokulud punktist i punkti j ;

α_j — tootmise mahuga proportsionaalsed töötlemiskulud ühiku kohta punktis j .

β_j — tootmise mahust sõltumatud ööpäevased töötlemiskulud (tingpüsivad kulud) punktis j ;

δ_{js} — toodangu transpordikulud punktist j tarbijale s .

* Tooraine, toodangu ja veoste mahud arvutatakse ümber loomade eluskaaluks.

Tuleb määrata:

x_{ij} — ööpäevane punktist i punkti j transporditav tooraine kogus;

x_{js} — ööpäevane punktist j tarbijale s veetav toodangu hulk;

y_j — punktis j realiseeritav ettevõtte tootmisvõimsus.

Sõltuvalt tooraine hulgast ja tootmismahust avaldub transpordi- ja tootmiskulude kogusumma kujul

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \delta_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^r \delta_{js} x_{js} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} + \beta d. \quad (19)$$

Tähistades

$$\delta_{ij} + a_{ij} = \alpha_{ij},$$

saame

$$F = \sum_{i,j} \alpha_{ij} x_{ij} + \sum_{j,s} \delta_{js} x_{js} + \beta d. \quad (20)$$

Ülesandeks on seega leida sellised x_{ij} ja x_{js} väärtused, mis minimeeriksid sihifunktsiooni (20) tingimustel

$$x_{ij}, x_{js} \geq 0; \quad (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n; s=1,2,\dots,r), \quad (21)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad (22)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{js} = c_s, \quad (23)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = \sum_{s=1}^r x_{js} = y_j \in \{0, b_j\}, \quad (24)$$

$$d = \sum_j \text{sign}(y_j). \quad (25)$$

Selle ülesande taandamiseks transpordiülesandele kasutame fiktiivse diagonaali meetodit [28, 29].

Fiktiivse diagonaali kaudu seotakse ühte maatriksisse selle kahe blokina tooraine ja toodangu jaotamise ülesannete maatriksid (joon. 1).

t — tarbija number, $t=1,2,\dots,n, n+1,\dots,n+r$, kui $t=j$, on tegemist tooraine tarbijaga (lihakombinaadiga punktis j), kui aga $t=n+s$, siis toodangu tarbijaga s .

Nendes tähistustes

$$\begin{aligned} \alpha_{kt} &= \alpha_{ij} \geq 0 \quad k=i, j=t \text{ korral;} \\ \alpha_{kt} &= 0, \text{ kui } k=m+t, \\ \alpha_{kt} &= M^*, \text{ kui } k-m \neq t, k>m, t \leq n \text{ või} \\ &\quad \text{kui } k \leq m, t>n \text{ ja} \\ \alpha_{kt} &= \delta_{js} \geq 0, \text{ kui } k=m+j \text{ ja } t=n+s \end{aligned}$$

ning ülesanne on esitatav kujul

$$F = \sum_{k=1}^{m+n} \sum_{t=1}^{n+r} \alpha_{kt} x_{kt} + \beta d \rightarrow \min, \quad (26)$$

$$y_t = \sum_{k=1}^m x_{kt}, \quad (27)$$

$$\sum_{k=1}^{m+n} x_{kt} = \begin{cases} b_t, & t=1,2,\dots,n \\ c_t, & t=n+1,\dots,n+r, \end{cases} \quad (28)$$

$$\sum_{t=1}^{n+r} x_{kt} = \begin{cases} a_k, & k=1,2,\dots,m \\ b_k, & k=m+1,\dots,m+n, \end{cases} \quad (29)$$

$$x_{kt} \in \{0, b_k\}, \quad t=k-m, \quad (30)$$

$$d = \sum_{t=1}^n \text{sign}(y_t). \quad (31)$$

Tingimus (30) väljendab nõuet, et abitudmatu fiktiivsel diagonaalil oleks kas võrdne nulliga — kui antud punkt on ettevõtte paigutamiseks efektiivne, või vastupidisel juhul, ettevõtte tüüp-võimsusega.

Mitmeetapiliste ülesannetena saab formuleerida ka tootmise paigutamise ja spetsialiseerimise ülesandeid, s. o. erinevate tootmisprofiilide ja toodanguga ettevõtete paigutamise ja nende optimaalsete tootmisvõimsuste leidmise ülesandeid. Selline ülesanne kerkis üles seoses puidujäätmete ümbertöötamise planeerimisega vabariigis (V ptk.).

Tooraine puitplaatide ja söödapärmi tootmiseks on kontsentreeritud 24 punkti vabariigis, kusjuures enamikus neist esineb mitu tooraine liiki: metsatööstuse jäätmed, puidutööstuse tükkjäätmed, saepuru ja laastud ning ümarpuit. Peale saepuru on kõik tooraine liigid sobivad nii puitplaatide kui ka söödapärmi tootmiseks.

* M — keelutariif, väga suur arv, võrreldes suurusatega α_{ij} ja δ_{js} .

Sulfaattselluloosi tootmiseks võib kasutada ainult puidutööstuse jäätmeid. Ühtlasi kehtib kitsendus, et esmajärjekorras tuleb ära kasutada puidujäätmed, ümarpuitu võib kasutada vaid defitsiidi katmiseks.

Saepuru on võimalik kasutada vaid söödapärmi tootmisel, mistõttu osutus võimalikuks söödapärmi tootmise ülesannet vaadelda kogu kompleksist lahus.

Jättes saepuru vaatluse alt välja, nimetame mistahes tooraine liigi, s. o. metsatööstuse jäätmete, puidutööstuse tükkjäätmete ja laastude ning ümarpuidu varumispunkte «varustajateks». Sel kombel võib üks ja sama geograafiline punkt esineda ülesandes korduvalt, üldises numeratsioonis erinevate numbrite all kui eri liiki toorainetega «varustaja». Selliste varustajate üldarv ülesandes oli 53.

Puitlaast- ja puitkiudplaatide tootmise ettevõtete paigutamiseks vaadeldi sobivatena ühtteist punkti, neist 7 loeti sobivateks mõlemat liiki ettevõtete, nelja aga ainult üksi puitlaastplaatide tootmise ettevõtete paigutamiseks. Peale puitplaatide tootmise on puidujäätmete tarbijaks Kehra Tselluloosi- ja Paberikombinaat. Eespool toodu põhjal formuleerime ülesande matemaatiliselt:

On antud:

$i = 1, 2, \dots, m$ — toorainega varustajad;

$j = 1, 2, \dots, n$ — ettevõtte võimalik asukoht;

$s = 1, 2, \dots, r$ — toodangu tarbija;

a_i — tooraineressursid varustaja i juures;

$b_j^{(1)}$ — puitlaastplaatide tehase j tüüpvõimsus toorainele ümberarvutatuna;

$b_j^{(2)}$ — sama puitkiudplaatide tehasel;

c_s — toodanguvajadus tarbijal s ;

α_{ij} — tooraineühiku transpordikulud varuja i juurest ettevõttesse j *;

$\alpha_j^{(1)}$ — taandatud kulud tooraineühikule puitlaastplaatide tootmisel tüüpvõimsusega ettevõttes j ;

$\alpha_j^{(2)}$ — sama puitkiudplaatide tootmisel;

δ_{js} — puitplaatide veokulud tootjalt j tarbijale s .

Lepime kokku tähistustes

$$\alpha_{js}^{(1)} = \delta_{js} + \alpha_j^{(1)} \quad \text{ja}$$

$$\alpha_{js}^{(2)} = \delta_{js} + \alpha_j^{(2)}.$$

* Puidujäätmete täieliku ärakasutamise eesmärgil on ümarpuidu transpordikulud võetud fikseeritud konstandi võrra kõrgemateks jäätmete veokuludest, mõeldes selle all konstanti ümarpuidu ja jäätmete hindade vahena.

Tuleb määrata:

x_{ij} — varustajalt i tehasele j veetav tooraine kogus;

$x_{js}^{(1)}$ — tehast j tarbijale s antav laastplaatide kogus;

$x_{js}^{(2)}$ — sama kiudplaatide osas;

$y_j^{(1)}, y_j^{(2)}$ — puitlaastplaatide (1) ja puitkiudplaatide (2) tehaste rakendatav tootmisvõimsus punktis j .

Nendes tähistustes tooraine, tootmisvõimsuste ja lõpptoodangu bilansi tingimused avalduvad seostena:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad (i=1, 2, \dots, m), \quad (32)$$

$$\sum_{j=1}^n (x_{js}^{(1)} + x_{js}^{(2)}) = c_s, \quad (s=1, 2, \dots, r), \quad * \quad (33)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = y_j^{(1)} + y_j^{(2)}, \quad (j=1, 2, \dots, n), \quad (34)$$

$$\sum_s x_{js}^{(1)} = y_j^{(1)} \in \{0, b_j^{(1)}\}, \quad (35)$$

$$\sum_s x_{js}^{(2)} = y_j^{(2)} \in \{0, b_j^{(2)}\}, \quad (36)$$

$$x_{ij}, x_{js}^{(1)}, x_{js}^{(2)} \geq 0. \quad (37)$$

Tingimustel (32)–(37) tuleb leida x_{ij} , $x_{js}^{(1)}$ ja $x_{js}^{(2)}$ sellised väärtused, mis minimiseerivad tooraine ja toodangu transpordi- ning tootmiskulude summa — lineaarse sihifunktsiooni

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^r (\alpha_{js}^{(1)} x_{js}^{(1)} + \alpha_{js}^{(2)} x_{js}^{(2)}). \quad (38)$$

Ülesandes (32)–(38) on tingimuste (34), (35) ja (36) kaudu seotud kolm transpordiülesannet (tooraine ja kaht liiki toodangu transport), kusjuures tingimused (35) ja (36) väljendavad ühtlasi tootmisvõimsuste mittejagatavust (väärtuste diskreetset iseloomu). Paigutatavad ettevõtted on samaaegselt tooraine tarbijateks ja toodanguga varustajateks; väljastatava toodangu maht, toorainena arvestatult, peab võrduma tarbitava tooraine kogusega.

* Võrdus on kehtiv, sest kui tarbija s vajab puitlaastplaate, siis vastavad $x_{js}^{(2)} = 0$, kui puitkiudplaate, siis $x_{js}^{(1)} = 0$.

Ülesandes on üldiseks paigutusvariantide arvuks 19. * Kuivõrd ümarpuidu ressursid ületavad tema tarbimise toorainena, on ressursside ja vajaduste bilansiks vajalik fiktiivne, 20. tooraine tarbija.

Tooraine vajadused määratakse etteantud lõpptoodangu vajadustega. Puitlaastplaatide tarbimine on jaotatud 15, puitkiudplaatide tarbimine 14 teise etapi tarbija vahel, kokku on seega 29 teise etapi tarbijat.

Vaadeldava ülesande iseärasuseks on ühe ja sama tooraine kasutamine kaht liiki toodangu valmistamiseks. Kompaktseimaks osutub seda laadi ülesannete esitamine kahe fiktiivse diagonaaliga kaheetapilise transpordiülesandena.

Võtame kasutusele uued tähistused

$k=1,2,\dots,m+n+l$ — varustaja number, sealhulgas

$k=i$ korral on selleks toorainega varustaja,

$k=m+j$ korral laastplaatide tootja j ja

$k=m+n+j$ — kiudplaatide tootja j ;

$t=1,2,\dots,n+r$ — tarbija number, sealhulgas

$t=j$ — tooraine tarbijad,

$t=n+s$ — toodangu tarbijad, kaasa arvatud Kehra kombinaat

($t=n+r-1$) ja tooraine fiktiivne tarbija ($t=n+r$).

Fiktiivsetel diagonaalidel ($k-m=t$ ja $k-m-n=t$ korral) võetakse vastavate α_{kt} väärtuseks null (vt. joonis 2). Ülesandeks saame nüüd minimiseerida

$$F = \sum_{k=1}^{m+n+l} \sum_{t=1}^{n+r} \alpha_{kt} x_{kt}, \quad (39)$$

tingimustel

$$x_{kt} \geq 0, \quad (k=1,2,\dots,m+n+l; \quad t=1,2,\dots,n+r), \quad (40)$$

$$\sum_{k=1}^{m+n+l} x_{kt} = \begin{cases} b_t^{(1)} + b_t^{(2)}, & (t=1,2,\dots,n) \\ c_t, & (t=n+1,\dots,n+r), \end{cases} \quad (41)$$

$$\sum_{t=1}^{n+r} x_{kt} = \begin{cases} a_k, & (k=1,2,\dots,m) \\ b_k^{(1)}, & (k=m+1,\dots,m+n) \\ b_k^{(2)}, & (k=m+n+1,\dots,m+n+l), \end{cases} \quad (42)$$

$$x_{kt} = \begin{cases} 0 \\ b_k^{(1)}, & (k=m+1,\dots,m+n; \quad k-m=t) \\ b_k^{(2)}, & (k=m+n+1,\dots,m+n+l; \quad k-m-n=t). \end{cases} \quad (43)$$

* Mitme tüüpvõimsuse samaaegsel vaatlemisel ühes punktis ülesande dimensioonid vastavalt kasvavad.

Lahendamise täpsed ja ligikaudsed meetodid

Tootmise erikulude mittelineaarse sõltuvuse tõttu tootmise mahust ei mahu eespool vaadeldud tootmise kontsentreerimise ja paigutuse ülesanded lineaarse planeerimise meetodite rakendus-
alasse. Neis ülesandeks mittelineaarsus võetakse arvesse kas katkeva sihifunktsiooni või ettevõtete tootmisvõimsuste diskreetse valiku etteandmisega. Raskused tekivad seoses sellega, et taolised ülesanded võivad omada rea lokaalseid optimeerimise erinevatel sihifunktsiooni väärtustel. Kumera, sealhulgas ka lineaarse planeerimise ülesandeks mistahes lokaalne optimum on ühtlasi ka globaalne. Vastavad lahendusmeetodid on seetõttu suunatud lokaalse optimeerimise määramisele ja võimaldavad piirduda suhteliselt väikese arvu lubatavate lahendite uurimisega. Rakendatuna paigutusülesandele, annavad lineaarse planeerimise meetodid samuti lokaalse optimeerimise — ka katkeva sihifunktsiooniga planeerimisülesande ekstreemumid saavutatakse kitsendustega määratud lubatavate lahendite piirkonna tippudes. Samal ajal aga sihifunktsiooni väiksema väärtusega naabertippude puudumine ei ole enam plaani optimaalsuse tunnuseks (kogu lubatavate lahendite piirkonna ulatuses), ta ei garanteeri, et on leitud globaalne optimum.

Katkeva sihifunktsiooniga (ja ka täisarvuliste) paigutusülesannete lahendamine valiku meetodil (метод перебора) seisneb kõikvõimalike paigutusvariantide, s. o. n võimaliku asukoha korral 2^n variandi läbivaatamises (vastava arvu lineaarplaneerimise ülesannete lahendamises) ja sihifunktsiooni vähima väärtusega variandi eraldamises. Praktiliselt osutub analüüsimist vajavate variantide arv märksa väiksemaks, kuna suur hulk neist on juba aprioriselt ebareaalsed või mitteefektiivsed. Pealegi võib etteantud tootmisvõimsuste korral ära näidata optimaalses plaanis sisalduvate ettevõtete arvu või vähemalt määrata selle jaoks küllalt kitsad piirid. Kuid ka nimetatud tingimustel jääb analüüsimist vajavate variantide arv ülesande vähegi ulatuslikumate mõõtmete korral liiga suureks, mistõttu isegi kaasaegse arvutustehnika rakendamisel pole ülesannet võimalik sellel meetodil lahendada. Seepärast on valiku meetod rakendatav vaid väga väikese paigutusvariantide arvuga ülesannete korral.

Järjestikuste arvutuste meetod

Vaadeldud tüüpi kombinatoorsete ülesannete optimaalse plaani suunatud otsinguteks ja läbiarvutatavate variantide vähendamiseks soovitas V. P. Tšerenin (NSV Liidu TA Arvutuskeskusest) järjestikuste arvutuste meetodit (метод последовательных расчетов). Seda kasutati esmakordselt rongide formeerimise ülesande lahendamiseks [30—32], hiljem aga optimaalse planeerimise üles-

annete laia klassi [6, 14], sealhulgas ka katkeva sihifunktsiooniga transporditüüpi kitsendustega ülesannete

$$F = \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} \alpha_{js} x_{js} + \sum_{j \in J} \beta_j(y_j), \quad (44)$$

$$\beta_j(y_j) = \begin{cases} \beta_j, & y_j = \sum_s x_{js} > 0 \\ 0, & y_j = 0 \end{cases}$$

juures.

Selle ülesande lahendamine järjestikuste arvutuste meetodil taandub rea lineaarse planeerimise ülesannete lahendamisele mõningate ettevõtete paigutuse kombinatsioonide korral.

Olgu J ettevõtete paigutuspunktide indekse (numbrite) hulk $J = \{1, 2, \dots, n\}$ ja $\omega \subset J$ mingi selle hulga alamhulk. Minimaalse sihifunktsiooni väärtuse alamhulgaga ω määratud paigutuse korral tähistame $P(\omega)$.

Vaatleme kaht suvalist hulka $\omega' \subset J$ ja $\omega'' \subset J$. Olgu $\sigma = \omega' \cup \omega''$ ja $\varepsilon = \omega' \cap \omega''$. Kui näiteks $\omega' = \{1, 2, 3\}$ ja $\omega'' = \{2, 3, 4\}$, siis $\sigma = \{1, 2, 3, 4\}$ ja $\varepsilon = \{2, 3\}$.

Järjestikuste arvutuste meetodi rakendatavuse tingimus väljendub võrratusega

$$P(\omega') - P(\varepsilon) \leq P(\sigma) - P(\omega''). \quad (45)$$

Olgu γ selline alamhulk $\gamma \subset J$, mille korral leiab aset globaalne miinimum. Siis iga $\omega \subset J$ korral $P(\gamma) \leq P(\omega)$. Olgu $\gamma = \sigma$. Kuivõrd nüüd $P(\gamma) \leq P(\omega'')$, ka $P(\omega') \leq P(\varepsilon)$.

Meetodi aluseks on teoreem, mille kohaselt mistahes alamhulkade ω jadas, mis sisaldab ka γ , tingimust (45) rahuldav funktsioon $P(\omega)$ kahaneb monotoonselt enne ja kasvab monotoonselt pärast γ saavutamist [6].

Teoreemist järeldub, et kui $\varepsilon \subset \omega' \subset J$ korral $P(\omega') \geq P(\varepsilon)$, võibvaatluse alt välja jätta kõik hulgad $\omega \supset \omega'$ kui funktsiooni $P(\omega)$ kindlasti mitte minimiseerivad. Selliste alamhulkade arv on $2^{n-|\omega'|}$ (kus $|\omega'|$ on hulga ω' elementide arv). Samuti langevad vaatluse alt välja $2^{|\varepsilon|}$ alamhulka $\omega \subset \varepsilon$, kui vaid $P(\varepsilon) > P(\omega')$.

Ülesande lahendamist järjestikuste arvutuste meetodil võib alustada, valides $|\omega| = 1$ või siis $\omega = J$. Esimesel juhul vaadeldakse kõiki alamhulki $\omega_1 \subset \{\omega : |\omega| = 1\}$, seejärel moodustatakse alamhulgad $\omega_2 \subset \{\omega : |\omega| = 2\}$ ja peetakse mees ainult need, mille korral $P(\omega_2) \leq P(\omega_1)$. Nendest lähtudes moodustatakse hulgad $\omega_3 \subset \{\omega : |\omega| = 3\}$, millest edasises võetakse aluseks ainult need, mis annavad $P(\omega_3) \leq P(\omega_2)$ jne. Seega igal sammul vaadeldakse ainult neid kombinatsioone, mis ei sisalda ühtegi alamhulka peale eelmisel sammul väljavalitute. Nii näiteks alamhulka $\{1, 2, 3, 4\}$ vaadeldakse vaid siis, kui

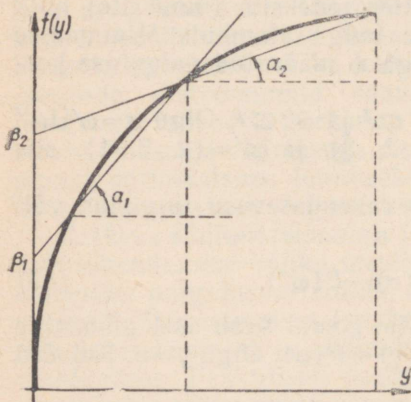
$$P(1, 2, 3) \leq P(1, 2), P(1, 3), P(2, 3);$$

$$P(1, 2, 4) \leq P(1, 2), P(1, 4), P(2, 4);$$

$$P(1, 3, 4) \leq P(1, 3), P(1, 4), P(3, 4);$$

$$P(2, 3, 4) \leq P(2, 3), P(2, 4), P(3, 4).$$

Järjestikuste arvutuste meetod võimaldab 2^n lineaarse planeerimise ülesande asemel piirduda $n^3 \sim n^4$ ülesande lahendamisega. Minimaalsele väärtusele $P(\omega)$ vastav variant on optimaalne. Meetodi suureks eeliseks on asjaolu, et koos optimaalselga saab leida ka kõik plaanid, mille sihifunktsioonid on optimaalsest etteantud piirides halvemad. See on eriti tähtis algandmete väikese täpsuse



Joonis 3. Kumera funktsiooni $f(y)$ asendamine kahe sirgega.

ja kvalitatiivselt mittehinnatavate paigutusfaktorite arvesse võtmise vajalikkuse korral.

Meetod on rakendatav kontsentreerimis- ja paigutusülesannete lahendamiseks ka sel juhul, kui tootmiskulude sõltuvus tootmismahust $f_i(y_i)$ on kumer funktsioon [14]. Selleks asendatakse funktsioon $f_i(y_i)$ kahe või enama sirglõiguga, sõltuvalt tema konkreetsest kujust (joon. 3). Nimetatud võte on sama-väärne ühe paigutusvariandi asendamisega mitme erinevate tingpüsivate kuludega variandiga, s. t. mittelineaarne sihifunktsioon asendatakse katkevaga. Käesolevas kogumikus on järjestikuste arvutuste meetodil lahendatud leivatehaste paigu-

tamise ülesanne. Ülesande lahendas V. R. Hatšaturov NSV Liidu TA Arvutuskeskuses elektronarvutil БЭСМ-2. Leiti optimaalne plaan ja 55 plaanivarianti, mille korral kulud ületasid optimaalseid vähem kui 4% võrra, sealhulgas 17 varianti erinevusega alla 2%.

Variantide järjestikuse analüüsi ideedel põhinevad veel teisedki paigutusülesannete lahendamise meetodid [33–36], millel on Tšerenini meetodiga rida ühiseid jooni. Soovitatakse kasutada täisarvulise planeerimise meetodeid, sest, nagu me nägime, väga paljudel juhtudel on paigutusülesanded esitatavad täisarvuliste või osaliselt täisarvuliste planeerimisülesannetena [26, 27, 37, 38]. Siiski ei too autorid ära ühtegi näidet täisarvulise planeerimise meetoditega lahendatud ülesande kohta.

Matemaatiliselt range meetod, mis tagab globaalse miinimumi leidmise ja ei nõua selleks kõigi 2^n lineaarse planeerimise ülesande lahendamist, on siiski seotud arvutustööde küllaltki suure mahuga ($n^3 \sim n^4$ lineaarse ülesande lahendamine). Kui ettevõtete tootmisvõimsused on ülalt tõkestatud, kujutab iga selline ülesanne endast lineaarse planeerimise transpordiülesannet. On ilmne, et kui ülesandes vaadeldavate paigutusvariantide arv kasvab, siis õige varsti vajalike arvutusoperatsioonide maht ületab kõik reaalsed võimalused (saja punkti korral kuni miljon transpordiülesannet). Viimase asjaoluga ongi seletatav ligikaudsete meetodite ulatuslik levik paigutusülesannete lahendamisel. Nende ülesannete ligikaudselgi lahendamisel on oluline praktiline tähtsus, kuna see võimaldab kokku hoida suuri kapitaalmahutuste summasid ulatuslike ja fondimahukate ehitusplaanide elluviimisel.

Lisaks ülaltoodule tuleb ligikaudse lahendi ja rangelt optimaalse lahendi leidmiseks tehtavate jõupingutuste hindamisel arvesse võtta esialgsete majanduslike näitajate täpsust. Sageli matemaatiline täpsus osutub vaid puhtformaalseks fiktsiooniks.

Rida ligikaudseid meetodeid taanduvad kumerate funktsioonide $f_j(y_j)$ aproksimeerimisele murd-lineaarsetega ja sel teel saadud lineaarse planeerimise ülesannete lahendamisele — lokaalse language meetodi (метод локального спуска) erijuhud [2—4, 8, 39]. Siia kuulub ka Balinski meetod ja selle modifikatsioonid [20, 23], mida kasutatakse transporditüüpi ülesannete jaoks sihifunktsiooni

$$F = \sum_{j,s} \alpha_{js} x_{js} + \sum_{j,s} \beta_{js} (x_{js}), \quad (46)$$

$$\beta_{js}(x_{js}) = \begin{cases} \beta_{js}, & x_{js} > 0 \\ 0, & x_{js} = 0 \end{cases} \quad (47)$$

korral.

Täisarvulisi paigutusülesandeid on lahendatud deltameetodil [5, 26].

Ligikaudsete meetodite teine rühm lähtub paljude paigutusülesannete kombinatoorikalisest iseloomust ja kasutab seda mitmel viisil [7, 10, 40—43]. Sellesse rühma kuulub välistusmeetod (метод отсева), mida Eesti NSV TA Majanduse Instituut 1962. a. soovitas seoses vabariigi piimatööstuse kontsentreerimise ja paigutamise plaani väljatöötamisega [7]. Käesolevas kogumikus esitatud töodes on nimetatud meetodit täiustatud ning korduvalt kasutatud.

Välistusmeetod

Lahendusprotsess välistusmeetodil jaguneb reaks iteratsioonideks, millest igauhes:

- a) leitakse antud arvu paigutuspunktide korral nende koormamise plaan;

b) saadud plaanist lähtudes vähendatakse paigutuspunktide arvu ühe võrra.

Välistusmeetodit kasutatakse katkeva sihifunktsiooniga ja täisarvuliste või diskreetsete tundmatute väärtustega paigutusülesannete lahendamiseks, kui võimalike punktide arv ettevõtete paigutamiseks on oluliselt suurem vajalikust ettevõtete arvust.

Kirjeldame lahenduskäiku välistusmeetodil sihifunktsiooni (9) korral, s. o. suuruste β (tingpüsivate kulude) võrdsuse korral kõigis paigutuspunktides.

Kulude maatriks täidetakse suurustega a_{js} (paigutuskulud). Esimeses iteratsioonis on vaatluse all kõik paigutuspunktid, s. t. vaadeldakse ettevõtete paigutus maksimaalse tihedusega ja lahendatakse vastav lineaarse planeerimise transpordiülesanne kulu- tuste miinimumile (võimsuste piiramiste puudumisel üheetapilistes ülesannetes asi taandub varustajate või tarbijate kinnistamisele lähima ettevõtte juurde ja sihifunktsiooni väärtuse arvutamisele). Selles plaanis on keskmine ettevõtte tootmisvõimsus ja tooraine ning toodangu transpordikulud antud tingimustes minimaalsed, tootmiskulud aga maksimaalsed.

Edasine lähenemine sihifunktsiooni miinimumile peab toimuma suuruse βd vähendamise teel, s. t. mõningate punktide ettevõtete võrgust väljalülitamise teel. See aga kutsub samal ajal esile transpordikulude kasvu, kuna suurenevad veokaugused. Tuleb leida selline punkt, mille võrgust väljajätmine suurendab veoste mahtu ülejäänud ettevõttesse minimaalselt. Et seda teha, pole ilmtingimata vaja võrrelda sihifunktsiooni väärtusi kõigi kombinatsioonide korral n punktist $n-1$ kaupa. Enam-vähem ühtlase varustajate (tarbijate) territoriaalse paigutuse korral on punkti j punktidest s eemaldatuse küllalt kindlaks näitajaks esimese iteratsiooni tulemusena leitud suurus y_j . Ebasoodsalt asuvate punktide j jaoks on y_j reeglina suhteliselt väike. Väikeste tootmisvõimsustega ettevõtete plaanist väljalülitamine tingib minimaalsete koguste veo suurematele kaugustele, samal ajal kui suure tootmisvõimsusega ettevõtte väljajätmisel tuleks kogu selle ettevõtte tooraine ja toodang (ümberjaotamise tõttu) vedada suurematele kaugustele kui esialgselt.

Nendel kaalutlustel on teise sammu eesmärgiks vähimate y_j väärtustega punktide j hulgast mainitud mõttes parima valiku tegemine. Selleks lahendatavate transpordiülesannete arv selgub katseliselt. Tavaliselt jääb võrgust välja minimaalselt koormatud punkt. Edasi, lahendanud ülesande $n-1$ punktiga võrgu jaoks, leiame uued y_j väärtused ning analoogiliselt eelnevale määrame $n-2$, $n-3$ jne. punktist koosnevad alamhulgad seni, kuni plaani jääb antud tingimustes minimaalne tootmisettevõtete arv.

Sihifunktsiooni lineaarse osa väärtus kasvab iga iteratsiooniga. Samal ajal iga välistusoperatsioon vähendab tingpüsivate kulude summat βd ühe ja sama suuruse β võrra. Tavaliselt muutuvate

kulude juurdekasv alguses osutub alati väiksemaks kui β ning pärast teatavat iteratsioonide arvu muutub sellest suuremaks. Sel korral sihifunktsiooni (9) väärtus muutub iteratsioonilt iteratsioonile üle minnes monotoonselt. See muutumine võib aga olla ka ostsilleeriva iseloomuga, mis ei takista siiski välistusmeetodi rakendamist.

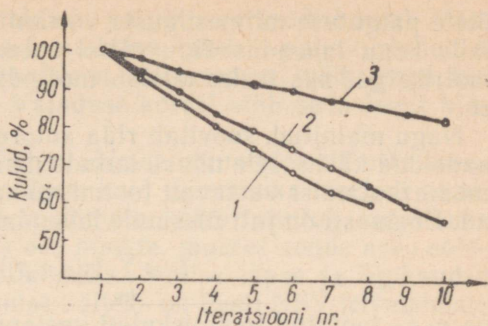
Kõigi käesolevas kogumikus vaadeldud ülesannete korral sihifunktsiooni muutumine lahendusprotsessi käigus oli rangelt monotoonne (vt. näit. joon. 4).

Igal iteratsioonil arvutatakse sihifunktsiooni väärtus. Optimaalse plaani (lokaalne optimum) annab minimaalsele sihifunktsioonile vastav iteratsioon. Sel kombel, ülesande lahendamisel välistusmeetodil, punktide j kõigkvõimalike kombinatsioonide vaatlemise asemel igal sammul käsitletakse varianti, mis ei sisalda senini plaani kuuluvate varustajate ja tarbijate suhtes teistest halvemini asetsevat ettevõtet.

Välistusmeetod on rakendatav ka katkeva sihifunktsiooniga (7) ülesannete lahendamiseks püsivate kulutuste erinevate tasemetega korral paigutuspunktides. Sel juhul võib ülesannet vaadelda täisarvulisena. Tüüpvõimsustega ettevõtete korral on see võimalik läbi viia, liites muutuvatele kuludele jaotatud tingpüsivad kulud β_j/b_j (vt. allpool). Teine võimalus katkeva sihifunktsiooniga (7) ülesannete lahendamiseks välistusmeetodil avaneb siis, kui pärast lineaarse transpordiülesande lahendamist paigutuskulude miinimumile ja $\{y_j\}$ leidmist määratakse tingpüsivate kulude näitajad β_j/y_j ($y_j > 0$ korral). Tunnuseks, mille järgi igal iteratsioonil jäetakse edasisest vaatlusest välja paigutuspunkt, on

$$\max \left\{ \frac{\beta_j}{y_j} \right\}. \quad (48)$$

Eespool käsitletud juhul see kriteerium vastab sisuliselt tingimusele $\min \{y_j\}$, sest β on kõigis paigutuspunktides võrdne. Oma vastavuse tõttu nende ülesannete iseloomule, mille lahendamiseks ta on ette nähtud, on välistusmeetodi ja kombinatoorikameetodite ühiseks jooneks suund võrdeliste kulutuste minimiseerimisele ette-



Joonis 4. Sihifunktsiooni muutumise graafik välistusmeetodi kasutamisel.

- 1 — saagimistööstuse paigutamisel (E. Kraavi andmetel);
- 2 — lihakombinaatide paigutamisel;
- 3 — piimatööstusettevõtete paigutamisel.

võtete paigutuse mitmesuguste variantide korral. Seetõttu on võimalik kogu lahenduskäigu vältel opereerida ühe ja sama kulude maatriksiga, mis iseloomustab meetodit kui suhteliselt ökonoomset.

Nagu mainitud, soovitab rida autoreid algoritmi, mis vastupidi vaadeldud käsitlusele nõuab kulude maatriksi elementide korduvat ümberarvutamist vastavalt tootmisvõimsuste väärtustele igal samul. Enamasti on jutt ülesande lahendamisest sihifunktsiooniga

$$L = \sum_{j,s} (\alpha_{js} + p_j) x_{js},$$

kus p_j — jaotatud tootmiskulud vastavalt b_j või y_j eelmises iteratsioonis leitud väärtustele.

Kulude maatriksi ümberarvutamise eesmärgiks on pidevalt vähendada paigutuspunktide arvu, suurendades erinevusi ettevõtete kulutuste tasemes. Selline maatriksi kokkusurumise tee ei vasta aga ülesande sisule, rikkudes kulude ja plaaninäitajate süsteemi ühtsust [9]. Paralleelselt tehtud arvutused välistusmeetodil ja maatriksite ümberarvutamise teel on näidanud esimese meetodi suuri eeliseid [10]. Kulude maatriksi ümberarvutamine ei õigusta end ka variantide välistamise vahendina. Esiteks võib korraga, ühe iteratsiooni tulemusena, välja langeda suur osa paigutuspunktidest, mis vähendab tõenäosust säilitada lõplahendis parimad punktid. Allesjäävate punktide valik määratakse siin ju ainult ülesande esialgse plaani põhjal, sõltumata y_j vahepealsetest väärtustest.

Arvesse võttes paigutusülesande kombinatoorset iseloomu, tuleb valida selline lahendustee, mis tagaks vastava plaani igale d väärtusele (d on plaanis sisalduvate ettevõtete arv), alates arvust n ja lõpetades minimaalse ettevõtete arvuga.

Teiseks, nagu eespool on näidatud, punktide arvu järkjärguliseks vähendamiseks plaanis kulude maatriksi ümberarvutamine ei ole vajalik.

Välistusmeetod on ligikaudne ega garanteeri rangelt optimaalse lahendi leidmist. Võimalikud kõrvalekaldumised on tingitud punktide j plaanist väljajätmise protsessi mittepööratavusest. Kui mingi punkt on paigutatud kõige halvemini $n-1$ punkti hulgas, ei saa sedasama väita selle punkti kohta $n-2$, $n-3$ jne. punkti korral. Seetõttu on otstarbekas välistusmeetodit kombineerida piiratud valikuga (ограниченный перебор) teatavate variantide hulgast. See võimaldab valida kontrolliks rea soodsaid paigutusvariante. Lineaarset ülesande lahendamine igapähele neist võimaldab leida plaanile rea hüpoteese. Välistusmeetodi kasutamisel koos piiratud valikuga on otstarbekas kasutada lahendamise täpsuse hinnangut, mis määrab, kui lähedane on leitud lahend globaalsele optimumile. Plaanile d ettevõttega annab sellise hinnangu näitaja, mis on kindlasti väiksem kui sihifunktsiooni väärtus kum-

magi d ja $d+1$ ettevõtet sisaldava paigutusvariandi korral. Vastava näitaja saame, liites $d+1$ punktiga lahendi paigutuskulud d punkti tingpüsivate kuludega. Neist esimesed on väiksemad kui plaanis d paigutuspunktiga. Vajaduse korral võib seda laadi hinnangut veelgi kitsendada.

Välistusmeetod on otstarbekas abimeetodina järjestikuste arvutuste meetodi või mõne teise täpse, kuid töömahuka meetodi kasutamisel: ülesande ulatuslike mõõtmete korral osutub vajalikuks eelnevalt vaatlusest välistada osa punkte, muutes nende arvu sobivaks täpsete meetodide kasutamiseks. Sellise täpse ja ligikaudse lahendusmeetodi kombineerimise näiteks on Eesti NSV leivatehaste paigutamise ja kontsentreerimise ülesande lahendamine. Leivatehaste tootmisvõimsused, nagu juba oli mainitud, ei olnud piiratud mingite tüüpsuuruste või muude kitsendustega peale vajaduste toodangu osas. Selle ülesande lahendamine niihästi täpse kui ka ligikaudse meetodiga võimaldas rangelt hinnata ligikaudsete tulemuste täpsust, analüüsida välistusmeetodi võimalusi ja täiustada teda mõningal määral.

Ülesannete välistusmeetodil lahendamise kogemusi

Paigutusülesanne võimsuste vaba valikuga

Leivatööstuse paigutuse ülesandes (vt. II ptk.) oli antud 290 leivatoodete tarbijat ning 51 leivatehaste võimalikku asukohta. Tuli määrata ettevõtete optimaalse paigutamise plaan koos optimaalsete tootmisvõimsustega.

Eespool oli märgitud, et ülesanne lahendati järjestikuste arvutuste meetodil. Kuna elektronarvuti programm võimaldas lahendada transpordiülesandeid maatriksi mõõtmatega kuni $60 \cdot 33$, tuli eelnevalt tarbijad agregeerida ja ettevõtete võimalike asukohtade arvu vähendada 51-lt 33-ni, milleks kasutati välistusmeetodit. Pärast seda jätkati ülesande lahendamist järjestikuste arvutuste meetodil ja paralleelselt välistusmeetodil, eesmärgiga võrrelda ning analüüsida erinevate meetoditega saadud tulemusi. Ühtlasi lahendati ülesanne välistusmeetodil kulutuste agregeerimata maatriksist ($290 \cdot 51$) lähtudes, mis võimaldas hinnata agregeerimise mõju lahendile.

Tabelis 1 on ära näidatud ettevõtete asukoha 33 punkti, mis on valitud välistusmeetodil agregeerimata maatriksi esialgsest 51 punktist (veerg 1). Tabeli ülejäänud kahes veerus on antud agregeeritud tarbimisele vastavad lahendid. Plaan 14 ettevõttega (veerg 2) saadi välistusmeetodil. Optimaalne plaan, mis leiti täpse meetodi kasutamisel, sisaldab 13 ettevõtet (veerg 3), kusjuures sihifunktsiooni väärtus on 5,6% võrra väiksem kui 14 ettevõttega plaanis.

Eesti NSV leivatööstuse paigutuse ülesande lahendid
(agregeeritud tarbimisega variandid)

Jrk. nr.	Ettevõtted	Ettevõtete tootmisvõimsused nende arvu korral plaanis (t/ööpäevas)		
		33	14	13 (optimaalne)
		1	2	3
1.	Tallinn	181,8	203,7	219,8
2.	Keila	16,2	19,1	—
3.	Aruküla	21,8	—	—
4.	Rapla	15,0	31,4	39,3
5.	Juuru	—	—	—
6.	Tapa	9,1	—	—
7.	Koluvere	4,7	—	—
8.	Pärnu-Jaagupi	8,6	—	—
9.	Lihula	4,9	14,9	4,9
10.	Haapsalu	12,9	—	12,9
11.	Pärnu	37,8	47,5	47,5
12.	Abja-Paluoja	10,1	—	—
13.	Viljandi	18,2	29,6	29,6
14.	Võhma	5,9	—	—
15.	Põltsamaa	9,3	23,3	—
16.	Jõgeva	5,1	—	23,7
17.	Paide	7,8	—	—
18.	Türi	8,3	—	—
19.	Kiltsi	18,2	—	—
20.	Rakvere	22,9	52,3	58,6
21.	Kunda	8,4	—	—
22.	Kohtla-Järve	41,7	50,4	50,4
23.	Kiviõli	8,7	—	—
24.	Narva	32,9	32,9	32,9
25.	Mustvee	13,6	18,7	—
26.	Tartu	56,0	72,1	76,4
27.	Elva	6,8	—	—
28.	Räpina	6,0	—	—
29.	Põlva	5,3	—	—
30.	Võru	19,0	34,5	34,5
31.	Otepää	9,3	—	—
32.	Antsla	4,2	—	—
33.	Valga	18,1	18,1	18,1
Kulude summa, rbl.			3388,2	3201,5

Sisuliselt on esitatud plaanid võrdlemisi lähedased (omavad 11 ühist paigutuspunkti). Kui on saavutatud optimaalsele lähedase ettevõtete arvuga lubatav plaan, siis pole raske teha kindla metoodika järgi mõningate paigutuspunktide kombinatsioonide kohta asendatavuse kontroll. Antud juhul on nimetatud eesmärgil tehtud kontroll ja plaanist välistatud või asendatud mõned punktid.

Igaühe jaoks neist määrati ettevõtete numbrid, kuhu on võimalik üle anda nende tarbijad.

Tabelis 2 on toodud sellise tarbijate ümberjaotamise variandid transpordikulude kasvamise järjekorras viie kõige väiksema tootmisvõimsusega ettevõtte jaoks.

Tabel 2

Väikese tootmisvõimsusega ettevõtete võimalikud asendused 14 ettevõttega plaani korral

14 ettevõttega plaanis		Tarbijate üleandmise võimalused (tehaste numbrid)	Tarbijad
ettevõtte nr.	toodang t/ööpäevas		
1	2	3	4
9	14,9	7, 10 7	1. 2.
33	18,1	27, 31 32, 27, 31 32, 31	3. 4. 5.
25	18,7	16, 20* 16 16, 26, 15 26, 16	6. 7. 8. 9.
2	19,1	1, 3 1 10	10. 11. 12.
15	23,3	14, 16 16, 14, 17, 18 17, 18, 14, 4	13. 14. 15.

Tabeli analüüs näitab, et ettevõtete arvu suurendamata on võimalik asendada ettevõtteid järgmiselt: 9 — 7; 25 — 16; 2 — 10; 15 — 16.

Erijuhul järeldub siit, et kahe ettevõtte, nr. 25 ja nr. 15 (Mustvee ja Põltsamaa) asemel võib plaani võtta ainult ühe — nr. 16 (Jõgeva). Majandusliku efekti väljaarvutamine näitas sellise asendamise otstarbekust (sihifunktsiooni väärtus väheneb), samuti ka punkti nr. 2 asendamise otstarbekust punktiga nr. 10. Ülejäänud punktide asendamine tingis sihifunktsiooni väärtuse suurenemise. Nende muudatuste tulemusena saame plaani, mis sisaldab

* Allakriipsutatud numbritega ettevõtted sisalduvad 14 ettevõttega plaanis.

13 ettevõtet ja ühtib järjestikuste arvutuste meetodil leitud optimaalse plaaniga.

Kulutuste agregeerimata maatriksiga ülesanne lahendati analoogiliselt, kasutades välistusmeetodit koos lõpp-plaanis vähekoormatud ettevõtete asendatavuse kontrollimisega. Tulemused on esitatud tabelis 3. Tabeli esimeses veerus on 14 ettevõtet sisaldav lahend — välistusmeetodil saadud lõpp-plaan.

Tabel 3

Leivatehaste tootmisvõimsused ülesande lahendeis
(agregeerimata tarbijatega variant) t/ööpäevas

Jrk. nr.	Ettevõtted	14 ettevõttega plaan	Parandatud plaanid (13 ettevõtet)		
			2	3	4
1.	Tallinn	208,8	213,4	224,6	224,6
2.	Keila	16,5	24,4	—	—
3.	Rapla	23,4	—	22,9	22,9
4.	Lihula	18,9	23,3	7,6	7,6
5.	Haapsalu	—	—	12,6	12,6
6.	Pärnu	40,5	40,5	42,5	42,5
7.	Viljandi	33,3	33,3	—	—
8.	Võhma	—	—	49,5	55,1
9.	Jõgeva	—	11,1	24,1	—
10.	Paide	28,5	—	—	—
11.	Türi	—	30,4	—	—
12.	Rakvere	50,3	55,7	52,1	55,7
13.	Kohtla-Järve	52,3	53,1	53,1	52,3
14.	Narva	32,9	32,9	32,9	32,9
15.	Mustvee	14,7	—	—	14,7
16.	Tartu	73,5	75,5	71,8	72,9
17.	Võru	34,6	34,6	34,6	34,6
18.	Valga	20,1	20,1	20,1	20,1
Kulude summa, rbl.			3214	3208	3224

Veergudes 2—4 on esitatud 13 leivatehast hõlmavaid paigutuse plaane, mis on eelnevalt saadud ühe vähemkoormatud ettevõtte välistamise teel. Neist parimaks osutub kolmas (sihifunktsiooni väärtusega 3208 rubla), mis ühtib ka ühega järjestikuste arvutuste meetodil agregeeritud maatriksi põhjal leitud plaanidest. Sihifunktsiooni väärtuseks on siis 3264 rbl. Järelikult ei mõjutanud agregeerimine oluliselt antud plaani kulude summat. Ülesande spetsiifilistes tingimustes (toodangu veokauguse piiramine) on ettevõtete ja tarbijate vahelised transpordivood agregeeritud ja agregeerimata tarbijatega plaanides mõningal määral erinevad. Need erinevused ei vähenda siiski agregeeritud andmetel saadud plaanide praktilist tähtsust, sest leiva veokauguse piirid tege-

likkuses ei ole nii ranged, kui seda paratamatult on vastavad kitsendused matemaatilises ülesandes.

Järjestikuste arvutuste meetodil saadud plaanid pakuvad huvi ka selles suhtes, et nad tõestavad massiliste andmete põhjal seose olemasolu välistusmeetodil saadud plaanis sisalduvate ettevõtete koormatuse ja paigutuspunkti stabiilsuse, s. o. optimaalsesse plaani kuulumise tõenäosuse vahel.

Selle seose illustreerimiseks jaotame kolme gruppi need 22 leivatehase võimaliku asukoha punkti, mis kuuluvad vähemalt ühte 56-st plaanist, millised ei erine optimaalsest plaanist rohkem kui 4% võrra halvema sihifunktsiooni väärtuse poolest (tabel 4) või siis kuuluvad 14 ettevõttega plaani. Esimese grupi moodustavad 7 punkti, mis 14 ettevõttega plaanis olid maksimaalselt koormatud, teise grupi — selle plaani ülejäänud 7 punkti, kolmandasse gruppi kuuluvad need 8 punkti, mis 14 ettevõttega plaanis puuduvad.

Toome 22 punktist veel eraldi välja 18, mis sisalduvad plaanides, kus sihifunktsiooni väärtus erineb optimaalsest vähem kui 2% võrra (selliseid plaane oli 17), ja 16 punkti, kus see erinevus oli vähem kui 1% (4 plaani).

Enamik optimaalses plaanis esinevatest esimese grupi punktidest sisalduvad ka kõigis vaadeldavais plaanides. Teise grupi punktide esinemissagedus on märgatavalt madalam. Seitsmest selle grupi punktist ei sisaldu kolm optimaalses plaanis ja kaks — sellele lähedastes plaanides. Kolmanda grupi punktid esinevad lahendeis veelgi harvemini, optimaalsesse plaani kuuluvad ainult 2 selle grupi 8-st punktist. 56, 17 ja nelja ettevõttega plaanivariantide koosseisud erinevad üksteisest peamiselt III grupi punktide ning vähemal määral II grupi punktide poolest. Kuuest väljajäävast punktist (22—16) kuuluvad neli III ja kaks II gruppi. I grupi punktid on kõige stabiilsemad, 5 neist kuuluvad igauhte 56-st plaanist. Siit võib järeldada, et mida lähemale jõutakse optimaalsele lahendile, seda enam kasvab ettevõtte tootmisvõimsuse tähtsus antud ettevõtte plaani lülitamise seisukohalt.

Seda seost võib jälgida juba esialgselt, 33 punkti sisaldavast lahendist alates (vt. tabel 1). Selgub, et juba see plaan annab olulist informatsiooni üksikute paigutuspunktide eelistest ja lubab mitmete kohta neist teha prognoose kuuluvuse üle optimaalsesse või selle lähedastesse plaanidesse. Järjestame need 33 punkti vastavalt nende tootmisvõimsustele esialgses plaanis (tabel 1) ja jagame ka selle kolmeks võrdseks osaks. Esimesest kolmandikust kuuluvad optimaalsesse plaani üheksa, teisest kaks ja kolmandast kaks punkti.

Siit nähtub, et minimaalselt koormatud punktide välistamine kujutab endast lähteplaanis sisalduvate punktide kontrollimist stabiilsuse suhtes. Märgime, et see ei ole ainuvõimalik tee selliseks kontrolliks ja punktide ökonoomse kombinatsiooni leidmiseks.

**Paigutuspunktide stabiilsuse analüüs
sõltuvalt nende koormatusest**

Grupid	Alagrupid: punktide arv, mis esinevad	Plaanid, mille kulud ei ületa miinimume enam kui			Optimaalne plaan
		4%	2%	1%	
I	1) kõigis plaanides	5	5	6	7
	2) vähemalt 50% plaanidest	2	2	1	—
	3) vähem kui 50% plaanidest	—	—	—	—
	4) mitte üheski plaanis	—	—	—	—
II	1) kõigis plaanides	1	2	3	4
	2) vähemalt 50% plaanidest	2	2	1	—
	3) vähem kui 50% plaanidest	3	1	1	—
	4) mitte üheski plaanis	1	2	2	3
III	1) kõigis plaanides	—	1	1	1
	2) vähemalt 50% plaanidest	3	2	2	—
	3) vähem kui 50% plaanidest	5	3	1	—
	4) mitte üheski plaanis	—	2	4	6
Vähemalt ühes plaanis esinevate paigutuspunktide arv		21	18	16	13
Plaanide arv		56	17	4	1

Välistamise protsessi võib korrata, kasutades erinevaid «halvima» ettevõtte kriteeriume (välistamisreegleid). Tulemuste võrdlemine annab suurema kindluse selleks, et valitud parim lahend ei erine oluliselt absoluutsest optimumist [10].

Uurimist vajavad ka teised esialgses plaanis sisalduva informatsiooni ärakasutamise viisid. Teatud tingimustel võiks selleks olla näiteks maksimaalselt koormatud punktide kinnistamine. See tee osutub eriti efektiivseks, kui on teada, et ettevõtete arv lõplikus plaanis on esialgsuga võrreldes väike, ettevõtete tootmisvõimsused on piiratud tüüpvõimsustega ja üksikute paigutuspunktide koormus esialgses plaanis on teravalt diferentseeritud. Sellised tingimused esinesid Eesti NSV lihatööstuse ettevõtete optimaalsete tootmisvõimsuste ja paigutuse määramise ülesandes. Kuivõrd nimetatud ülesandes puudusid ka tooraine ja toodangu veokaugusi piiravad tingimused (vabariigi piires), oli leivatööstuse paigutamise ülesandega võrreldes, kus need kitsendused võisid moonutada välistamisprotsessi käiku, tagatud palju suurem vabadus tootmisvõimsuste varieerimiseks üksikutes punktides.

Maksimaalselt koormatud punktide kinnistamine

Lihakombinaatide võrgu perspektiivse planeerimise ülesanne lahendati kahes variandis, mis erinesid omavahel elusloomade kokkuostu sesoonsuse astmelt. Siin vaatleme üht nendest variantidest, kus kokkuost ühe kuu jooksul moodustab maksimaalselt 12% aastasest kogusest.

Ülesandes vaadeldakse kaht tüüpi ettevõtteid ööpäevaste tootmisvõimsustega 360 t ja 180 t (eluskaalus). * Olemasolevate ressursside juures on ettevõtete minimaalseks arvuks neli (kolm ettevõtet võimsusega 360 t/ööpäevas ja üks — 180 t/ööpäevas).

Pärast reserveide ja kohaliku põllumajandusliku tarbimise mahaarvamist saadi esimest tüüpi ettevõtetele jaotamisele kuuluva tootmisvõimsuse piiriks 260 t/ööpäevas ja teist tüüpi ettevõtetele 126,4 t/ööpäevas. Nimetatud võimsused olid aluseks ülesande lahendamisel.

Esimeseks iteratsiooniks võeti ülesandesse kõik 14 võimalikku paigutuspunkti, igaüks maksimaalse tootmisvõimsusega. Lahend on esitatud tabelis 5. **

Suurima koormusega punktiks osutus Tallinn.

Teisel iteratsioonil lahendati sama ülesanne, kusjuures Tallinna ettevõtte kinnistati plaani maksimaalse võimsusega, s. o. 260 t/ööpäevas. ***

Tulemus (tabel 5, veerg 2) võimaldab valida kolmandal iteratsioonil kinnistatava punkti. Kuna teises plaanis on kahel ettevõttel väga lähedased koormused (Tartu 105,1 ja Võru 103,6 t/ööpäevas), siis lahendame kaks ülesannet, kinnistades üks kord Tallinna ja Tartu ning teine kord Tallinna ja Võru ettevõtted täie võimsusega. Kuivõrd kulud esimese variandi korral osutuvad madalamateks, otsime kolmandat maksimaalselt koormatud punkti plaanist 3 (kinnistatud Tallinn ja Tartu). Selliseks on plaanis Kohtla-Järve (70,5), kuid ka Rakvere (65,7) on sellele väga lähedane. Lahendades seekord kolm ülesannet kolme täie võimsusega kinnistatud ettevõttega (veerud 5—7), näeme, et vähimad kulud kindlustab plaan, kus on kinnistatud Tallinna, Tartu ja Rakvere ettevõtted nende täie võimsusega.

Neljanda ettevõtte jaoks leiti parim paigutus, kui kombineeriti nimetatud kolme punkti järjest ülejäänutega (tabel 6).

Ühtlasi vaadeldi mõningaid teisi kombinatsioone, mis olid tõenäolised vahepealsete plaanide analüüsi põhjal. Minimaalsed kulutused andis plaan ettevõtetega Tallinnas (260 t/ööpäevas), Tartus

* Ülesande lähteandmed ja majanduslik tagapõhi on esitatud III peatükis.

** Ülesanded lahendas M. Hein.

*** Seda on kerge saavutada, asendades vastavas fiktiivse diagonaali ruudus nullilise hinna väga suurega.

Lahenduskäik ettevõtete järkjärgulise kinnistamise korral

Jrk. nr.	Ettevõtete koormus, t/ööpäevas						
	1	2	3	4	5	6	7
1.	Tallinn	174,4	<u>260,0</u>	<u>260,0</u>	<u>260,0</u>	<u>260,0</u>	<u>260,0</u>
2.	Tartu	105,1	<u>105,1</u>	<u>62,9</u>	<u>260,0</u>	<u>260,0</u>	<u>11,5</u>
3.	Rakvere	96,6	74,2	65,7	—	<u>260,0</u>	<u>260,0</u>
4.	Pärnu	39,5	39,5	39,5	29,2	<u>29,2</u>	<u>29,9</u>
5.	Võhma	26,4	26,4	26,4	26,4	<u>3,4</u>	<u>25,4</u>
6.	Paide	63,4	54,9	41,6	0,7	<u>0,7</u>	<u>—</u>
7.	Valga	51,7	51,7	24,9	12,4	<u>12,4</u>	<u>—</u>
8.	Võru	103,6	103,6	58,4	10,2	<u>32,5</u>	<u>260,0</u>
9.	Kohtla-Järve	49,6	80,6	70,5	<u>260,0</u>	<u>0,3</u>	<u>21,1</u>
10.	Rapla	24,2	—	—	—	<u>—</u>	<u>—</u>
11.	Märjamaa	59,3	7,8	7,8	—	<u>—</u>	<u>—</u>
12.	Jõgeva	43,0	43,0	3,7	—	<u>—</u>	<u>—</u>
13.	Abja	23,5	23,5	23,5	15,3	<u>18,2</u>	<u>14,0</u>
14.	Viljandi	46,2	46,2	24,4	32,2	<u>29,7</u>	<u>24,4</u>
Paigutusest sõltuvad kulud, rbl.			6233,7	6596,9	7384,5	6922,9	7143,4

Tabel 6

Olesande lahendid nelja ettevõtte korral
(paigutusest sõltuvad kulud, rbl.)

Tootmisvõimsusega 126,4 t/öö- päevas ettevõtte asukoht	Võimsusega 260 t/ööpäevas kinnistatud ettevõtted	
	Tallinn Tartu Rakvere	Tallinn Rakvere Võru
	1	2
Tartu	—	...
Rakvere	—	—
Pärnu	7555,2	7658,9
Võhma	7510,1	7633,7
Valga	7703,5	...
Võru	7639,8	—
Kohtla-Järve	...	...
Märjamaa	7921,8	...
Viljandi	7381,5	7589,4

(260 t/ööpäevas), Rakveres (260 t/ööpäevas) ja Viljandis (126,4 t/ööpäevas).

Analüüsiks lahendati ülesanne ka vastassuunas, s. o. välistusmeetodil, alustades minimaalselt koormatud punktist (tabelid 7 ja 8).

Kümnes iteratsioon (tabel 8) andis lahendi ettevõtete paigutusega Tallinnas, Rakveres, Võrus, Viljandis ja Tartus, kusjuures tootmisvõimsuse kasutamine esimeses punktis on märgatavalt parem kui ülejäänuis. Vaadeldes järjest Tallinna ja Rakvere ettevõtete võimalikke kombinatsioone kahe punktiga ülejäänud kolmest, leiame parima plaani (Tallinn—Tartu—Rakvere—Viljandi), mis ühtib ka kinnistamise teel leitud lahendiga (tabel 6).

Tootmise kontsentreerimise majandusliku efektiivsuse määramiseks tuleb võrrelda kulusid nelja ja viie ettevõtte korral (tabel 9).

Juhul kui rajada kõik viis ettevõtet vastavalt tüüpprojektile, moodustab paigutusest sõltuvate kulude summa parima lahenduse puhul 6930 rbl./ööpäevas. Eespool vaadeldud nelja ettevõttega plaanides on vastav summa halvimal korral 7921,8 rbl. (tabel 6, variant ettevõttega Märjamaal), s. t. 991,8 rbl. rohkem. Kuid muutuvate kulude suurenemine kaetakse isegi sel juhul tingpüsivate kulude kokkuhoiu arvel, mis nelja ettevõtte rajamisel viie asemel moodustab 1222,8 rbl./ööpäevas.

Tehtud võrdluse alusel võime väita, et viie ettevõttega plaani ei ole võimalik parandada niivõrd, et ta muutuks ökonoomsemaks nelja ettevõtte rajamise optimaalsest plaanist.

Tabel 7

**Lihakombinaatide paigutusülesande
lahenduskäik välistusmeetodil**

Punkti number	Paigutuspunkti nimetus	Iteratsiooni nr.					
		I	II	III	IV	V	VI
		Ettevõtte koormus t/ööpäevas					
		1	2	3	4	5	6
1.	Tallinn	174,4	174,4	190,5	191,9	176,8	176,8
2.	Tartu	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	129,0
3.	Rakvere	96,5	75,6	75,6	74,2	89,3	108,4
4.	Pärnu	39,5	39,5	39,5	39,5	—	—
5.	Võhma	25,4	26,4	26,4	—	—	—
6.	Paide	63,4	63,4	71,5	75,4	81,8	81,8
7.	Valga	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7
8.	Võru	103,6	103,6	103,6	103,6	103,6	103,6
9.	Kohtla-Järve	49,6	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5
10.	Rapla	24,2	24,2	—	—	—	—
11.	Märjamaa	59,3	59,3	59,3	59,3	76,4	76,4
12.	Jõgeva	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	—
13.	Abia	23,5	—	—	—	—	—
14.	Viljandi	46,2	69,7	69,7	92,2	108,2	108,2
Paigutusest sõltuvad kulud, rbl.			5835,6	5846,8	5891,1	6099,3	6202,8

Tabel 8

Lahenduskäik välistusmeetodil (järg)

Punkti number	Paigutuspunkti nimetus	Iteratsiooni nr.			
		VII	VIII	IX	X
		Ettevõtte koormus, t/ööpäevas			
1.	Tallinn	176,8	176,8	244,8	260,0
2.	Tartu	129,0	129,0	129,0	129,0
3.	Rakvere	108,4	178,9	187,3	236,1
6.	Paide	81,8	81,8	81,8	—
8.	Võru	155,3	155,3	155,3	147,3
9.	Kohtla-Järve	70,5	—	—	—
11.	Märjamaa	76,4	76,4	—	—
14.	Viljandi	108,2	108,2	108,2	134,0
Paigutusest sõltuvad kulud, rbl.		6309,2	6540,4	6625,2	6859,1

Nelja ja viie ettevõttega plaanide võrdlus

Paigutuspunktid	Mõõtühik	Viis. ettevõtet		Neli ettevõtet
		tabel 8 põhjal	planeeritud paigutus*	
Tallinn	tuh. t	260,0	260,0	260,0
Tartu	"	128,8	260,0	260,0
Rakvere	"	260,0	128,8	260,0
Võru	"	128,8	—	—
Viljandi	"	128,8	—	126,4
Pärnu	"	—	128,8	—
Võhma	"	—	128,8	—
Paigutusest sõltuvad kulud	rbl./ööpäevas	6930,0	7328,6	7381,5
Tingpüsivad kulud nelja ettevõttega	"	4891,2	—	4891,2
Kokku (nelja ettevõttega plaani hinnang)	rbl./ööpäevas	11821,2	—	12272,7

* Paigutus oli ette antud endise ENSV RMN Liha- ja Piimatööstuse Valitsuse poolt.

Plaanis sisalduvate ettevõtete arvu vähendamine tingib muutuvate kulude kasvu, mistõttu sihifunktsiooni lineaarse osa väärtust viie ettevõttega plaanis võib vaadelda kulude alumise tõkkena vähemat arvu ettevõtete sisaldavate plaanide jaoks. Ka seda asjaolu kasutatakse nelja ettevõttega lahendi hindamiseks.

Parima nelja ettevõttega lahendi (Tallinn, Tartu, Rakvere, Viljandi) kulude üldsumma (12 272,7 rbl./ööpäevas) ületab hinnangu (11 821,2 rbl./ööpäevas) 3,7% võrra. Jättes arvestamata tootmise kontsentreerimisest tuleneva tingpüsivate kulude kokkuhoiu, saame nelja ja viie ettevõttega plaanidele küllaltki lähedased hinnangud. Need kinnitavad varem tehtud järeldust Eesti NSV mandriosa lihatööstuse nelja kombinaadi kontsentreerimise efektiivsusest.

Nelja ja viie lihakombinaadi paigutuse skeemide võrdlus (juhul kui Rakveres ja Pärnus ei kasutata tüüpvõimsusi) ning plaani teiste hüpoteeside majanduslik analüüs on toodud III peatükis.

Eeltoodud näited välistusmeetodi ja tema modifikatsioonide kasutamise kohta käsitlesid katkeva sihifunktsiooniga planeerimis-ülesannete lahendamist. Vaatleme selle meetodi kasutamist lineaarsete, osaliselt täisarvulistena (diskreetsete tootmisvõimsustega) püstitatud ülesannete lahendamiseks.

Välistusmeetodi kasutamine diskreetse mudeli analüüsiks

Lineaarse sihifunktsiooni ja võimsuse diskreetsete väärtustega ülesandeks, erinevalt katkêva sihifunktsiooniga ülesandest, on arvutuste aluseks erikulud, mis hõlmavad nii tootmis- kui ka transpordikulude kõiki komponente vastavalt ettevõtete tüüp võimsustele. Iga paigutusvariant (punkt) võib olla tabelis esitatud mitme allvariandina. Tavaliselt võib siiski eelnevalt määrata iga paigutuspunkti jaoks optimaalse tootmisvõimsuse (tootmiskulude otsese võrdlemise teel), sest on eelnevalt selge, kui mingi punkt esineb optimaalses plaanis, siis alati kõige ökonoomsema võimsusvariandiga, sõltumata selle koormuseastmest. Kui ei jätku ressursse kogu tootmisvõimsuse ära kasutamiseks, tuleb lahendust korrata, asendades vastava ettevõtte tüübi maatriksis väiksemaga.

Nagu varemgi, võtavad esimesest iteratsioonist osa kõik paigutusvariandid. Variantide summaarne tootmisvõimsus ületab enamasti tunduvalt vajaduse, mistõttu enamik ettevõtteid esimeses lahendis saavad vaid osalise koormuse. Järgmisest lineaarsest ülesandest välistatakse vähemal määral koormatud ettevõtte ja need variandid, mis esimeses lahendis ei sisaldunud.

Iteratiivset välistusprotsessi jätkatakse seni, kuni pole täidetud ülesande tingimus, mille kohaselt ettevõtte võimsus antud punktis peab olema kas täies ulatuses ära kasutatud või võrduma nulliga.

Diskreetse paigutusülesande analüüsi näitena vaatleme puidujäätmete ümbertöötamise ettevõtete paigutamise ja spetsialiseerimise ülesande lahendamist. Majanduslikud lähteandmed on esitatud ja analüüsitud V peatükis.

Puitlaastplaatide tehase tüüpprojektid on välja töötatud kolmes variandis, tootmisvõimsustega 89,6 tuh. t, 44,8 tuh. t ja 22,4 tuh. t toorainet aastas. Puitkiudplaate tootvate ettevõtete jaoks on kaks tüüpprojekti, tootmisvõimsusega 66,8 ja 33,4 tuh. t toorainet aastas.

Valmistoodangu vajadus on selline, et seda rahuldab puitlaastplaatide osas ettevõtte tootmisvõimsusega 89,6 tuh. t ja kiudplaatide osas samuti üks ettevõtte 66,8 tuh. t (tooraine arvestuses). Järelikult on vajalik rajada minimaalselt kaks ettevõtet. Eelnev analüüs näitas, et uute ettevõtete rajamise vajaduse korral ettevõtted tootmisvõimsusega 22,4 tuh. t ei ole konkurentsivõimelised. Seetõttu on maksimaalseks ettevõtete arvuks optimaalses plaanis neli — kaks kummagi toodanguliigi jaoks.

Esimesel iteratsioonil, toetudes joonisel 2 skemaatiliselt kujutatud algandmete maatriksile, lahendatakse lineaarse planeerimise ülesanne ettevõtete võimsustega $b_k^{(1)} = 89,6$ tuh. t ja $b_k^{(2)} = 66,8$ tuh. t.

Välistades igal iteratsioonil minimaalselt koormatud ettevõteted, jõuame lahendini, mis sisaldab kaht ettevõtet (üks kummastki liigist), asukohtadega Järvakandis ja Tartus (tabel 10).

Paralleelselt saadi ühtlasi nelja ja kolme ettevõttega lahendid (iteratsioonid X, XI tabelis 10).

Tulemuste kontrolli ja täpsustamise eesmärgil vaadeldi mitut erinevat kombinatsiooni ulatuslikumalt koormatud ettevõttest. Nelja ettevõtte korral saadi järgmised tulemused:

Paigutuspunktid	Sihifunktsiooni väärtus
Rakvere, Järvakandi, Tartu, Pärnu	5937,6 tuh. rbl.
Rakvere, Järvakandi, Tartu, Türi	5953,7 —,—
Rakvere, Valga, Tartu Pärnu	5993,1 —,—

Esimeses kahes punktis paiknevad iga plaani korral puitlaastplaatide tehased tootmisvõimsusega 44,8 tuh. tonni kumbki, ülejäänud kahes — puitkiudplaatide tehased võimsusega kummaski 33,4 tuh. t.

Tabel 10

Lahenduskäik ettevõtete asukohtade määramisel välistusmeetodil, kui puitlaastplaatide tehasel maksimaalne tootmisvõimsus on 89,6 tuh. t ja puitkiudplaatide tehasel 66,8 tuh. t*

Ettevõtted	Iteratsiooni nr.										
	I	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	Ettevõtte koormus, tuh. t										
Puitlaastplaatide tootmine:											
Tartu	7,6	9,1	9,1	9,1	—	—	—	—	—	—	
Pärnu	9,5	9,5	9,5	9,5	8,1	—	—	—	—	—	
Valga	5,5	7,7	7,7	13,5	17,8	21,1	20,3	—	—	—	
Viljandi	3,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Rakvere	24,0	24,0	27,0	27,0	24,0	27,0	27,0	38,6	35,9	—	
Türi	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tapa	9,0	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	
Võru	4,7	5,8	5,8	—	0,9	—	—	—	—	—	
Järvakandi	21,1	30,1	30,5	30,5	38,8	41,5	42,3	51,0	53,7	89,6	
Räpina	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Puitkiudplaatide tootmine:											
Tartu	15,7	14,2	14,2	19,4	25,9	26,8	34,2	35,6	66,8	66,8	
Pärnu	11,0	16,0	16,4	17,0	18,9	20,5	32,6	31,2	—	—	
Türi	7,5	17,6	17,6	19,4	22,0	19,4	—	—	—	—	
Põltsamaa	5,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Võru	6,6	7,6	7,6	—	—	—	—	—	—	—	
Järvakandi	19,7	11,4	11,0	11,0	—	—	—	—	—	—	
Räpina	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

* Olesande lahendasid elektronarvutil M. Hein ja M. Reisner.

Nagu näha, ei kummuta kahe lisaülesande lahendamine välis-
tusmeetodil saadud tulemuse kehtivust. *

Välisustusmeetodil leitud lahend kolme ettevõtte paigutamiseks
asukohtadega Rakveres, Järvakandis ja Tartus osutus samuti pari-
maks vaadeldud plaanide hulgas (tabel 11). Ühtlasi on ta öko-
noomsem plaanist, mis sisaldab nelja ettevõtet.

Tabel 11

Kolme ettevõttega ülesannete lahendused

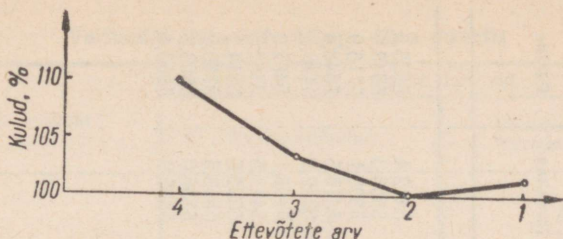
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Ettevõtte aastane tootmisvõimsus, tuh. t								
Puitlaast- plaatide tootmine:									
Rakvere	89,6	—	—	89,6	89,6	—	44,8	44,8	44,8
Järvakandi	—	89,6	—	—	—	89,6	44,8	44,8	—
Valga	—	—	89,6	—	—	—	—	—	44,8
Puitkiud- plaatide tootmine:									
Tartu	33,4	33,4	33,4	—	33,4	33,4	66,8	—	66,8
Pärnu	33,4	33,4	33,4	33,4	—	—	—	—	—
Türi	—	—	—	33,4	33,4	33,4	—	66,8	—
Sihifunktsiooni väärtus, tuh. rbl.	5687,2	5761,2	5906,1	5733,8	5701,2	5750,5	5566,0	5584,3	5625,7

Kahe ettevõtte optimaalset paigutust pole raske leida otseselt,
vaadates läbi kõik kahe punkti võimalikud kombinatsioonid (neid
on üldse 77). Koostati programm selle analüüsi teostamiseks
elektronarvutil «Minsk-2» (M. Hein koostöös Küberneetika Insti-
tuudi töötaja M. Reigoga). Arvutustulemused (sihifunktsiooni
väärtused) on esitatud tabelis 12. Optimaalseks osutus variant, kus
puitlaastplaate toodetakse Rakveres ja puitkiudplaate Türil. Sum-
maarsete kulude poolest on see plaan välisustusmeetodil leitud pai-
gutusest (Järvakandis ja Tartus) ökonoomsem, kuid siiski ainult
0,9% võrra.

Kahe ettevõtte rajamine ja eksploatatsioon on 3,5% odavam kui
kolme ja 9,6% odavam kui nelja ettevõtte korral (joon. 5).

Tuleb märkida, et parimad nelja, kolme ja kahe punktiga vari-
andid on leitud kuue ulatuslikumalt koormatud punkti hulgast, mis

* Nelja punkti korral vaadeldud variantide väike arv on seletatav sellega,
et need lahendid on tunduvalt halvemad kolme ja kahe ettevõttega lahendeist.



Joonis 5. Taandatud kulude sõltuvus puitplaate töötlevate ettevõtete arvust.

saadi välistusmeetodi VIII iteratsioonil (tabel 10). Arvutustööde mahu seisukohalt on täpse meetodi kasutamine töö sellest staadiumist alates täiesti otstarbekohane. See kinnitab ligikaudsete ja täpsete meetodite kombineerimise efektiivsust. Toodangu jaotamine esimeses neljas plaanis (iteratsioonid I—IV tabelis 10) kinnitab samuti eespool tehtud järeldust esimeste iteratsioonide analüütilisest tähtsusest.

Hiljem parimateks osutunud punktid paistsid juba alguses teiste hulgast silma suurema koormatuse poolest. Esimesel iteratsioonil ulatuslikult koormatud ettevõtetest ainult Järvakandi puitkiudplaatide tehas kaotas oma tähtsuse järgnevatel iteratsioonidel.

Puidujäätmete ümbertöötamise ettevõtete paigutamise ja spetsialiseerimise ülesande analüüs ei piirdunud siin esitatuga. Praktilisest seisukohast tähtis arvutuste variant on esitatud V peatükis, kus on ühtlasi antud lahendite majanduslik hinnang.

Märgime vaid, et reaalselt majanduslikku tähtsust võib omada mõlemat liiki ettevõtete paigutamine ühtekokku. See küll suurendab transpordikuluseid, kuid võimaldab saavutada koopereerimise arvel kokkuhoidu kapitaalmahutustes ja eksploatatsioonikuludes.

Tabelis 13 on esitatud mõlemat tüüpi ettevõtete ühte punkti paigutamise majanduslikud tulemused (nende punktide jaoks, kus see on esitatud tingimustel võimalik). Siinjuures pole arvesse võetud koopereerimisest tulenevat kokkuhoidu.

Kahe ettevõtte ehitamiseks osutus sobivaimaks Türi. Transpordikulud olid sel korral 5,9%, summaarsed kulud 1,3% võrra kõrgemad kui optimaalsel paigutusel (Rakvere—Türi). Alles koopereerimisest tuleneva kokkuhoiu väljaarvutamisel võib otsustada, kas kogu puidujäätmete ümbertöötamise kontsentreerimine ühte punkti on otstarbekam, võrreldes kahe eraldi ettevõtte rajamisega.

Sihifunktsiooni väärtused puitlaastplaatide ja puitkiudplaatide tootmise ettevõtete kõikkvõimalike paigutusvariantide korral, tuhat rubla.

	Puitkiudplaatide tootmine		Tartu	pärnu	Türi	Põltsamaa	Võru	Järvakandi	Räpina
	puitlaastplaatide tootmine		1	2	3	4	5	6	7
1.	Tartu		5561,7	5443,3	5403,1	5455,1	5585,6	5412,4	5635,3
2.	Pärnu		5440,1	5583,4	5450,3	5438,7	5517,6	5500,3	5543,0
3.	Valga		5582,8	5549,7	5485,6	5523,7	5708,6	5509,1	5716,9
4.	Viljandi		5451,3	5448,6	5402,5	5436,1	5520,3	5416,5	5548,4
5.	Rakvere		5381,2	5485,5	5368,3	5377,4	5441,5	5392,9	5478,5
6.	Türi		5371,9	5414,3	5427,1	5388,1	5431,3	5405,1	5462,9
7.	Tapa		5387,6	5402,8	5389,2	5391,8	5446,4	5413,6	5482,3
8.	Põltsamaa		5425,6	5416,1	5392,2	5452,5	5478,7	5392,5	5514,2
9.	Võru		5638,8	5554,0	5505,3	5551,7	5790,1	5519,6	5790,9
10.	Järvakandi		5409,1	5484,5	5426,2	5411,0	5473,7	5536,0	5603,2
11.	Räpina		5701,7	5598,6	5556,1	5604,5	5799,6	5565,9	5860,4

Variandid kahe ettevõttega ühes punktis

Ettevõtete asukoht	Kulud, tuh. rbl.	
	Transpordikulud	Tootmiskulud koos transpordikuludega
Tartu	1197,9	5561,7
Pärnu	1219,6	5583,4
Türi	1063,3	5427,1
Põltsamaa	1088,7	5452,5
Võru	1426,3	5790,1
Järvakandi	1172,2	5536,0
Räpina	1496,6	5860,4

Mitme vaadeldud tootmise paigutamise ja kontsentreerimise ülesande lahendused näitavad küllaldase selgusega, et range matemaatiline mõiste «optimaalne plaan» ei ole, eeskätt hindade kujundamise süsteemi puudulikkuse tõttu, majanduslikult kaugeltki rangelt piiritletav. On võimalik leida õige mitu optimaalsele plaanile lähedast lubatavat plaani. Ilmselt osutub palju tähtsamaks valida nende plaanide hulgas selline, mis on majanduslikult igati põhjendatud, kui nõuda ülesandes kasutatavate arvestuslike näitajate ranget miinimumi.

Tootmise paigutamise uurimisel ja planeerimisel on matemaatiliste meetodite efektiivse kasutamise vältimatuks tingimuseks objektide kvalitatiivsete iseärasuste põhjalik tundmaõppimine ja matemaatilise ülesande lahendite igakülgne majanduslik analüüs. Ülesande matemaatilist lahendit tuleb vaadelda vaid teatava hüpoteesina. Reeglina osutub vajalikuks leida ja läbi uurida terve rida selliseid hüpoteese, enne kui jõutakse põhjendatud ja küllalt kindlate soovituseni nende rakendamiseks tegelikkuses.

TOOTMISE KONTSENTEERIMISEST JA PAIGUTAMISEST EESTI NSV LEIVATÖÖSTUSES

L. SAAT

Tööstusharu iseloomustus ja ettevõtete paiknemine

Leivatööstusel on oluline koht elanikkonna vajaduste rahuldamisel toiduainetega, sest nimetatud tööstusharu toodangul — pagaritoodetel — on rahva tarbimises esmajärguline tähtsus. Seetõttu on seaduspärane, et nõukogude aastail on meie vabariigis suurt tähelepanu osutatud leivatööstuse arendamisele ja ta on kujunenud suurtööstuslikuks tööstusharuks.

Kodanlikus Eestis oli leivatööstus killustatud ja madala tehnilise tasemega. 1936. aastal näiteks valmistati pagaritooted 388 ettevõttes, kusjuures käsitööstuslikke pagaritöökodasid oli 90% ettevõtete üldarvust. Pagaritoodete aastane maht ulatus ainult 13,1 tuhande tonnini [44]. Kogu elanikkonna vajadusest kaeti tööstuslikult valmistatud pagaritoodetega ligikaudu 20%, elanike põhihulk tarbis koduses majapidamises küpsetatud leiba ja saia.

Nõukogude aastail on Eesti NSV leivatööstus kiiresti arenenud. Uute tööstuskeskuste tekkimine ja vanade laiendamine ning põllumajanduse kollektiviseerimine seadsid leivatööstuse ette uued ülesanded. Tööstuslikult valmistatud pagaritoodete tarbijate ring laienes, individuaalküpsetus vähenes ja käesoleval ajal on peaaegu kogu elanikkond üle läinud leivatehastes valmistatud pagaritoodete tarbimisele.

Individuaalse leivaküpsetuse likvideerimine suurendab märkatavalt ühiskondlikku tööviljakust. Vastavad uurimused näitavad, et ühe tonni leiva valmistamiseks kulutatakse koduses individuaalküpsetuses 200—376, käsitööstuslikes pagaritöökodades 75, mehhaniseeritud pagaritöökodades 30 ja mehhaniseeritud leivatehastes 20 inimtundi. Automatiseeritud leivatehastes vähenevad vastavad tööaja kulutused 5 inимtunnini [45].

Peale ühiskondliku töö kokkuhoiu on leiva ja saia tööstuslikule tootmisele üleminekul veel oluline tähtsus linna- ja maarahva elu-

tingimuste ühtlustamise seisukohalt, sest ka maaelanikke hakatakse regulaarselt varustama mitmekesiste kvaliteetsete, tööstuslikult valmistatud pagaritoodetega.

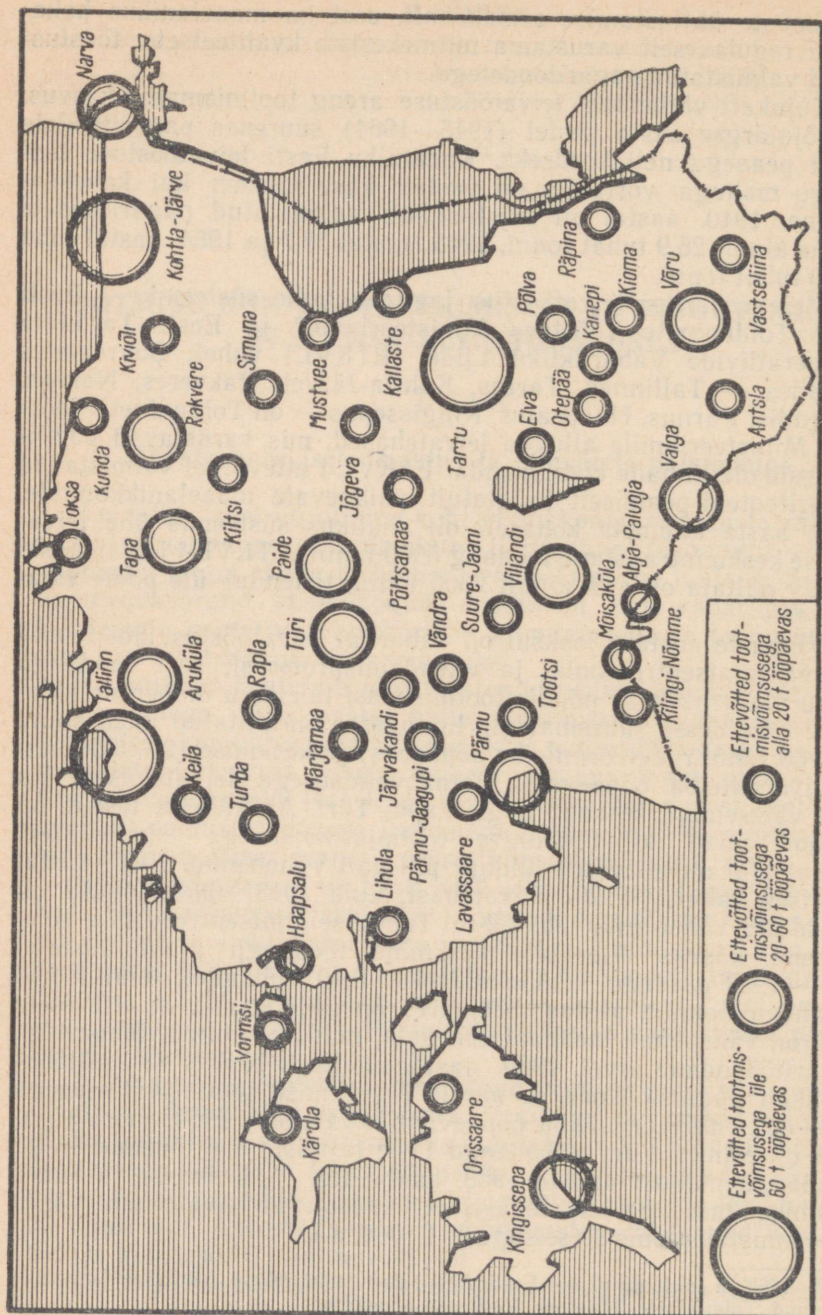
Kujukalt väljendub leivatööstuse areng tootmismahu kasvus. 20 sõjajärgse aasta kestel (1945—1964) suurenes pagaritoodete maht peaaegu neljakordseks. Kodanliku Eesti leivatööstuse toodangu mahuga võrreldes oli vastav kasv rohkem kui kaheksakordne. 1940. aastal oli tööstuslikult valmistatud pagaritoodete kogus ainult 26,9 tuhat tonni, 1945. aastal 58,7 ja 1964. aastal juba 223,3 tuhat tonni.

Meie vabariigi leivatööstus jaguneb kahe süsteemi — Eesti NSV Toiduainete Tööstuse Ministeeriumi* ja Eesti Tarbijate Kooperatiivide Vabariikliku Liidu (ETKVL) vahel. Suuremates linnades — Tallinnas, Tartus, Kohtla-Järvel, Rakveres, Narvas, Viljandis, Pärnus, Haapsalus, Kingissepas — on Toiduainete Tööstuse Ministeeriumile alluvad leivatehased, mis varustavad põhiliselt samade linnade elanikkonda. ETKVL-i ettevõtted valmistavad pagaritooted peamiselt hajutatult paiknevale maaelanikkonnale. 1963. aasta andmete kohaselt oli riiklikus süsteemis ühe leivatehase keskmine aastane toodang 5000 tonni, ETKVL-i leivatehaste vastav näitaja oli aga ainult 2300 tonni, tähendab üle poole väiksem. **

Viimaste aastate jooksul on vabariigi leivatööstus läbi teinud tugeva kontsentreerimis- ja uuendamisprotsessi, sest toodangu mahu ulatuslik kasv nõudis tootmisbaasi täielikku ümberkorraldamist. Kõikidesse suurematesse linnadesse on ehitatud uued suure (üle 60 tonni rukkivormileiba ööpäevas) ja keskmise (20—60 tonni rukkivormileiba ööpäevas) tootmisvõimsusega leivatehased. Ka rida väiksemaid keskusi, nagu Tapa, Türi, Aruküla ja teised, on saanud uued 30—45-tonnise tootmisvõimsusega leivatehased. Samal ajal on ettevõtete üldarv pidevalt vähenenud. 1950. aastal tegutses vabariigis 206 leivatehast, kuid 1963. aasta lõpuks oli nende arv vähenenud juba 52-ni. Tootmise kontsentreerimise tulemusena kasvas ettevõtete keskmine toodangu maht aastatel 1951—1963 peaaegu kümnekordseks: 0,49 tuhandelt tonnilt 4,06 tuhandele tonnile aastas. Seejuures on iseloomulik, et ettevõtete hulk on vähenenud mehhaniseerimata, madala tootmisvõimsusega pagaritöökodade arvel. 1960. aastal oli Eesti NSV-s 43 käsitöonduslikku pagaritöökoda ja ainult 7 keskmise tootmisvõimsusega (20—60 t rukkivormileiba ööpäevas) leivatehast. 1964. aasta alguseks oli esimeste arv vähenenud 11-le ja teiste arv tõusnud 13-ni. Toodangu mahust andsid 1963. aastal ligi $\frac{2}{3}$ keskmise ja suure tootmisvõimsusega leivatehased. Olemasolevat leivatehaste võrku iseloomustab joonis 1 (seisuga 1. I 1964. a.).

* 1965. a. oktoobrini — Eesti NSV Rahvamajanduse Nõukogu koosseisu kuulunud Toiduainete Tööstuse Valitsuse ettevõtted.

** On arvestatud eraldi asetsevate tootmisüksuste keskmine toodang.



Joonis 1. Eesti NSV leivatehaste paiknemise skeem (tegelik 1. I 1964).

Tootmise koondamine suurematesse ettevõtetesse on andnud positiivseid tulemusi toodangu sortimendi laiendamise, mehhaniseerimise taseme tõusu, tootmiskulude kokkuhoiu ja töötingimuste parandamise osas. Märgatavalt on kasvanud tööviljakus, mis on paljude teiste tehnilis-ökonomiliste näitajate parandamise aluseks. Aastatel 1951—1963 tõusis tööliste tööviljakus leivatööstuses naturaalnäitajates väljendatuna ligemale poolteisekordseks. 1950. aastal valmistas iga tööline keskmiselt 49 t pagaritooteid aastas, 1963. aastal aga juba 71,3 t. Kuna samaaegselt laienes toodangu sortiment suurema töömahukusega toodanguliikide osatähtsuse suurendamise suunas, siis oli tootootlikkuse tegelik kasv tõenäoliselt veelgi suurem.

Vaatamata ulatuslikule tootmise kontsentreerimisele on leivatööstus enamiku teiste toiduainete tööstuse harudega võrreldes praegu ikkagi veel suhteliselt enam killustatud. Keskmine töötajate arv ühe ettevõtte kohta on siin 40% võrra madalam kui toiduainete tööstuses tervikuna. Kohati asetsevad uued, suure tootmisvõimsusega ettevõtted üksteisest ainult 10—20 km kaugusel. Sellest tingituna on raskusi tootmisvõimsuste koormamisega ja ettevõtetele ratsionaalsete toodangu turustuspiirkondade moodustamisega.

1964. aasta andmeil ulatus näiteks ETKVL-i leivatööstuse tootmisvõimsuse kasutamine Paide rajoonis keskmiselt ainult 45%-ni (peale Paide ja Türi leivatehaste asub siin ka Tapa Leivatehas), samal ajal kui enamikus riikliku süsteemi leivatehastes oli tootmisvõimsuste kasutamine üle 70%.

Sageli esineb olukordi, kus elanikkond ei saa pagaritooteid lähimast ettevõttest, vaid hoopis kaugemal asetsevast leivatehastest. Näiteks varustatakse Järva-Jaani alevit 42 km kaugusel olevast Paide Leivatehasest, ent Kiltsi Leivatehas on Järva-Jaanist ainult 18 km kaugusel.

Kuid puudusi tootmisvõimsuste kasutamisel ja pagaritoodete ebaratsionaalseid turustuspiirkondi ei saa kaugeltki seletada ainult leivatööstuse killustatusega. Mõnikord on kaugete vedude põhjuseks ka ebaotstarbekohane jahufondide jaotamise kord. Eesti NSV Kaubandusministeerium jaotab jahufondid rajoonide täitevkomiteede vahel vastavalt rajooni elanike arvule. Täitevkomiteede kaudu jaotatakse jahu sama rajooni ettevõtete vahel, millest tulevalt leivatehaste poolt valmistatud pagaritoodang turustatakse reeglina sama rajooni kaubandusvõrgu kaudu. Teise rajooni kaubandusvõrgu varustamine, ehkki see kaugustest olenevalt oleks sageli otstarbekohane, nõuab jahufondide täiendavat ümberjaotamist.

Kõige olulisemaks leivatehaste tootmisvõimsuse nõrga kasutamise põhjuseks on meie arvates siiski asjaolu, et olemasolevate ettevõtete tootmisvõimsused on valitud juhuslikult, ilma kaaluva majandusliku põhjendusega ning ettevõtete praegune paigutus ei

vasta täiel määral vabariigi vajadustele. See on ka arusaadav, sest siiani rajati leivatehaseid kindla plaani ja arvestuseta, paljude juhuslike asjaolude mõjutusel.

Nii elanikkonna häireteta varustamise kui ka leivatööstuse majandusliku tegevuse efektiivsuse tõstmise seisukohalt on oluline, et leivatehaste võimsused ja paigutus oleksid otstarbekalt valitud: nad peavad võimaldama tarbimiskeskuste kiiret ja kvaliteetset pagaritoodetega varustamist ning ühtlasi tagama ettevõtetele minimaalsed tootmis- ja transpordikulud.

Arvestades asjaolu, et leivatööstuse tootmisbaasi kontsentreerimine ja uuendamine Eesti NSV-s jätkub ka eelolevatel aastatel, on vaja selgusele jõuda, millise piirini on üldse võimalik ja majanduslikult otstarbekohane vabariigi leivatööstust kontsentreerida, kuhu ja missuguse võimsusega ehitada uued ettevõtted.

Nende probleemide lahendamisel, leivatehastele optimaalse tootmisvõimsuse ja paigutuse planeerimisel, on tegemist arvukate üksteist mõjustavate teguritega, mille olemuse ja omavaheliste seoste väljaselgitamine on õige perspektiivplaani koostamise vältimatuks eelduseks.

Leivatehaste paigutamist mõjustavad faktorid. Lähtematerjalid leivatehaste optimaalse võrgu planeerimiseks Eesti NSV-s

Iga tööstusharu ettevõtete paigutusele avaldavad mõju spetsiifilised, ainult antud tööstusharule omased tegurid, mis tulenevad tema tootmisprotsessi iseärasustest.

Nõukogude majandusteadlased on põhjalikult uurinud tootmise ratsionaalse paigutamise küsimusi. Tööstusharud on jagatud põhiliselt kolme suurde gruppi vastavalt sellele, kas need paiknemisel peavad lähenema: 1) mineraalsete ja põllumajanduslike toorainete allikatele, 2) toodangu tarbimise rajoonidele või 3) kütuse ja energia varudele [46].

Leivatööstus on materjalimahukas tööstusharu, mida näitab materjalikulude suur osatähtsus toodete omahinnas (rukkijahust toodetel 80—85% ja nisujahust toodetel 85—90%). Peamise osa põhimaterjali kogusest (90—95%) moodustab jahu. Sellest võiks järeldada, nagu tuleks antud tööstusharu paigutamisel orienteeruda põllumajandusliku tooraine allikatele. Lähem tutvumine leivatööstusega näitab aga, et küsimuse selline asetus oleks ühekiilne ja ebaõige.

Leivatööstuse valmistoodang on toorainest veelgi transpordimahukam: näiteks rukkivormileival on juurdeküpsetuse norm üle 60 protsendi, nisujahubatoonidel — üle 30 protsendi. Ka valmis- toodangu transportimine on kallim kui jahu vedu. Pagaritoodete kvaliteedile esitatud nõudmised tingivad leivatööstuse toodangu

transportimiseks spetsiaalveokite kasutamist, mis muudab valmistoodangu veomahinna kõrgeks. Kõrgeid valmistoodangu transpordikuluseid põhjustab samuti pagaritoodete halb transporditavus, mis ei võimalda veovahendeid täielikult koormata. Turustuspiirkonna suurusest olenevalt võivad valmistoodangu veokulud moodustada isegi 15–20% pagaritoodete töötlemismaksumusest. Mida väiksema tootmisvõimsusega on leivatehased ja mida tihedamini nad asetsevad, seda lühemad on pagaritoodete veokaugused ja madalamad transpordikulud. Ettevõtte tootmisvõimsuse kasvuga kaasneb toodangu veokauguse suurenemine ja transpordikulude tõus. See tekitab vajaduse ehitada suhteliselt väikese tootmisvõimsusega leivatehaseid ja paigutada need laiali kõikidesse peamistesse tarbimiskeskustesse.

Leivatehaste paigutamisel tarbijatele orienteerumise kasuks räägivad ka veel mõningad teised tegurid. Praeguse tootmistehnoloogia ja säilitamise tingimuste juures ei ole pagaritooted võimalik pikemat aega tehase ja kaupluse laos hoida ega sadade kilomeetrite kaugusele transportida, kuna nad suhteliselt lühikese aja jooksul tahkuvad ja kaotavad oma esialgse aroomi. Seega tingib ka elanike värskete ja kvaliteetsete pagaritoodetega varustamise eesmärk leivatehaste ehitamist kõikidesse suurematesse tarbimiskeskustesse.

Kuid transpordikulude kokkuhoiu ning leivatehaste tarbijatele lähendamise püüe võib viia leivatööstuse tootmisbaasi ülemäärasele killustamisele, millega negatiivse nähtusena kaasneb tootmis- kulude tõus. Suuremates leivatehastes on toodangu omahind ja fondimahukus tunduvalt madalamad kui väikestes pagaritöökodades. See väljendab kontsentreerimise tulemusena saavutatavat elava ja asjastatud töö kokkuhoidu (tabel 1). Toodangu omahinna alandamise ning leivatehaste rajamiseks vajalike kapitaalmahutuste kokkuhoiu seisukohalt on otstarbekohane pagaritoodete valmistamine koondada suure tootmisvõimsusega leivatehastesse.

Majanduslikust seisukohast mõjustavad leivatehaste tootmis- võimsuste valikut seega kaks vastassuunalist tegurit: toodangu

Tabel 1

Töötlemiskulude ja fondimahukuse olenevus ettevõtte tootmisvõimsusest rukkivormileiva tootmisel
(Eesti NSV riikliku süsteemi leivatehaste 1963. aasta andmeil)

Tootmisvõimsuste vahemikud t/ööpäevas	Leivatehase keskmine tootmisvõimsus grupis t/ööpäevas	Toote omahind (materjali maksumuseta) rbl./t	Fondimahukus rbl./t
15—25	18,9	16,51	41,68
26—55	44,1	16,41	25,08
56—75	60,0	16,16	20,96
76—100	100,0	15,58	15,97

Taandatud kulud 1 t rukki vormileivale
(Eesti NSV riikliku süsteemi leivatehaste 1963. a. keskmised näitajad)

Tootmisvõimsuste vahemikud t/ööpäevas	Töötlemiskulud 1 t rukki vormileivale rbl./t	Fondimahukus ühe tasuvusaasta kohta rbl./t	Taandatud kulud 1 t rukki vormileiva tootmiseks rbl./t
15—25	16,51	8,34	24,85
26—55	16,41	5,02	21,43
56—75	16,16	4,29	20,45
76—100	15,58	3,12	18,70

valmistamiseks tehtavad kulutused räägivad leivatööstuse kontsentreerimise poolt ja transpordikulud selle vastu. Seejuures tuleb täiendava tegurina küsimuse lahendamisel arvestada tarbijaskonna varustamise tingimusi ja pagaritoodete kvaliteedile esitatavaid nõudeid.

Kõigi märgitud tegurite ja tingimuste üheaegseks ja õigeks arvestamiseks kasutati Eesti NSV leivatööstuse optimaalse kontsentratsiooniastme ja ettevõtete võrgu väljatöötamiseks matemaatilist lahendusmeetodit.

Küsimuse lahendamist alustati sellest, et selgitati välja, milline õigupoolest oleks optimaalne leivatehaste võrk Eesti NSV-s, lähtudes vabariigi elanikkonna ja väljakujunenud tarbimiskeskuste geograafiast: kus peaksid leivatehased asuma ja kui suur peaks olema nende tootmisvõimsus. Alles seejärel anti hinnang olemasolevale tootmisbaasile ning kavandati teed selle edasiseks rationaliseerimiseks ja tootmisvõimsuste kasutamise parandamiseks.

Majanduslikuks kriteeriumiks leivatehaste optimaalse võrgu planeerimisel olid minimaalsed kulud ettevõtete ehitamiseks, nende ekspluateerimiseks ning tooraine ja valmistoodangu transportimiseks. Esimesed kaks komponenti avaldati taandatud kuludena (töötlemiskulud + kapitaalmahutuste erikulu ühele tasuvuse aastale) ühele toodanguühikule (tabel 2).

Olemasoleva võrgu kontsentreerimise võimaluste väljaselgitamisel lähtuti põhiliselt töötlemis- ja transpordikuludest. Töötlemiskulude suurus olenevalt leivatehase tootmisvõimsusest on esitatud tabelis 1. Ulatuslikumaid täiendavaid kapitaalmahutusi siin ette ei nähtud, sest selgus, et olemasoleva võrgu tootmisvõimsus vastab vajadustele ning olulist suurendamist ei vaja. Vähestes punktides (Tartus, Narvas, Viljandis) on vajalik uued leivatehased ehitada tegutsevate vananenud tehaste asendamiseks.

Objektiivsete, arvutusteks sobivate lähtematerjalide saamiseks analüüsiti mitmesuguse tootmisvõimsusega leivatehaste projektide majanduslikke näitajaid, riikliku ja kooperatiivse süsteemi leivatehaste tegelikke tootmiskulusid ja fondimahukust.

Selgus, et kõige õigemaks aluseks antud tööle on Eesti NSV

endise RMN-i leivatehaste tegelikud näitajad toodangu omahinna ja fondimahukuse kohta, mida töös järgnevalt kasutati. Projektijärgsed majanduslikud näitajad olid projektide erinevast koostamise ajast ning ettevõtete struktuurist olenevalt halvasti võrreldavad; ETKVL-i süsteemi ettevõtete andmete kasutamist takistasid toodangu omahinna kalkuleerimise meetodika erinevused.

Vastav analüüs näitas, et nii taandatud kulud kui ka töötlemiskulud leivatehastes on hüperboolses sõltuvuses ettevõtte tootmisvõimsusest

$$p(y) = \alpha + \frac{\beta}{y}, \quad (1)$$

kus $p(y)$ — töötlemiskulud 1 tonni rukkivormileiva tootmiseks (rbl./t);

y — tehase tootmisvõimsus (t/ööpäevas);

α — toodanguühikule konstantseks jäävad tootmiskulud toodangu suuruse juures $y \in (0, y)$;

β — tingpüsivad kulud, mis ei sõltu ööpäevase toodangu muutumisest piirides $(0, y)$.

Toodud sõltuvusest avaldati konstantide α ja β suurused, mida järgnevalt kasutati leivatehaste kontsentreerimisülesande lahendamisel.

Tabel 2 andmetest lähtudes saadi konstantide väärtuseks $\alpha_1 = 17,2$ rbl./t ja $\beta_1 = 168,8$ rbl./ööpäevas.

Tabel 1 andmetel (töötlemiskulud) oli konstantide väärtus vastavalt $\alpha_2 = 15,3$ rbl./t ja $\beta_2 = 37,1$ rbl./ööpäevas.

Eespool tulime järeldusele, et tootmise kontsentreerimisel ja ettevõtete paigutamisel on leivatööstuses märkimisväärne osatähtsus transpordikuludel.

Käesolevas töös võeti arvesse pagaritoodete ja põhimaterjali — jahu veokulud, kusjuures arvutused tehti veoste tonnkilomeetri omahinna alusel. Tonnkilomeetri omahinna määramisel kasutati kogumiku lk. 134 toodud meetodikat.

Koos täiendavalt vajalike transpordivahendite maksumuse arvessevõtmisega saadi taandatud kulude suuruseks leiva veol 8,72 kop./tkm ja jahu veol 3,12 kop./tkm.

Paigutusülesannete lahendamisel matemaatiliste meetodite abil on töö maht väga suur, kusjuures selle kõige enam aeganõudvaks osaks on kauguste mõõtmine ja veomaksumuste määramine. Kuna aga oli teada, et pagaritooted ei ole otstarbekohane väga kaugele vedada, sest nad tahkuvad suhteliselt lühikese aja jooksul, siis oli antud juhul võimalik üleliia kauged veod välistada. Selleks oli vaja välja selgitada, kui kaugele on Eesti NSV tingimustes keskmiselt võimalik ja otstarbekohane pagaritooted vedada. Turustuspiirkonna optimaalse veoraadiuse määramisel oli kriteeriumiks elanikkonna häireteta varustamine kvaliteetsete pagaritoodetega kõige madalamate tootmis- ja transpordikulude juures.

Eespool nägime, et ettevõtte tootmisvõimsuse kasvuga kaasneb toodanguühiku valmistamiseks tehtavate kulutuste ja fondimahukuse vähenemine. Tootmisvõimsuste kasv kutsub esile ettevõtete võrgu hõrenemise. Leivatehaste hõreda asetuse korral on aga transpordikulude osatähtsus tunduvalt suurem kui ettevõtete tiheda võrgu juures.

Seades eesmärgiks töötlemis- ja transpordikulude summa minimeerimise, avaldub pagaritoodete turustuspiirkonna optimaalne raadius järgmiselt [9]:

$$R = \sqrt[3]{\frac{3\beta}{\pi\delta qc}}, \quad (2)$$

kus

- R — turustuspiirkonna optimaalne raadius (km);
- β — tingpüsivad kulud (rbl./ööpäevas);
- δ — pagaritoodete tarbimistihedus ööpäevas;
- q — teekõveruse koefitsient;
- c — ühe tonnkilomeetri omahind leiva veol (rbl.).

Eesti NSV oludes on teekõveruse koefitsient q_1 otsekaugusega võrreldes keskmiselt 1,3. Kuna kaupluste ühekordne pagaritoodete vajadus on auto kandevõimega võrreldes suhteliselt väike, siis veo-ките otstarbekama koormamise eesmärgil toimub leiva ja saia vedu enamasti ringmarsruute mööda. Vastavad vaatlused näitavad, et marsruutveost tingituna suurenes teekõveruse koefitsient leiva-veol 1,95-ni. Seetõttu tuleb optimaalse veoraadiuse arvutamisel lähtuda teekõveruse koefitsiendist $q_2 = 1,95$. Kaugeima tarbija ja tehase vahemaa otseteed mööda leiame aga arvesse võttes teekõveruse koefitsiendi — $q_1 = 1,3$; $L = q_1 \cdot R$, kus L on kaugeima tarbija ja tehase vahemaa otseteed mööda (km).

Turustuspiirkonna raadiuse suurus on pöördvõrdelises sõltuvuses pagaritoodete tarbimistihedusest δ . Järelikult suurema tarbimistiheduse korral on turustuspiirkonna optimaalne suurus väiksem. Pagaritoodete tarbimistiheduse määramisel lähtuti perspektiivsest elanikkonna suurusest ja pagaritoodete tarbimisnormidest Eesti NSV maarajoonides. Arvutuste tulemusena selgus, et pagaritoodete ööpäevane tarbimistihedus $\delta = 0,0082$ t/km².

Asendades avaldises (2) tähised vastavate arvuliste suurus-tega, leiti Eesti NSV keskmistele tingimustele vastav pagaritoodete turustuspiirkonna optimaalne raadius.

Lähtudes uute ettevõtete võrgu väljaehitamisest, $\beta_1 = 168,8$ rbl./ööpäevas, saadi turustuspiirkonna optimaalseks raadiuseks ligikaudu 50 km (R_1), mis ületab praeguse tegeliku pagaritoodete turustuspiirkonna keskmise raadiuse (20 km) 30 km võrra.

Tootmise kontsentreerimisel olemasolevate ettevõtete baasil võiks leiba ja saia vedada piirkonnale, mille raadius ulatub ligikaudu 30 (R_2) kilomeetrini. Järelikult ka olemasolevates tingimus-

tes on majanduslikult otstarbekohane pagaritoodete keskmist turustuspiirkonda suurendada.

Järgnevalt vajas selgitamist küsimus, millist mõju avaldab turustuspiirkondade suurendamine pagaritoodete kvaliteedile, kas veokauguste pikendamine oleks lubatav ka elanikkonna varustamise seisukohalt.

Selleks et elanikkonda värskete pagaritoodetega varustada, on kehtestatud realiseerimisaja normatiivid, mille kohaselt leivad peavad olema realiseeritud 48, saiad 24 ja väikesaiad 16 tunni jooksul pärast nende ahjust väljavõtmist. Analüüs näitas, et enamiku tegelikust realiseerimisajast seisavad pagaritooted tehases transpordi või kaupluses realiseerimise ootel. Ainult õige väike osa ajast kulutatakse nende transpordile tehastest kaubandusvõrku. Seoses sellega jõuti järeldusele, et turustuspiirkonna mõningane suurendamine ei halvenda leiva ja saia kvaliteeti tarbija seisukohalt kuigi oluliselt. Et pagaritoodete vedu 50–60 km kaugusele on kaupluste normaalse varustamise seisukohalt küllaltki reaalne, seda näitavad ka viimasel ajal ETKVL-i süsteemis rajatud uute suurte tootmisvõimsustega leivatehaste kogemused. Näiteks Aruküla Leivatehas varustab pagaritoodetega peaaegu tervet Harju rajooni, kusjuures turustuspiirkonna raadius on 42 km ja toodangu keskmine veokaugus 55 km. Seejuures ei ole toodete kvaliteet kaugemate tarbijate juures sugugi halvem kui lähedal asuvate tarbijate juures. Seda enam on mainitud veokaugused võimalikud kaugemas tulevikus, sest aasta-aastalt parandatakse ja täiustatakse transpordivahendeid ning hakatakse kasutama mitmesuguseid tehnoloogilisi võtteid leivatööstuse toodangu säilimiseaja pikendamiseks.

Lähtudes leitud veoraadiustest, määrati tarbijate ja tarbimiskeskuste vaheline maksimaalne kaugus L . Kuna juba kontsentreerimisülesande matemaatilise lahenduse käigus langevad välja ebaotstarbekad veomarsruudid, siis on pagaritoodete maksimaalse veokauguse L avaldamisel kasutatud turustuspiirkonna raadiuse suuremat väärtust R_1 . Veoraadiuse ja teekõveruse koefitsiendi alusel leitud pagaritoodete maksimaalne veokaugus on antud tingimustes ligikaudu 70 km ($L = 50 \cdot 1,3 = 65,0$ km), mis on võetud aluseks ka veokauguste mõõtmisel.

Turustuspiirkonna suuruse arvutused on tehtud keskmiste andmete alusel ja selle optimaalne raadius niihästi uue ettevõtete võrgu rajamisel kui ka tootmise kontsentreerimisel olemasolevatesse ettevõtetesse annab ainult ligikaudse orientiiri leivatehaste paigutusprobleemide lahendamiseks.

Edasiste täpsemate arvutustega määrati ettevõtete konkreetsed asukohad ja tootmisvõimsused. Et leivatehase tootmisvõimsus ja toodangu suurus vastaksid nõudmisele varustatavas piirkonnas, määrati pagaritoodete tarbimise maht perspektiivsetes tarbimiskeskustes. Viimastena võeti arvesse linnad, asulad ja perspektiiv-

sed kolhoosikeskused, kusjuures nende pagaritoodete vajadus määrati elanikkonna arvu ning leiva ja saia tarbimismäärade alusel. Seejuures arvestati linna- ja maaelanikkonna tarbimise erinevust. Vabariigi kui terviku ööpäevane pagaritoodete vajadus väljendub järgmiselt:

$$P = \left(\sum_{l=1}^m a_l r_1 + \sum_{k=1}^n b_k r_2 \right) K, \quad (3)$$

kus P — pagaritoodete ööpäevane vajadus vabariigis (t/ööpäevas);

a_l — elanike arv l -ndas linnalises asulas ($l=1, 2, \dots, m$);

r_1 — linnaelanike pagaritoodete tarbimise norm (t/ööpäevas) sortimendis väljendatuna;

b_k — elanike arv k -ndas maa tarbimiskeskuses ($k=1, 2, \dots, n$);

r_2 — maaelanike pagaritoodete tarbimise norm (t/ööpäevas) sortimendis väljendatuna;

K — sortimendiliselt toodangult rukkivormileivale ülemineku koefitsient.

Arvutuste tulemusena selgus, et vabariigis on ööpäevane pagaritoodete vajadus 671,8 tonni rukkivormileiba ööpäevas, sellest mandriosal 648,6 tonni. Sama valemi kasutamisele leiti pagaritoodete vajadus ka üksikute tarbimiskeskustes.

Tootmispunktidenä võeti arvesse kõik vabariigi territooriumil 1. jaanuariks 1962 eksisteerinud leivatehased. Ettevõtete paigutusskeemi väljatöötamise ülesannet vaadeldi vabariigi mandriosa ja saarte kohta eraldi. Mandriosa tootmis- ja tarbimispunktid andsid maatriksi 290·51 (290 tarbimis- ja 51 tootmispunkti). Vastava programmi puudumise tõttu ei olnud võimalik nii suure mahuga ülesannet elektronarvutusmasinal lahendada. Maatriksi vähendamiseks agregeeriti tarbimiskeskused viie kaupa, mille tulemusena nende arv vähenes 290-lt 60-le ja maatriksi suuruseks saadi 51·60.

Ülesande matemaatilise lahenduse tulemused

Leivatehaste kõige ratsionaalsema tootmisvõimsuse ja paigutuse leidmiseks meie vabariigis tingimusel, et olemasolevad ettevõtted ülesande lahenduse käiku ei kitsendaks, lahendati tõkestamata tootmisvõimsustega katkeva sihifunktsiooniga paigutusülesanne. Seejuures lähtuti tingipüsivate kulude suurusest ($\beta=168,8$ rbl. ööpäevas). Ülesande lahendamisel kasutati tarbimiskeskustena agregeeritud tarbijaid ja tootmispunktidenä võeti arvesse 1. jaanuariks 1964. aastal tegutsenud leivatehaste asukohad. Põhiliselt lahendati ülesanne NSV Liidu Teaduste Akadeemia Arvutuskeskuses järjestikuste arvutuste meetodil. Selleks et ülesande

lahendamine sealsetel elektronarvutusmasinatel olemasoleva programmi kasutamiseks oleks võimalik, lahendati teda eelnevalt Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudis välistusmeetodil käsitsi kuni ettevõtete arvu vähenemiseni 33-le. Käsitsi lahendati ülesanne Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudi majandusmatemaatika sektoris.

Ülesande lahenduse lõpptulemusena selgus, et vabariigi elanikkonna varustamine pagaritoodetega on mandriosal võimalik 13 leivatehasest, kusjuures on kasutatavad paljud erinevad ettevõtete kombinatsioonid. Lisaks optimaalsele lahendusele, mille puhul pagaritoodete tootmis- ja transpordikulude summa oli minimaalne, saadi matemaatilise lahenduse tulemusena veel 55 erinevat ettevõtete paigutusvarianti, mis kulude suuruse poolest erinesid optimaalsest vähem kui 4,0%.

Et selgitada, kas agregeerimine ei moonuta lahenduse tulemusi, lahendati Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudi majandusmatemaatika sektoris veel kolm varianti välistusmeetodil, kasutades agregeerimata tarbimiskeskusi.

Järgnevalt on tabelis 3 toodud kaks kõige madalama sihifunktsiooni väärtusega varianti, mis leiti agregeeritud tarbimiskeskuste kasutamise järgestikuste arvutuste meetodil, ja välistusmeetodil leitud variandid (agregeerimata tarbimiskeskuste alusel).

Tabelist 3 selgub, et enamik suurema tootmisvõimsusega ettevõtete asukohti langeb kõigis variantides kokku (Tallinn, Pärnu, Rakvere, Kohtla-Järve, Narva, Tartu, Võru, Valga). Erinevused on peamiselt väiksema tootmisvõimsusega ettevõtete asukohtades. Nende kombineerimine muudab aga sihifunktsiooni väärtust suhteliselt vähe. Seetõttu lõpliku valiku tegemisel tuleb arvesse võtta ka kohalikke tingimusi. Käesolevas töös on arvutuste tegemisel lähtutud madalaima sihifunktsiooniga variandist ($F=3201,5$ rbl. ööpäevas).

Võrreldes saadud variante ettevõtete olemasoleva paigutuse ja tootmisvõimsustega, selgus, et enamikus asukohtades juba tegutsesid vajaliku võimsusega leivatehased. Siit kerkis üles küsimus, kas ei oleks võimalik praegust ettevõtete võrku kontsentreerides välja jõuda optimaalse skeemini. Selle selgitamiseks ning ettevõtete väljalangemise järjekorra kindlaksmääramiseks lahendati olemasoleva võrgu kontsentreerimise ülesanne kahes etapis.

Olemasoleva leivatehaste võrgu kontsentreerimisel ei saa arvestamata jätta ettevõtete praegust olukorda ja tehnilist taset. Selleks et uued, suurema tootmisvõimsusega leivatehased tootmise kontsentreerimise protsessis skeemist välja ei langeks, kinnistati need plaani. Esimese etapi käigus kinnistati need punktid, kus tegutseva tehase olemasolev või ehitatava ettevõtte projektikohane tootmisvõimsus oli 15 t/ööpäevas ja üle selle. Vabariigi mandriosal tuli kinnistada 23 leivatehast: Tallinn, Keila, Aruküla, Tapa, Paide, Rapla, Haapsalu, Türi, Rakvere, Viljandi, Pärnu, Kilingi-

Tabel 3

Leivatehaste paigutusvariante

Ettevõtte asukoht	Olemasolev tootmisvõimsus * t/ööpäevas	Vajalik toodangu maht, t/ööpäevas				
		Agregeeritud tarbijate kasutamisele leitud variandid		Agregeerimata tarbijate kasutamisele leitud variandid		
		I	II	III	IV	V
Tallinn	193,6	219,8	219,8	224,6	213,7	224,6
Rapla	11,4	35,8	31,1	22,9	—	22,9
Lihula	8,0	8,4	—	7,6	23,3	7,6
Pärnu	47,3	47,5	47,5	42,5	40,5	42,5
Viljandi	38,3	29,6	29,6	—	33,3	—
Jõgeva	15,4	23,7	23,7	24,1	11,1	—
Rakvere	27,7	58,6	58,6	52,1	55,7	55,7
Kohtla-Järve	67,8	50,4	50,4	53,1	53,1	52,3
Narva	36,3	32,9	32,9	32,9	32,9	32,9
Tartu	81,2	76,4	76,4	71,8	75,5	72,9
Võru	25,9	34,5	34,5	34,6	34,6	34,6
Valga	30,6	18,1	18,1	20,3	20,3	20,2
Haapsalu	15,4	12,9	12,9	12,9	—	12,6
Võhma	5,0	—	—	49,5	—	55,1
Keila	8,2	—	—	—	24,2	—
Türi	26,1	—	—	—	30,4	—
Mustvee	8,2	—	—	—	—	14,7
Koluvere	—	—	13,1	—	—	—
K o k k u	646,4	648,6	648,6	648,6	648,6	648,6
Sihifunktsiooni väärtus (rbl./ööpäevas)		3201,5	3207,1	3208,7	3214,3	3224,3
Sealhulgas transpordikulud (rbl./ööpäevas)		1007,1	1012,8	1014,1	1019,7	1029,7

* Sisulise võrreldavuse saavutamiseks arvati olemasolevatest tootmisvõimsustest maha reservvõimsus 20% ulatuses.

Nõmme, Jõgeva, Kohtla-Järve, Kiviõli, Narva, Kallaste, Tartu, Elva, Põlva, Võru, Antsla ja Valga. Nendest 11 esinesid optimaalses skeemis.

Ülesanne lahendati käsitsi välistusmeetodil agregeerimata tarbimiskeskusi aluseks võttes (mandriosa kohta oli maatriksi suurus 51 · 290), tootmisvõimsused jäeti tõkestamata. Lahendist selgus, et elanikkonna varustamine osutub vabariigi mandriosal võimalikuks 24 leivatehasest. Võrreldes varem saadud paiknemise variantidega, on antud juhul ettevõtete arv 9 võrra suurem.

Et selgitada, kas olemasolevate ettevõtete baasil ei oleks võimalik tootmise ulatuslikum kontsentreerimine, lahendati veel üks variant — kontsentreerimise teine etapp —, kus plaani kinnistati olemasolevad ettevõtted tootmisvõimsusega 20 t ööpäevas ja ülesse. Kinnistatuiks osutusid ettevõtted Tallinnas, Arukülas, Tapal, Pärnus, Kilingi-Nõmmel, Viljandis, Paides, Türil, Narvas, Kohtla-Järvel, Rakveres, Põlvas, Võrus, Valgas ja Tartus.

Tabel 4

Leivatehaste paigutus ja toodangu maht pärast kontsentreerimist

Ettevõtte asukoht	Olemasolev tootmisvõimsus, t/ööpäevas	Vajalik toodangu maht, t/ööpäevas	
		24 ettevõtet	19 ettevõtet
Tallinn	193,6	188,5	193,6
Aruküla	29,0	20,6	29,0
Keila	15,8**	15,7	—
Rapla	16,0**	16,0	16,0
Tapa	22,7	16,2	22,7
Lihula	8,0	8,0	8,0
Haapsalu	15,4	12,6	14,1
Pärnu	47,3	37,1	38,2
Kilingi-Nõmme	36,0	5,6	11,7
Viljandi	38,3	31,2	24,1
Jõgeva	15,4	15,4	15,4
Paide	36,0	20,4	17,6
Türi	26,1	12,9	8,3
Rakvere	48,9***	33,5	27,7
Kohtla-Järve	67,8	44,6	55,6
Kiviõli	15,4	9,3	—
Narva	36,3	32,9	32,9
Kallaste	16,0	4,8	—
Tartu	81,2	54,2	67,0
Elva	15,4	13,0	—
Põlva	24,4	10,3	24,4
Võru	25,9	22,2	24,2
Antsla	16,0	5,0	—
Valga	30,6	18,6	18,1
K o k k u	877,5	648,6	648,6
Sihifunktsiooni väärtus* (rbl./ööpäevas)		1665,7	1593,6
Sealhulgas transpordikulud (rbl./ööpäevas)		775,3	888,7

* Erinevatest lähteandmetest olenevalt ei ole tabelites 3 ja 4 esitatud sihifunktsioonide väärtused omavahel võrreldavad.

** Keila ja Rapla leivatehastes on arvesse võetud rekonstrueeritav tootmisvõimsus

*** Rakvere Leivatehas on koos Kunda tsehhiga.

Kontsentreerimisülesande lahendamisel kasutati tõkestatud tootmisvõimsusi ja agregeeritud tarbijaid. Lahenduse tulemused nägid ette vabariigi elanikkonna varustamise 19 tegutsevast ja praegu ehitamisel olevast ettevõttest. Peale 15 kinnistatud ettevõtte jäid skeemi veel leivatehased Raplas, Haapsalus, Jõgeval ja Lihulas.

Kontsentreerimisvariantide lahenduse tulemused on koondatud tabelisse 4.

Selgub, et kontsentratsiooni taseme tõusuga suurenevad küll transpordikulud, kuid töötlemiskulude alanemise tõttu langevad summaarsed kulud ettevõtete arvu vähenemise korral 24-lt 19-le 72,1 rubla võrra ööpäevas.

Tabeli 4 andmetest selgus, et kontsentreerimise teises etapis kasutatakse enamikus tootmispunktides olemasolevad tootmisvõimsused ära täielikult ja seetõttu leivatehaste arvu edasine vähendamine ilma täiendavate kapitaalmahutuste tegemiseta ei ole võimalik.

Leitud skeemid kindlustavad vabariigi mandriosa varustamise pagaritoodetega. Saartel: Saaremaal, Hiiumaal ja Vormsil selles küsimuses erilisi probleeme ei teki, sest seal on olemas oma pagari-tökojad. Ainult Saaremaal tegutseb praegu kaks ettevõtet (Kingssepas ja Orissaares). Kuna Kuressaare Leivakombinaadi ööpäevast tootmisvõimsust laiendati 1964. aastal 25 tonni võrra, siis on edaspidi otstarbekohane kogu saare varustamine organiseerida Kuressaare Leivakombinaadist. Saarte varustamise arvessevõtmisega suureneb vabariigi üldine tehaste arv 3 võrra (Saaremaa, Hiiumaa ja Vormsi). Väiksematel saartel (Kihnu, Ruhnu jt.) küpsetatakse leiba kodus.

Töö tulemuste juurutamine ja sellest tulenev ökonoomiline efekt

Töö käik ja lahenduse tulemused viisid järeldusele, et Eesti NSV-s on otstarbekohane leivatööstuse olemasolevat tootmisbaasi märgatavalt kontsentreerida.

Kontsentreerimisprotsess peaks toimuma järkjärguliselt väiksemate ettevõtete sulgemise teel, mille juures orientiiriks oleksid käesolevas töös väljatöötatud ettevõtete ratsionaalse paigutamise skeemid. Esmajärjekorras peaksid tulema sulgemisele need olemasolevad leivatehased ja tsehhid, mis langesid plaanist välja esimese kontsentreerimisetaapi lahendamisel.

Sellele vastavalt koonduks pagaritoodete valmistamine Eesti NSV mandriosal praegusest 49 tootmispunktist 24 suurema tootmisvõimsusega leivatehasesse. Nimetatud leivatehaste summaarne tootmisvõimsus (kolmevahetuselise töörežiimi korral) vastab perspektiivselt vajalikule pagaritoodete mahule. Kuid samaaegselt

väikeste ettevõtete sulgemisega peaks siiski tegevusse jäävaid suu-remaid leivatehaseid tehniliselt tugevdama ja nende tootmistingimusi parandama. Seejuures on ulatuslikumate kapitaalmahutuste tegemine õigustatud eriti nendes ettevõtetes, mis paiknevad optimaalse paigutusskeemiga ettenähtud asukohtades (tabel 5). Soovitada võib kõige lähemas tulevikus uute leivatehaste ehitamist Tartusse ja Narva, samuti Viljandi Leivatehase rekonstrueerimist.

Järgmiseks, juba kaugemas tulevikus toimuvaks etapiks peaks olema leivatehaste täiendav sulgemine Kiviõlis, Elvas, Kallastel, Antslas ja Keilas. Seejuures kõige pakilisemaks ülesandeks tegutsema jääva võrgu tugevdamise osas oleks nõuetekohase leivatehase väljaehitamine Võrus.

Eesti NSV leivatööstuse tootmisbaasi reorganiseerimise lõppesmärgiks peaks olema käesolevas töös kavandatud 13-ettevõtetelise paigutusvariandi juurutamine (koos saarte varustamisega 16 ettevõtet). Kuna see nõuab aga terve rea praeguste suure tootmisvõimsusega ning suhteliselt uute leivatehaste võrgust väljalülitamist (leivatehased Paides, Tapal, Kilingi-Nõmmel jne.) koos samaaegse tootmisvõimsuse tõstmisega tegutsema jäävates ettevõtetes, siis on arusaadav, et võrgu saab lõplikult välja kujundada alles üsna kauges tulevikus.

Tabelis 3 toodud madalaima sihifunktsiooni väärtusega leivatehaste paigutusskeemist selgus, et enamiku perspektiivsete leivatehaste vajalik ööpäevane toodangu maht on 20—60 tonni piires. Alla 20-tonnise toodangu mahuga ettevõtted jääksid tegutsema ainult Lihulasse (8,4 t/ööpäevas), Valka (18,1 t/ööpäevas) ja Haapsaluse (12,9 t/ööpäevas). Nimetatud väikesed ettevõtted jäid skeemi pagaritoodete veokauguse piirava mõju tõttu. Nagu eespool märkisime, oli töös ette nähtud pagaritoodete maksimaalselt lubatud veokauguseks 70 km. Kuna see suurus oli leitud Eesti NSV keskmiste andmete alusel, siis vabariigi hõredamini asustatud piirkondades võidi võrgu kontsentreerimisel majandusliku optimumi mitte välja jõuda. Tegelikult ei ole pagaritoodete veokauguse piir nii range. Üksikutel juhtudel, kui selle tõttu alanevad summaarsed töötlemise ja transpordikulud, on mõeldav leiba ja saia vedada ka kaugemale.

Suurendades pagaritoodete maksimaalseid veokaugusi kuni 80 kilomeetrini Lihula, Haapsalu, Võru ja Valga rajoonis, kus elanikkonna tihedus on vabariigi keskmisest madalam, on võimalik perspektiivset leivatehaste võrku veelgi koondada. Nimelt langeb sel juhul ära leivatehaste säilitamise vajadus Lihulas ja Valgas. Vastavad arvutused näitasid, et sihifunktsiooni väärtus vähenes võrgu täiendava koondamise arvel 3201,5 rublalt 2974,3 rublale ööpäevas. Järelikult oleks summaarsete töötlemise ja transpordikulude kokkuhoiu seisukohalt veokauguste suurendamine toodud ulatuses otstarbekohane.

Mandriosa pagaritoodetega varustamise probleemi kõrval

tuleks lähemalt peatuda ka Vormsi saare elanikkonna nõudmiste rahuldamisel leiva ja saiaaga. Praegu asub seal väikese tootmisvõimsusega pagaritöökoda, mis aga ei suuda saart mitmekesise pagaritoodanguga varustada. Mandri ja saarte vaheliste transpordiolude edasine parandamine võimaldaks tulevikus Vormsit varustada mandril asuvast Haapsalu Leivatehasest. Vormsi pagaritöökoda likvideerimisega väheneks üldine ettevõtete arv vabariigi elanikkonna varustamiseks pagaritoodetega 13-le (joonis 2).

Töö tulemuste eespool kirjeldatud juurutamise käiku peegeldab tabel 5.

Arvutustest selgus, et Eesti NSV leivatööstuse tootmisbaasi reorganiseerimine töös esitatud soovitude kohaselt annab märkimisväärset majanduslikku efekti.

Praeguse kulude tasemega võrreldes tagab juba ainuüksi kontsentreerimise esimese etapi läbiviimine summaarsete tootmis- ja transpordikulude alanemise vabariigi leivatööstuses ligikaudu 250 000 rubla võrra aastas. Leivatehaste arvu edasine vähendamine 27-lt 22-ni (kontsentreerimise II etapp) suurendab aastast ökonoomiat eelmisega võrreldes ligikaudu 60 000 rubla võrra.

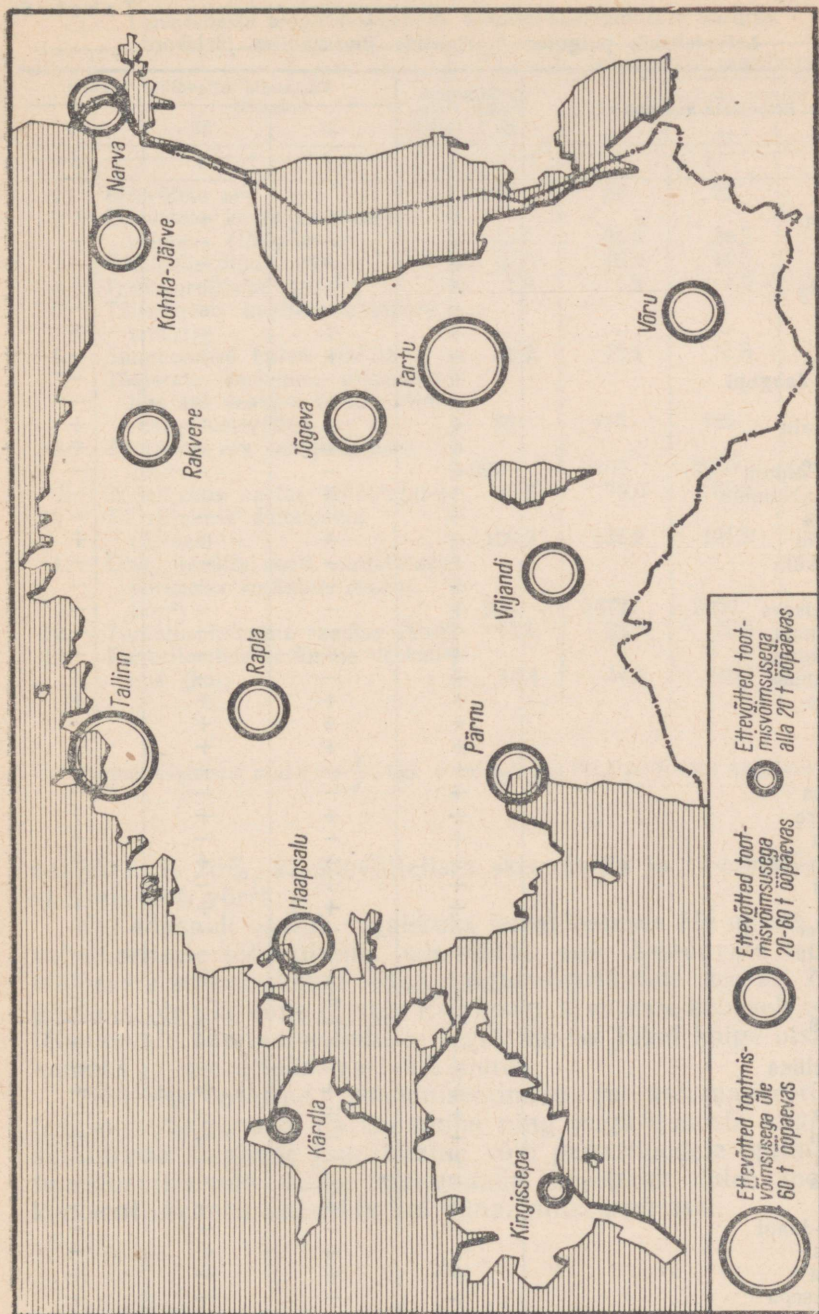
Kulutused pagaritoodete valmistamiseks ja tarbijatele laiali veoks on minimaalsed 13 ettevõttest koosneva paigutusskeemi juurutamise korral. Täiendavalt eespool mainitud ökonoomiale saavutatakse sel juhul 140 000 rublani ulatuv kulude kokkuhoid aastas.

Kuid viimatimärgitud paigutusskeemi rakendamine nõuab täiendavaid kapitaalmahutusi, milliste tasuvusaeg ületab toiduainete tööstusele ettenähtud normatiivi, ületades 5 aastat. Seetõttu ei ole praegustes tingimustes tootmise kontsentreerimine selles ulatuses otstarbekohane. Võimalused selleks avanevad kaugemas tulevikus, kui tekib vajadus amortiseerunud leivatehaste uutega asendamiseks.

Käesoleva töö majanduslikes arvutustes lähtusime madalaima sihifunktsiooni väärtusega paigutusvariantidest. Kuid nagu eespool nägime, on vabariigi mandriosa varustamine pagaritoodetega võimalik väga paljude ettevõtete kombinatsioonide puhul, kusjuures üksikute variantide töötlemise ja transpordikulude summa erinevus optimaalsest on väike. Seetõttu, kui seda tingivad praktilist laadi kaalutlused, on võimalik tootmise kontsentreerimisel aluseks võtta ka teisi käesolevas töös soovitatud paigutusvariante.

Järgnevalt on tabelis 6 toodud erinevate paigutusvariantide tehnilis-ökonoomiline näitajate võrdlus.

Leivatehaste paigutusskeemide tehnilis-ökonoomilisest võrdlusest selgus ühtlasi, et tootmise kontsentreerimisega kaasneb tööviljakuse märgatav tõus. Kuigi üksikute ettevõtete töötajate arv suureneb koos ettevõtte keskmise tootmisvõimsuse kasvuga, väheneb üldine tööjõu vajadus leivatööstuses tervikuna 27-ettevõtteli-



Joonis 2. Eesti NSV leivatehaste perspektiivse paiknemise skeem.

Leivatehaste paigutamisvariantide juurutamise järjekord

Ettevõtete asukohad	Praegune võrk (seisu ga 1. I 1964)	Variandid ettevõtete arvuga		
		27	22	13
1	2	3	4	5
Tallinn	+	+	+	+
Keila	+	+	—	—
Turba	+	—	—	—
Aruküla	+	+	+	—
Loksa	+	—	—	—
Rapla	+	+	+	+
Tapa	+	+	+	—
Pärnu-Jaagupi	+	—	—	—
Lihula	+	+	+	—
Haapsalu	+	+	+	+
Pärnu	+	+	+	+
Abja-Paluoja	+	—	—	—
Kilingi-Nõmme	+	+	+	—
Vändra	+	—	—	—
Viljandi	+	+	+	+
Mõisaküla	+	—	—	—
Tootsi	+	—	—	—
Lavassaare	+	—	—	—
Märjamaa	+	—	—	—
Järvakandi	+	—	—	—
Põltsamaa	+	—	—	—
Jõgeva	+	+	+	+
Paide	+	+	+	—
Türi	+	+	+	—
Kiltsi	+	—	—	—
Simuna	+	—	—	—
Rakvere	+	+	+	+
Kunda	+	—	—	—
Kohtla-Järve	+	+	+	+
Kiviõli	+	+	—	—
Narva	+	+	+	+
Mustvee	+	—	—	—
Kallaste	+	+	—	—
Tartu	+	+	+	+
Elva	+	+	—	—
Räpina	+	—	—	—
Põlva	+	+	+	—
Vastseliina	+	—	—	—
Võru	+	+	+	+
Antsla	+	+	—	—
Kanepi	+	—	—	—
Kioma	+	—	—	—
Otepää	+	—	—	—
Valga	+	+	+	—
Suure-Jaani	+	—	—	—
Vormsi	+	+	+	—
Kärdla	+	+	+	+
Kingissepa	+	+	+	+
Orissaare	+	—	—	—

Leivatehaste paigutusskeemide tehnilis-ökonoomiline võrdlus

	Näitajad	Praegune võrk	Soovitavad paigutusskeemid		
			ettevõtete arvuga		
			27	22	13
1.	Ettevõtete arv	49	27	22	13
2.	Ettevõtete keskmine tootmisvõimsus (l/ööpäevas)	13,7	24,9	30,5	51,8
3.	Töötlemiskulud* (rbl./t)	18,0	16,8	16,5	16,0
4.	Transpordikulud (rbl./t)	1,2	1,2	1,3	1,6
5.	Täiendavad kapitaalmahutused (rbl./t)	—	—	—	0,9
6.	Summaarsed kulud (rbl./t)	19,2	18,1	17,8	18,5
7.	Töötajate keskmine nimestikuline arv vastava tootmisvõimsusega ettevõttes	80	115	125	180
8.	Töötajate arv leivatööstuses kokku	3920	3105	2970	2340
9.	Töövõiljakus aastas (t/töötajale)	56,6	79,0	82,6	94,7
10.	Töövõiljakuse dünaamika (%-des)	100,0	126,2	131,9	167,3
11.	Ühe ettevõtte poolt varustatava piirkonna keskmine suurus (km ²)	923	1672	2050	3478
12.	Turustuspiirkonna raadius (km)	17,1	23,2	25,6	33,3
13.	Pagaritoodete keskmine veokaugus (km)	13,4	14,4	16,1	20,1

* Leitud avaldisest $p(y) = \alpha + \frac{\beta}{y}$, kus α võrdub 15,3 rbl./t ja $\beta = 37,1$ t/ööpäevas.

ses skeemis 20%, 22-ettevõttelises skeemis 24 ja 13-ettevõttelises skeemis 40% võrra.

Kui edaspidi osutub vajalikuks leivatööstuses üle minna kahevahetuselisele töörežiimile, siis nõuab see täiendavate tootmisvõimsuste käikulaskmist kõigi paigutusvariantide korral. Nende probleemide uurimine jätkub. Esialgsete arvutuste kohaselt osutub täiendavate kapitaalmahutuste tegemine sel juhul kõige otstarbekamaks 13-ettevõttelise variandi juures.

Tootmise edasine mehhaniseerimine ja automatiseerimine, transporditingimuste parandamine ning pagaritoodete kvaliteedi säilitamise abinõude juurutamine võib pagaritoodete optimaalset turustuspiirkonda veelgi suurendada. Järelikult tuleb tootmise kontsentreerimist vaadelda kui dünaamilist protsessi.

LIHAKOMBINAATIDE OPTIMAALNE TOOTMISVÕIMSUS JA PAIGUTUS EESTI NSV-s*

A. MERESSOO

Lihatööstus on Eesti NSV üks juhtivaid toiduainete tööstuse harusid. Juba sõjaeelseil aastail tegutsesid tapamajad ja vorstivabrikud kohaliku turu varustamiseks peaaegu kõigis linnades ja alevites. Kolm suurt eksporttapamaja tootis lihasaadusi väljaveoks. Peekon oli kodanlikus Eestis tähtsaks ekspordiartiklik.ks.

Sõjajärgsel perioodil on lihatööstuse juhtpositsioon veelgi tugevnenud. Aastatel 1946—1964 suurenes lihatööstuse kogutoodang võrreldavates hindades ligemale 13-kordseks. Toodangu mahu järgi on lihatööstus kalatööstuse järel teiseks toiduainete tööstuse haruks vabariigis. 1964. aastal andis ta 19% toiduainete tööstuse kogutoodangust ning seal töötas 11% kõigist toiduainete tööstuses rakendatud töötajatest.

Kuid sellega ei ole Eesti NSV lihatööstus veel kaugeltki saavutanud oma arengu piire. Vabariigi põllumajandusele 1970. aastaks ja kaugemaks tulevikuks kavandatavad arenemisperspektiivid lubavad eeldada põllumajandussaadusi töötlevate tööstusharude edasist kiiret kasvu. Silmas pidades meie põllumajanduse spetsialiseerumist peaaesjalikult liha- ja piimakarja kasvatusele, tuleb tootmismahu hoogsat suurenemist arvestada eeskätt liha- ja piimatööstuses.

Lihatööstus koos piima- ja kalatööstusega määrab juba praegu vabariigi toiduainete tööstuse koha üleliidulise tööjaotuse süsteemis. Spetsialiseerimine selles suunas süveneb tulevikus veelgi.

Tootmise kiire kasv lihatööstuses nõuab selle tööstusharu tootmisbaasi tugevdamist: olemasolevate ettevõtete rekonstrueerimist ja laiendamist, nende tootmisvõimsuse pidevat tõstmist, uute tootmisüksuste rajamist. Kõige tulemusrikkamalt kulgeb tootmisbaasi arendamine sel juhul, kui seda tehakse kindla, igakülgsest läbi-

* Artikkel on kirjutatud uurimistöö baasil «Lihakombinaatide optimaalne tootmisvõimsus ja paigutus Eesti NSV-s», mille autoriteks olid I. Kaganovitš, J. Kaubi ja A. Meressoo.

mõeldud ning põhjendatud plaani järgi, mis ei peegelda ainult tänase ja homse päeva vajadusi, vaid arvestab ka tööstusharu kaugemaid kasvuperspektiive.

Aastatel 1964—1965 uuriti Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudis põhjalikult vabariigi lihatööstuse praegust olukorda, selgitati välja selle tööstusharu edasised arenemisvõimalused ning selle alusel kavandati tootmisbaasi reorganiseerimise kõige otstarbekohasemad teed.

Seoses majandusmatemaatika edusammudega ning elektron-arvutustehnika kasutuselevõtmisega osutus võimalikuks lihakombinaatide optimaalse tootmisvõimsuse ja paigutuse planeerimisel rakendada matemaatilist lahendusmeetodit.

Käesolevas artiklis tutvustame lihakombinaatide võrgu planeerimiseks kasutatud ökonoomilisi lähtematerjale ning töö tulemusi.

Eesti NSV lihatööstuse toodang ja tootmisbaas

Lihatööstuse areng sõjajärgsetel aastatel on sarnane peaaegu kõigi põllumajandussaadusi töötlevate tööstusharude arenguga Eesti NSV-s. Sõja- ja okupatsiooniaastail vabariigi põllumajandusele tekitatud kahjustused andsid end siin tunda veel ligemale kümne aasta jooksul pärast sõja lõppu. 1940. aasta tööstusliku lihatoodangu taseme saavutas vabariik alles 1955. aastal. Sellest alates toodangu kasvutempo aga kiiresti tõusis. Järgneva kolme aasta jooksul lihatööstuse toodang ligemale kahekordistus ja 1964. aastal ületas 1955. aasta taseme juba enam kui kolmekordselt (tabel 1).

1964. aastal tootis vabariigi lihatööstus juba 57,1 tuh. t liha ja I kategooria subprodukte ning 20,1 tuh. t mitmesuguseid vorsti-tooteid.

Esimesel sõjajärgsel aastakümnel domineeris lihatööstuse toodangus veiseliha. 1956. aastal andis vabariigi lihatööstus esma-

Tabel 1

Liha ja I kategooria subproduktide toodang
sõjajärgsetel aastatel*

Aastad	Tonnid	Aastad	Tonnid
1945	6116	1958	29 234
1950	8118	1960	55 113
1955	17182	1962	55 459
		1964	57 105

* Tööstuslik lihatoodang.

kordselt veiselihaga võrdses koguses ka sealiha. Järgmistel aastatel sealiha osatähtsus hakkas järjest kasvama ning 1964. aastal moodustas see juba ligemale 55% üldisest lihatoodangust.

Vorstitoodete valmistamine kasvas samuti hoogsasti just viimase kümne aasta jooksul. Ülevaate nende toodangust ja selle liigilisest struktuurist annab tabel 2.

Tabel 2

Vorstitoodete maht aastatel 1950—1964, t

Aastad	Vorsti- tooted kokku	Selle hulgas			
		keedu- vorstid	viinerid ja sardelliid	pool- ja täissuitsu- vorstid	muud
1950	5182	2491	675	1233	783
1955	8543	2773	1365	1298	3107
1958	12739	4734	2451	2394	3160
1960	16653	5888	3407	3725	3633
1962	18070	6033	3843	3492	4702
1964	20129	6767	4465	3598	5299

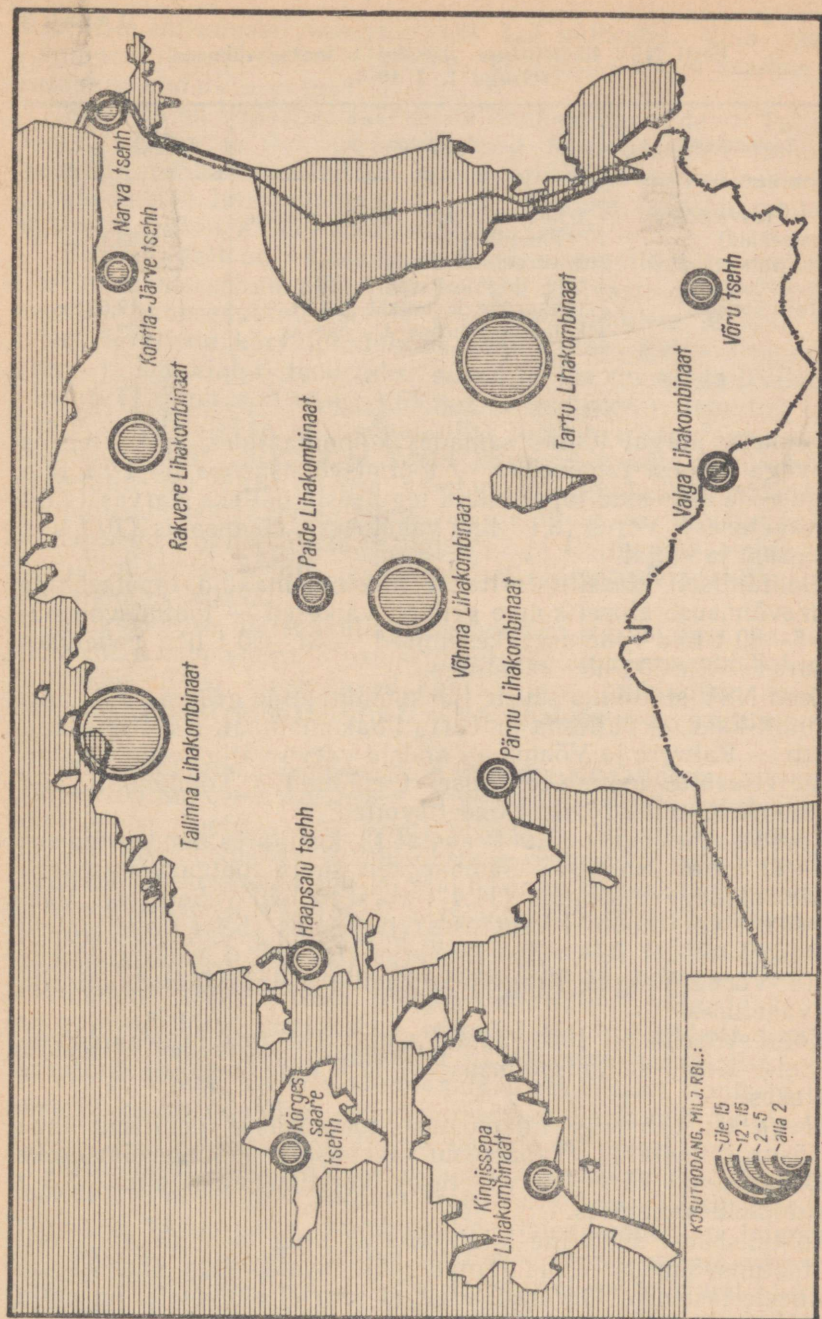
Eesti NSV mastaapide juures (mõtleme selle all territooriumi suurust, põllumajandusliku maa üldpindala ja elanike arvu) on lihatööstuses käesolevaks ajaks saavutatud toodangu maht kõrge tootmistaseme näitajaks. Vabariigi lihatööstus tootis 1964. aastal ühe elaniku kohta 45,5 kg liha ja I kategooria subprodukte ning 16 kg vorstitooteid, tulles sellega üleliidulises ulatuses Leedu ja Läti NSV ees esikohale.

Põhiline osa vabariigi lihatööstusest oli 1964. aastal koondunud Eesti NSV Rahvamajanduse Nõukogu Toiduainete Tööstuse Valit-
suse lihakombinaatidesse. * 1964. aastal tegutses vabariigis 8 administratiivselt iseseisvat lihakombinaati asukohaga Tallinnas, Tartus, Võhmas, Rakveres, Pärnus, Kingissepas, Paides ja Valgas. Tootmistöö toimus seejuures nimetatud kombinaatide 13-s eri asu-
kohaga tsehhis, sest Tallinna, Tartu ja Rakvere lihakombinaadi koosseisu kuulus lisaks kombinaadi kesksetele tootmistsehidele veel 5 osakonda perifeerias (joon. 1). Peale selle tegutses lihatöös-
tuse süsteemis 2 suurt külmutushoonet asukohaga Tallinnas ja Tartus.

Andmed lihatööstuse summaarse tootmisvõimsuse kohta on esi-
tatud tabelis 3.

Liha- ja rasvatööstuse koosseisu kuulus 1964. aastal üldse 12 tapatsehhi. Neli neist olid suured, kesksed tapatsehhid Tallinna, Tartu, Võhma ja Rakvere lihakombinaadis, tootmisvõimsusega 35—75 tonni liha vahetuses.

* 1965. aastal moodustati Eesti NSV-s liidulis-vabariiklik Liha- ja Piima-
tööstuse Ministeerium, kelle alluvusse läksid üle kõik lihakombinaadid.



Joonis 1. Lihakombinaatide võrk 1964. aastal.

Eesti NSV lihatööstuse arvestuslik tootmisvõimsus
seisuga 1. I 1964

Tootmisharu	Mõõtühik	Arvestuslik tootmisvõimsus
Liha- ja rasvatööstus (tapatsehhid)	t liha vahetuses (kaasa arvatud linnuliha)	303,1
Vorstitööstus	t vorstitooteid vahetuses	45,4
Konservitööstus	tuh. tingtoosi vahetuses	12,7
Külmutushooned	ühekordne hoiumaht tuh. t	12,65
"	külmutusvõimsus t/ööpäevas	322,4

Viimaste kõrval töötas samades kombinaatides ja ka teistes rida väga väikesi tapatsehhe — tootmisvõimsusega 5—17 t liha vahetuses. Väiksemad tapatsehhid tegutsesid näiteks Narvas (4,8 t liha vahetuses), Võrus (8,1 t liha vahetuses), Haapsalus (10 t liha vahetuses) ja mujal.

Üleliiduliselt klassifitseeritakse lihakombinaadid tapatsehhide tootmisvõimsuse alusel kolme gruppi: väikesed — tootmisvõimsusega 5—30 t liha vahetuses, keskmised — 31—50 t liha vahetuses ja suured — üle 50 t liha vahetuses.

Eesti NSV-st kuulus suurte lihakombinaatide gruppi 1964. aastal ainult kaks — Tallinna ja Tartu lihakombinaat. Kaks lihakombinaati — Rakvere ja Võhma — andsid vaevu välja keskmise suurusega ettevõtte tootmisvõimsuse, ülejäänud 4 kombinaati olid üleliidulise hinnangu järgi väikeettevõtted.

Vorstitsehhe tegutses 1964. aastal 13, kusjuures nende võimsus oli 1—11 tonni vahetuses. Samaaegselt suure tootmisvõimsusega vorstitsehhidega Tallinnas (11,4 t vorstitooteid vahetuses), Võhmas (6,9 t vorstitooteid vahetuses) ja Tartus (6,4 t vorstitooteid vahetuses) töötas selles tootmisharus rida hästi väikesi tsehhe Paides, Võrus, Valgas, Kingissepas, mille tootmisvõimsus oli alla 1,5 t vahetuses.

Konservitsehh oli 1964. aastal ainult Tallinna Lihakombinaadil. Selle tsehhi tootmisvõimsus oli 12,7 tuh. tingtoosi konserve vahetuses.

Seega on vabariigi lihatööstuse tootmisbaas põhiliselt ikka veel üsna killustatud. Tapatsehhi keskmiseks tootmisvõimsuseks 1964. aastal oli 25 t liha vahetuses, vorstitsehhidel ainult 3,5 t vorstitooteid vahetuses.

Tootmisbaasi suhteline laialipaisatus ning tsehhide väga erinev tootmisvõimsus ei ole jätnud mõju avaldamata lihatööstuse tehnilisele tasemele. On arusaadav, et suurtel ettevõtetel on palju avaramad võimalused tootmisprotsesside mehhäniseerimiseks ja

tehniliste uuenduste sisseviimiseks kui väikestel. Võib esineda juhtumeid, kus pisiettevõttes kõrge produktiivsusega seadme juurutamine end üldse ei tasu.

Seetõttu on vabariigi suuremate lihakombinaatide — Tallinna, Tartu, Võhma ja Rakvere — kesksed tootmistsehhid tunduvalt paremini mehhaniseeritud kui nende perifeerias asuvad osakonnad ja väiksemad lihakombinaadid, kus tehniline tase on madal ja mitmetes tootmisliikides domineerib käsitsitöö.

Eriti nõrgalt on väiksemates lihakombinaatides ja osakondades mehhaniseeritud abitootmistsehhid. Halvasti on neis organiseeritud subproduktide, soolte ja rasvade töötlemine ning tootmises tekkivate kõrvalproduktide kasutamine. Kuiva loomasööta (liha- ja kondijahu) toodetakse ainult neljas suuremas lihakombinaadis (Tallinnas, Tartus, Võhmas ja Rakveres), tehnilisi fabrikaate valmistatakse ja meditsiinilist toorainet kogutakse ulatuslikumalt ainult Tallinna ja Tartu lihakombinaadis. Tootmisbaasi paljulülilisuse tõttu on osa kombinatide puudulikult varustatud külmutushoonetega. Need puuduvad kas üldse või on väga väikese võimsusega Võhma, Tartu, Kingissepa ja Pärnu lihakombinaadis. Tartu Lihakombinaadis on ehitamisel külmutushoone ühekordse hoiumahuga 3000 t.

Lihatööstuse üldist külmutushoonetega varustatust parandab mõnevõrra kahe suure turustuskülmutushoone olemasolu Tallinnas ja Tartus. Need teenindavad aga ka teisi toiduainete tööstuse harusid, eeskätt piimatööstust, olles lihatööstuse käsutuses vaid osaliselt.

Juba esialgne olemasolevate lihakombinaatidega tutvumine tekitas töö autorites arvamuse, et vabariigis oleks otstarbekohane lihatööstuse tootmisbaasi kontsentreerida. Praegune suhteliselt paljude lihatööstuslike tootmisüksuste olemasolu pole vajalik ei tapaloomade kokkuveo ega ka elanikkonna lihasaadustega varustamise seisukohalt. Eesti NSV heas korras teedevõrk ja kaasaegne transporditehnika võimaldavad nii üht kui teist vedada tunduvalt kaugemate vahemaade taha kui seda tehakse praegu. Tootmise koondamine suurematesse lihakombinaatidesse võimaldaks aga märgatavalt tõsta lihatööstuse tehnilist taset, alandada tootmiskulusid ja parandada väärtusliku lihatooraine kasutamist.

Veelgi enam süvenes veendumus tootmisbaasi kontsentreerimise ja ka uuendamise otstarbekohasuses lihakombinaatide tootmisvõimsuse edasise tõstmise võimaluste uurimisel.

Mitte ükski Eesti NSV-s käesoleval ajal töötavatest lihakombinaatidest ei ole algselt rajatud praeguse tootmisvõimsusega, vaid tunduvalt väiksemana. Kombinatsioonide laiendamine on toimunud järk-järgult, vastavalt tooraine laekumise suurenemisele, väga piiratud kapitaalvahetustega. Selle tagajärjel on tekkinud olukord, et enamik kombinatide on kokku surutud väga kitsale territooriumile, halvasti planeeritud, nende tsehhide ja osakondade tootmis-

võimsused pole omavahel kooskõlas. Toorainebaasile vastava võimsusega on parimal juhul välja ehitatud kombinatide põhilised tootmislülid: tapaliinid ja vorstitsehhiid, ülejäänud osakonnad ja tsehhiid on aga võimsuse poolest tunduvalt maha jäänud. Puudulikult on välja ehitatud eeltapabaasid. Ka on kombinatide tsehhide territoriaalne asetus juhuslik ja tootmispind liiga väike, mis põhjustab ebaotstarbekohast pooltoodete ja valmistoodangu sisettevõttelist transporti ning takistab tootmise vooluviisilist organiseerimist.

Taolises olukorras on kombinatide tootmisvõimsuse edasine tõstmine äärmiselt raskendatud.

Väikestes lihakombinatides tähendaks nende tootmisvõimsuse mainimisvääremgi suurendamine juba iseenesest paratamatult uue kombinadi ehitamist. Ei ole mõeldav 5—10-t tapatsehhi laiendamine 30—50 tonnini teisiti, kui uue tootmiskompleksi rajamise teel.

Ka enamikus vabariigi suuremates lihakombinatides on ulatuslikuma rekonstrueerimise otstarbekus küsitav. Tingimused selleks on olemas ainult Tartu Lihakombinadis, kus on võimalik tapatsehhi võimsust suurendada praeguselt 70 tonnilt 100 või isegi 150 tonnini võrdlemisi väikeste kapitaalmahutustega.

Seevastu on Tallinna Lihakombinadi laiendamise reservid praegusel territooriumil täielikult ammendatud. Sama võib öelda ka Rakvere ja Võhma lihakombinadi kohta, kus rekonstrueerimine kulude suuruselt võrduks uue ettevõtte ehitamisega.

Seega eeldab vabariigi lihatööstuse tootmisvõimsuse tõstmine rea uute lihakombinatide ehitamist. Sellega aga ehitustööd lihatööstuses eelolevatel aastatel ei saa piirduda, sest tekib ka olemasolevate tootmisfondide asendamise vajadus.

Põhiliste seadmegruppide kasutuseaks lihatööstuses arvestatakse NSV Liidus 15—20 aastat. Hoonete kasutusaeg on mõnevõrra pikem, ulatudes olenevalt ehituskonstruksioonist ja materjalidest 20—60 aastani.

Meie lihatööstuse tootmisfondide kulumist hinnatakse praegu keskmiselt 30%-le. Kuid üksikute kombinatide ning põhifondide elementide kaupa on kulumise aste väga erinev. Näiteks Võhma ja Tartu lihakombinadis oleks rekonstrueerimine hädavajalik juba kõige lähemas tulevikus.

Kõigest sellest võime järeldada, et vabariigi lihatööstuses on järgneva 15—20 aasta jooksul tegemist üsna suure kapitaalehitustööde mahuga, mille käigus on võimalik olemasolevat tootmisbaasi ja selle paigutust küllaltki oluliselt muuta.

Ühtlasi osutub vajalikuks teoksil olevas töös mitte piirduda ainult uute rajatavate lihakombinatide tootmisvõimsuse ja paigutuse planeerimisega, vaid välja töötada terviklik lihakombinatide võrgu optimaalne skeem, mis oleks aluseks vabariigi lihatööstuse kogu tootmisbaasi rekonstrueerimisele.

Lihatööstuse tootmisvõimsust ja paigutust mõjustavad tegurid

Lihatööstuse kui põllumajanduslikku toorainet töötleva tööstusharu toodangu mahu ja ühtlasi ka vajaliku tootmisvõimsuse määrab liha tootmise suunaga loomakasvatuse arenemistase. Mida kõrgem see on, s. t. mida rohkem põllumajandus tapaloomi toodab, seda suurem on lihatööstuse tootmismahut ning seda laialdaseimat ja suurema tootmisvõimsusega lihakombinaatide võrku vajatakse.

Seejuures oleneb lihatööstuse tootmisvõimsuse vajadus olulisel määral sellest, kui võrd regulaarselt põllumajanduselt toorainet saadakse. On selge, et tooraine ühtlase laekumise puhul võib tootmisvõimsus olla suhteliselt väiksem, tapaloomadega hooajalise varustamise korral aga vajatakse võimsusi tunduvalt rohkem, sest tootmistöö kuhjub lühikestesse ajavahemikkudesse.

Eesti NSV lihatööstus töötab seni üsna suure sesoonsusega. Tootmistöö kõrghooaeg langeb aasta viimasele neljale kuule, mille jooksul varutakse ja ümber töötatakse üle poole kõigist tapaloomadest. Maksimaalseks tootmiskuuks oli viimastel aastatel oktoober 14–16% -ga aasta tootmismahust.

Eesmärgiks on sesoonsuse järjekindel vähendamine, mis võimaldab toime tulla väiksema tootmisvõimsusega ja seega tunduvalt kokku hoida lihakombinaatide rajamiseks vajalikke kapitaal-mahutusi ning alandada kombinaatide ekspluatatsioonikulusid.

Kuid lihatööstuse tootmisvõimsus sõltub ka kombinaatide tootmisrežiimist. Üleliiduliselt soovitatakse lihatööstuses, nagu enamikus muudeski tööstusharudes, töö organiseerimist kahes vahetuses. Tootmistöö hooajalisusest olenevalt lihatööstuses kahevahetuselised tööd pidevalt rakendada ei saa. IV kvartalis — maksimaalsel perioodil — ollakse kohati sunnitud töötama 2,5–3 vahetuses, ülejäänud osa aastast aga jätkub tööd sageli vaid üheks vahetuseks.

Aasta jooksul tehtavat täisvahetuste arvu lihatööstuses planeeritakse järgmise suhte alusel:

$$K = \frac{100 \cdot k \cdot t}{s},$$

kus: K — vahetuste arv aastas;
 k — vahetuste arv ööpäevas maksimaalsel tootmisperioodil;
 t — tööpäevade arv kuus;
 s — maksimaalse kuu osatähtsus aasta tootmismahus, % -des.

Leitud vahetuste arvu aluseks võttes on järgnevalt võimalik kindlaks määrata ka konkreetse toorainekoguse ümbertöötamiseks vajalik lihatööstuse tootmisvõimsus.

Ülalööldu kehtib lihatööstuse peamise tootmisharu — liha- ja rasvatööstuse kohta.

Liha ümbertöötava tööstuse — vorsti- ja lihapoolfabrikaatide tööstuse toodangu koguse ja sellele vastava tootmisvõimsuse määravad mõnevõrra teistsugused tegurid. Peamiseks on siin tarbimise maht.

Kuna nii vorstitooted kui ka lihapoolfabrikaadid on kergestiriknev ning halvasti transporditav toodanguliik, siis neid üldreeglinna vabariigist välja ei veeta. Seega on vorsti- ja lihapoolfabrikaatide tööstuse ülesandeks peaaesjalikult vabariigisisese nõudmise rahuldamine, millest sõltuvalt planeeritakse ka tema tootmisvõimsus.

Ka sesoonsus ei anna vorsti- ja lihapoolfabrikaatide tööstuses nii tunda kui liha- ja rasvatööstuses. Tooraine saabumise hooajalisus siin tegevust oluliselt ei mõjusta, sest tapaloomade väheselae-kumise korral on võimalik toorainet juurde saada külmutushoone-test. Küll aga põhjustab siin teatud toodangu mahu kõikumist turu ebastabiilsus, peamiselt nõudmise vähenemine vorstitoodetele ja lihapoolfabrikaatidele suvekuudel.

Eespool kirjeldatud tegurid on määrava tähtsusega lihatööstuse kui terviku tootmisvõimsuse planeerimisel. Iga konkreetse lihakombinaadi ning tema tsehhide tootmisvõimsus oleneb lisaks sellele veel reast täiendavatest asjaoludest.

Nagu eespool nägime, tegutseb Eesti NSV-s käesoleval ajal väga erineva suurusega lihakombinaate. Tapatsehhide võimsus ulatub 4,8 tonnilt 77,6 tonnini vahetuses, vorstitsehhide võimsus — 0,6 tonnilt 14,4 tonnini vahetuses.

Teistes liiduvabariikides on tapatsehhide tootmisvõimsuse erinevus veelgi suurem, ulatudes 3 tonnilt 150—200 tonnini vahetuses. Väikesed tapatsehhid tegutsevad madalalt arenenud loomakasvatusega piirkondades, kaugel suurtest tarbimiskeskustest. Ülivõimsad 150—200-tonniste tapatsehhidega lihakombinaadid aga töötavad suurlinnades või nende lähistel.

Riiklikus Lihatööstuse Ettevõtete Projekteerimise Instituudis on välja töötatud tüüpprojektid lihakombinaatide ehitamiseks võimsusega 10, 30, 50 ja 100 t liha vahetuses. NSV Liidu kõigis majanduspiirkondades soovitatakse uued lihakombinaadid ehitada nimetatud tüüpprojektide järgi, kuna see tagab nende ratsionaalse struktuuri ja kõrge tehnilise taseme, ühtlasi aga hoiab ära kulukate individuaalprojektide koostamise.

Rajatavate kombinaatide tootmisvõimsuse kindlaksmääramisel soovitatakse lähtuda eelkõige loomakasvatuse intensiivsusest (s. o. tapaloomade toodangu tasemest põllumajandusliku maa kohta) ja lihasaaduste vajadusest kombinaadi tegevuspiirkonnas.

Eesmärgiks on igale lihakombinaadile optimaalse tootmisvõimsuse valik, mis kindlustaks minimaalsed tooraine transpordi, tööt-

lemise ning valmistoodangu laialiveo kulud. Samal ajal peab kombinadi tegevuspiirkonnas olema võimalik tapaloomade kadudeta kokkuvedu ning tarbimiskeskuste varustamine kvaliteetsete lihasaadustega.

Lihakombinaatide optimaalse võrgu planeerimine tervele majanduspiirkonnale, antud juhul Eesti NSV-le, nõuab selle printsiibi silmaspidamist kogu süsteemi ulatuses.

Ühe konkreetse lihakombinaadi tootmisvõimsuse kindlaksmääramisel on tavaliselt tegemist ette antud toorainetsooniga ja tarbimiskeskustega, kindla toorainekoguse ja lihasaaduste vajadusega, mistõttu kombinadi optimaalne tootmisvõimsus on tehnilis-majanduslike arvutustega hõlpsasti määratav.

Lihakombinaatide võrgu planeerimisel on vaja aga üheaegselt kombinatide optimaalse võimsusega leida ka nende kõige ratsionaalsem paigutus ning toorainetsoonid, mis nõuab terve rea lisatingimuste arvestamist ning muudab küsimuse lahendamise tunduvalt keerulisemaks.

Eeskätt tekib siin tarvidus lihakombinaatide paigutust mõjustavate tegurite arvessevõtmiseks.

Lihatööstus, nagu toiduainete tööstus üldse, on materjalimahukas ning ühtlasi ka äärmiselt transpordimahukas tööstusharu.

1964. aastal ulatus tooraine ja valmistoodangu veokäive vabariigi lihakombinaatides üldkokkuvõttes 155 000—160 000 tonnini. Seega veeti igal tööpäeval lihakombinaatidesse sisse ja sealt jälle välja keskmiselt 500 tonni veoseid. Ainuüksi tapaloomade kokkuveoks kulutasid lihakombinaadid 1964. aastal üle 400 000 rubla.

Küsimus saab veelgi selgemaks, kui vaadata seda ühe ettevõtte seisukohalt. Keskmise suurusega, näiteks 50-t vahetusvõimsusega lihakombinaat peab kahevahetuselise töö korral iga päev kokku vedama ligikaudu 180 t tapaloomi ning tarbijatele lähetama kuni 100 t valmistoodangut. Seejuures on nii tooraine kui ka valmistoodang raskesti transporditavad ja nende vedamiseks tuleb kasutada spetsiaalveokeid.

Järelikult on transpordi otstarbekohasel organiseerimisel lihatööstuses erakordselt suur tähtsus ning tooraine ja valmistoodangu transporditingimused ja -kulude suurus etendavad määravat osa lihakombinaatide optimaalse tootmisvõimsuse ning paigutuse leidmisel.

Tooraine suhteliselt suurema veomahukuse tõttu etendab otsustavat osa lihakombinaatide paigutamisel toorainebaas. Muude võrdsete tingimuste juures on alati õigustatud lihakombinaadi ehitamine intensiivse loomakasvatusega põllumajandusrajooni keskusesse. Kuid ka valmistoodangu veokaugused ning -kulud avaldavad olulist mõju kombinatide paigutusele. Raskused suurte tarbimiskeskuste kergestiriknevate lihasaadustega varustamisel ning viimaste kõrged veokulud põhjustavad lihakombinaatide rajamist suurlinnade lähedusse. Pole sugugi juhus, et Eesti NSV-s on kõige

✓ kiiremini kasvanud tootmise maht Tallinna ja Tartu lihakombinaadis. Seda tingis nende linnade järjest suurenev elanike arv ning lihasaaduste tarbimine.

Kõige õigemaks tuleb lugeda siiski niisugust lähenemist küsimusele, kus mõlemad lihakombinaatide paigutamise suhtes kõige olulisemad tegurid — tooraine ja valmistoodangu transpordikaugused ja -kulud — leiavad võrdselt arvestamist.

Kuna Eesti NSV on lihasaadusi väljavedav vabariik, siis meie ei saa oma lihatööstuse valmistoodangu realiseerimise osas piirduda ainult vabariigisiseste tarbijatega. Tingimata tuleb arvesse võtta ka lihasaaduste võimalikke väljaveoteid.

✓ Transpordiorientatsiooni tõttu on lihakombinaatide paigutamisel suur tähtsus teedevõrgul. Mida tihedam ja paremini korras see on, seda kergem on ka lihakombinaatidele sobivate asukohtade leidmine. Eelisolukorras on suurte magistraalteede ääres ning teede sõlmpunktides paiknevad linnad ja asulad.

✓ On veel rida teisi, ehkki mõnevõrra vähemtähtsaid momente, mida lihakombinaatide paigutuse planeerimisel ei saa tähele panemata jätta. Nii näiteks ei ole soovitav lihakombinaatide rajamine väiksematesse asuladesse. Tootmistöö kõrghooajal vajab lihatööstus hulgaliselt ajutist tööjõudu. Suuremas linnas, kus tööjõudu ja ettevõtteid on palju, on hooajatöölise värbamine ning nende vabastamine sesooni lõpul ja ümberpaigutamine teistesse tööstusharudesse suhteliselt lihtne. Väikelinnas või -asulas muutub see aga ületamatuks raskuseks. Ilmekaks näiteks on siin Võhma Lihakombinaat, kus tööjõuga varustamise probleem on üks tõsisemaid ning selle lahendamiseks ollakse sunnitud töölisi värbama ja kohale vedama Viljandi linnast.

Nagu iga suurema tööstusettevõtte, nii on ka lihakombinaadi tulevase asukoha vajalikuks eelduseks vaba territooriumi olemasolu ning takistamatud võimalused energia ja veega varustamiseks.

Lihakombinaatide optimaalse tootmisvõimsuse ja paigutuse planeerimise ülesanne kujutab endast seega üsna keerulist, mitmesugustest erinevatest ning üksteist mõjustavatest teguritest sõltuvat küsimuste kompleksi. Selle nõuetekohane lahendamine, s. t. kombinaatide võrgu väljatöötamisel kõigi vajalike tingimuste samaaegne ning õige arvestamine on võimalik vaid majandusmatemaatilise lahendusmeetodi kasutamise teel.

Lihatööstuse toorainebaas. Liha tootmise ja varumise kasv Eesti NSV-s

Laekumised tapaloomade realiseerimisest on vabariigi põllumajandusettevõtetes kujunenud üheks tähtsamaks sissetulekuallikaks. 1963. aastal said vabariigi kolhoosid 47% ja sovhoosid 45,8% rahalistest sissetulekutest tapaloomade müügist.

Võrreldes 1950. aastaga kasvas tapaloomade kogutoodang (tapakaalus) kõikides majandite kategooriates 1958. aastaks 1,4- ja 1964. aastaks 1,8-kordseks; kolhoosides ja riiklikes majandites aga oli kasv samadel ajavahemikkudel isegi vastavalt 2- ja 3,7-kordne (tabel 4).

Põllumajandusliku maa iga 100 ha kohta toodeti Eesti NSV-s 1950. aastal kõikides majandite kategooriates tapaloomi (tapakaalus) 24 tsentnerit, 1964. aastal aga juba 52 tsentnerit.

Tabel 4

Tapaloomade kogutoodang Eesti NSV-s aastatel 1950—1964 (tuh. t)

	1950	1958	1960	1963	1964	1970 (projekt)
Kõikides majandite kategooriates:						
a) eluskaalus	82,1	111,3	143,2	143,0	140,4	210,0
b) tapakaalus	54,1	77,5	100,3	97,8	98,0	140,0
sealhulgas:						
kolhoosides ja riiklikes majandites	15,7	31,3	56,7	58,8	58,4	112,0
Kolhooside ja riiklike majandite osatähtsus toodangus, %	29,0	40,4	56,6	61,3	59,6	80,0

Loomakasvatussaaduste perspektiivse mahu planeerimisel lähtuti söötade tootmise laiendamise võimalustest Eesti NSV-s. Arvestati, et maaparandustööde ja agrotehnika parandamise, mineraalväetiste ulatuslikuma kasutamise ning selle alusel kultuurpinna hektarisaagi tõstmise teel suureneb vabariigis toodetud loomasöötade kogus ligikaudu 2 000 000 tonn-söötühikult 1963. aastal 3 200 000 tonn-söötühikuni 1970. aastal. Uhtlasi oletati, et tulevikus intensiivistub ka kontsentreeritud söötade sissevedu vabariiki teistest majanduspiirkondadest.

Kaugemas perspektiivis nähti ette loomasööda tootmist Eesti NSV-s veelgi laiendada ning suurendada see 1963. aastaga võrreldes ligikaudu 2,5-kordseks.

Kooskõlas söödabaasi tugevnemisega planeeriti loomakasvatussaaduste maht. Vastavalt rahvamajanduse vajadustele kavatsetakse aastatel 1966—1970 suuremat tähelepanu pöörata just lihatootangu suurendamisele. Seoses sellega nähti käesolevas töös 1970. aastaks ette lihatootangule suhteliselt kiirem kasv kui muudele loomakasvatussaadustele.

Eeldati, et 1970. aastaks on võimalik tapaloomade kogutoodang Eesti NSV-s tõsta 210 000 tonnini eluskaalus, s. o. 1963. aasta tasemega võrreldes ligemale 1,5-kordseks. Kuna aga raskuspunkt langeb veiseliha ja ka linnuliha tootangu suurendamisele, kus liha

väljatulek eluskaalust on väiksem kui sealihal, siis tapakaalus kujuneb tapaloomade kogutoodangu kasv 1,43-kordseks (tabel 4).

Järgneval perioodil hakatakse forsseerima piimakarjakasvatust, mille tõttu lihatoodangu kasvutempo mõnevõrra langeb. Kuid üldkokkuvõttes on siiski reaalne vabariigis lähema 15—20 aasta jooksul tapaloomade kogutoodangut tõsta praegusega võrreldes enam kui kahekordseks.

Iga 100 ha põllumajandusliku maa kohta suureneb tapaloomade tootmine kõikides majandite kategooriates 1970. aastaks tapakaalus 74 tsentnerini ning edaspidi isegi kuni 110 tsentnerini.

Tapaloomade liigilisest struktuurist vabariigi põllumajanduses viimastel aastatel ja tulevikus annab ülevaate tabel 5.

Nagu tabelist 5 selgub, moodustavad peamise osa tapaloomade kogutoodangus sead ja veised. Aastatel 1956—1957 tõusis eriti järsult sigade osatähtsus, ulatudes 1958. aastal ligemale 70%-ni. Seakasvatuse intensiivne arendamine sel perioodil oli hädavajalik liha kogutoodangu kiireks suurendamiseks. Kuna aga sigade söödastruktuuris moodustavad peamise osa, ligikaudu 60%, kontsentreeritud söödad, pole meie vabariigis otstarbekohane seakasvatust piiramatult laiendada. Alates 1959.—1960-ndatest aastatest hakati vabariigis kiirendatud tempos arendama veisekasvatust ning see suund jätkub ka edaspidi. Samuti tuleb eelolevatel aastatel suuremat rõhku panna linnukasvatusele, suurendades linnuliha osatähtsuse liha kogutoodangus praeguselt 2—2,5%-lt tulevikus 6,5—7,0%-ni.

Lihatoodangu kasvu esmajärguliseks tingimuseks vabariigis on loomade arvu tunduv suurendamine lähematel aastatel (vt. tabel 6). Ühtlasi eeldab see põhikarja intensiivsemat kasutamist,

Tabel 5

**Tapaloomade liigiline struktuur Eesti NSV
põllumajanduses (tapakaalu alusel %-des)**

	1950	1958	1960	1963	1964	1970 (projekt)
--	------	------	------	------	------	-------------------

Kõikides majandite kategooriates kokku

Veised	41,0	23,4	31,7	31,2	29,9	35,0
Sead	47,0	69,1	60,8	61,0	63,6	54,6
Lambad	8,9	5,3	5,7	4,9	4,3	3,6
Linnud	3,1	2,2	1,8	2,9	2,2	6,8

sealhulgas:

kolhoosides ja riiklikes majandites

Veised	45,8	29,7	39,4	37,9	35,4	40,2
Sead	51,6	66,8	56,8	58,7	61,4	50,9
Lambad	1,3	1,6	1,8	1,0	1,0	1,4
Linnud	1,3	1,9	2,0	2,4	2,2	7,5

Loomade arvu kasv Eesti NSV-s
(aasta lõpuseis, tuh. pead)

	Kõikides majandite kategooriafes kokku					
	1950	1958	1960	1963	1964	1970 (projekt)
Veised	462,0	452,0	494,0	519,9	547,6	750,0
sealhulgas:						
lehmad	284,0	284,0	296,0	303,5	304,2	390,0
Sead	297,0	432,0	587,0	533,5	503,9	700,0
Lambad	274,0	260,0	267,0	214,8	192,2	300,0
Linnud	...	2464,0	2827,0	2457,5	2285,5	3000,0

tapaloomade head nuumamist ning kõrge eluskaaluga realiseerimist. Praegu on eriti veisekarja kasutamine liha tootmisel ebarahuldav. Eesrindlike majandite kogemustel on normaalse karja struktuuri juures võimalik toota aastas keskmiselt 200—250 kg veiseliha (eluskaalus) iga põhikarja lehma kohta. Meie sovhoosides ja kolhoosides oli see näitaja 1960. aastal aga ainult 126 kg.

Koos kogutoodangu suurenemisega on viimase aastakümne jooksul tunduvalt kasvanud tapaloomade riikliku varumise maht. Võrreldes 1950. aastaga kasvas see 1958. aastaks 3,2-kordseks ja 1964. aastaks 6,6-kordseks (tabel 7).

Tapaloomade varumise suhteliselt kiirem kasv, võrreldes kogutoodangu suurenemisega, oli tingitud peaaesjalikult toodangu realiseerimiskanalite muutumisest.

Kogu arvestatavast tapaloomade kaubatoodangust kõikides majandite kategooriates realiseeriti riikliku varumise kaudu 1950. aastal ainult 18 %, 1958. aastal 32 %, 1960. aastal 54 % ning 1963. aastal juba 60 %. Selle alusel võib nende varumise mahuks 1970. aastal planeerida vähemalt 140 000 t (eluskaalus), mis moodustab üldisest tapaloomade toodangust 68 %.

Pärast 1970. aastat riikliku varumise osatähtsus tapaloomade realiseerimisel tõenäoliselt kasvab kuni 90 %-ni, mistõttu kauges perspektiivis võib oodata selle kasvu absoluutmahus praegusega võrreldes isegi kuni 2,5—2,8-kordseks.

Nagu eespool selgus, põhjustab lihatööstuse töös suuri raskusi tapaloomade varumisel esinev sesoonsus. Rea kõrgeltarenenud loomakasvatusega kapitalistlike riikide nagu Rootsi, Soome, Ameerika Ühendriikide jt. kogemused näitavad siiski, et seda on võimalik märgatavalt alandada. Näiteks Ameerika Ühendriikides realiseeriti 1958. aastal tapaloomadest I kvartalis — 24,2 %, II — 24,0 %, III — 24,7 % ja IV — 27,1 %; Rootsis I — 25,0 %, II — 23,8 %, III — 24,9 %, IV — 26,3 %; Soomes I — 24,5 %, II — 23,8 %, III — 24,2 % ja IV — 27,5 % [47]. Seega on nimetatud riikides

Tapaloomade riikliku varumise maht Eesti NSV-s
(eluskaalus, tuh. t)

	1950	1958	1960	1963	1964	1970 (pro- jekt)
Kõikides majandite kategooriates kokku sealhulgas:	14,5	45,9	94,4	98,7	95,2	140,0
kolhoosides ja riiklikes majandites	...	35,9	77,3	83,0	81,1	125,0
Kolhooside ja riiklike majandite osatähtsus varumises, %	...	78	82	84	85	89

sesoonsus tapaloomade realiseerimisel praktiliselt juba likvideeritud.

Samad või veelgi paremad võimalused selleks on olemas meie vabariigis. Veisekasvatuses omab olulist tähtsust noorveiste laudannauma rakendamine, mille puhul tähelepanev osa loomade realiseerimisest nihkub I kvartalis. Seoses pidamistingimuste parandamisega on võimalik ka sigade müüki senisest tunduvalt rohkem planeerida I ja II kvartalis.

Arvestades asjaolu, et sesoonsust saab siiski likvideerida vaid järkjärguliselt, nähti ette 1970. aastal tööstusele üle anda I kvartalis 19%, II — 22%, III — 23% ja IV — 36% tapaloomade aastatoodangust. Maksimaalsel kuul — oktoobris — planeeriti 1970. aastal varuda 14% tapaloomade aastatoodangust. Kuid tapaloomade realiseerimise sesoonsust on võimalik edaspidi veelgi alandada.

Lihakombinaatide optimaalse tootmisvõimsuse ja paigutuse määramiseks planeeriti tapaloomade tööstusse üleandmise maht igale perspektiivmajandile 1970. aastaks ja ka kaugemaks tulevikuks. Selleks jaotati realiseeritav tapaloomade üldkogus üksikute majandite vahel proportsionaalselt söödakultuuride kasvatamiseks kasutatavale kultuurpinnale, arvestades viimase loodusliku viljakuse erinevusi. Individuaalsektori toodang planeeriti proportsionaalselt ühiskondlikule sektorile.

Tapaloomade liigiline struktuur määrati kindlaks vastavalt majandite poolt valitud spetsialisatsioonile. Arvestati, et Kesk-Eestis, kus teravilja osatähtsus külvipinnas on kõrge, peaks seakasvatus olema kõige tähtsamaks loomakasvatusharuks. Linnukasvatusemajandites eeldati, et sealiha osatähtsus toodangus on minimaalne. Lambakasvatus jaotati sellele harule spetsialiseerunud majandite vahel proportsionaalselt kultuurpinnale, kusjuures mõnede juba praegu tugevalt arenenud lambakasvatusega majanditele (näiteks Vormsi ja Puka sovhoos) planeeriti suhteliselt kõrgem tootmistase.

Selle tulemusena kujunes Kesk-Eestis seakasvatuse osatähtsus mõnevõrra kõrgemaks kui teistes vabariigi piirkondades. Kirde- ja Lääne-Eestis on veisekasvatus tunduvasti ülekaalus. Lambakasvatuse osatähtsus on suhteliselt suur Kesk-, Lääne- ja Kagu-Eestis.

NSV Liidu Ministrite Nõukogu määrusega 1964. aastast «Munade ja linnuliha tootmise organiseerimisest tööstuslikul alusel» tehakse ülesandeks munade ja linnuliha tootmine edaspidi koondada suurtesse linnuvabrikutesse.

Määruse täitmiseks on meil ette nähtud aastatel 1966—1970 tunduvalt laiendada Tallinna Linnuvabrikut ning ehitada uued võimsad linnuvabrikud (200 000—250 000 lindu) Tamsalusse ja Keilasse ning broilerite vabrik Rapla rajooni.

Suurte tarbimiskeskuste läheduses baseerub linnukasvatussaaduste tootmine seega juba 1970. aastaks vabrikuviisilisele tootmisele. Kaugemates rajoonides tegelevad esialgu linnukasvatusega sellele spetsialiseerunud kolhoosid ja sovhoosid. Pärast 1970. aastat linnukasvatuse kontsentreerimine jätkub, kusjuures kavatakse linnuvabrikud ehitada veel Haapsalusse, Kohtla-Järvele, Tartusse, Valka ja mitmele poole mujale.

Lihatööstuse perspektiivse tootmisvõimsuse planeerimisel võeti arvesse oodatavat tapaloomade varumise sesoonsuse alanemist. Lähtuti maksimaalseks tootmisperioodiks ette nähtud toorainekogustest, kusjuures arvutused tehti ööpäeva kohta.

Algselt planeeriti tapaloomade toodang kõigi 265 perspektiivmajandi kohta. Sobiva suurusega lähtemaatriksi saamiseks osutus hiljem vajalikuks majandite arvu vähendada, milleks nad 4—6 kaupa agregeeriti.

Liha ja lihasaaduste vajadus Eesti NSV-s. Lihatööstuse perspektiivne tootmisvõimsus

Probleemiks, mis lihakombinaatide optimaalse tootmisvõimsuse ja paigutamise planeerimisel üles kerkis ja lahendamist nõudis, oli liha ja lihasaaduste perspektiivse vajaduse määramine vabariigis ning selle alusel liha ja lihasaaduste tarbimise bilansi koostamine. See oli vajalik eeskätt liha ümbertöötava tööstuse: vorstitehhide, lihapoolfabrikaatide ja kulinaartoodete tehhide tootmisvõimsuse planeerimiseks. Ühtlasi võis aga oletada, et liha ja lihasaaduste tarbimise geograafia, sealhulgas ka sisetarbimise ning väljaveo vahetõke võib lihakombinaatide paigutust oluliselt mõjutada.

Liha ja lihasaaduste vajaduse arvutamisel lähtuti NSV Liidu Meditsiiniteaduste Akadeemia Toitlustamise Instituudi poolt 1980. aastaks välja töötatud perspektiivsetest tarbimise normidest ühe elaniku kohta (tabel 8).

Liha ja lihasaaduste perspektiivsed tarbimismnormid

Toote nimetus	Tarbimismnorm ühe elaniku kohta, kg aastas	
	NSV Liidus (keskmine)	Eesti NSV-s
Liha ja lihasaadused, kokku (kaubatoodangus)	80,0	84,0
sealhulgas:		
loomaliha	22,0	17,0
sealiha	16,0	24,0
linnuliha	16,0	17,0
vorstitooted	14,0	19,0
muud	12,0	7,0

Kasutatud normid ei ole ühtsed kogu NSV Liidu elanikkonnale, vaid on diferentseeritud erinevate tarbimisrajoonide kaupa vastavalt nende kliimaatilistele, majanduslikele ja ajaloolistele eripärasustele. Eesti NSV-le on planeeritud keskmisest kõrgemad lihasaaduste perspektiivsed tarbimismnormid. Meiega võrdne tarbimise tase selles osas on liiduvabariikidest ette nähtud veel Läti NSV-le.

1970. aastaks planeeritud elanike arvust lähtudes on liha ja lihasaaduste koguvajadus Eesti NSV-s järgmine:

	tonnides
Liha ja lihasaadused kokku (kaubatoodangus)	113 400
sealhulgas loomaliha	22 950
sealiha	32 400
linnuliha	22 950
vorst ja vorstitooted	25 650
muud	9 450
Liha ja lihasaadused kokku	
a) ümberarvutatult lihale	120 000
b) ümberarvutatult tapaloomade eluskaalule	200 000

On siiski põhjust arvata, et tegelikult liha ja lihasaaduste tarbimine vabariigis 1970. aastaks sellise tasemeni veel ei tõuse. Nagu juba märkisime, olid arvutuse aluseks perspektiivsed normid, mis liha ja lihasaaduste praegust keskmist tarbimist arvestades on küllaltki kõrged. Liha toiduks kasutamine perspektiivsete tarbimismnormidega ettenähtud kogustes on reaalne alles kaugemas tulevikus.

Teatavaks orientiiriks tehtud arvutused aga siiski on. Nende

alusel võib täie kindlusega väita, et 1970. aastal Eesti NSV katab vabariigi liha ja lihasaaduste sisevajaduse ning on suuteline teatud osa toodangust ka välja vedama. Kaugemas tulevikus aga, kui tootmistase vabariigis veelgi tõuseb, on võimalik NSV Liidu teistesse majanduspiirkondadesse välja vedada või eksportida 35—40% vabariigi lihatoodangust. Käesolevas töös arvestati, et 80—85% väljaveetavast lihast läheb raudteetranspordiga teistesse liiduvabariikidesse, 15—20% autotranspordiga Tallinna ja sealt edasi ekspordiks.

Huvipakkuvaks, ehkki antud töö seisukohalt vähemtähtsaks ülesandeks oli bilansi koostamine üksikute lihaliikide lõikes. Siit selgus, et veise- ja sealihaga katab vabariik oma sisevajaduse ning tekib isegi ülejääk. Defitsiit esineb aga linnuliha tootmisel, mida vabariigi elanikkond, normide järgi arvestades, peaks tulevikus tarbima praegusest tunduvalt rohkem, meie põllumajandus aga toodab seda suhteliselt vähe. Järelikult tuleb linnuliha tootmist vabariigis edaspidi veelgi intensiivistada.

Järgnevalt määrati perspektiivseid tarbimisnorme kasutades kindlaks liha ja lihasaaduste orienteeruv vajadus Eesti NSV suu-remates tarbimiskeskustes — vabariikliku ja rajoonilise alluvusega linnades.

Väiksemate asulate — alevite ja põllumajandusettevõtete keskuste osas, mis suhteliselt ühtlaselt jagunevad vabariigi territooriumile, eeldati, et nad lihakombinaatide paigutamisele olulist mõju ei avalda.

Lihatööstuse üldise perspektiivse tootmisvõimsuse planeerimisel oli esmaseks lähtepunktiks tooraine tööstusesse laekumise kasv. Viimasest järeldus, et aastatel 1966—1970 tuleks lihakombinaatide tapatsehhide tootmisvõimsust praegusega võrreldes tõsta kuni 40% võrra, s. o. ligemale 120 t võrra vahetuses. Lähem analüüs näitas siiski, et nii ulatuslik võimsuse suurendamine pole vajalik. Vabariigi lihakombinaadid olid viimastel aastatel võrdlemisi tagasihoidlikult koormatud. Suurema pingega töötati vaid kõrghooajal — IV kvartalis, ülejäänud osa aastast jätkus toorainet enamasti ainult ühevahetuseliseks tööks. Üleliiduliste vastavate normatiividega võrreldes on meie lihatööstuse tootmisvõimsus suhteliselt suur ning selle kasutamise aste madal. Süüdi on siin peamiselt Eesti NSV väga ebastabiilsed ilmastikutingimused ja sellest tingitud suured kõikumised tapaloomade kogutoodangu ja varumise mahus, mis teeb teatava võimsuse reservi olemasolu vajalikuks.

Seoses sellega võib arvata, et vabariigi lihatööstuses saab tootmise parema organiseerimise teel kombinaatide läbilaskevõimet tõsta. Head eeldused selleks loob tapaloomade laekumise sesoonsuse vähenemine eelolevatel aastatel, mis annab võimaluse lihakombinaatide senisest ühtlasemaks koormamiseks ja nende tootmisvõimsuse tunduvalt paremaks kasutamiseks.

Vastavatest arvutustest järeldus, et aastatel 1966—1970 oleks vajalik lihatööstuses soetada uusi tootmisvõimsusi ligikaudu 150 t ulatuses vahetuses, kusjuures 40 t sellest oleks tootmisvõimsuse juurdekasv ja 110 t läheks väljalangeva võimsuse asendamiseks.

Lähema 2—3 viisaastaku eesmärgiks peaks olema lihatööstuse täielik ja nõuetekohane väljaehitamine. Selleks tuleks lõpule viia lihatööstuse kontsentreerimine, tapatsehide üldvõimsus tõsta 375 tonnini vahetuses (ilma linnulihata), lihakombinaadid ettenähtud normide ulatuses varustada külmutushoonetega. Vorstitsehide koguvõimsust peaks nimetatud ajavahemikul suurendama 56—60 tonnini vahetuses, mis täielikult kindlustaks vabariigi elanikkonna vorstitoodetega varustamise.

Lihakombinaatide võimalikud perspektiivsed asukohad. Tooraine ja valmistoodangu transpordikulud

Vastutusrikkaks etapiks paigutusülesannete lahendamisel on ettevõtete asukohtade lähteskeemi väljatöötamine. Nimetatud skeem kujutab endast kõigi selliste punktide loetelu, kuhu vaatlusalusel territooriumil peetakse võimalikuks või vajalikuks antud haru ettevõtete rajamist. Kuna ettevõtete lõpliku asukoha valik saab järgnevalt toimuda eranditult ainult lähteskeemi piirides, siis sõltub ülesande lahenduse tulemus suurel määral sinna arvatud asukohtade otstarbekusest.

Lihakombinaatide paigutuse lähteskeemi lülitati kõigepealt kõik praegused lihakombinaatide ja nende tsehide asukohad. Olemasolev lihakombinaatide võrk on välja kujunenud pikema perioodi jooksul vastavalt vabariigi majanduse praktilistele vajadustele. Seetõttu võis eeldada, et lihakombinaatide asukohad, mõned vähesed erandid välja arvatud, on praeguse võrgu tiheduse juures küllaltki põhjendatud. Olemasoleva paigutuse positiivseks omaduseks on ka see, et kombinaadid jagunevad võrdlemisi ühtlaselt vabariigi territooriumile, kusjuures enamik neist asub suuremates linnades. Ühtlasi andis praeguste asukohtade algplaani siseseviimine võimaluse vajaduse korral arvestada lihatööstuse olemasolevate tootmisfondide perspektiivselt kasutuskõlblikke elemente.

Muudest piirkondadest suhteliselt halvemini on lihatööstusliku tootmisvõimsusega praegu varustatud Lääne-Eesti, kus seetõttu osutus vajalikuks mõningate täiendavate punktide algplaani võtmine. Lihakombinaatide võimalike perspektiivsete asukohtadena märgiti siin ära Rapla ja Märjamaa. Tööjõuga varustamise seisukohalt on mõlemad nimetatud asulad küll väikesed; selleks paremini sobivaid suuremaid linna vabariigi selles osas aga ei ole, sest Pärnu ja Haapsalu tulid lähteplaani juba kui lihakombinaatide praegused asukohad. Lihakombinaatide senises paigutuses esi-

nevate lünkade täitmiseks arvati lähteskeemi veel ka Jõgeva ja Abja. Paralleelselt Võhmaga võeti algplaani Viljandi, lihakombinaadi praeguse asukoha otstarbekuse kontrollimiseks.

Kokkuvõttes saadi 14 punktist koosnev lihakombinaatide paigutuse lähteskeem, kuhu kuulusid: lihakombinaatidē ja nende tsehhide praegused asukohad — Tallinn, Tartu, Võhma, Rakvere, Pärnu, Valga, Paide, Võru, Kohtla-Järve ning täiendavalt valitud asulad — Abja, Märjamaa, Rapla, Jõgeva ja Viljandi.

Eeldustelt ning tingimustelt olid lähteskeemi valitud asukohad üksteisest mõnevõrra erinevad, milline asjaolu leidis edasistes arvutustes kajastamist nn. asendist sõltuvate kuludena.

Silmas pidades suhteliselt raskemaid tingimusi tööjõuga varustamisel ning vajadust lisatööjõu värbamiseks, nähti väiksemates asulates — Abjas, Märjamaal, Raplas, Jõgeval ja Võhmas — erinevalt muudest asukohtadest ette kapitaalmahutused elamuehituseks. Lihakombinaadi asukohana Võhmaga konkureerivais punktides (Viljandi, Märjamaa) võeti aga täiendavate kuludena arvesse Võhma Lihakombinaadi likvideerimisest tulenev kahjum. Kombinaat ise on vana ja kõrge amortiseerumise astmega ning tööstuslike põhifondide osas tema sulgemine suuri kaotusi kaasa ei too. Küll aga tuleb sel juhul paratamatult arvestada vajadust Võhma elanikkonna osaliseks ümberasustamiseks, kes kombinaadi likvideerimise korral kaotaks ainsa alalise töökoha. Suuremates linnades asuvates lihakombinaatides seda probleemi ei teki.

Eespool kirjeldatud lihakombinaatide perspektiivse paigutuse lähteskeem sisaldas lihakombinaatide võimalikke perspektiivseid asukohti ainult vabariigi mandriosas.

Eesti NSV saarte — Saaremaa ja Hiiumaa — suhtes oldi arvamisel, et seal peaksid tulevikus säilima olemasolevad lihakombinaadid ja tsehhid, kusjuures nende võimsust tuleks tõsta vastavalt kohalike tooraineressursside suurenemisele.

Kõige töömahukamaks osaks transpordiülesannete lahendamisel on sihtpunktidevaheliste kauguste määramine, kuna veomarsruutide arv on tavaliselt väga suur. Antud töös oli vaja kindlaks teha põllumajandusettevõtete ja lihakombinaatide vahelised kaugused ühelt poolt ning teiselt poolt ühtlasi ka kaugused lihakombinaatide ja suuremate tarbimiskeskuste vahel.

Mõnevõrra lihtsustas kauguste määramist siin asjaolu, et lihakombinaatide perspektiivsed asukohad olid valitud suurematesse linnadesse ja asulatesse, mis andis võimaluse töös osaliselt kasutada Eesti NSV Autotranspordi ja Maanteede Ministeeriumi poolt väljaantud kauguste teatmikku. Suuremas osas fikseeriti kaugused aga siiski otseste mõõtmiste teel kaardil.

Piiravaid tingimusi transpordile ei esitatud. Eeldati, et Eesti NSV suhteliselt väikesel territooriumil on nii tapaloomade kui ka lihatööstuse valmistoodangu vedu võimalik igasuguste vahemaade taha.

Tapaloomade kokkuvedu lihakombinaatidesse nähti ette tsentraliseeritud korras spetsiaalveokitega ОдА3-857, liha ja lihasaaduste vedu kombinaatidest tarbijatele isothermiliste furgoonautodega.

Transpordikulude määramisel võeti aluseks autotranspordi vedude omahind ja täiendavate transpordivahendite muretsemiseks vajalikud kapitaalmahutused. Lihakombinaatide võrgu eeldatav kontsentreerimine toob kaasa vedude mahu teatava suurenemise, millele vastavalt tuleb autoparki laiendada. Ka on kaugemad veod lihatööstuses mõeldavad ainult spetsiaalveokitega, mida selleks otstarbeks tuleb täiendavalt soetada.

Veokulude ning ühe tasuvusaasta kohta arvutatud kapitaalmahutuste erikulu summeerimise teel leiti nn. taandatud kulud ühele tonnkilomeetrile, mida järgnevalt kasutati kõigis transpordikulude arvutustes (arvutuste metoodika on esitatud käesoleva kogumiku 134. lk.). Tingühikuks nii tooraine kui ka valmistoodangu veokulude määramisel oli üks tonn tapaloomi.

Liha ja lihasaaduste väljavedu Eesti NSV-st teistesse liiduvabariikidesse planeeriti raudteetranspordiga. Erinevalt autotranspordist määrati siin veokulud tariifide alusel.

Kulud arvutati igast konkreetsest lihakombinaadist kahe võimaliku piirijaama: Narva või Petseri kaudu keskmiselt 500 km kaugusel asuva tarbijani, kasutades kindlat keskmist tariifimäära. Omahinna kasutamine raudteevedudel ei olnud võimalik vastavate andmete ebatäpsuse tõttu.

Liha ja lihasaaduste eksport nähti ette Tallinna kaudu, kusjuures toodangu kokkuvedu siia toimuks autotranspordiga.

Toodangu omahind ja kapitaalmahutused erineva tootmisvõimsusega lihakombinaatides

Nii antud töö kui ka TA Majanduse Instituudis lahendatud teiste paigutusülesannete ökonoomiliseks sõlmprobleemiks oli ettevõtte tootmisvõimsuse ja toodangu omahinna vahelise sõltuvuse määramine, sest sellest tegurist olenesid rohkem kui ühestki teisest tootmisbaasi perspektiivse kontsentreerimise võimalused.

Lihatööstuse andmed kinnitasid tööstuses üldtuntud reeglit, et ettevõtte tootmisvõimsuse kasvuga kaasneb toodangu omahinna alanemine. Seejuures peamine kokkuhoid tekib töötlemiskuludes, toodanguühikule langevad tooraine- ja materjalikulud tootmisvõimsusest kuigi suurel määral ei olene. Eriti ilmekalt avaldus see seaduspärasus Riikliku Lihatööstuse Ettevõtete Projekteerimise Instituudis koostatud lihakombinaatide tüüpprojektide majanduslikes näitajates (tabel 9).

Tabel 9

Töötlemiskulud erineva tootmisvõimsusega lihakombinaatides, rbl.
(tüüpprojektide andmed)

	Kalkulatsiooni ühik	Lihakombinaadi tootmisvõimsus (1 liha vahetuses)			
		10	30	50	100
Sead	1 t elusloomi	28,80	22,50	18,60	17,60
Veised	"	21,80	17,70	15,20	13,60
Lambad	"	26,60	24,50	21,90	23,20
Vorst	1 t valmistoo- dangut	58,70	58,40	54,60	50,40

Esitatud andmetest nähtub, et 100-t vahetusvõimsusega lihakombinaadis on töötlemiskulud ühe t elusloomade kohta, olenevalt loomaliigist, 25—40% madalamad kui 10-tonnise ja samuti tunduvalt madalamad kui 30- ja 50-tonnise vahetusvõimsusega lihakombinaadis.

Samasugune toodangu omahinna alanemise tendents seoses tootmisvõimsuse kasvuga esines ka meie vabariigi lihakombinaatides (tabel 10).

Rühmitades vabariigi lihakombinaadid tootmisvõimsuse alusel ja arvutades neis toodanguühiku keskmised omahinnad, selgus, et kolmes suuremas kombinaadis oli 1964. aastal toodangu keskmine omahind märgatavalt madalam kui ülejäänud viies väikeses kombinaadis. Omahindade erinevus oli siin küll mõnevõrra väiksem kui projektijärgsetes andmetes, kuid seda põhjustas kahtlemata, vähemalt osaliselt, Tallinna ja Tartu lihakombinaadi tootmisbaasi killustatus.

Tabel 10

Toodangu omahind Eesti NSV lihakombinaatides
1964. aastal, rbl.

Näitajad	Mõõtühik	Lihakombinaadi tootmisvõimsus (1 liha vahetuses)	
		15—30*	üle 30**
Sealiha	koef. ts	167,17	165,71
Veiseliha	"	141,67	140,88
Lambaliha	"	143,60	141,18
Keeduvorst			
«Otdelnaja»	ts	156,49	155,72

* Siia rühma arvati: Rakvere, Pärnu, Kingissepa, Valga ja Paide lihakombinaat.

** Tallinna, Tartu ja Võhma lihakombinaat.

Edasine analüüs näitas, et suuremad kombinaadid on kasulikud ka kapitaalmahutuste kokkuhoiu seisukohalt, sest nendes on kapitaalmahutuste erikulu toodanguühiku kohta tunduvalt madalam kui väikestes.

Andmed kapitaalmahutuste üldvajaduse ja toodanguühikule langeva erikulu kohta erineva tootmisvõimsusega lihakombinaatides on antud tabelis 11.

Näeme, et kapitaalmahutuste erikulu langeb lihakombinaadi tootmisvõimsuse suurenemisel veelgi kiiremas proportsioonis kui omahind ning moodustab 100-tonnise vahetisvõimsusega lihakombinaadis ainult 56% 10-tonnise lihakombinaadi tasemest.

Tabel 11

Kapitaalmahutuste üldsumma ja erikulu lihakombinaatide ehitamisel (tüüpprojektide andmed)

Näitajad	Lihakombinaadi tootmisvõimsus (t liha vahetuses)			
	10	30	50	100
Kapitaalmahutuste üldsumma (tuh. rbl.)	1252,6	2622,7	3680,0	7091,5
Kapitaalmahutuste erikulu (1 t elusloomade kohta, rbl.)	178,94	124,89	105,14	101,30

Käesoleva töö majanduslikes arvutustes kasutati lihakombinaatide tüüpprojektide andmeid toodangu omahinna ja kapitaalmahutuste kohta. Vabariigi lihakombinaatide tegelikud näitajad osutusid kombinatide ebaühtlasest struktuurist tingituna halvasti võrreldavaks ning poleks kindlustanud õigeid tulemusi.

Kombinaatide optimaalse tootmisvõimsuse arvutamisel lähtuti taandatud kuludest ühe t tooraine kohta, mis koosnes töötlemiskuludest ja ühele tasuvusaastale langevast kapitaalmahutuste erikulust. Kapitaalmahutuste normatiivseks tasuvusajaks lihatööstuses arvati vastavalt üleliidulistele soovitudele 5 aastat [48].

Taandatud kulud 1 t elusloomade kohta on toodud tabelis 12.

Majanduslike näitajate statistilis-matemaatilisest analüüsist ilmnes, et nagu mitmetes teistes tööstusharudes, nii ka lihatööstuses on kombinadi tootmisvõimsuse ja taandatud kulude vahel tegemist matemaatilise sõltuvusega, mis on väga lähedane hüperboolsele.

Seda sõltuvust kasutades saame üldistest töötlemiskuludest ja kapitaalmahutustest välja eraldada selle kulude osa (nn. tingpüsivad kulud), mis jääb igas kombinadis muutumatuks, olenev mata tema toodangu mahust.

Taandatud kulud 1 t elusloomade kohta erineva
tootmisvõimsusega lihakombinaatides

	Kombinaadi tootmisvõimsus, t liha vahetuses			
	10	30	50	100
Taandatud kulud 1 t elusloomade kohta, rbl.	74,53	59,13	51,53	48,56

Tabelis 12 esitatud andmetest lähtudes saadi tingpüsivate kulude suuruseks lihakombinaatides 611,39 rbl. vahetuses ehk kahevahetuselise töö korral 1222,78 rbl. ööpäevas.

Leitud tingpüsivate kulude suurust kasutatigi ülesande matemaatilisel lahendamisel. Ühtlasi avanes siit võimalus juba eelnevalt ligikaudsete arvutuste tegemiseks lihakombinaatide optimaalse perspektiivse tootmisvõimsuse kohta.

Need näitasid, et Eesti NSV-s on majanduslikult õigustatud väga suure tootmisvõimsusega lihakombinaatide ehitamine. Tapaloomade tööstusesse laekumise keskmistest näitajatest lähtudes on lihakombinaadi toorainetsooni optimaalne raadius vabariigis 1970. aastal ligikaudu 82 km, millele vastab kombinaat võimsusega 102 t liha vahetuses. Kaugemas perspektiivis, kui toorainet hakkab olema rohkem, lüheneb toorainetsooni optimaalne raadius 70 kilomeetrile, kombinaadi võimsus samal ajal aga kasvab veelgi, ulatudes kuni 120 tonnini vahetuses.

Ülalmärgitud resultaadid saadi arvutustega, kus kapitaalmahutuste efektiivsuse koefitsient oli võrdne 0,2-ga, mis vastab 5-aastasele tasuvusajale.

Ka madalama efektiivsuse koefitsiendi korral (0,1—0,15) kombinaadi optimaalne võimsus oluliselt ei muutu, olles perspektiivsete toorainekoguste tingimusel ikkagi 100 t piirides.

Seejuures on käesolevas töös kasutatud kapitaalmahutuste efektiivsuse koefitsient — 0,2 — üleliidulises kirinduses toiduainete tööstusele soovitatud kapitaalmahutuste efektiivsuse madalaimaks piiriks.

Tüüpmetoodika näeb ette kapitaalmahutuste tasuvuse aja kergetööstusele (mille hulka arvatakse ka toiduainete tööstus) 3—5 aastat, efektiivsuse koefitsiendiga 0,33—0,2. Ka enamik teisi allikmaterjale soovitab toiduainete tööstuses kasutada kõrõemat efektiivsuse koefitsienti. Endastmõistetavalt vastaks sellele ka mõnevõrra suurem lihakombinaadi optimaalne tootmisvõimsus.

Üle 100 t ulatuva vahetusvõimsusega kombinaatide rajamist Eesti NSV-sse ei pea me siiski soovitavaks, kuna see nõuaks tootmisbaasi väga ulatuslikku kontsentreerimist ning võiks põhjustada häireid tarbimiskeskuste lihasaadustega varustamisel. Ka ei ole suuremate lihakombinaatide jaoks tüüpprojekte, nende ehitamist

mine oleks mõeldav vaid individuaalprojektide järgi, mis samuti pole soovitatav.

100-t vahetusvõimsusega lihakombinaatide otstarbekust NSV Liidu kõrge intensiivsusega loomakasvatuserajoonides kinnitavad aga ka mitmete teiste projekteerimisinstituutide ja uurimisasutuste tööd. Nii on NSV Liidu Ehituskomitee poolt 1962. aasta lõpul heakskiidetud toiduainete tööstuse ettevõtete optimaalsete tootmisvõimsuste nomenklatuuris ette nähtud 100-t lihakombinaatide rajamine hästi arenenud loomakasvatusega piirkondades liha kogutoodanguga 75 ts 100 ha põllumaa ja 16 ts muude põllumajanduslike kõlvikute kohta. Eesti NSV-s olid nimetatud näitajad juba 1964. aastal vastavalt 91 ja 19 tsentnerit.

Samal seisukohal on ka L. A. Kalita Moskva Piima- ja Liha-tööstuse Tehnoloogilisest Instituudist [49].

Lihakombinaatide optimaalne perspektiivne tootmisvõimsus ja paigutus

Lihakombinaatide optimaalse tootmisvõimsuse ja paigutuse määramiseks vabariigi mandriosal lahendati kaheetapiline katkeva sihifunktsiooniga paigutusülesanne.

Minimaalsed summaarsed kulutused kombinaatide ehitamiseks ja ekspluateerimiseks andsid lahendusvariandid, kus võrk koosnes valdavalt 100-t vahetusvõimsusega ettevõtetest. Kui perspektiivselt suudetakse sesoonsust alandada selliselt, et maksimaalne kuu ei ületaks 10% aasta tootmismahust, siis piisab Eesti NSV-s kolme lihakombinaadi olemasolust. Kolm 100-t vahetusvõimsusega ettevõtet suudaksid sel juhul ümber töötada kogu perspektiivselt laekuva tooraine ning ühtlasi varustada ka vabariigi elanikkonda lihasaadustega.

Kui aga tootmises säilib suurem sesoonsus — maksimaalne kuu moodustab kuni 12% aasta tootmismahust — peaks kombinaate olema ühe võrra rohkem. Lihatööstuse summaarne tootmisvõimsus peaks viimasel juhul ulatuma 350 tonnini liha vahetuses ning täiendavalt kolmele suurele lihakombinaadile tuleks veel rajada üks väiksem lihakombinaat võimsusega 50 t liha vahetuses.

Praktilise rakendamise seisukohalt tuleks kirjeldatud skeemidest eelistada viimast — suurema summaarse tootmisvõimsusega ja neljast lihakombinaadist koosnevat võrku. Isegi sesoonsuse märgatava üldise alanemise korral võib looduslikest teguritest olevalt tulevikus siiski tekkida erakordseid kõikumisi tapaloomade toodangus ja varumises, nii et teatud tootmisvõimsuse reserv oleks soovitatav.

Kolmest lihakombinaadist koosneva võrgu korral oleksid majanduslikult kõige kasulikumad järgmised ettevõtete paigutusvariandid (tabel 13).

**Erinevaid võimalusi lihakombinaatide paigutamiseks
kolmest ettevõttest koosneva võrgu korral**

Variandi nr.	Kombinaatide asukohad			Kulude suurus, rbl. ööpäevas
I	Tallinn	Tartu	Rakvere	6666,28
II	"	"	Kohtla-Järve	6901,34
III	"	"	Võhma	6945,13
IV	"	"	Paide	6965,75
V	"	"	Viljandi	7011,23

Näeme, et parima tulemuse annab siin paigutusvariant Tallinn, Tartu, Rakvere, kus paremuselt järgmise variandiga võrreldes kulude kokkuhoid ulatub ligikaudu 60 000 rublani aastas. Suhteliselt halvemad on paigutusvariandid Tallinn, Tartu, Kohtla-Järve; Tallinn, Tartu, Võhma jt.

Kuid nagu märkisime, ei saa kolmest kombinaadist koosnevat võrku juurutamiseks eriti soovitada väikese summaarse tootmisvõimsuse tõttu. Ka on selle võrgu puuduseks lihakombinaatide ebasoodne paigutus.

Kaks esimest kuludelt soodsamat paigutusvarianti jätavad raskesse olukorda nii tapaloomade tööstusele üleandmise kui ka lihasaadustega varustamise mõttes Edela-Eesti: Pärnu, Viljandi ja osaliselt ka Valga rajooni, kuna veokaugused sellesse piirkonda kujuneksid tunduvalt suuremaks kui vabariigi ülejäänud rajoonidesse.

III, IV ja V paigutusvariandi juures aga tekiks suured raskused põlevkivibasseini linnade lihasaadustega varustamisel, sest lähim lihakombinaat (Paide) asuks neist 150—200 km kaugusel.

Tunduvalt lihtsam on vabariigi territooriumile paigutada neljast lihakombinaadist koosnevat võrku, mis ühtlasi tagab lihatööstusele ka perspektiivselt soovitatava summaarse tootmisvõimsuse (tabel 14).

Tabel 14

**Erinevaid võimalusi lihakombinaatide paigutamiseks
neljast ettevõttest koosneva võrgu korral**

Variandi nr.	Lihakombinaatide asukohad / tootmisvõimsus t liha vahetuses				Kulude suurus, rbl. ööpäevas*
I	Tallinn/100	Tartu/100	Rakvere/100	Viljandi/50	7381,55
II	"	"	"	Võhma/50	7510,13
III	"	"	"	Pärnu/50	7555,17
IV	"	"	"	Valga/50	7703,53

* Erinevatest lähteandmetest tingituna ei ole tabelites 13 ja 14 esitatud kulud omavahel võrreldavad.

Nagu tabelist 14 nähtub, peaksid ka neljast ettevõttest koosneva võrgu puhul suured 100-t vahetusvõimsusega lihakombinaadid asuma Tallinnas, Tartus ja Rakveres. Seda tingib nimetatud punktide lähedus suurtele tarbimiskeskustele, kahel viimasel juhul ka soodne asend toorainetsoonide keskel ja eriti head võimalused toodangu väljaveoks tänu laiarööpmelisele raudteeühendusele.

Neljanda, väiksema lihakombinaadi paigutamisel saadi siin mitmeid kulude suuruselt vähe erinevaid variante. Parimateks asukohtadeks neljandale kombinaadile osutusid Viljandi, Võhma ja Pärnu, mis erinesid kulude poolest üksteisest 35 000—50 000 rbl. võrra aastas. Kuna tegemist oli perspektiivsete arvutustega, mille lähteandmetes võisid paratamatult esineda teatud ebatäpsused, siis tuli viimatimärgitud kolme punkti lihakombinaadi asukohana hinnata peaaegu üheväärseteks. Lõpliku valiku pidid siin otsustama võimalikud täiendavad tegurid, mida väärtuseliste näitajate kaudu polnud võimalik töös vahetult arvestada. Sellistena analüüsiti veel Viljandi, Võhma ja Pärnu varustatust kvalifitseeritud kaadriga, nende asukohti peamiste tarbimiskeskuste suhtes, võimalusi olemasoleva Võhma Lihakombinaadi täielikuks likvideerimiseks jne.

Lõppkokkuvõttes jõuti järeldusele, et kõige otstarbekohasem on neljas lihakombinaat siiski rajada Võhma alevisse.

Selline ettepanek tehti, silmas pidades Võhmas olemasolevat suurte tootmiskogemustega kaadrit, selle asula traditsioonilist lihatööstuslikku profiili ning soovides ära hoida olemasoleva kombinaadi likvideerimisega ja elanikkonna ümberasustamisega seotud raskusi. Perspektiivselt on ette näha sesoonsuse märgatavat alanemist lihatööstuses. Teravad kõikumised lihakombinaatide tööjõuvajaduses pehmenevad, nende tööjõuga varustamine muutub lihtsamaks, paraneb tööjõu kasutamine. Seoses sellega ka lihakombinaadi majandamine Võhmas tulevikus ülemääraseid raskusi ei peaks tekitama. Samal ajal oldi veendumusel, et võrdsest heaks asukohaks neljandale lihakombinaadile võiks olla ka kas Viljandi või Pärnu, eriti sel juhul, kui Võhma alevisse oleks võimalik rajada mõni teise tootmisprofiiliga ettevõtte olemasoleva lihakombinaadi likvideerimisel vabaneva tööjõu rakendamiseks.

Vastavalt Eesti NSV RMN Toiduainete Tööstuse Valitsuse soovile määrati töös ühtlasi lihakombinaatide ratsionaalsed tootmisvõimsused vabariigi mandriosal 5 kombinaadist koosneva ettevõtete võrgu jaoks, ette antud asukohtadega Tallinnas, Tartus, Rakveres, Võhmas ja Pärnus. Algul lahendati ülesanne piiramatata tootmisvõimsustega, mis hiljem taandati tüüpvõimsustele.

Tooraine ja valmistoodangu transpordikuludelt olid 5 kombinaadiga paigutusvariandid mõnevõrra odavamad; summaarsete kulude poolest, kuhu sisse arvati ka töötlemiskulud ja ühele tasu-

vusaastale langev kapitaalmahutuste erikulu, aga 50 000—100 000 rubla võrra aastas kallimad.

Parema ülevaate andmiseks on töö tulemusena saadud paigutusskeemid koos kombinatide põhiliste tootmistehhhide soovitava tootmisvõimsusega koondatud tabelisse 15.

Tabel 15

Eesti NSV lihakombinaatide perspektiivne tootmisvõimsus ja paigutus

	Mõõtühik	Lihakombinaatide arv vabariigi mandriosal / summaarne tootmisvõimsus, t liha vahetuses			
		3/300	4/350	5/350	
				vabalt kujune- nud võim- sustega	tüüp- võimsus- tega
1	2	3	4	5	6
1. Tallinna Lihakombi- naat					
liha- ja rasvatsehh	liha, t	100	100	100	100
vorstitsehh	vorst, t	25	21	21	21
külmutushoone	ühiekordne hoiumaht, t	4000	4000	4000	4000
2. Tartu Lihakombinaat					
liha- ja rasvatsehh	liha, t	100	100	100	100
vorstitsehh	vorst, t	13—15	11—13	11—13	11—13
külmutushoone	ühiekordne hoiumaht, t	4000	4000	4000	4000
3. Rakvere Lihakombi- naat					
liha- ja rasvatsehh	liha, t	100	100	77	50
vorstitsehh	vorst, t	15—17	14—16	12—14	11—13
külmutushoone	ühiekordne hoiumaht, t	4000	4000	3000	2000
4. Võhma Lihakombinaat					
liha- ja rasvatsehh	liha, t	—	50	50	50
vorstitsehh	vorst, t	—	7—9	5—6	5—6
külmutushoone	ühiekordne hoiumaht, t	—	2000	2000	2000
5. Pärnu Lihakombinaat					
liha- ja rasvatsehh	liha, t	—	—	23	50
vorstitsehh	vorst, t	—	—	4—5	5—6
külmutushoone	ühiekordne hoiumaht, t	—	—	800	2000
6. Kingissepa Lihakombi- naat					
liha- ja rasvatsehh	liha, t	15	20	20	20
vorstitsehh	vorst, t	1,5	1,5	1,5	1,5
külmutushoone	ühiekordne hoiumaht, t	600	800	800	800

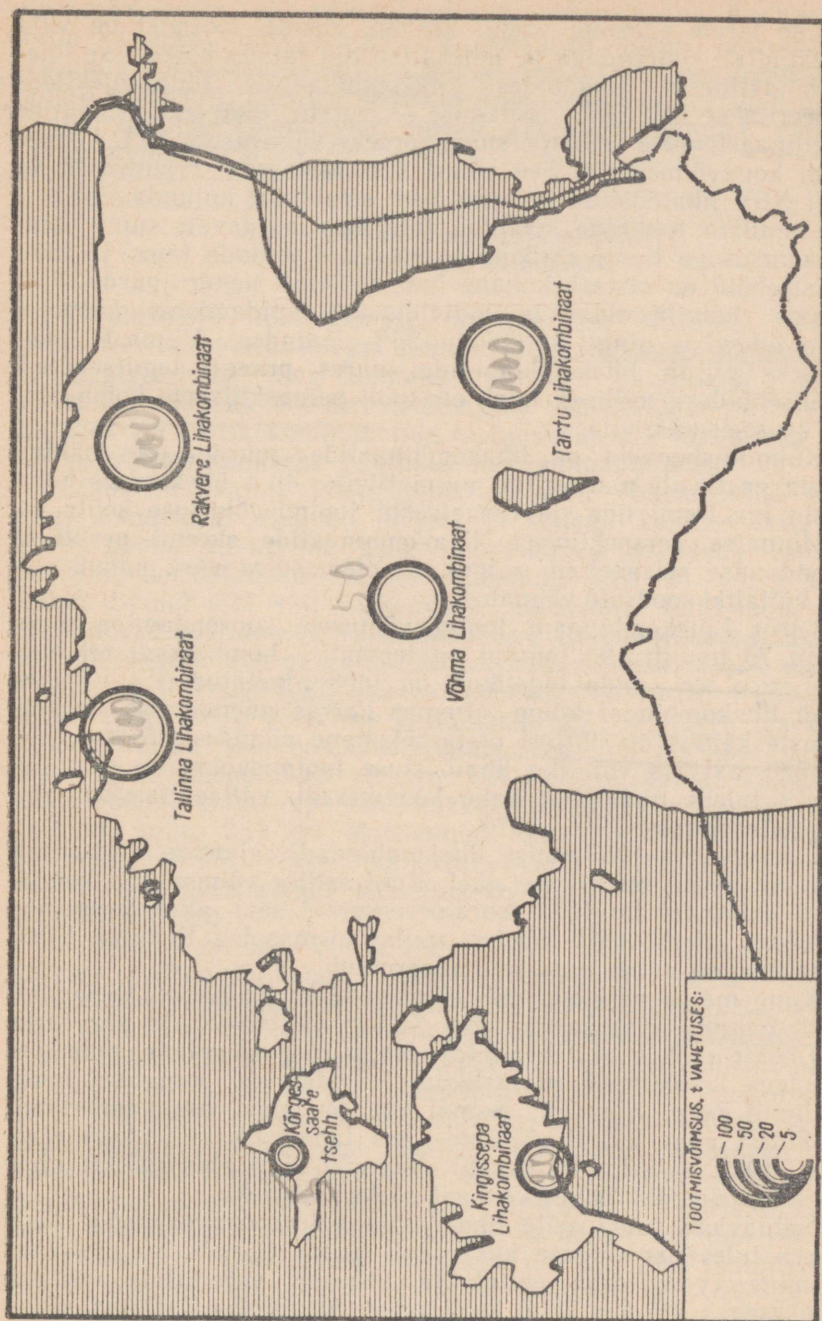
Tabel 15 järg

	1	2	3	4	5	6
7. Kõrgessaare tootmis- punkt						
liha- ja rasvatsehh		liha, t	5	5	5	5
vorstitsehh		vorst, t	0,4	0,4	0,4	0,4
külmutushoone		ühekordne hoiumaht, t	200	200	200	200

Nagu juba öeldud, tuleb tabelis 15 esitatud skeemidest kõige otstarbekohasemaks pidada 4 lihakombinaadist koosnevat võrku vabariigi mandriosal. Koos Saaremaal asuva Kingissepa Liha-kombinaadi ja Kõrgessaare tootmispunktiga Hiiumaal jääks sel juhul vabariigis perspektiivselt tegutsema üldse 6 lihatööstuse tootmisüksust summaarse tootmisvõimsusega 375 t liha vahetuses (joon. 2).

Tabelis 15 antud vorstitsehhide tootmisvõimsuse arvutuste aluseks olid transpordiülesannete lahendusena saadud optimaalsed liha ja lihasaaduste veoplaanid. Tootmisvõimsus määrati kombinaatide juurde kinnistatud tarbimiskeskuste aastasest vorstitoodete vajadusest lähtudes, kusjuures vorstitsehhidele nähti ette põhiliselt kahevahetuseline töörežiim. Põlevkivibasseini ja Narva linna varustamine lihasaaduste ja vorstitoodetega planeeriti Rakvere Lihakombinaadist. Kuid siin võivad kaalumisele tulla ka veel teistsugused lahendused. Kirde-Eestis suurte tarbimiskeskuste paremaks varustamiseks võiks tegutsema jätta ka olemasolevad keeduvorstide ja kulinaartoodete tsehhid Kohtla-Järvel ja Narvas, neid vastavalt laiendades. Rakvere Lihakombinaadi vorstitsehhi perspektiivne tootmisvõimsus oli algselt planeeritud 11—17 t vahetuses, olenevalt paigutusvariandist. Täiendavate vorstitsehhide olemasolu korral Kohtla-Järvel (tootmisvõimsusega 5 t vahetuses) ja Narvas (3 t vahetuses) peaks Rakvere Lihakombinaadi vorstitsehhi tootmisvõimsust vastavalt vähendama. Majanduslikust küljest on kahtlemata kasulik kogu põlevkivibasseini vorstitoodetega varustada ühest keskusest — Rakvere Lihakombinaadist. Eraldi vorsti- ja kulinaartoodete tsehhi väljaehitamine Kohtla-Järvel ja Narvas oleks õigustatud üksnes nimetatud suurte tööstuskeskuste parema ja kvaliteetsema varustamise seisukohalt.

Aasta-aastalt kasvab tarbijaskonna nõudmine mitmesugustele lihapoolfabrikaatidele. Eriti suuri pretensioone esitab lihatööstusele selles suhtes järjest laienev ühiskondliku toitlustamise ettevõtete võrk. Kuna lihapoolfabrikaatide tootmise ja tarbimise kohta seni normatiive välja töötatud ei ole, ei olnud käesolevas töös võimalik määrata vastavate tsehhide konkreetset perspektiivset tootmisvõimsust. Kuid kahtlemata vajadus lihapoolfabri-



Joonis 2. Lihakombinaatide perspektiivne paigutus.

kaatide järele edaspidi veelgi kasvab, nende tootmist on vaja järjekindlalt suurendada ja selleks tsehhid rajada kõikidesse lihakombinaatidesse. Uusimates lihakombinaatide tüüpprojektides planeeritakse liha ümbertöötamise — vorsti-, lihapoolfabrikaatide ja kulinaartoodete tsehhide summaarseks võimsuseks 50% kombinadi koguvõimsusest. See võiks olla teatavaks orientiiriks ka Eesti NSV lihatööstuse perspektiivse struktuuri kujundamisel.

Linnuliha tootmine koondub tulevikus valdavalt suure tootmisvõimsusega linnuvabrikutesse, mistõttu lindude tapa- ja töötlemistsehhid on otstarbekohane luua vahetult nende juurde. Kolhooside linnufarmides ja individuaalmajapidamistes kasvatakse tulevikus ainult ligikaudu 25% lindudest. Viimaste töötlemiseks piisab lihakombinaatide juures praegu tegutsevatest linnutsehhidest, millised tuleb edaspidi perspektiivsete kombinadide koosseisu üle viia.

Külmutushooneid on lihakombinaatide juurde ette nähtud rajada vastavalt planeeritud normatiivile: 40 t ühekordset hoiu-mahtu iga tonni liha- ja rasvatsehhi tootmisvõimsuse kohta.

Hinnates perspektiivset lihakombinaatide skeemi praktilise rakendamise seisukohalt, selgus, et olemasolev võrk pakub selleks küllaltki soodsaid võimalusi.

Tartu Lihakombinaadi tootmisvõimsuse suurendamine praeguselt 76 tonnilt 100 tonnini on teostatav kombinadi rekonstrueerimise teel, mida tegelikult on juba alustatud. Ka Võhmas vajab lihakombinaat kõige kiiremas korras uuendamist. Ümberehituste käigus on ühtlasi otstarbekohane võimsust tõsta.

1970. aastaks vajaliku lihatööstuse tootmisvõimsuse saavutamiseks tuleks nimetatud kahe kombinadi väljaehitamine planeerida aastatesse 1966—1970.

Rakveres on 100-tonnise lihakombinaadi rajamine praktiliselt võimalik ainult uusehituse näol. Kuid sellise võimsusega kombinadi ehitamist tingivad tooraineressursid seal alles kaugemas tulevikus, pärast 1970. aastat, millal olemasolev Rakvere Liha-kombinaat on suures osas amortiseerunud.

Kaugemasse perioodi võib planeerida ka Tallinna Lihakombinaadi tootmisvõimsuse tõstmise. Sellele vaatamata on siin küsimus kõige raskemini lahendatav. Nagu eespool selgus, pole olemasoleva kombinadi ulatuslikum laiendamine praegusel territooriumil enam võimalik. Samal ajal on suur osa kombinadi tsehhidest alles hiljuti ehitatud (uus tapatsehh anti eksploatatsiooni 1963. aastal, vorstitsehhi ehitamist alles alustatakse) ning eksploatatsioonikõlblikud veel paljudeks aastateks.

Nähtavasti tuleb selle lihakombinaadi tootmisvõimsuse tõstmiseks tulevikus arvesse kas eraldi asuva täiendava tapatsehhi rajamine (vorstitsehh ehitatakse koheselt vajadusele vastava võimsusega) või siis kogu kombinadi üleviimine Tallinna lähisel asuvale uuele territooriumile. Kui need ettepanekud ei osutu

vastuvõetavaiks, siis võiks kolmanda võimalusena kaalumisele tulla ka viiest lihakombinaadist koosneva võrgu juurutamine. Tallinna Lihakombinaadi tootmisvõimsust võiks sel juhul tõsta ainult sedavõrd, kui võrd seda lubavad praegune territoorium ja tootmishooned. Täiendavalt tuleks aga välja ehitada väiksem lihakombinaat Pärnus.

Tootmisbaasi reorganiseerimise majanduslikud tulemused

Olemasoleva tootmisbaasi majanduslike näitajate võrdlus projekteeritud variantidega näitas, et lihatööstuse tootmisbaasi kontsentreerimine ning kombinaatide õige paigutamine annab suurt majanduslikku efekti. Ökonoomia saavutatakse nii tootmiskuludes kui ka lihakombinaatide tootmisvõimsuse tõstmiseks ning võrgu väljaehitamiseks vajalikes kapitaalmahutustes.

Lihakombinaatide tootmispunktide arvu vähendamine vabariigi mandriosal kümnele neljale ja sellega kaasnev ettevõtte tootmismahu 2,5-kordne kasv võimaldavad alandada tapaloomade ümbertöötamise kulusid ligikaudu 3,20 rbl. võrra tonni kohta. Samal ajal küll veokauguste pikenemise tõttu mõnevõrra suurenevad tooraine ja valmistoodangu transpordikulud. Kombinaatide soovitatava paigutuse korral, s. t. juhul kui need asuksid Tallinnas, Tartus, Rakveres ja Võhmas, kasvavad transpordikulud praegusega võrreldes keskmiselt 1,07 rbl. võrra iga tonni ümbertöötatud tapaloomade kohta. Seega on transpordikulude kasv siiski märgatavalt väiksem kui töötlemiskulude kokkuhoid ning mõlema kulukomponendi kokkuvõttes saavutatakse iga tonni tooraine kohta 2,13 rbl. ökonoomiat. Kui aga arvesse võtta ka lihakombinaatide võrgu väljaehitamiseks vajalikke kapitaalmahutusi, tõuseb kulude suhteline kokkuhoid 6,13 rublani tonni kohta (tabel 16).

Tuletame meelde, et käesoleval ajal töötab vabariigi lihatööstus ümber ligikaudu 100 000 t tapaloomi aastas, lähema 15—20 aasta jooksul see kogus enam kui kahekordistub. Järelikult võimaldab tootmisbaasi kontsentreerimine lihatööstusel tulevikus kokku hoida ligemale 500 000 rbl. eksploatatsioonikulusid aastas. Ühtlasi annab see võimaluse lihatööstuse tootmisvõimsuse tõstmiseks perspektiivselt vajaliku tasemeni suhteliselt väikeste kapitaalmahutustega. Neljast ettevõttest koosneva lihakombinaatide võrgu rajamiseks vabariigi mandriosas vajatakse tootmisotstarbelisi kapitaalmahutusi ligikaudu 18 miljonit rubla, kõigi olemasolevate lihakombinaatide ja nende tsehhide rekonstrueerimine ja laiendamine perspektiivselt vajaliku tootmisvõimsuseni nõuaks ligikaudsete arvutuste kohaselt aga 22—23 miljonit rubla kapitaalmahutusi.

Vabariigi mandriosa praeguse ja perspektiivse
lihakombinaatide võrgu majanduslik võrdlus
(perspektiivse tootmismahu alusel)

	Näitajad	Mõõtühik	Olemasolev võrk	Projekteeritav võrk
1.	Tootmispunktide arv		10	4
2.	Töötlemiskulud	rbl. t eluskaalu kohta	32,13	28,93
3.	Transpordikulud	"	7,22	8,29
	Kokku (2+3)	"	39,35	37,22
4.	Erikapitaalmahutused ühe tasuvuse aasta kohta	"	19,02	15,02
	Kulud kokku (2+3+4)	"	58,37	52,24

Töötlemiskulude ja kapitaalmahutuste eespool kirjeldatud kokkuhoid saavutatakse eranditult ainult lihakombinaatide võrgu kontsentreerimise ja õige paigutamise tulemusena. See on aga ainult üks osa oodatavast tootmiskulude ökonoomiast lihatööstuses.

Väga olulisteks majandusliku efektiivsuse tõstmise teguriteks selles tööstusharus kujunevad tootmise mahu järsk tõus ja sesoonsuse alanemine ning viimasega kaasnevad vahetuslikkuse suurenemine ja tootmisvõimsuste kasutamise paranemine, samuti ka kombinaatide tehnilise taseme edasine tõstmine, tapaloomade tsentraalse kokkuveo juurutamine jne.

Üldkokkuvõttes võib lihatööstuses eelolevatel aastatel oodata tööviljakuse kasvu praeguse tasemega võrreldes rohkem kui kahekordseks ning töötlemiskulude alanemist kuni 20% võrra.

EESTI NSV SAAGIMISTÖÖSTUSE PERSPEKTIIVSE PAIGUTAMISE JA KONTSENTEERIMISE PROBLEEME

E. KRAAV

Teiste tööstusharude kõrval nõuavad ettevõtete kontsentreerimise ja ratsionaalse paigutamise probleemid lahendamist Eesti NSV saagimistööstuses. Nimetatud asjaolu aktuaalsust põhjustab kõigepealt see, et saagimistööstus on vabariigis üheks territoriaalselt ja organisatsiooniliselt killustatumaks tootmisharuks. Peaaegu kõik ettevõtted ja tootmispunktid asuvad tootmiseks vähesobivates hoonetes. Nendes kasutatav tehnika ja tootmistehnoloogia ei vasta kaasaja nõuetele.

Eesti NSV kuulub metsadefitsiidiga rajoonide hulka, kus puidu vajadus ületab tema varumise võimalused. Vabariigi metsamajanduse olukorra normaliseerimiseks on alates 1961. aastast kehtestatud range arvestuslikust raiefondist kinnipidamise kord. Samal ajal kasvab aga aasta-aastalt rahvamajanduse nõudmine saematerjalidele. Kaasaja tehnika võimaldab seda kasvu osaliselt kompenseerida mitmesuguste tehis- ja mineraalsete materjalidega. Kuid ühtlasi tuleb kogu varutav puit ära kasutada võimalikult täielikult ja ratsionaalselt.

Puidu kompleksse kasutamise efektiivsus oleneb suurel määral tootmisjäätmete mahust nende tekkekohtades. Üle poole Eesti NSV-s varutavast tarbepuidust töötab ümber saagimistööstus. Saematerjalide väljatuleku protsent ümarpuidust on 60–70. Seega tekib saagimistööstuses rohkesti puidujäätmeid. Ettevõtete praegune hajutatud paiknemine ja väike tootmismahd takistab oluliselt nende tööstuslikku kasutuselevõttu.

Koos saagimistööstuse põhjaliku reorganiseerimise ja kontsentreerimisega on vaja ettevõtted ka ratsionaalselt paigutada. Saagimisettevõtted tuleb planeerida sellistesse kohtadesse ja sellise võimsusega, mis kindlustaks puidu kokkuveo ja ümbertöötamise, saematerjalide ning puidujäätmete laialiveo tarbivatesse ettevõtetesse minimaalsete kulutustega.

Käesolevas artiklis tutvustatakse Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudis väljatöötatud vabariigi saagimisettevõtete paigutuse perspektiivskeemi.

187
 Nimetatud probleemi lahendamiseks analüüsiti saagimistööstuse olemasolevat tootmisbaasi, arvatati välja saelaudade perspektiivne vajadus, määrati kindlaks selle katmise võimalused ning tooraine paiknemine ja tarbimispiirkonnad. Peale selle uuriti ka teisi saagimisettevõtete paigutust mõjustavaid tegureid, nagu saepalkide ja -laudade transpordiprobleemi, tootmiskulude sõltuvust kontsentratsioonitasemest jne.

Saagimisettevõtete optimaalse tootmisvõimsuse ja paigutuse perspektiivskeem koostati matemaatilise lahendusmeetodiga.

Eesti NSV saagimistööstuse kaasaegne olukord

Saagimistööstuse osatähtsus Eesti NSV tööstuse kogutoodangus on väga väike — alla 2%. Ka puidutööstuse harude seas on saagimistööstus toodangu hulga, tööliste arvu ja tööstuslike tootmispõhifondide väärtuse poolest üks väiksemaid. Samal ajal aga paistab silma suur ettevõtete arv — ligikaudu 700. Umbes 61% puidutööstuse ja 15% kogu vabariigi tööstusettevõtetest tegeleb puidu saagimisega. Siit nähtub saagimistööstuse ülemäärane killustatus väikeste ettevõtete vahel.

Jälgides Eesti NSV saagimistööstuse toodangu dünaamikat sõjajärgsetel aastatel (tabel 1), selgub, et saematerjalide kogus on kasvanud üle 3 korra.

Vabariigi teiste tööstusharudega võrreldes on saagimistööstuse areng olnud aeglane. Arvestades aga Eesti NSV puiduresursside piiratust, tuleb seda kasvu siiski veel ülemäära suureks pidada.

Puidu saagimise maht vabariigis suurenes kuni 1961. aastani, mil ta lähenes 900 000 tm-le. Nimetatud aastal kasutusele võetud metsamajanduslike abinõude ellurakendamine tõi kaasa saelaudade tootmise vähenemise. Viimasel ajal on vabariigis toodetud keskmiselt 750 000 tm saematerjale aastas. Edaspidi väheneb nende toodang veelgi seoses efektiivsemate materjalide kasutamise ja ei ületa paari järgneva aastakümne jooksul 540 000 tm aastas.

Tabel 1

Saematerjalide tootmise dünaamika Eesti NSV-s
 aastatel 1945—1960

	Mõõt- ühik	1945	1950	1955	1958	1960	1961	1963	1964
Saematerjalid	tuh. tm	248	578	746	822	879	891	754	752
Võrreldes 1945. aastaga	%	100	233	301	331	354	359	304	303

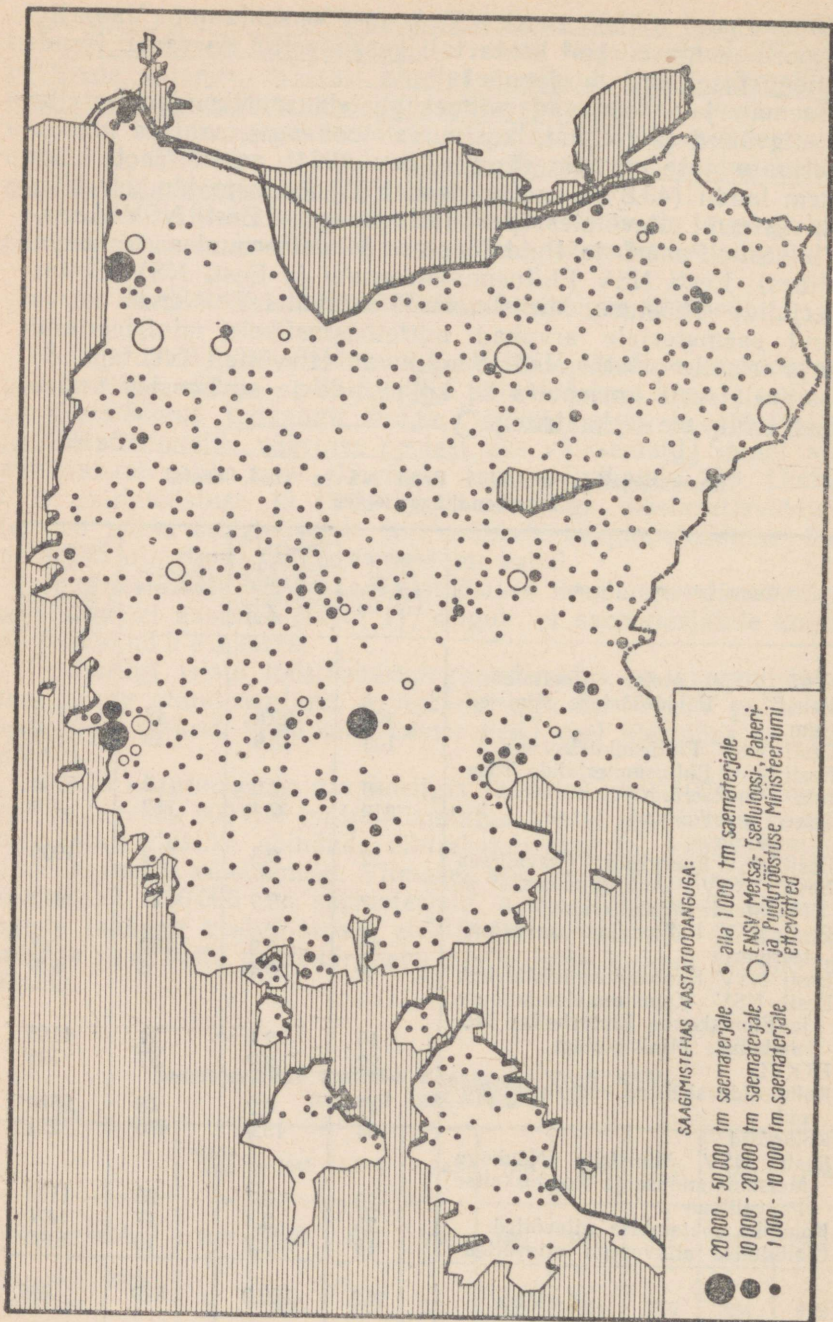
1964. aastal töötas Eesti NSV-s ca 850 saeraami. Vabariigi territooriumi iga 60 km² kohta tuli keskmiselt 1 saeraam. Nende paiknemist iseloomustab joonis 1.

[Saematerjale toodavad mitmesugustele ametkondadele alluvad ettevõtted ja tsehhid, kusjuures toodangu maht ja mehhaniseerimise tase on neis väga erinev. 1964. aastal saeti kõige rohkem laudu (43,8%) endise Eesti NSV Rahvamajanduse Nõukogu süsteemi ettevõtetes (peamiselt praeguse Eesti NSV Metsa-, Tselluloosi-, Paberi- ja Puidutööstuse Ministeeriumi metsakombinaatides), Eesti NSV Ehitusministeeriumi ja Eesti NSV Ehitusmaterjalide Tööstuse Ministeeriumi ettevõtetes. Nende kõrval tootsid saematerjale arvukad mittetööstuslikele ministeeriumidele ja teistele ametkondadele kuuluvad ettevõtted (vt. tabel 2). Massiliselt saeti ümarpuitu ka kolhooside ja sovhooside perioodiliselt töötavate saekaatritega.]

Tabel 2

Saematerjalide tootmine Eesti NSV-s 1964. aastal
ametkondlikus lõikes

Organisatsiooni nimetus	Saematerjalide toodang (tuh. tm)	Osatähtsus vabariigi kogutoodangus (%-des)	Saeraamide arv	Saematerjalide toodang 1 saeraami kohta (tm)
1. Eesti NSV Metsa-, Tselluloosi-, Paberi- ja Puidutööstuse Ministeerium	299	39,8	43	6953
2. Eesti NSV Ehitusministeerium	104	13,9	39	2670
3. Eesti NSV Ehitusmaterjalide Tööstuse Ministeerium	30	4,0	5	6000
4. Teised ametkonnad sealhulgas:	319	42,4	762	418
Eesti NSV Energeetika Peavalitsus	2	0,3	2	1000
Eesti NSV Autotranspordi ja Maanteede Ministeerium	7	0,9	17	412
Eesti NSV Põllumajanduse Ministeerium	52	6,9	150	347
Eesti NSV Kaubandusministeerium	3	0,4	5	600
Eesti NSV Kommunaalmajanduse ja Elanikkonna Elutähtsuse Teenindamise Ministeerium	16	2,1	11	1155
ETKVL	22	2,9	37	595
Kolhoosidevahelised organisatsioonid	47	6,2	18	2610
Kolhoosid	104	13,9	470	221
Eesti NSV Ministrite Nõukogu Metsamajanduse ja Looduskaitse Peavalitsus	28	3,7	25	1120
Kohaliku majanduse ettevõtted	25	3,3	17	1470
Üleliidulise alluvusega ettevõtted	13	1,7	10	1300
Kokku	752	100,0	849	885,7



Joonis 1. Eesti NSV saagimistööstuse kaasaegse paiknemise skeem.

Ühe saeraami kohta toodeti vabariigis 1964. aastal keskmiselt 870 tm saematerjale. Ametkondlikus lõikes oli nimetatud näitaja suurus väga erinev. Eesti NSV Metsa-, Tselluloosi-, Paberi- ja Puidutööstuse Ministeeriumi ettevõtetes lähenes saeraami keskmine aastatoodang 7000 tm-le, mis on 20 korda suurem kui kolhoosides ja sovhoosides.

Vabariigi saagimistööstuse tehniline tase on väga ebaühtlane. Kaasaegsed kahekordsed saeraamid võimsusega kuni 25 000 tm saematerjale aastas (ühevahetuselise töö puhul) moodustavad ainult 3,5% saeraamide üldarvust. Kõige enam on levinud nii tootmise kui ka ohutustehnika seisukohast halva konstruktsiooniga R-65 tüüpi saeraamid aastase tootmisvõimsusega ligikaudu 4000 tm. Küllaltki palju (umbes 20% üldarvust) esineb kodanlikust ajast pärinevaid «Hoffmann» ja «Stella» tüüpi saeraame, millega on võimalik saagida aastas 1500—1800 tm laudu. Kui võrrelda tegelikku saematerjalide toodangut olemasolevate tootmisvõimsustega, selgub, et tootmisvõimsuste kasutamise tase Eesti NSV saagimistööstuses on väga madal — alla 20%. Seejuures peab märkima, et enamik saagimisettevõtetest töötab ühes vahetuses.

Vananenud tehnika ja tootmisvõimsuste mittetäieliku kasutamise tõttu on töötootlikkus saagimistööstuses madal ja tootmiskulud kõrged.

Eriti halb olukord on väikestes ettevõtetes ja tootmispunkti-des. Läti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudis tehtud arvutuste kohaselt on meie vabariigi kuues suuremas saagimisettevõttes (tootmismahuga üle 30 000 tm aastas) ühe tihumetri saematerjalide töötlemismaksumus keskmiselt 4 rbl., ettevõtetes, mis toodavad kuni 2000 tm saelaudu aastas, ulatub see aga 8 rublani.

Selline ebaökoonoomne saematerjalide tootmine jätkub arvata-vasti ka veel lähemas tulevikus. Seda põhjustavad mitmed asja-olud. Esiteks ei tule kolhoosidel, sovhoosidel ja metsamajanditel väikeste koguste laudade saagimine kallim kui ostmine, sest nad saavad puidu oma metsadest suhteliselt odavalt. Tooraine madal hind kompenseerib kõrged töötlemiskulud. Paljusid ettevõtteid ajendab saeraame soetama ostetavate saematerjalide nomenkla-tuurne sobimatus. Selleks et saada soovitud nomenklatuuris, sobival ajal ja sageli ka kvaliteetsemat saematerjali, rajavad nad suurte lauatehaste vahetusse naabrusse omad väikesed toot-mispunktid. Nii ehitas Eesti NSV Ehitusministeeriumi Võru Toot-misbaas saeveski Viljandi Metsakombinaadi kõrvale, Türi Metsa-kombinaadi vahetus läheduses saetakse laudu Paide Ehitus- ja Remondikontori, Paide Ehitusvalitsuse Tootmisbaasi ja Paide Kolhoosidevahelise Ehituskontori saagimistsehhides. Analoogilisi näiteid võib meie vabariigis tuua palju. Oma saeraamide kasuta-mine pisiettevõtetes jätkub seni, kuni pole odavam ja mugavam

hankida saematerjale vastavatest spetsialiseeritud ettevõtetest. Olukorda on võimalik parandada ainult vabariigi saagimistööstuse tsentraliseerimise ning suurte mehhaniseeritud saagimistevõtete rajamise teel.

Saematerjalide perspektiivne vajadus Eesti NSV-s

[Saagimistööstus on rea teiste puidutööstuse harude, nagu mööbli-, taara- ja puitehitusdetailide tööstuse tähtsaimaks toorainega varustajaks. Saelaudu kasutatakse suurtes kogustes ehitus- ja montaažtöödel, masinaehituses ja mujal; saagimisjäätmetest saab valmistada puitplaate, söödapärmi jm. Seetõttu ei saa vabariigi saagimistööstuse perspektiivse kontsentreerimise ja paigutamise küsimust lahendada ilma eelnevalt selgusele jõudmata saematerjalide üldises vajaduses ning selle jagunemises vabariigi erinevate majanduspiirkondade vahel.] Mitme järgneva aastakümne jooksul püsiv terav puidudefitsiit meie vabariigis nõuab kõikide võimaluste ja reservide kasutamist saematerjalide asendamiseks mitmesuguste efektiivsemate materjalidega, nagu kartong, vineer, puitlaast- ja puitkiudplaadid, plastmassid, reliin jt. Edaspidi nähakse ette puittaara järkjärguline asendamine kartongtaara ja teiste progressiivsete taaramaterjalidega. Mööblitööstuses hakatakse üha laialdasemalt kasutama puidujäätmetest, okstest ja mittestandardsest tarbepuidust valmistatud puitkiud- ja puitlaastplaate. Ehitus- ja montaažtöödel rakendatakse senisest rohkem mineraalseid ehitusmaterjale. Pidevalt väheneb puithoonete ehitamine. Ukse- ja aknaplokkide valmistamisel hakatakse kasutama plastmasse, alumiiniumi, pressitud puitu. Põrandakatetest on linoleumi kõrval üheks perspektiivsemaks reliin, mille rakendamisele tööstusehituses juba lähemas tulevikus täielikult üle minnakse. Neid võimalusi arvestades on välja töötatud progressiivsed kulunormid saematerjalide tarbimise kohta vabariigi majandusharudes.

Lähtudes saematerjale tarbivate majandusharude orienteeruvast tootmismahust ja perspektiivsetest kulunormidest, on leitud saematerjalide koguvajadus Eesti NSV-s 1970. aastal tootmisharude kaupa (tabel 3).

Selgub, et progressiivseid kulunorme kasutades suudame tarbivate harude tootmismahu tunduvalt suurenemisest hoolimata nende nõudmist saematerjalide järele koguni vähendada. 1970. aastal vajatakse Eesti NSV-s üldkokkuvõttes 670 000 tm saelaudu, mis on 1,3 korda vähem kui 1960. aastal.

[Tootmise territoriaalsel planeerimisel on vaja tunda toodangu tarbimise geograafiat. Tabelis 4 on esitatud saematerjalide perspektiivse vajaduse regionaalne jaotus. Selle kindlakstegemiseks kasutati Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudi ehi-

Tabel 3

**Saematerjalide vajadus Eesti NSV-s 1960. ja
1970. aastal üksikute tootmisharude lõikes**

Tarbivad majandusharud	1960. aastal		1970. aastal	
	saematerjalide vajadus (tm)	vajaduse struktuur (%-des)	saematerjalide vajadus (tm)	vajaduse struktuur (%-des)
1. Ehitus- ja montaažtööd	306 340	35,4	157 600	23,4
2. Remonditööd	125 080	14,4	232 400	34,6
3. Mööblitööstus	89 110	10,2	88 300	13,1
4. Kastaara tootmine	160 300	18,4	82 250	12,2
5. Tünnlaara tootmine	26 300	3,0	46 100	6,9
6. Muud vajadused	161 400	18,6	65 700	9,8
Kokku	868 530	100,0	672 350	100,0

tusökonoomika sektoris 1963. aastal teostatud uurimistöö «Eesti NSV rahvamajanduse perspektiivse arendamise ja paiknemise alused» III osa «Ehitustegevus ja ehitusmaterjalide tööstus» ja V osa «Ehitusmaterjalide ja -detailide vajadus ja toodang» materjale ning Läti Riikliku Tööstusettevõtete Projekteerimise Instituudi poolt 1964. aastal tehtud tehnilis-majanduslikku ettekannet «Puidu ja puidujäätmete kompleksne kasutamine Balti majandusrajooni rahvamajanduses».

Saematerjalide vajadus arvutati rajooniti. Matemaatilise lahendamise lihtsustamiseks nähti igas rajoonis ette üks summaarne tarbija — rajoonikeskus kui peamine saematerjalide kasutaja. Lisaks rajoonikeskustele lülitati matemaatilisse lahendusse eraldi veel Narva koos ümbrusega, arvestades saematerjalide suurt vajadust selles piirkonnas.

Tabelist 4 nähtub, et saematerjalide perspektiivne vajadus on vabariigi üksikutes osades vägagi erinev. Üle ühe kolmandiku saagimistööstuse toodangust tarbib Tallinn. Seda põhjustab mitmete suure puiduvajadusega tööstusharude kontsentreerumine siia: Tallinnas asub Eesti NSV ainuke perspektiivne tünnitehas, mitu mööblivabrikut, suur on siin ka saematerjalide vajadus ehitustegevuseks ja remondiks. Samal ajal kasutavad tööstuslikult vähem arenenud ja suhteliselt hõreda asustusega saared ja Kagu-Eesti rajoonid, välja arvatud Tartu, mitukümmend korda vähem puitu.

Tarbimiskeskuste seisukohalt oleks seega ratsionaalne saagimistööstus kontsentreerida Eesti NSV põhja- ja kirderajooni. Kuid kahtlemata tuleb saagimisettevõtete paigutamisel arvesse võtta ka muid tegureid, mis võivad tarbimisrajoonide analüüsist tulenevaid järeldusi oluliselt muuta.

**Saematerjalide tarbimine territoriaalses lõikes
Eesti NSV-s 1970. aastal**

Jrk. nr.	Tarbimisrajoon	Saematerjalide vaja- dus (tuh. tm)	%,des üldvajadusest
1.	Tallinn koos Harju rajooniga	237,1	35,3
2.	Haapsalu	10,2	1,5
3.	Rapla	28,3	4,2
4.	Paide	26,9	4,0
5.	Kohtla-Järve (ilma Narva ja selle ümbruseta)	55,5	8,2
6.	Narva koos ümbrusega	40,3	6,0
7.	Rakvere	39,0	5,8
8.	Jõgeva	15,9	2,4
9.	Tartu	77,9	11,6
10.	Põlva	8,7	1,3
11.	Võru	20,4	3,0
12.	Valga	20,8	3,1
13.	Viljandi	21,9	3,3
14.	Pärnu	57,2	8,5
15.	Hiiumaa	3,4	0,5
16.	Saaremaa	8,9	1,3
K o k k u		672,4	100,0
Ilma saarteta		660,1	98,2

Eesti NSV saagimistööstuse tooraineressursid

[Teiseks etapiks saagimistööstuse territoriaalsel planeerimisel on tema toorainebaasi majanduslik põhjendamine. See hõlmab tööstusharu kõigi võimalike tooraineallikate iseloomustuse nii koguse-
lisest kui ka geograafilisest aspektist. Suurem osa Eesti NSV saagimistööstuse perspektiivsest tooraine vajadusest kaetakse kohapeal varutava tarbepuiduga. Puudujääk veetakse sisse naabruses asuvatest NSV Liidu metsarikastest piirkondadest.]

[Saagimistööstusele annab tooraine metsatööstus. Viimase arenemistaseme ja toodangu mahu määrab peamise tegurina metsavarude olemasolu ja nende seisukord. Mitmesugustest teguritest tingituna töötati Eesti NSV-s esimestel sõjajärgsetel aastatel metsa üles tunduvalt rohkem kui seda võimaldas looduslik juurdekasv. Metsavarude säilitamise ja taastamise eesmärgil viidi puidu varumine alates 1961. aastast rangelt arvestuslikesse piiridesse, mille kohaselt on riigimetsade peakasutuse raiefondi lubatud suuruseks 1,15 milj. tm aastas. Üldiseks arvestusliku raiefondi mahuks on planeeritud 2,4—2,5 milj. tm puitu aastas.]

Vabariigi metsatööstust nagu saagimistööstustki iseloomustab suhteline killustatus. Kuni 1958. aastani töötati ligi 40% puidust üles detsentraliseeritud korras — nn. «isevarumise» teel väga paljude ettevõtete ja organisatsioonide poolt. Möödunud seitseaastakul hakati metsa ülestöötamist ja väljavedu suuremal määral koon-dama Metsa-, Tselluloosi-, Paberi- ja Puidutööstuse Ministeeriumi metsakombinaatidesse. 1964. aastal varusid nimetatud ettevõtted 78% tarbepuidust Eesti NSV-s. Metsakombinaate on Eesti NSV-s käesoleval ajal kuus: Pärnus, Tartus, Viljandis, Võrus, Rakveres ja Türil. Need ettevõtted veavad puitu välja 14 mehhaniseeritud ja üheksasse ajutisse lõpplattu. Puit veetakse metsast lõppladudesse peamiselt autodega. Seda soodustab laialdase kõvakatteliste maan-teede võrgu olemasolu. Keskmise veokaugus on 50 km. Ettevõtted ei oma kinnistatud toorainebaasi, raielangid on igal aastal erinevates kohtades. Järelkult muutuvad ka puidu väljaveo kaugused ja mahud ladudesse.

[Metsakombinaatide kõrval teostavad peakasutuse raiet veel metsamajandid, kolhoosid, sovhoosid ja paljud teised ettevõtted ja organisatsioonid. Mehhanismide ja kvalifitseeritud kaadri vähe-suse tõttu on viimastes töötootlikkus madal, tootmisjäätmel jäävad kasutamata või lähevad kütteks. Puiduressursside parema kasuta-mise ning metsatööstuse ökonoomika parandamise eesmärgil tuleks puidu varumine edaspidi täielikult koondada spetsialiseeritud met-satööstuse ettevõtetesse.]

Sel juhul tuleks viimastel edaspidi lõppladudesse välja vedada ligikaudu 1,9 milj. tm puitu aastas. Sellest kogusest 1250 tuh. tm moodustab tarbepuit, millest 640 tuh. tm kasutatakse saepalkidena, 40 tuh. tm — taarapakkudena ja 160 tuh. tm — ehituspuiduna. Ka viimasest töödeldakse 90 tuh. tm saematerjalideks. Seega varutakse tulevikus meie vabariigis ligikaudu 770 tuh. tm saepalke aastas, millest saab toota 540 tuh. tm saematerjale. [Metsa ülestöö-tamise koondamine spetsialiseeritud metsatööstuse ettevõtetesse toob kaasa Eesti NSV Metsa-, Tselluloosi-, Paberi- ja Puidutöös-tuse Ministeeriumi metsakombinaatide raiefondi suurenemise ning ühtlasi ka kombinaatidele lõppladude juurdeehitamise ja olemas-olevate rekonstrueerimise vajaduse, sest ladude võimsused tuleb vastavusse viia raiefondiga nende tegevustsoonis. Vabariigi metsa-ressursside territoriaalset paiknemist, olemasolevaid ja lähemas tulevikus rajatavaid metsa väljaveo punkte aluseks võttes määrati käesoleva töö jaoks kindlaks 19 mehhaniseeritud lõpplaost koosnev tooraineallikate võrk. Arvestades metsavarude iseärasusi ja liigilist koostist, leiti ühtlasi saepalkide perspektiivsed kogused lõppladu-des (tabel 5).

Vaadeldes metsaressursside paiknemist rajooniti, selgub, et see on ebaühtlane. Suurimad raieküpse metsa varud asuvad Kagu- ja Edela-Eestis. Neist varutakse vastavalt 31% ja 30% tarbepuidust. Põhja-Eesti metsadest saadakse 17%, Kirde-Eestist — 22%. Kui

P.t. peaks suurenema 10. v. a. - 4-5%, valmistoodand ~ 40% (huuõel). palga.

Metsatööstuse perspektiivsed lõpplaod ja
toodangu maht neis 1970. aastal

Jrk. nr.	Lõppladu	Puidu varu- mise maht (tuh. tm)	Sealhulgas saepalke (tuh. tm)	Ümberarvutatult saematerjalideks (tuh. tm)
1.	Aegviidu	100	45	31,6
2.	Toila	100	45	31,6
3.	Tudu	100	40	28,1
4.	Avinurme	100	45	31,6
5.	Tartu	110	30	21,1
6.	Veriora	120	60	42,2
7.	Saru	100	50	35,2
8.	Valga	100	50	35,2
9.	Antsla	80	45	31,6
10.	Viljandi	110	40	28,1
11.	Abja	100	45	31,6
12.	Kilingi-Nõmme (Marana)	100	40	28,1
13.	Papiniidu	100	30	21,1
14.	Järvakandi	100	40	28,1
15.	Türi	100	40	28,1
16.	Risti	60	10	7,0
17.	Olustvere	100	45	31,6
18.	Rakvere	100	40	28,1
19.	Surju	100	30	21,1
20.	Saared	40	15	10,6
Kokku		1920	785	551,7
Ilma saarteta		1880	770	541,1

võrrelda saagimistööstuse toorainebaasi ja toodangu tarbimise territoriaalset jaotust, leiame, et need ei vasta teineteisele. Suurimad tarbimisrajoonid omavad väikseid puiduvarusid. Selline ebakõla komplitseerib märgatavalt tootmise ratsionaalset paigutamist.

Nagu eespool selgus, ületab tarbepuidu vajadus vabariigi võimaliku metsakasutuse mahu. Seetõttu veetakse sisse nii ümarpuitu kui ka saematerjale. Kuni 1960. aastani toodi saepalke mujalt suhteliselt väikestes kogustes.

Tarbepuidu sissevedu hakkas järsult suurenema alates 1961. aastast, seoses puidu varumise mahu vähendamisega vabariigis. Saematerjalide osas tekkinud defitsiiti hakati algul katma peamiselt saepalkide sisseveoga, mis töödeldi kohapeal ümber vajalikus sortimendis. Saepalkide maht ja osatähtsus sisseveetava tarbepuidu üldkoguses suurenes kuni 1963. aastani, millal teistest majandusrajoonidest saadi juba üle $\frac{1}{3}$ kõigist vajalikest saepalkidest. Edaspidi hakatakse rohkem arvestama seda, et majanduslikult on õigem saepalkide asemel sisse vedada vajalikus sortimendis saematerjale. Saagimisel muutub kuni 35% puidust jäätmeteks. Samuti on saagimine metsarikaste rajoonide suurtes lauatehastes odavam kui meie vabariigi tingimustes. Ka transpordi kasutamise seisukohalt

on saematerjalide sissevedu märgatavalt ökonoomsem, sest raudteevagunisse on laudu võimalik laadida kuni 10% rohkem kui saepalke.

Koheselt pole saepalkide sissevedu saematerjalidega võimalik asendada, sest Vene NFSV Looderajooni lauatehased ei suuda praegu veel kindlustada meie vabariiki saelaudadega vajalikul hulgal ja sortimendis. Ka jätab sealsete ettevõtete toodangu kvaliteet väga palju soovida. Saepalkide sissevedu hakatakse järk-järgult piirama ning lõpetatakse lähemate aastate jooksul. 1970. aastast alates on ette nähtud hankida väljastpoolt Eesti NSV piire eranditult ainult saematerjale 100—120 tuh. tm ulatuses aastas.

Saagimistehaste võimalikud perspektiivsed asukohad. Tootmis- ja transpordikulud saagimistööstuses

Eesti NSV saagimistehastele otstarbekohaste perspektiivsete asukohtade planeerimisel lähtuti olemasolevast tootmisbaasist. Praegusest ligemale seitsmesajast tootmispunktist, mille hulgas suuremaid tsehhe ja tehaseid on 170, valiti välja perspektiivsete saagimistehaste võimalike asukohtadena algselt 13 tähtsamat saagimistööstuse keskust. Ülejäänud punktidesse on suuremate saagimistehaste rajamine ilmselt ebaratsionaalne. Ka enamik algplaani valitud kolmeteistkümnest saagimistsehhist ja -tehasest on praeguses olukorras suurtootmiseks sobimatud. Pärast rekonstrueerimist ja moderniseerimist on võimalik kasutada kolme saagimistsehi, mis asuvad Pärnu Metsakombinaadi, kombinaadi «Järvakandi Tehased» ja Tallinna Puidutöötlemise Tehase juures, tootmisvõimsusega vastavalt 50 000 tm, 30 000 tm ja 40 000 tm saelaudu aastas. Peale selle on Sondas ehitamisel lauatehas projekteeritud võimsusega 68 000 tm saematerjale aastas. Nimetatud ettevõtted katavad ainult 30% perspektiivselt vajalikust tootmisvõimsusest. Ülejäänud punktidesse tuleb rajada täiesti uued ettevõtted, koguvõimsusega 352 000 tm saematerjale aastas, kuid seejuures mitte kõigisse kolmeteistkümnesse punkti. Kuna järgnevat aastakümnete jooksul jääb Eesti NSV saagimistööstuse toodangu ülemmääraks 540 000 tm laudu aastas, siis on isegi 13 ettevõttest koosnev lauatehaste võrk liiga suur. See ei luba ettevõtetel saavutada niisugust tootmismahtu, mis võimaldaks progressiivse tehnika ja tootmisvõimsuse täielikku ärakasutamist. Seega seisnes järgnevalt ülesanne otstarbekohase valiku tegemises mainitud 13 punkti hulgast.

Eelistatud olukorras olid siin ainult neli tehniliselt paremini varustatud saagimistsehi: Pärnus, Järvakandis, Tallinnas ja Sondas, millised plaani kinnistati.

Ülejäänud punktide osas oli aga tegemist enam-vähem võrdsete võimalustega ning õige lahenduse leidmine oli võimalik ainult

nende omavahelise objektiivse võrdluse teel matemaatilise lahendusmeetodiga. Otsitavaks oli nii ettevõtete asukoht kui ka tootmisvõimsus, lähtudes saagimistööstuse minimaalsetest tootmis- ja transpordikuludest.

NSV Liidus ehitatakse käesoleval ajal saagimisettevõtteid Riikliku Puidutöötlemisettevõtete Projekteerimise Instituudi tüüpprojektide järgi. Tüüpprojektid on olemas kolmesuguse võimsusega lauatehaste jaoks: toodangu mahuga 68 000 tm, 125 000 tm ja 307 000 tm saematerjale aastas. Algskeemi iga ettevõtte kohta on teada kulud ühe toodanguühiku valmistamiseks, nn. taandatud kulud, mis kujutavad endast töötlemiskulude ja ühele tasuvusaastale langevate kapitaalmahutuste erikulu summat. Olemasolevatele ettevõtetele on tootmiskulud võetud mitmeaastaste aruandeliste keskmiste alusel. Uute lauatehaste tehnilis-majanduslikud näitajad (tabel 6) saadi Riikliku Puidutöötlemisettevõtete Projekteerimise Instituudi tüüpprojektidest.

Tabel 6

Lauatehaste tüüpprojektide tehnilis-ökonomilised näitajad

Näitajad (rbl. tm)		Võimsus (tm saematerjale aastas)	68 000	125 000	307 000
1.	Kapitaalmahutuste erikulu*		3,68	4,41	3,59
2.	Töötlemismaksumus		3,67	2,27	1,69
3.	Arvestuslikud kulud		4,41	3,15	2,41

* Kapitaalmahutuste normatiivne tasuvusaeg metsa- ja puidutööstuses on 5 aastat.

Saagimistööstuses moodustab tooraine, kütuse ja materjalide summaarne erikulu 1,5—1,6 t ühe tonni valmistoodangu kohta. Seega kuulub saagimistööstus suure tooraine erikuluga töötava tööstuse harude hulka. Transpordimahukas on ka saagimistööstuse valmistoodang — saematerjalid. Tootmise kontsentreerimine kutsub esile veokauguste ja seoses sellega transpordikulude suurenemise, samal ajal aga kompenseerivad selle suuremate ettevõtete väiksemad tootmiskulud. Ühtlasi tekivad kontsentreerimise tulemusena paremad võimalused tooraine kompleksseks kasutamiseks. Erinevate paigutusvariantide majanduslik efektiivsus sõltub mitte ainult vedude mahust ja kaugustest, vaid ka kasutatavast transpordiliigist. See teeb vajalikuks tööstuse paigutuse majanduslikul põhjendamisel täpselt arvestada erinevate transpordiliikide rakendamise võimalusi nii tooraine kui ka valmistoodangu vedamisel antud konkreetsetes tingimustes. Eesti NSV-s kasutatakse

ümarpuidu ja saematerjalide veol kahte transpordiliiki: raudteed ja autosid. Sealjuures on enamikul juhtudel võimalik paralleelselt kasutada mõlemaid. Tuleb eelistada seda, mis kindlustab rahvamajandusele kogu transpordiprotsessi ulatuses minimaalsed kulutused.

Antud töös on veokulude suuruse määramisel lähtutud kõigi nimetatud transpordiliikide omahindadest, mis on arvutatud käesoleva kogumiku 134. lk. toodud metoodika järgi. On leitud transpordiomahinnad 1 tm tooraine ja toodangu veol raudteel ja autoga 1 km kaugusele Eesti NSV tingimustes.

Autotranspordi puhul on ette nähtud kasutada veoautosid MA3-214 järelkäruga. MA3-214 on suhteliselt suure kandejõu ja madala veoomahinnaga automark, mis läheneb oma tehnilis-ökoonoomiliste näitajate poolest kõige enam tulevikus metsa- ja saematerjalide transportimiseks kasutatavatele autodele. Tooraine- ja toodanguühiku veo täielikud omahinnad on arvutatud kõikidel marsruutidel kõigi võimalike transpordiliikide kohta. Seejärel on minimaalse omahinna alusel valitud igal konkreetset juhul efektiivsem transpordiliik.

Saagimistööstuse kontsentreerimise otstarbekust ühte või teise asustatud punkti mõjustavad veel asendist sõltuvad tegurid. Need on mitmesugused ettevõtte asukoha looduslikud ja majanduslikud tingimused, nagu varustatus tööjõu ja elamispinnaga, energia- ja veeressurssidega jne. Kuna nimetatud tegurite mõju kvantitatiivse määra mõõtmine on seotud küllaldase informatsiooni puudumise tõttu suurte raskustega, siis matemaatiline lahendus seda ei hõlma. Mitmesuguste lahendusvariantide võrdlemisel hinnatakse nende efektiivsust koos kõikide eespool nimetatud paigutuse tegurite arvestamisega.

Matemaatilise lahenduse tulemused

Eesti NSV saagimistööstuse optimaalse tootmisvõimsuste ja paigutusvariandi leidmiseks lahendati kaheetapiline diskreetselt etteantud tootmisvõimsustega paigutusülesanne. Esimesse etappi kuulusid 19 lõppladu ja 13 lauatehaste võimalikku asukohta. Ülesande teise etapi moodustasid nimetatud ettevõtted ja 14 summaarset tarbimiskeskust. Saematerjalide puudujäägi katmine nähti ette nende sisseveoga Narva kaudu Vene NFSV Looderajooni metsatööstuse keskustest. Kulutused sisseveetavate saematerjalide transportimiseks arvutati alates Narvast.

Kuna kõikidesse algplaani võetud vabadesse tootmispunktidest oli võimalik paigutada kolme erineva suurusega lauatehaseid, tuli leida punktide ja võimsuste efektiivseim kooslus. Vajalikku tootmismahu arvestades tuli valida kas kuuest väikesest (68 000 tm saematerjale aastas), kolmest keskmise suurusega ettevõttest (125 000 tm) koosnev või kombineeritud võimsustega ettevõtete

võrk, mis hõlmaks ka suuri 307 000-tihumeetrise aastatoodanguga lauatehaseid.

Kuue uue ettevõttega variandi puhul (tabel 7) tuli valida üheksast kinnistamata punktist need, mille kombinatsioon annab minimaalse sihifunktsiooni väärtuse, s. o. taandatud ja transpordikulude summa. Pärast nelja iteratsiooni lahendamist välistusmeetodil selgus, et väikeste tootmisvõimsuste kasutamise korral oleksid kulud minimaalsed sel juhul, kui uued lauatehased asuksid Tartus, Viljandis, Sarus, Verioral, Türil ja Aegviidus. Sellise paigutusvariandi puhul jääks 14% rajatavatest tootmisvõimsustest kasutamata. Saagimistõotustes võib reservvõimsuseks arvestada 10% koguvõimsusest. Antud juhul oli see mõnevõrra ületatud.

Kolme keskmise suurusega lauatehase paigutamiseks Eesti NSV territooriumile lahendati 8 iteratsiooni. Neist neli viimast on toodud ära tabelis 8.

Rajades lauatehased aastatoodanguga 125 000 tm saematerjale Tartusse, Viljandisse ja Aegviitu, saame eelmise, 6 uue tehasega paigutusvariandiga võrreldes ökonoomiat 356 tuh. rbl. aastas. Tootmisvõimsustest jääb ainult 6 protsenti kasutamata.

Tabel 7

**Väikeste lauatehaste (võimsus à 68 000 tm saematerjale aastas)
paigutusvariant**

Ettevõtte asukoht	Tootmisvõimsuste kasutamine (tuh. tm saematerjale)			
	Iteratsioonid			
	I	II	III	IV
Tallinn	40,0	40,0	40,0	40,0
Pärnu	50,0	50,0	50,0	50,0
Sonda	68,0	68,0	68,0	68,0
Järvakandi	30,0	30,0	30,0	30,0
Surju	21,1	—	—	—
Tartu	68,0	68,0	68,0	68,0
Viljandi	58,4	60,0	60,0	60,0
Saru	42,2	42,2	42,2	42,0
Veriora	35,2	54,1	55,2	55,0
Tudu	28,2	28,2	—	—
Toila	31,2	31,2	31,2	—
Türi	37,1	38,4	38,4	59,0
Aegviidu	31,2	31,2	58,7	68,0
Kasutamata tootmis- võimsus	260,0	189,8	122,0	56,0
Sihifunktsiooni väärtus (tuh. rbl.)				3192,9

Keskmise võimsusega (à 125 000 tm saematerjale aastas)
saagimisettevõtete paigutusvariant

Ettevõtte asukoht	Tootmisvõimsuste kasutamine (tuh. tm saematerjale)			
	Iteratsioonid			
	V	VI	VII	VIII
Tallinn	40,0	40,0	40,0	40,0
Pärnu	50,0	50,0	50,0	50,0
Sonda	68,0	68,0	68,0	68,0
Järvakandi	30,0	30,0	30,0	30,0
Tartu	77,9	98,0	98,0	125,0
Viljandi	60,0	60,0	97,8	102,0
Saru	42,2	—	—	—
Veriora	52,4	66,5	66,5	—
Türi	58,4	58,0	—	—
Aegviidu	70,0	70,0	89,7	125,0
Kasutamata tootmis- võimsused	395,0	273,0	145,0	23,0
Sihifunktsiooni väärtus (tuh. rbl.)				2836,6

Kombineeritud võimsustega lauatehaste paigutusskeem võib koosneda kas kahest või neljast ettevõttest: kas kaks keskmist ja kaks väikest või üks suur ja üks väike. Opereerides kõikide võimalike võimsustega leiti pärast 16 iteratsiooni lahendamist, et uute ettevõtete paigutamiseks on sobivaimad asukohad Tartu, Viljandi, Türi ja Aegviidu. Väiksemaid lauatehaseid võiks rajada ka Sarusse ja Veriorale. Ettevõtete nimetatud asukohtade ja võimsusvariantide loogilisel kombineerimisel lahendati 14 paigutusülesannet (6 kahe ja 8 nelja uue lauatehasega), mille tulemused on esitatud tabelis 9. Esimesel juhul jääks kasutamata 8,3%, teisel juhul 6% planeeritavast tootmisvõimsusest.

Selgus, et minimaalse sihifunktsiooni saame maksimaalse kontsentreerimisega: tootmis- ja transpordikulude alandamise seisukohalt on kõige otstarbekohasem kahe uue lauatehase ehitamine. Nendest suur tehas, toodanguga 307 000 tm saelaudu aastas, peaks asuma Tartus. Väike lauatehas tuleks ehitada kas Viljandisse või Türiale, kusjuures esimene variant oleks teisest 30 000 rubla võrra odavam.

Nelja uue ettevõtte puhul tuleks üks tehas võimsusega 125 000 tm saelaudu paigutada kindlasti Tartusse, ühe keskmise suurusega ja kahe väikese tehase paigutamise küsimus on komplitseeritum.

Tabel 9

 Kombineeritud võimsustega uute lauatchaste paigutusvariandid
 (võimsused — tuh. tm-tes)

Variandid	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Ettevõtete asukohad														
Tallinn	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Pärnu	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Sonda	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0
Järvakandi	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Tartu	125,0	125,0	68,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	307,0	307,0	307,0	68,0	—	—
Viljandi	125,0	68,0	125,0	68,0	125,0	125,0	125,0	125,0	—	68,0	68,0	—	68,0	68,0
Türi	68,0	68,0	68,0	125,0	68,0	—	—	68,0	68,0	—	—	307,0	307,0	307,0
Aegviidu	—	—	—	—	—	68,0	—	68,0	—	—	—	—	—	—
Veriora	—	—	—	—	68,0	—	68,0	—	—	—	—	—	—	—
Saru	—	—	—	—	—	—	68,0	—	—	—	—	—	—	—
Kasutamata tootmis- võimsus	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Sihifunktsiooni väärtus (tuh. rubl.)	2986,9	2931,8	3008,2	3167,3	2922,7	2989,9	2984,2	2960,5	2870,2	2774,0	2803,5	2906,7	2852,2	3004,5

Real variantidel on summaarsete kulude erinevus vaid 30 000—50 000 rubla.

Valides sihifunktsiooni miinimumi ja praktikasse rakendamise seisukohalt kõigist 16 lahendatud paigutusvariandist ökonoomsemad, vaatleme neid üksikasjalikumalt. Tootmisvõimsuste kasutamise astme seisukohalt on kõik eeltoodud variandid sobivad.

Nagu juba märgitud, saadakse minimaalsed summaarsed kulud kõige enam kontsentreeritud paigutusvariantide puhul (tabel 10). Töötlemiskulud koos ühele tasuvusaastale langeva kapitaalmahutuste erikuluga moodustavad kahe uue ettevõtte (307 000 tm + 68 000 tm) rajamisel keskmiselt 3,10 rbl. ühe tm saematerjalide kohta. Kolme keskmise võimsusega lauatehase puhul on need 1 tm saematerjalide kohta 29 kopika võrra, nelja ettevõtte (2 · 125 000 tm + 2 · 68 000 tm) korral 55 kopika võrra ja kuue uue ettevõtte (6 · 68 000 tm) korral isegi 1,19 rbl. võrra suuremad.

Tootmise kontsentreerimisega kaasneb transpordikulude kasv, kuid see on aeglasem kui tootmiskulude alanemine. Kahe äärmise (kõige vähem ja kõige enam kontsentreeritud) parima variandi vaheline transpordikulude erinevus ühe tm saematerjalide kohta on ainult 41 kopikat. Tähendab, kontsentreerimine õigustab ennast.

Kuid saagimistehaste paigutusvariantide analüüsimisel ei tohi unustada ka matemaatilisel lahendamisel arvestamata jäetud teisi vabariigi saagimistööstuse paigutust mõjustavaid tegureid.

Kaheks summaarsete kulude poolest kõige ökonoomsemaks lahenduseks on variandid 10 ja 11. Need mõlemad on kahe uue ettevõttega paigutusvariandid, kus on ette nähtud ühe suure (307 000 tm) ja ühe väikese (68 000 tm) uue saagimistehase rajamine. Taandatud kulude poolest on mõlemad variandid võrdsed, summaarsete kulude väike erinevus tuleneb transpordikuludest.

Suur lauatehas paikneb mõlemal juhul Tartus. Väikese lauatehase asukoht võib olla Viljandis (10. variant) või Türil (11. variant). Sealjuures tekivad Türi paigutusskeemi sissevõtmisel keskmiselt 6 kopika võrra suuremad 1 tm saematerjalide veokulud. Aasta tootmismahule arvatuna moodustab see 29 500 rbl. Lisaks madalamatele transpordikuludele räägivad Viljandi kasuks ka mõned teised tegurid. Nii on Viljandis uute tootmishoonete rajamiseks olemas ehitusplats, mis asub vahetult mehhaniseeritud lõpplao juures Tallinn—Viljandi kitsarööpmelisel raudteel. Tööjõudu vajatakse uue ettevõtte rajamisel täiendavalt umbes 20 inimest, keda Viljandist, kus olemasolevaid andmeid ligikaudu 14% töövõimelistest inimestest ei ole ühiskondlikku tootmisse rakendatud, on võimalik raskusteta värvata. Türil on vaba tööjõudu märksa vähem. Ka toorainebaasi suhtes ja saagimisjäätmete kasutamise seisukohalt on Viljandi lauatehase asukohana soodsam. Komplitseeritumaks probleemiks nimetatud variantide juures on aga hoopis suure saagimisettevõtte rajamine Tartusse. Toorainebaasi ja tarbimisrajoonide suhtes on Tartu lauatehase asukohana väga hea.

Tabel 10

Paigutusvariantide kulude võrdlus

Variandi nr.	Uute tehaste tootmis- võimsused (tuh. tm)	Summaarsed taandatud ja transpordikulud		Taandatud kulud		Transpordikulud	
		kogutoo- dangule (tuh. rbl.)	toodangu- ühikule (rbl./tm)	kogutoo- dangule (tuh. rbl.)	toodangu- ühikule (rbl./tm)	kogutoo- dangule (tuh. rbl.)	toodangu- ühikule (rbl./tm)
I	6×68	3192,9	5,91	2316,9	4,29	876,0	1,62
II	3×125	2836,6	5,25	1831,1	3,39	1005,5	1,86
2.	2×68+2×125	2931,8	5,43	1971,9	3,65	959,9	1,78
5.	2×68+2×125	2922,7	5,41	1971,9	3,65	950,8	1,76
9.	307+68	2870,2	5,31	1675,3	3,10	1194,9	2,21
10.	307+68	2774,0	5,13	1675,3	3,10	1098,7	2,03
11.	307+68	2803,5	5,19	1675,3	3,10	1128,2	2,09
13.	307+68	2852,0	5,28	1675,3	3,10	1176,8	2,18

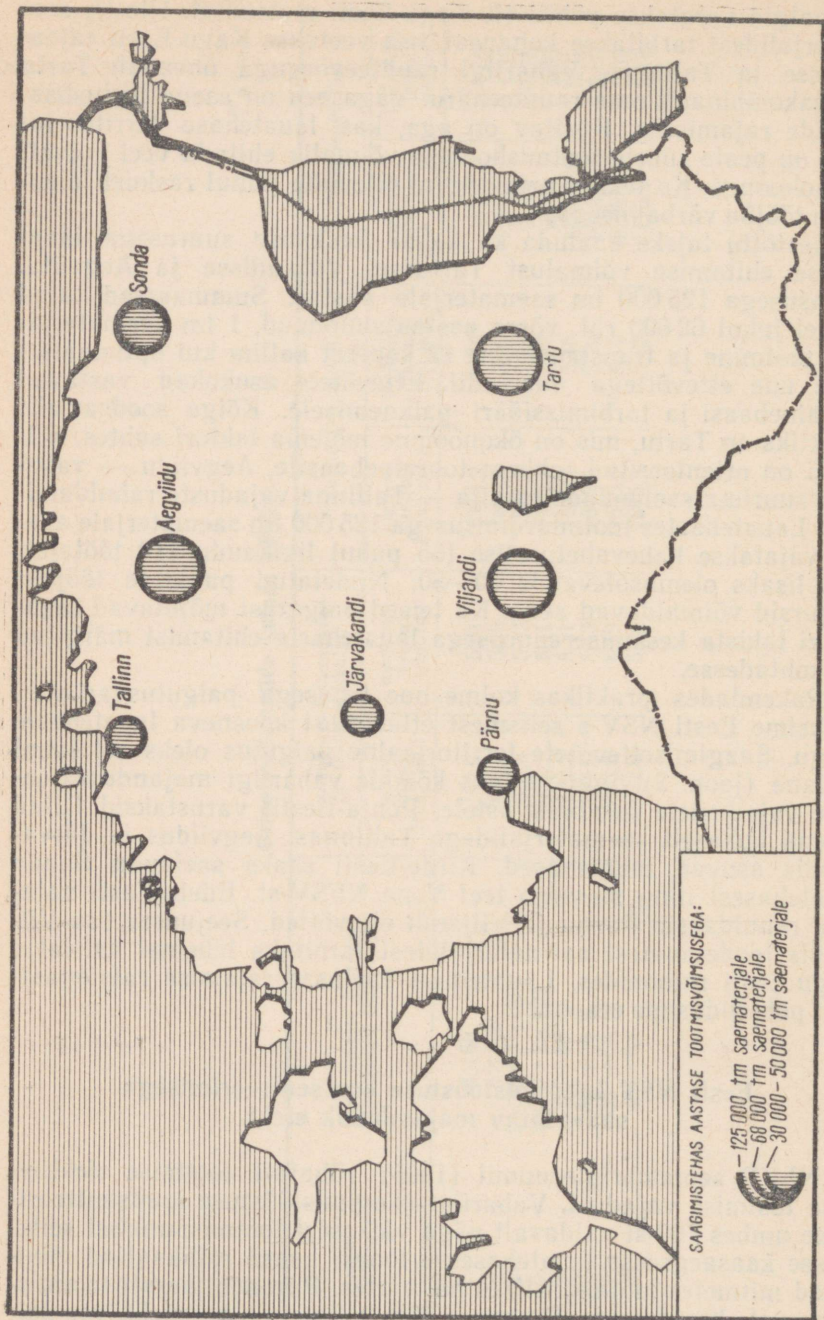
Saepalgid varutakse põhiliselt Kagu-Eesti metsadest. Üle $\frac{1}{3}$ saematerjalidest tarbitakse kohapeal, osa veetakse Kagu-Eesti rajoonidesse ja Tallinna. Vabariigi raudteevõrguga ühendab Tartu Metsakombinaati oma raudteeharu. Väga hea on asend leotusbasseinide rajamiseks. Küsitav on aga, kas lauatehase territooriumile on peale suurte tootmishoonete võimalik ehitada veel kuivati ja laohooned. Ka tekib Tartus suure ettevõtte puhul raskusi täiendava tööjõu värbamisega.

Seetõttu tuleks kaaluda ka kolme keskmise suurusega lauatehase ehitamise võimalust Tartusse, Viljandisse ja Aegviitu, võimsusega 125 000 tm saematerjale aastas. Summaarsed kulud on sel juhul 62 600 rbl. võrra aastas suuremad, 1 tm saematerjalide tootmine ja transportimine 12 kopikat kallim kui optimaalsel kahe uue ettevõttega variandil. Ettevõtete asukohad vastavad toorainebaasi ja tarbimissfääri paiknemisele. Kõige soodsamaks punktiks on Tartu, mis on ökonoomne mõlema faktori suhtes. Viljandi on orienteeritud rohkem toorainebaasile, Aegviidu — vabariigi suurima saelaudade tarbija — Tallinna vajaduste rahuldamiseks. Lauatehastes tootmisvõimsusega 125 000 tm saematerjale aastas vajatakse kahevahetuselise töö puhul ligikaudu 110 töötajat, s. t. lisaks olemasolevatele 40—50. Nimetatud punktide tööjõuressursid võimaldavad seda. Ka teised paigutust mõjutavad tegurid ei takista keskmise suurusega lauatehaste ehitamist märgitud asukohtadesse.

Rakendades praktikas kolme uue tehasega paigutusvariandi, saaksime Eesti NSV-s seitsmest ettevõttest koosneva lauatehaste võrgu. Saagimisettevõtete territoriaalne paigutus oleks sel juhul ühtlane (joon. 2) ning vastaks kõikide vabariigi majandusrajoonide vajadustele ja võimalustele. Põhja-Eestit varustaksid leitud skeemi kohaselt saematerjalidega Tallinnas, Aegviidus ja Järvakandis asuvad lauatehased. Kirde-Eesti saaks saelaudu Sonda lauatehasest ning sisseveo teel Vene NFSV-st. Edela-Eesti vajadusi rahuldaksid Pärnu ja Viljandi ettevõtted. Seejuures osa Viljandis toodetavatest saematerjalidest tarbitaks lähemal asuvates Kagu-Eesti rajoonides. Lauatehase Tartusse rajamise ratsionaalsust põhjendasime eespool.

Eesti NSV saagimistööstuse kontsentreerimisega saavutatav majanduslik efekt

NLKP septembripleenumil (1965) rõhutati tootmise efektiivsuse tõstmise vajadust. Vabariigi saagimistööstuse kontsentreerimine umbes 700-st valdavalt väga väikesest tootmispunktist seitsmesse kaasaegsesse lauatehasesse toobki kaasa radikaalsed muutused mitmetes majanduslikes näitajates. Paraneb järsult tootmisvõimsuste kasutamine. Praeguse 20% asemel on perspektiivse pai-



Joonis 2. Eesti NSV saagimistõotuse perspektiivse paigutuse skeem.

gutusskeemi juures rakendatud 96% vabariigi saagimistööstuse tootmisvõimsustest. Ettevõtete tootmismahu suurenemise tõttu muutub ühe toodanguühiku töötlemine umbes kaks korda odavamaks. Saagimise kontsentreerimise kasvuga kaasneb veokauguste suurenemine ja transpordikulude tõus. Kuna aga transpordikulud moodustavad ainult ühe kolmandiku kogukuludest, siis ületab kokkuhoid töötlemisel märgatavalt nende kasvu. Seejuures võib arvata, et selles osas on kulude tegelik tõus arvutuslikust isegi mõnevõrra väiksem, sest saagimistööstuse praeguse organisatsioonilise killustatuse tõttu toimub palju ebaratsionaalseid edasitagasi vedusid. Näiteks sai Pärnu Metsakombinaat 1964. aastal 34% saepalkidest Vene NFSV-st, 27% tema toodangust turustati Põhja-Eestis jne.

Kasutades Läti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudi andmeid ja arvutusi meie saagimistööstuse toodangu omahinna kohta, võib leida, et 1964. aastaga võrreldes alanevad töötlemiskulud perspektiivse seitsmest ettevõttest koosneva paigutusskeemi rakendamisel ligikaudu 2 korda. 1 tm saematerjalide tootmine muutub keskmiselt 3,34 rbl. võrra odavamaks. 1 tm saematerjalide transportimise kulud moodustavad keskmiselt 1,86 rubla. Nende arvesse võtmisel kahaneb töötlemisest saadud ökonomia 1,48 rublani 1 tm kohta. Siiski saavutatakse isegi sel juhul, kui praegused transpordikulud, mille suuruse kohta meil täpsed andmed puuduvad, jätta arvestamata, kokkuhoidu umbes 800 000 rubla aastas. Ka võimaldab tootmise koondamine suurematesse spetsialiseeritud ettevõtetesse vähendada puidusaagimisega tegelevat tööjõudu umbes viis korda, mis on väga oluline meie vabariigi suhteliselt pingelise tööjõubilansi tingimustes. Kaasaegse tehnika ja tootmistehnoloogia kasutamisega kaasneb tööviljakuse järsk tõus. Lõpuks soodustab saagimistööstuse kontsentreerimine saagimisjäätmete tööstuslikku kasutamist. Saagimistööstuse rekonstrueerimiseks tehtavad täiendavad kapitaalmahutused tasuvad end ära 2,3 aastaga.

TOOTMISE ARENDAMINE JA PAIGUTAMINE PUIDUJÄÄTMETE KASUTAMISE BAASIL EESTI NSV-s

O. LUGUS

Kommunismi materiaal-tehnilise baasi loomisel on üheks peamiseks ülesandeks tootmise efektiivsuse igakülgne suurendamine elava ja asjastatud töö kokkuhoiu teel. Selle küsimuse lahendamisel omab suurt tähtsust tooraineressursside üha ratsionaalsem kasutamine. Antud probleem kerkib järjest teravamalt üles ka puidu kui tööstuse ühe väärtuslikuma ja mitmekesisema tooraine suhtes. Rahvamajanduse vajadused puidust valmistatavate toodanguliikide järele pidevalt kasvavad. Samal ajal on aga puiduressursid NSV Liidu Euroopa-osas intensiivse raie tõttu kiiresti vähenenud ja puidu tarbimine ületab juba loomuliku juurdekasvu. NLKP Keskkomitee 1963. a. detsembripleenumil seetõttu rõhutati, et puidutööstuses on eelolevatel aastatel vaja pearõhk asetada puidu komplekssele kasutamisele, eriti puidujäätmete võimalikult maksimaalsele ärakasutamisele, ja puidu keemilise ümbertöötamise kiirele arendamisele.

Puidu kompleksse kasutamise küsimus on aktuaalne ka Eesti NSV-s. Puidu- ja paberitööstuse suhteliselt kõrge arenemistaseme tõttu ületab tooraine vajadus märksa kohalikest metsadest juurdekasvu piires varutava puidu mahu. Tarbepuidu aastasest vajadusest, mis ulatub 2,1 milj. tihumeetrini, kaeti ajavahemikul 1961—1965 35—40% sisseveo arvel, peamiselt Vene NFSV Loode-rajoonist. Tulevikus tarbepuidu sisseveo võimalused vähenevad. Seetõttu tuleb vabariigi puidu- ja paberitööstuse edasisel arendamisel lähtuda eelkõige kohalikest puiduressurssidest. Kuna perspektiivis ei ole võimalik märkimisväärselt suurendada Eesti NSV metsadest varutava puidu mahtu, tuleb peatähelepanu pöörata olemasolevate ressursside senisest ratsionaalsemale kasutamisele.

Käesoleval ajal moodustavad puidujäätmed ja kaod Eesti NSV metsa- ja puidutööstuse ettevõtetes üle 50% varutud puidu mahust. Sealjuures kasutatakse jäätmetest tehnoloogilise toorainena tselluloosi, puitlaast- ja puitkiudplaatide jm. valmistamiseks ainult ligi 10%. Ülejäänud osa jäätmetest läheb kütteks, kus-

juures suurem osa metsaraie jäätmetest põletatakse lihtsalt metsas ära. Puidu tarvitamine kütteks on aga ebamajanduslik. Arvutused näitavad, et küttepuit on üle 2 korra kallim põlevkivist, 6 korda kallim naftast ja 25 korda kallim looduslikust gaasist. Samal ajal on näiteks 6 tm küttepuidust, mis soojusesisalduselt on ekvivalentne 1 tonni naftaga, võimalik toota paberit koguses, mille väärtus ületab 20—25 korda ühe tonni nafta väärtuse.

Puiduressursside kasutamise efektiivsust hinnatakse varutud puidu ühikust valmistatava toodangu maksumuse järgi. Eesti NSV-s valmistatakse tselluloosi, paberit, vineeri jt. tooteid iga varutud puidu tihumeetri kohta küll ligi 2,7 korda rohkem kui NSV Liidus tervikuna, ometi jääme selles osas tunduvalt maha reast välisriikidest, nagu Soome, Saksa Föderatiivne Vabariik, Ameerika Ühendriigid jt. Viimastes saavutatakse märgatavalt suurem toodangu väljalase varutud puidu ühiku kohta peamiselt tänu madalasordilise puidu ja puidujäätmete maksimaalsele ärakasutamisele tehnoloogilise toorainena. Et Eesti NSV-s esineb suur tarbepuidu defitsiit, tuleb meil otsida kõiki võimalusi puiduressursside kasutamise efektiivsuse tõstmiseks. Selleks on põhiliselt kolm teed:

- 1) parandada puidu tarbimise struktuuri, suurendades pidevalt madalasordilise puidu (küttepuidu) kasutamist tehnoloogilise toorainena;

- 2) viia miinimumini puidu töötlemisel tekkivate jäätmete hulk;

- 3) kasutada paratamatult tekkivad jäätmed tehnoloogilise toorainena progressiivsete toodanguliikide valmistamiseks.

Puidujäätmete ja madalasordilise puidu perspektiivse kasutamise probleemi lahendamisel on vaja välja töötada võimalikult suuremat majanduslikku efektiivsust kindlustav tootmise arendamise skeem. Selleks on vaja kindlaks määrata, milliseid toodanguliike on majanduslikult otstarbekohane madalasordilisest puidust ja puidujäätmetest valmistada.

Teaduse ja tehnika, eriti keemiatööstuse kiire areng viimastel aastakümnetel, tootmise kontsentreerimise pidev protsess, tooraine (reas maades puidu) defitsiit ja rida teisi tegureid on olnud eelduseks ja stiimuliks jäätmeid kasutavate tootmisalade kiirele arenemisele. Mitmesugustest jäätmetest valmistatava toodangu nomenklatuur on kujunenud väga ulatuslikuks. Puidujäätmetest toodetakse praegusel ajal üldse üle 100 nimetuse tooteid.

Lähtudes saavutatud tehnika ja tootmistehnoloogia tasemest, võib põhilised puidujäätmete ja madalasordilise puidu kasutus-suunad kokku võtta järgmiselt:

- 1) metsa- ja puidutööstuse tükkjäätmetest ning madalasordilisest puidust valmistatava tehnoloogilise laastu kasutamine tselluloosi, kartongpapi, puitlaastplaatide, puitkiudplaatide jt. efektiivsete toodanguliikide valmistamiseks;

- 2) peenjäätmete ja saepuru kasutamine hüdrolüüsitööstuses

(eeskätt söödapärmi ja furfurooli tootmiseks), puidujahu ja küttebriketi valmistamiseks ning ehitusmaterjalide täiteainena;

3) puidujäätmete energo-keemiline kasutamine (kõrge kalorsusega gaasi, äädikhape, vaikude jne. saamiseks);

4) puidukoore kasutamine kütteks, gaasi tootmiseks, soojusisolatsioonimaterjalide ja loomade toitejahu valmistamiseks jne.;

5) puidutööstuse tükkjäätmete ja madalasordilise puidu kasutamine laiatarbekaupade, pressitud toodete ja detailide valmistamiseks masinaehitusele jne.;

6) okaspuidu okstest klorofüll-karotiinpasta, vitamiinokkajahu, eeterõlide jne. tootmine.

Jäätmete erinevate kasutusviiside efektiivsus sõltub suurel määral rahvamajanduse vajadusest jäätmetest valmistatavate toodete järele ning viimaste tootmisel kasutatava tehnika ja tehnoloogia tasemest. Puidujäätmete kasutamisel tuleb leida niisugused alad, mis kõige enam vastaksid rahvamajanduse vajadustele ja samaaegselt kindlustaksid toodanguühiku minimaalsed ühiskondlikult vajalikud tootmiskulud.

Puidu ja puidujäätmete erinevate kasutusviiside majandusliku efektiivsuse väljaselgitamisel on vaja määrata toodanguliikide valmistamise efektiivsus, lähtudes ümbertöötatava tooraine mahust ja valmistoodangu tarbimisväärtusest, s. o. arvestades eri toodanguliikide ekvivalentsust. Kuna erinevate toodete efektiivsus määratakse lõppkokkuvõttes tarbimissfääris, olenevalt nende asenduskoeffitsiendist, peame võrdlema uusi toodanguliike nende poolt asendatavate traditsiooniliste toodetega. Võrdlemisel lähtume toodanguühikule langevate tootmiskulude ja kapitaalmahutuste suurusest.

Seni Eesti NSV rahvamajanduses kõige laialdasemalt kasutatavaks puidutööstuse toodanguliigiks on saematerjal. Seoses ehituse, mööblitööstuse jt. tootmisharude kiire arendamisega, kasvab edaspidi saematerjali vajadus vabariigis veelgi. Kaasajal on saematerjali aga võimalik asendada efektiivsemate materjalidega, sealhulgas puidujäätmetest ja madalasordilisest puidust toodetavate puitlaastplaatide, puitkiudplaatide ja taarakartongiga. See tõttu võrdleme madalasordilisest puidust ja puidujäätmetest toodanguliikide valmistamise efektiivsust saematerjalidega.

Arvutused näitavad, et nn. taandatud kulud (toodanguühiku töötlemismaksumus + ühe tasuvusaasta kohta arvutatud kapitaalmahutuste erikulu) puidujäätmetest ja madalasordilisest puidust valmistatavate progressiivsete toodanguliikide tootmisel on märksa väiksemad, võrreldes saematerjalide valmistamisega. Üldkokkuvõttes moodustab sääst ühe miljoni tihumeetri saematerjali asendamisest taarakartongiga 18,4 milj. rubla, puitkiudplaatidega 6,8 milj. rubla ja puitlaastplaatidega 4,6 milj. rubla. Toodust järeldub, et nende toodanguliikide valmistamine ja kasutamine rahvamajanduses, võrreldes saematerjalidega, on märksa efektiivsem.

Samal ajal võimaldab saematerjali asendavate toodanguliikide tootmise arendamine vabariigis vähendada tarbepuidu defitsiiti, piirata saematerjali või saepalkide sisseveo vajadust Eesti NSV rahvamajanduse vajaduste katteks ja ratsionaliseerida puidu kasutamise struktuuri. Seega on majanduslikult õigustatud puidujäätmete ja madalasordilise puidu kasutamine esmajärjekorras puitlaastplaatide, puitkiudplaatide, tselluloosi ja taarakartongi tootmiseks.

Puidujäätmete ja madalasordilise puidu kasutamise baasil tootmise arendamise probleemi lahendamisel on vaja pöörata esmast tähelepanu tootlike jõudude ratsionaalsele paigutamisele, ettevõtete optimaalse suuruse määramisele ja eriti kapitaalmahutuste efektiivsele kasutamisele. Toodud küsimuste komplekssest lahendamisest sõltub väga suurel määral ühiskondliku töö viljakuse edasine kiire kasv.

Käesolevas artiklis käsitletaksegi puidujäätmete ja madalasordilise puidu kasutamise baasil perspektiivis rajatavate ettevõtete ratsionaalse paigutuse ja optimaalse võimsuse probleeme. Artikkel põhineb Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudi tehtud uurimistööl «Puidujäätmete kasutamise majanduslik efektiivsus Eesti NSV-s».*

Puidujäätmete ja madalasordilise puidu baasil perspektiivis rajatavate ettevõtete ratsionaalse võimsus- ja paigutusskeemi väljatöötamisel on lähtutud järgmistest põhitingimustest ja -teguritest:

1) madalasordilise puidu ning jäätmete maht ja struktuur, mida on võimalik antud tehnika ja tootmistehnoloogia taseme juures kasutada mitmesuguste toodanguliikide valmistamiseks, ning tooraine paiknemine vaadeldava territoriaalse üksuse piires;

2) jäätmetest valmistatavate toodanguliikide perspektiivne vajadus;

3) transpordikulud, mis on seotud tooraine veoga ettevõtete võimalikesse asupaikadesse ja sealt valmistoodangu transportimisega tarbijatele;

4) puidujäätmete ja madalasordilise puidu baasil töötavate ettevõtete võimalikud tootmisvõimsused (vastavalt tüüpprojektidele) ja asukohad;

5) tooraine töötlemise ja ümbertöötamise omahind, olenevalt ettevõtte suuruselt;

6) kapitaalmahutuste erikulu uute ettevõtete rajamisel ja ole-

* Nimetatud probleemi lahendamiseks võtsid peale käesoleva artikli autori osa veel instituudi majandusmatemaatika sektori juhataja majandusteaduste kandidaat I. Kaganovič (ülesande matemaatilise lahenduse püstitus ja lahendusmeetod), sama sektori töötajad M. Hein, M. Reisner, L. Sotina, V. Lugus ning tööstusökonomika sektori ökonomist E. Tarm (matemaatiline lahendus). Ülesanne lahendati põhiliselt Eesti NSV TA Küberneetika Instituudi arvutuskeskuses elektronarvutil «Minsk-2».

masolevate rekonstrueerimisel, olenevalt ettevõtete suurusest ja kohalikest tingimustest.

Ülaltoodud tegureid arvesse võttes on võimalik matemaatiliste planeerimismeetodite abil leida ettevõtete võimsuste ja paigutuse optimaalne variant, mis tagab üldkokkuvõttes minimaalsed ühiskondlikud kulud toodangu valmistamisel, tooraine ja valmistoodangu transportimisel.

Alljärgnevalt käsitleme ettevõtete võimsus- ja paigutusskeemi mõjutavaid põhitegureid.

Puidujäätmete ressursid

Põhitoodangu valmistamisel tekkivad jäätmed on tootmisprotsessi objektiivseks paratamatuseks. Tehnilise progressi areng võimaldab pidevalt vähendada tekkivate jäätmete osa, samuti laiendada nende kasutusvõimalusi.

Tootmisjäätmete mõiste on mõnevõrra tinglik ja oleneb otsest rakendatavast tootmistehnoloogiast ja töötlemismeetoditest. Jäätmed on osa toorainest ja materjalist, mis eraldatakse tootmise käigus ning mis valmistatavas toodangusse ei lähe. Seega tekkivad jäätmed tooraine ja materjali mittetäieliku tootliku kasutamise tõttu.

Metsa- ja puidutööstuses tekkivate jäätmete kogus on suhteliselt suur. Puidujäätmed moodustavad saagimisel 33—35%, vineeri tootmisel 55%, tuletikutööstuses 65% jne. kasutatava tooraine või materjali mahust.

Puidujäätmete mahu, struktuuri, kvaliteedi ja paiknemise kindlaksmääramine on üheks nende kompleksse kasutamise probleemi lahendamise aluseks. Arvutused näitavad, et Eesti NSV-s tekib aastas (1964. aasta tootmise mahu juures) puidujäätmekogus ligi 800 tuhat tonni. Perspektiivis see kogus jääb põhiliselt samaks. Suure erinevuse tõttu nende kui tooraine kvaliteedis toome eraldi ära metsa- ja puidutööstuse jäätmete ressursid.

a) Metsatööstuse jäätmed

Metsatööstuse jäätmete kasutamine oleneb nende kvaliteedist ja keemilisest koosseisust (on eri puuliikidel erinev), samuti jäätmete füüsilistest omadustest (pikkus, läbimõõt) ning nende tekkimise kohast.

Metsatööstuse jäätmed võib jaotada, olenevalt tekkimise kohast, kahte ossa:

a) jäätmed, mis tekivad raielankidel.

Siia kuuluvad ladvad, oksad, kännud, saepuru;

b) puidu esmase töötlemise jäätmed lõpladudes, nagu tükkjäätmed puidu sortimentideks järkamisel, oksad, koor, saepuru.

Metsatööstuse jäätmete tekkimise koht omab nende kasutamise seisukohalt suurt tähtsust. See probleem on tihedalt seotud metsa ülestöötamise tehnoloogia eri variantidega.

Nn. traditsioonilisel metsa ülestöötamisel toimub kogu protsess, alates puude langetamisest kuni sortimentideks järkamiseni (kaasa arvatud), raielankidel. Järelikult siin tekivad ka kõik metsa ülestöötamise jäätmed. Niisuguse tehnoloogia rakendamisel jäätmed on mööda raielanki laiali, nende kogumine on raske ja kulukas ning tavaliselt suuremad jäätmed põletatakse kohapeal ära. See on kahekordselt ebamajanduslik, sest kulutused jäätmete kogumiseks ja põletamiseks on küllaltki suured ning samal ajal jäävad jäätmed tehnoloogilise toorainena või kütusena kasutamata.

Vabariigi spetsialiseeritud metsatööstuse ettevõtetes, kus üles töötatakse rohkem kui pool kogu Eesti NSV-s varutavast metsast, kasutatakse progressiivsemat tehnoloogiat. Puud langetatakse, laasitakse okstest, tüved veetakse lõppladudesse, kus toimub sortimentideks järkamine. Sel meetodil on jäätmete kasutamise seisukohalt eelis, sest ladvad ja vähesel määral ka oksad kogunevad lõppladudesse, kus nende ümbertöötamine on suurema koguse tõttu kergem ja odavam.

See metsa ülestöötamise viis ei võimalda meie tingimustes jäätmeid kõige paremini ära kasutada, sest oksad jäävad peaaegu täielikult raielankidele, kus nad kogutakse ja põletatakse. Kõige perspektiivsemaks meetodiks loetakse praegu langetatud puidu kroonidega kokku- ja väljavedu. Sel puhul veetakse puit koos ladva ja okstega spetsiaalsetel autodel lõppladudesse, kus on võimalik okste laasimist mehhaniseerida. Nüüd koondub tunduvalt suurem osa kasutamiskõlblikest okstest lõppladudesse, mis võimaldab metsatööstuse jäätmete ratsionaalsemat kasutamist.

Eesti NSV metsatööstuses tekkivate jäätmete üldmahu arvutamisel peame lähtuma varutava puidu kogusest ja liigilisest struktuurist ning metsa ülestöötamisel tekkivate jäätmete keskmistest normidest puuliikide järgi.

Varutava puidu maht on piiratud arvestusliku raiefondiga, mis moodustab Eesti NSV-s aastatel 1966—1970 2495 tuh. tm aastas.

Arvestades eespool nimetatud näitajaid, tekib Eesti NSV-s ligi 2,5 miljoni tm puidu varumisel 300 tuh. tm jäätmeid (vt. tabel 1).

Antud jäätmete mahtu võib lugeda n.-ö. teoreetiliseks. Seetõttu ei saa seda täies ulatuses käsitleda kui rahvamajanduses kasutatavaid tooraineressursse. Nimelt puude langetamisel, kokku- ja väljaveol osa okstest murdub ja jääb raielangile. Samuti kasutatakse osa jäätmeid pehme pinnase ja teede täiteks. Need jäätmete kaod metsas moodustavad vastavalt kirjanduse andmetele ja Eesti NSV metsakombinaatide spetsialistide arvestustele, olenevalt puuliigist, 30—70%.

Rahvamajanduses tehnoloogilise ja energeetilise toorainena praktiliselt kasutamist leidvate jäätmete ressursside arvutamisel võime arvestada seda osa varutava puidu mahust, mis veetakse tsentraliseeritud korras välja lõppladudesse. Käesolevas töös on

Tabel 1

**Eesti NSV metsatööstuses tekkivate jäätmete
perspektiivne maht***

	Puuliik	Varutava puidu hulk (tuh. tm)	Jäätmete hulk varutava puidu mahust (%)	Jäätmete maht (tuh. tm)
1.	Okaspuu	1746	13,5	236
	sealhulgas mänd	998	12	120
	kuusk	748	15,5	116
2.	Lehtpuu	749	8,5	64
	sealhulgas kask	624	8,5	53
	muud lehtpuu- liigid	125	9	11
3.	Kokku	2495	12	300

* Jäätmete maht siin ja edaspidi on arvatud ilma käändudeta.

arvestatud, et Eesti NSV-s veetakse lõppladudesse kroonidega puitu 1970. aastal 1,2 milj. tihumeetrit ja kaugemas perspektiivis 1,9 milj. tihumeetrit. See moodustab vastavalt 48% ja 76% varutava puidu mahust.

Arvesse võttes kadusid puidu ülestöötamisel ja väljaveol ning arvates maha okaspuidu okkad (koos peente okstega), moodustab edasiseks kasutamiseks minevate okste ja latvade kogus keskmiselt 3,6% lõppladudesse kroonidega väljaveetava puidu mahust. Lõppladudes puidu sortimentideks järkamisel tekivad täiendavalt latvadele ja okstele tükkjäätmel ja saepuru, mis moodustavad puidu mahust:

okaspuu tükkjäätmel — 1,3%,
lehtpuu tükkjäätmel — 1,6%,
saepuru — 0,5%.

Seega tekib 1900 tuh. tihumeetri puidu kroonidega väljavedamisel Eesti NSV metsatööstuse lõppladudes puidujäätmel tabelis 2 toodud koguses ja struktuuris.

Tabel 2

Eesti NSV metsatööstuse jäätmel lõppladudes

	Puuliik	Jäätmel (tuh. tm)			
		Oksad ja ladvad	Tükkjäätmel järkamisest	Kokku tükk- jäätmel	Saepuru
1.	Okaspuit	41,5	15,0	56,5	5,8
2.	Lehtpuit	26,9	11,9	38,8	3,7
	Kokku	68,4	26,9	95,3	9,5

Tabel 2 andmetest järeldub, et lõppladudesse koondub ligi 105 tuh. tm kasutatavaid jäätmeid, mis moodustab $\frac{1}{3}$ kogu Eesti NSV metsatööstuses tekkivate jäätmete arvestuslikust kogusest.

b) Puidutööstuse jäätmed

Puidutööstuses, eriti saagimistööstuses tekkivad jäätmed moodustavad oma kvaliteedi poolest edasiseks kasutamiseks tehnoloogilise toorainena puidujäätmete kõige väärtuslikuma osa.

Puidu saagimisel tekkivaid jäätmeid võib nende kvaliteedi poolest jagada:

a) tükkjäätmeteks — pindlauad, pinnud, tükid,

b) nn. «pehmeteks jäätmeteks» — saepuru, laast, koor.

Eesti NSV saagimistööstuse tootmismahuks kaugemas perspektiivis on arvestatud 530 tuh. tm saematerjali, mis vastab 774 tuh. tm ümarpuidule. See on saepalkide kogus, mida on võimalik hankida kohalikest metsadest. Ette on nähtud ka saagimistööstuse kontsentreerimine. Saagimisjäätmete arvutamisel on eeldatud, et valdav osa puidusaagimise mahust koondatakse ettevõtetele võimsusega 40—125 tuh. tm saematerjali aastas.

Saagimistööstuse jäätmetest pindlauad ja pinnud on oma kvaliteedilt edasiseks kasutamiseks tehnoloogilise toorainena ligilähedased täispuidule. Eesti NSV saagimisettevõtetes ei ole aga rakendatud saepalkide eelnevat koorimist ja see vähendab tunduvalt saagimisjäätmete kvaliteeti. Seetõttu on lähema perioodi üheks tähtsamaks ülesandeks puidu koorimise rakendamine suuremates lauatehastes.

Ülevaate Eesti NSV saagimistööstuses perspektiivselt tekkivate jäätme üldkogusest saame tabelis 3.

Puidutööstuse ülejäänud harudest on jäätmemahukamad mööbli-, vineeri- ja puitehitusdetailide tööstus. Nagu saagimistööstus, on ka enamik nimetatud puidutööstuse harusid väga killustatud. Väikestes ettevõtetes jäätmete kogumine edasiseks kasutamiseks tehnoloogilise toorainena on raske ja ebaökonoomne.

Tabel 3

Puidujäätmete perspektiivne maht Eesti NSV saagimistööstuses (tuh. tm)

	Näitajad	Kogus
1.	Saagimise maht üarmaterjalina	774
2.	Jäätmete kogus:	
	a) pindlauad ja pinnud (14,2% ümarpuidust)	109,9
	b) saepuru ja väikesed tükkjäätmed (11,3% ümarpuidust)	87,5
3.	Konditsiooniline tehnoloogiline laast tükkjäätmete ümartöötamisest (75% pindlaudadest ja pindudest)	82,5
4.	Mittekonditsiooniline laast (20% pindlaudadest ja pindudest)	22,1

Seetõttu tuleb arvutuste aluseks võtta ainult suuremad tootmis-
punktid. Puidujäätmete mahu arvutamisel on arvestatud puidu-
tööstuse arendamise põhisuundi, tootmise kontsentreerimist ning
muutusi puidu kasutamises seoses progressiivsete materjalide kasu-
tuselevõtmisega tulevikus.

Vastavalt tehtud arvutustele tekib perspektiivis Eesti NSV
puidutööstuse suuremates ettevõtetes üle 144 tuh. tm jäätmeid
(tabel 4).

Tabel 4

Puidujäätmete perspektiivne maht Eesti NSV puidutööstuses

	Näitajad	Mõõtühik	Kogus
1.	Tükkjäätmed	tuh. tm.	66,0
2.	Laastud	„	22,3
3.	Saepuru	„	29,1
4.	Vineeri- ja tikutööstuse «pliiatsid»	„	8,0
5.	Spoonijäätmed	„	19,0
K o k k u		tuh. tm	144,4

Võttes aluseks eespool toodud metsa- ja puidutööstuse jäätmete
kogused, saame kokku võtta puidujäätmete üldkoguse antud töös-
tusharus (tabel 5).

Tabel 5

Eesti NSV metsa- ja puidutööstuse jäätmete perspektiivne maht
(tuh. tm)

	Jäätmete liik	Metsa- tööstus	Saagimis- tööstus	Muud puidu- tööstuse harud	Kokku
1.	Oksad ja ladvad (maha arvatud kaod)	68,4	—	—	68,4
2.	Tükkjäätmed järkamisest lõpp- ladudes	26,9	—	—	26,9
3.	Pindlauad ja pinnud	—	109,9	—	109,9
4.	Tükkjäätmed puidutööstuses	—	—	74,0	74,0
5.	Saepuru ja väikesed tükkjäätmed	9,5	87,5	29,1	126,1
6.	Laastud	—	—	22,3	22,3
7.	Spoonijäätmed	—	—	19,0	19,0
K o k k u		104,8	197,4	144,4	446,6

Toodud andmetest järeldub, et kogu Eesti NSV metsa- ja puidutööstuses tekkivate puidujäätmete teoreetilisest arvestuslikust kogusest (800 tuh. tm) on võimalik praktiliselt kasutatava tehnoloogilise tooraine ressurrssidena arvesse võtta ainult 447 tuh. tm ehk 56%.

Majanduslikult on otstarbekam metsa- ja saagimistööstuse jäätmel töödelda kohapeal tehnoloogiliseks laastuks. Pärast vastavat töötlemist on tehnoloogiliselt kasutatavate puidujäätmete ressursid järgmised (tabel 6).

Tabel 6

**Tehnoloogilise toorainena kasutatavad puidutööstuse
jäätmel Eesti NSV-s
(tuh. tm)**

	Jäätmel nimetus	Metsa- tööstus	Saagimis- tööstus	Muud puidu- tööstuse harud	Kokku
1.	Tehnoloogiline laast metsatööstuse tükkjäätmel	66,7	—	—	66,7
2.	Tehnoloogiline laast saagimistööstuse tükkjäätmel	—	82,5	—	82,5
3.	Puidutööstuse tükkjäätmel ja spooni- jäätmel	—	—	93,0	93,0
	Kokku kvaliteetsed jäätmel	66,7	82,5	93,0	242,2
4.	Mittekonditsiooniline laast metsa- ja saagimistööstuse jäätmel ümber- töötamisest	19,0	22,1	—	41,1
5.	Saepuru ja väikesed tükkjäätmel	9,5	87,5	29,1	126,1
6.	Laastud	—	—	22,3	22,3
	Üldse	95,2	192,1	144,4	431,7
	Struktuur (%-des)	22,1	44,5	33,4	100,0

Tabelis 6 toodud arvudest järeldub, et puidujäätmel üldmahust kvaliteetsem osa moodustab 242,2 tuh. tm ehk 56,1%. Seda osa jäätmel on võimalik kasutada tselluloosi, puitlaast- ja puitkiudplaatide valmistamiseks. Ülejäänud osa (mittekonditsiooniline laast, saepuru ja laastud) saab põhiliselt kasutada hüdrolüüsiks ja energeetiliseks otstarbeks.

Suurt tähtsust puidujäätmel edasise kasutamise seisukohalt omab nende kontsentratsioon ja territoriaalne paiknemine. Viimane oleneb metsa- ja puidutööstuse ettevõtete asukohtadest. Puidujäätmel perspektiivset territoriaalset paiknemist (ilma saarteta) iseloomustab tabel 7.

Puidujäätmete perspektiivne territoriaalne
paiknemine Eesti NSV-s
(tuh. tm)

Asukoht		Jäätmete liik					Territoriaalse üksuse osatähitus % -des	
		Tehnoloogiline laast metsatööstuse tükki-jäätmetest	Tehnoloogiline laast saagimistööstuse tükki-jäätmetest	Puidutööstuse tükki-jäätmed ja spooni-jäätmed	Mittekonditsiooniline laast metsa- ja saagimistööstuse jäätmete töötlemisest	Saepuru, laastud		Kokku
1		2	3	4	5	6	7	8
1.	Aegviidu	3,5	7,8	1,57	3,1	10,43	26,4	6,1
2.	Toila	3,6	—	—	1,0	0,5	5,1	1,2
3.	Tudu	4,3	3,1	—	2,0	3,9	13,3	3,1
4.	Avinurme	3,6	—	—	1,0	0,5	5,1	1,2
5.	Tartu	3,8	18,7	6,4	6,1	25,82	60,82	14,1
6.	Võõra	4,3	—	—	1,2	0,6	6,1	1,4
7.	Saru	3,5	7,8	0,59	3,1	9,38	24,37	5,7
8.	Valga	3,4	—	1,5	1,0	1,9	7,8	1,8
9.	Antsla	2,8	—	—	0,8	0,4	4,0	0,9
10.	Viljandi	3,9	4,7	5,0	2,3	5,55	21,45	5,0
11.	Abja	3,5	—	—	1,0	0,5	5,0	1,1
12.	Kilingi-Nõmme	3,5	—	—	1,0	0,5	5,0	1,1
13.	Pärnu	3,4	7,8	8,02	3,1	14,13	36,45	8,4
14.	Järvakandi	3,4	6,2	6,0	2,7	12,1	30,4	7,1
15.	Türi	3,5	—	—	1,0	0,5	5,0	1,1
16.	Risti	2,2	—	—	0,6	0,3	3,1	0,7
17.	Olustvere	3,5	—	—	1,0	0,5	5,0	1,1
18.	Rakvere	3,6	—	3,39	1,0	3,71	11,7	2,7
19.	Surju	3,4	3,1	—	1,8	3,8	12,1	2,8
20.	Sonda	—	10,9	11,11	2,9	18,46	43,37	10,1
21.	Narva	—	—	0,38	—	1,64	2,02	0,5
22.	Võru	—	—	1,48	—	1,4	2,88	0,7
23.	Tallinn	—	12,4	46,46	3,4	30,65	92,91	21,6
24.	Vändra	—	—	1,1	—	1,26	2,36	0,5
Kokku		66,7	82,5	93,0	41,1	148,43	431,73	100,0
Struktuur, %-des		15,5	19,1	21,5	9,5	34,4	100,0	

Tabel 7 arvudest nähtub, et puidujäätmete maht on kõige suurem Tallinnas, Tartus, Sondas, Pärnus ja Järvakandis, kuhu on koondatud üle 61 protsendi kogu vabariigi metsa- ja puidutööstuse jäätmetest. Tallinna osatähtsus on eriti suur, kuna siin asub jäätmetemahukas vineeri tootmine, samuti annab Tallinn ligi poole

kogu vabariigi mööblitoodangust ning märkimisväärse osa sae-
materjalide väljalaskest.

Kõrvuti puidujäätmetega on perspektiivis võimalik kasutada mitmesuguste progressiivsete toodanguliikide, eriti puitlaastplaatide valmistamiseks madalasordilist puitu, peamiselt küttepuitu. Seda kinnitavad rea välisriikide kogemused, kus puidu kompleks-
sel kasutamisel on saavutatud märkimisväärseid tulemusi. Nii näi-
teks puitlaastplaatide valmistamisel Soomes kasutatavast toor-
ainest moodustab keskmiselt 81% peenümarpuit ning 19% saagi-
mis- ja vineeritööstuse jäätmed.

Balti majandusrajooni energeetikabilansi andmetel väheneb küttepuidu vajadus Eesti NSV-s 1970. aastaks, võrreldes 1960. aastaga, üle 36 protsendi efektiivsemate kütuseliikide (turbabri-
kett, gaas) kasutamise suurendamise tulemusena. Edaspidi kütte-
puidu vajadus väheneb veelgi. Seoses sellega saab osa küttepuitu kasutada tehnoloogilise toorainena. Käesolevas töös on arvesta-
tud, et 1970. aastal on võimalik tehnoloogilise toorainena, täiendavalt jäätmetele, kasutada vähemalt 150—200 tuh. tm küttepuitu, kaugemas perspektiivis aga enamgi.

Puidujäätmetest valmistatavate toodanguliikide perspektiivne vajadus ja tootmistase Eesti NSV-s

Puidujäätmete konkreetsete perspektiivsete kasutussuundade kindlaksmääramisel Eesti NSV-s tuleb lähtuda eeskätt sellest, et võimalikult vähendada tarbepuidu defitsiiti vabariigis ja tõsta puidutööstuse tootmise majanduslikku efektiivsust. Arvestades metsa-, puidu- ja paberitööstuse põhiliste toodanguliikide perspektiivset tootmismahu, kapitaalmahutuste suurust, perspektiivseid puidu erikulu norme ja teisi näitajaid, ulatub tarbepuidu vajadus arvutuste kohaselt Eesti NSV-s 1970. aastal 2,6 miljoni tihumeet-
rini. Tarbepuidu vajadust 1970. aastal ja selle katmisastet koha-
likest ressurssidest iseloomustab tabel 8.

Tabelist 8 nähtub, et tarbepuidu varumine kohalikest metsa-
dest 1970. aastal, võrreldes 1964. aastaga, praktiliselt ei suurene,

Tabel 8

Eesti NSV tarbepuidu bilanss 1964. ja 1970. aastal

	Näitajad	Mõõtühik	1964. a.	1970. a.
1.	Tarbepuidu vajadus (tarbimine)	tuh. tm	2156	2600
2.	Kohalikud puiduressursid (varumine)	"	1377	1400
3.	Puudujääk (sissevedu)	"	779	1200

**Puidujäätmetest ja madalasordilisest puidust
valmistatavate toodete kasutamise efektiivsus**

	Toodanguliik	Mõõt- ühik	Tooraine kulu toodangu- ühikule (tm)	Asendab sae- materjali (tm)	Võimaldab vähendada tarbepuidu vajadust (tm)
1.	Puitlaastplaadid ehituses ja mööblitööstuses	1 tm	1,45—1,7	2,0—2,5	3,0—3,5
2.	Puitkiudplaadid				
	a) ehituses	1 t	2,5—2,7	4,0	6,0
	b) mööblitööstuses	„	2,5—2,7	3,3	5,0
3.	Kartongpapp				
	a) ehituses	1 t	3,5—4,0	4,0—4,5	6,0—6,7
	b) taara tootmises	„	3,5—4,0	12,0	18,0

puidu vajadus kasvab aga tunduvalt. Nagu eespool märkisime, ei ole võimalik suurendada puidu sissevedu teistest NSV Liidu rajoonidest. Seega tuleb peaarõhk asetada vabariigi puiduressursside senisest tunduvalt ratsionaalsemale kasutamisele. Puidujäätmete ja madalasordilise puidu (peamiselt küttepuit) kasutamise baasil on vaja arendada niisuguste toodanguliikide valmistamist, mis võimaldavad suhteliselt rohkem asendada tarbepuitu ja saematerjale. Viimaseid tarbitakse kõige rohkem ehituses, mööbli-, puitaara ja puitehitusdetailide tööstuses. Nendes tootmisharudes on puitu ja saematerjali võimalik asendada niisuguste progressiivsete materjalidega, nagu puitlaast- ja puitkiudplaadid ning taarakartong. Nende toodanguliikide kasutamise efektiivsust, võrreldes traditsiooniliste materjalidega, iseloomustavad tabelis 9 toodud näitajad.

Toodud andmetest järeldub, et ühe tihumeetri puidu ja puidujäätmete ümbertöötamine puitlaast- ja puitkiudplaatideks ning kartongiks võimaldab asendada 1—3 tm saematerjali või vastavalt 1,5—4 tm ümarpuitu. Ka puidujäätmete erinevate kasutusviiside efektiivsuse arvutused kinnitasid tabelis 9 toodud toodanguliikide valmistamise tunduvalt suuremat majanduslikku efektiivsust, võrreldes saematerjalidega.

Siinjuures on vajalik peatuda veel tselluloosi tootmise probleemidel. Käesoleval ajal kaetakse paberipuidu vajadusest ca 60% sisseveo arvel. Praktiliselt on võimalik sulfaattselluloosi tootmisel osa paberipuitu asendada saagimistööstuse kvaliteetsete jäätmetega. Vastavalt Kehra Tselluloosi- ja Paberikombinaadi rekonstrueerimisprojekti andmetele saab perspektiivis kasutada sulfaattselluloosi tootmisel 50 tuh. tm saagimistööstuse tükkjäätmeid, mis vähendab samas koguses paberipuidu vajadust.

11 Kõigi varem nimetatud toodanguliikide valmistamiseks on vaja kasutada kvaliteetseid puidujäätmeid (suhteliselt suure täispuidulisuse koefitsiendiga) ja peenümarpuitu. Suur majanduslik tähtsus on ka madalama kvaliteediga puidujäätmete, nagu saepura, laastud ja mittekonditsioonilise tehnoloogilise laastu ratsionaalsel kasutamisel. Meie vabariigi loomakasvatuses on üheks aktuaalsemaks probleemiks loomade varustamine valkudega. Seda on võimalik märgatavalt parandada valgurikka söödapärmi tootmisega madalama kvaliteediga puidujäätmetest.

Ülaltoodud progressiivsete toodanguliikide valmistamise perspektiivne tootmismahd oleneb suuresti nende vajadusest vabariigis.

Lähtudes Riikliku Metsatööstuse Ettevõtete Projekteerimise Instituudi ja mitmesuguste uurimisasutuste poolt välja töötatud perspektiivsetest normatiividest ja meie vabariigis kavandatud rahvamajanduse arendamise tempost, vajatakse Eesti NSV-s 1970. aastal puitplaatide ja söödapärmi tabelis 10 toodud kogustes.

Järgmise 10—15 aasta jooksul suureneb puitlaastplaatide vajadus, vastavalt arvutustele, aastas 100 tuh. tm-ni, puitkiudplaatide vajadus — 11,0 milj. m²-ni ja söödapärmi vajadus — 20—25 tuh. tonnini. Nimetatud kogused ongi võetud aluseks puidujäätmete kasutamise perspektiivskeemi väljatöötamisel käesolevas töös.

Kavandatud toodangu valmistamiseks vajalikud toorainekogused on esitatud tabelis 11.

Tabelis 6 toodud puidujäätmete ressursside ja tabelis 11 esitatud tooraine vajaduse võrdlemisel selgub, et ainuüksi jäätmetest ei piisa antud koguses meie poolt soovitatud toodangu valmistamiseks. Peale selle tuleb silmas pidada asjaolu, et kõikidest puidujäätmete liikidest ei ole võimalik valmistada kvaliteetset valmis-

Tabel 10

Puitplaatide ja söödapärmi vajadus põhiliste kasutusalaade järgi Eesti NSV-s 1970. aastal

	Toodanguliik ja kasutusala	Mõõtühik	Vajadus 1970. aastal
1.	Puitlaastplaadid sealhulgas: mööbli- ja puidutööstus ehitus ja remont	tuh. tm " "	45—50 25—30 20
2.	Puitkiudplaadid sealhulgas: mööbli- ja puidutööstus Üldkogusest: kõvad ja poolkõvad plaadid	milj. m ² " "	3,5—4,0 2,5 2,5—3,0
3.	Söödapärm (loomakasvatusele)	tuh. t	15,5

**Perspektiivne tooraine vajadus puidujäätmetest
valmistatavale toodangule**

	Toodangu nimetus	Mõõtühik	Toodangu hulk	Tooraine kulu ühikule (tuh. tm)	Tooraine vajadus (tuh. tm)
1.	Puitlaastplaadid	tuh. tm	100	1,5	150
2.	Puitkiudplaadid	milj. m ²	11	11	121
3.	Söödapärm	tuh. t	14*	10,7	150
4.	Tselluloos	tuh. t	10**	5,0	50
Kokku					471

* Söödapärmi tootmiseks vajaliku tooraine koguse kindlaksmääramisel on lähtutud projekteeritud hüdroliüsitehase tootmisvõimsusest — 14 tuh. tonni söödapärmi aastas. Olejäänud osa vajadusest kaetakse olemasoleva sulfiitselluloosi tootmise jääkproduktide baasil töötava tehase toodanguga.

** Jäätmetest valmistatava tselluloosi hulk ja selle tootmiseks vajalik jäätmete kogus on võetud Kehra Tselluloosi- ja Paberikombinaadi rekonstrueerimisprojektist.

toodangut, mistõttu tooraine ressursse ja vajadust tuleb võrrelda ka jäätmete kvaliteedi seisukohast.

Kõrgendatud nõuded esitatakse toorainete eriti tselluloosi, aga ka puitlaast- ja puitkiudplaatide tootmisel. Sulfaattselluloosi tootmiseks vajalikku jäätmete kogust — 50 tuh. tm — saab seetõttu katta ainult saagimistööstuse kvaliteetsete jäätmete (tehnoloogiline laast tükkjäätmetest) baasil. Järelikult jääb puitlaast- ja puitkiudplaatide tootmiseks kvaliteetseid puidujäätmeid 192 tuh. tm (vt. tabel 6), vajadus aga moodustab 270 tuh. tm. Puudujääv kogus — 78 tuh. tm — tuleb katta madalasordilise ümarpuidu, põhiliselt küttepuidu arvel. See on vajalik ka valmistoodangu kõrge kvaliteedi kindlustamiseks, kuna ainult puidujäätmete kasutamisel ei ole see tagatud. Nii näiteks on kolmekihiliste puitlaastplaatide väliskihtide jaoks (ca 30% tooraine kulust) vaja kasutada laastu, mis on valmistatud kooritud täispuidust.

Söödapärmi tootmiseks võib kasutada madalamakvaliteedilisi puidujäätmeid (laastud, väikesed tükkjäätmed, saepuru), mille varud on küllaldased.

Puidujäätmete ja madalasordilise puidu baasil valmistatavate toodanguliikide tootmise arendamise ja paigutamise ratsionaalse skeemi väljatöötamisel tuleb arvesse võtta ka olemasolevat tootmisbaasi (tabel 12).

Praegu töötab Eesti NSV-s kolm spetsialiseeritud puitlaastplaatide tsehhi koguvõimsusega 30 tuh. tm aastas, mis on käiku antud pärast 1960. aastat. 1965. aastal toodeti nendes ainult 13,8 tuh. tm puitlaastplaate. Seega kasutatakse tsehhide projekteeritud tootmis-

võimsusest ainult ligi 46%. Halvasti kasutatakse peamiselt Tartu Metsakombinaadi ja Tallinna Vineeri- ja Mööblivabriku ekstrusioonimeetodil töötavate puitlaastplaatide tsehhide tootmisvõimsust; vead projekteerimisel ja sisseseade valmistamisel ei võimalda neid täie koormatusega tööle rakendada. Kolmas, horisontaalpressimise meetodil ja mittestandardsete seadmete baasil töötav Tallinna Puidutöötlemise Kombinaadi puitlaastplaatide tsehh (võimsusega 6 tuh. tm plaate aastas) on teistega võrreldes kõige enam koormatud.

Peale nimetatud ettevõtete valmistavad puitlaastplaate veel rida teisi ettevõtteid kõrvaltootmisena väikestes kogustes, nagu Kilingi-Nõmme Näidismetsamajand (toodang 1964. aastal 2813 tm) ja Harju Tarbijate Kooperatiivi Tööstuskombinaat (1964. aastal 840 tm). Peab märkima, et valmistatavate puitlaastplaatide kvaliteet on veel madal ega vasta kehtestatud tehnilistele nõuetele, mistõttu nende kasutamine ehituses ja osaliselt ka mööblitööstuses on raskendatud.

Puitkiudplaate valmistab Pärnu Metsakombinaadi 1962. aastal ekspluatatsiooni antud tsehh, võimsusega 3,1 milj. m² plaate aastas, sealhulgas 0,6 milj. m² kõvu plaate ja 2,5 milj. m² isolatsiooniplaate. Ka siin ei ole saavutatud vajalikku tootmistaset projekteerimisvigade ja seadmete halva kvaliteedi tõttu.

Söödapärmi (mittetoitainete baasil) toodab ainukese ettevõttena vabariigis 1959. aastal käiku antud V. Kingissepa nimeline Tallinna Tselluloosi- ja Paberikombinaadi söödapärmitehas, mis töötab sulfittselluloosi keeduleelises sisalduvate suhkrute baasil. Tehase projekteeritud tootmisvõimsuseks oli 4200 t söödapärmi aastas. 1964. aastal läbiiviidud rekonstrueerimise tulemusena suurenes tehase tootmisvõimsus 5700 tonnini aastas.

Tabel 12

Puidujäätmetest valmistatava toodangu hulk ja neid valmistavate ettevõtete tootmisvõimsused Eesti NSV-s

	Toodangu nimetus	Mõõtühik	Ettevõtete projekteeritud tootmisvõimsus	Toodang	
				1964. a.	1965. a.
1.	Puitlaastplaadid	tuh. tm	30*	11,4	13,8
2.	Puitkiudplaadid	milj. m ²	3,1	0,704	1,924
	sealhulgas: kõvad plaadid	„	0,6	0,420	0,485
3.	Söödapärm (sulfittselluloosi tootmise kõrvalprodukt)	tuh. t	5,7	4,76	5,210

* Spetsialiseeritud puitlaastplaatide tsehhide tootmisvõimsus.

**Puitlaast- ja puitkiudplaatide ning söödapärmi
tootmistase 1964. aastal**

		Puitlaastplaadid		Puitkiudplaadid		Söödapärm*	
		Toodang (tuh. tm)	Toodang 1000 elaniku kohta (tm)	Toodang (milj. m ²)	Toodang 1000 elaniku kohta (m ²)	Toodang (tuh. t)	Toodang 1000 elaniku kohta (kg)
1.	NSV Liit	591.6	2,6	118,2	519	51,3**	227
2.	Balti majandusrajoon	49,2	6,9	1,787	252	7,20	1014
	sealhulgas:						
	Eesti NSV	11,4	9,0	0,704	554	4,76	3748
	Läti NSV	13,6	6,1	—	—	—	—
	Leedu NSV***	24,2	6,7	1,083	301	2,44	678

* Mittetoitainetest.

** 1963. a. andmed.

*** Koos Kaliningradi oblastiga.

Eespool toodust järeldub, et vabariigis on juba alus pandud puidujäätmete tööstuslikule kasutamisele. Kuid senine toodangu maht ei ole küllaldane rahvamajanduse vajaduse rahuldamiseks. Saavutatud tootmistaset, võrreldes NSV Liidu ja teiste Balti liiduvabariikidega, iseloomustab tabel 13.

Tabeli 13 andmetest selgub, et Balti liiduvabariikidest on puitlaast- ja puitkiudplaatide toodang kõige suurem Leedu NSV-s. Siin rajati Balti majandusrajooni esimene kolmekihiliste puitlaastplaatide tehas, võimsusega 25 000 tm plaate aastas. Üldiselt on aga nii NSV Liidus tervikuna kui ka Balti liiduvabariikides puidujäätmetest puitlaast- ja puitkiudplaatide tootmine madalal tasemel. Seetõttu on eelolevate aastate tähtsaks ülesandeks järsult suurendada puidujäätmete ja madalasordilise puidu kasutamist tehnoloogilise toorainena ja sellest majanduslikult efektiivsete toodete valmistamist.

! Transpordikulud

Ettevõtte perspektiivsel paigutamisel on optimaalne niisugune variant, mis kindlustab minimaalsed tootmis- ja transpordikulud.

Transpordikuludel on suur osatähtsus puidujäätmete ja madalakvaliteedilise puidu baasil rajatavate ettevõtete perspektiivse paigutamise probleemi lahendamisel. Ettevõtete võimsuse kasvades transpordikulud suurenevad, tootmiskulud ja kapitaalmahutused toodanguühikule aga vähenevad ja vastupidi. Rajatavate ettevõtete

perspektiivsel paigutamisel tuleb arvesse võtta transpordikulud nii tooraine transportimiseks ettevõtetesse kui ka viimastest toodangu vedamiseks tarbijatele.

Puidujäätmete vedamise probleem on küllaltki komplitseeritud. Käesolevas töös on arvestatud, et enamikus suuremates lõppladudes, puidusaagimisvabrikutes ja teistes suurema puidujäätmete hulga ettevõtetes töödeldakse jäätmed tehnoloogiliseks laastuks, mis seejärel transporditakse neid kasutavaisse ettevõtetesse. See võimaldab märksa vähendada transpordikulusid, sest konditsioonilise laastu väljatulek jäätmetest ei ulatu üle 75 protsendi. Samuti on tehnoloogilise laastu veol, võrreldes töötlemata jäätmetega, võimalik tunduvalt paremini ära kasutada transpordivahendite kandejõudu. Väiksema jäätmete mahuga ettevõtetes on paratamatu ümbertöötamata jäätmete transportimine, sest nende töötlemine tehnoloogiliseks laastuks ei ole siin majanduslikult otstarbekohane.

Puitlaast- ja puitkiudplaatide tootmiseks kasutatakse puidu kõrval ka teisi materjale, kuid nende osatähtsus on suhteliselt väike ja antud uurimuses ei ole neid arvesse võetud.

Tähtsaks probleemiks tooraine ja valmistoodangu transportimisel on transpordiliigi valik. Arvestades vabariigi olusid, tuleb kõne alla kas raudtee- või autotransport.

Üldrahvamajanduslikust seisukohast on transpordiliigi valikul õige määrava tegurina aluseks võtta vastava veose omahind. Viimane peegeldab tariifiga võrreldes märksa õigemini ühiskondlikke kulusid. Nimelt kujutab tariif endast transportimise hulgihinna; see sisaldab peale omahinna ka lisaprodukti väärtuse, mis luuakse transporditöötajate poolt. Puuduseks on eriti asjaolu, et veotariifid paljude veoliikide puhul ei peegelda õieti veo omahinda, olles sellest märksa kõrgemad või madalamad. Täiendavalt omahinnale tuleb arvesse võtta eri transpordiliikide efektiivsuse võrdlemisel veel rida näitajaid, nagu täiendavad kapitaalmahutused transpordivahendite soetamiseks ja teedale, veoste kohaletoimetamise kiirus, vedude kaugus jne. Kokku võttes tuleb eelistada seda transpordiliiki, mis kindlustab kogu transpordiprotsessi kõige väiksemad kulud.

Käesolevas uurimuses on kogu vabariigi territooriumil ette nähtud tooraine ja valmistoodangu vedamine autotranspordiga. Autotranspordi valikul on aluseks võetud rida uurimusi antud probleemi kohta. Oma uurimuses «Autootsevedude majanduslik efektiivsus Eesti NSV kitsarööpmelise raudtee veopiirkonnas» tõestab A. Valma, et autotransport on Eesti NSV-s efektiivsem kitsarööpmelise raudtee veopiirkonnas ümarmetsa ja saematerjali veol kuni 189 km kauguseni (MA3-200B+MA3-5215Б; kandejõud 12,5 t) ja küttepuude veol kuni 113 km kauguseni (ЗИЛ-164+2-П-4; 8,0 t).

Riikliku Metsatööstuse Projekteerimise Instituudi andmetel [52] veoauto MA3-200+järelvanker kasutamisel on autotransport raudteetranspordist efektiivsem:

- a) veoskeemi «raudtee — autotranspordiga äravedu» puhul saematerjalide veol kuni 75 km-ni,
vineeri ja puitplaatide veol kuni 75 km-ni,
ukseplokkide veol kuni 155 km-ni;
- b) veoskeemi «juurdevedu autotranspordiga — raudtee — ära-
vedu autotranspordiga» puhul
saematerjalide veol kuni 150 km,
vineeri ja puitlaastplaatide veol kuni 155 km,
ukseplokkide veol kuni 250 km.

Põhjalikult on raudtee ja autotranspordi efektiivsust lühematel vedudel käsitletud Transpordi Kompleksprobleemide Instituudi uurimustes [53]. Nendes tullakse järeldusele, et autotransport on efektiivsem raudteetranspordist suure kandejõuga autode kasutamisel kuni 200 km-ni.

Puidujäätmete ja madalasordilise puidu veol autotranspordiga on rida eeliseid, võrreldes veoga raudteel, sealhulgas:

- 1) autotranspordi kasutamine on märksa operatiivsem,
- 2) jääb ära täiendav laadimine veotsüklil «auto—vagun—auto»,
- 3) autotranspordi puhul on võimalik organiseerida osaliselt ringvedusid, kasutades jäätmete spetsiaalveokeid ka valmis-
toodangu tarbijaile kättetoimetamiseks.

Kogu transpordiprotsessi kulud võib jagada kaheks:

- 1) kulud, mille suurus sõltu veo kaugusest.

Siia kuuluvad kõik laadimiskulud ja üldkulud. Need kulud moodustavad transpordiprotsessi püsiva osa ja arvatakse veose ühe tonni kohta;

- 2) kulud, mille suurus sõltub veo kaugusest.

Siia arvatakse kulud kütusele, määrdeainetele, tehnilisele teenindamisele ja jooksvale remondile, amortisatsioon, töötasu koos juurdearvutustega, teede ehituse ja korrashoiu kulud. Need kulud moodustavad transpordiprotsessi omahinna muutuva osa ja arvestusühikuks on üks tonnkilomeeter.

Autovedudel kogu transpordiprotsessi omahinda (C_{tp}) väljendab valem:

$$C_{tp} = \underbrace{L + \dot{U} + t_t \cdot k_j \cdot k_e}_{\text{püsivad kulud } (C_p)} + \underbrace{\left(\frac{C + T_{km}}{q \cdot \gamma \cdot \beta} + t_{tkm} \cdot k_j \cdot k_e \right) \cdot l}_{\text{muutuvad kulud } (C_m)},$$

kus:

- L — ühe tonni veose laadimiskulud (kop.);
 $\dot{U}$ — vedu teostava automajandi üldkulud ühe tonni veose kohta (kop.);
 t_t — autojuhi tükitöö hinne ühe tonni veose eest (kop.);
 k_j — juurdearvutuse koefitsient töötasule tükitööhinnete ja liigitasu eest;
 k_e — juurdearvutuse koefitsient ekspediitori töö eest;

- C — auto sõiduga seotud kulud ühe kilomeetri kohta (kop.);
 T_{km} — kulud seoses teede ehitamise ja korrashoiuga ühe sõidu km kohta (kop.);
 q — auto nominaalne kandejõud (tonni);
 γ — auto kandejõu kasutamise koefitsient;
 β — läbijooksu kasutamise koefitsient;
 t_{tkm} — autojuhi tükitöö hinne 1 tkm eest (kop.);
 l — veose transportimise kaugus (km).

Auto sõiduga seotud kulud (C) koosnevad järgmistest elementidest:

$$C = C_k + C_{m\grave{a}} + C_{te} + C_{ka} + C_a, \text{ kus}$$

- C_k — kütuse kulud ühe km läbisõidu kohta, kop./km;
 $C_{m\grave{a}}$ — määrde ja muude eksploatatsiooniga seotud materjalide kulud ühe km läbisõidu kohta, kop./km;
 C_{te} — tehnilise teenindamise, jooksva ja keskmise remondi kulud ühe km läbisõidu kohta, kop./km;
 C_{ka} — autokummide amortisatsioon ja remondikulud ühe km läbisõidu kohta, kop./km;
 C_a — autode amortisatsioonieraldised ühe km läbisõidu kohta, kop./km.

Ettevõtete perspektiivse paigutamise probleemi lahendamisel matemaatilise lahenduse meetodiga ei ole vaja arvesse võtta veoste transportimise kogu omahinda, vaid ainult veokaugusest sõltuvate kulude osa. Tootmise kontsentreerimise optimaalne tase sõltub üksikute kontsentreerimisvariantide taandatud ja transpordikulude erinevuse vahest, absoluutsed suurused siin tähtsad ei ole. Seetõttu püsivate transpordikulude arvestamine ei ole vajalik [54].

Automargi valik, eriti tooraine veoks, omab suurt tähtsust. Põhikriteeriumiks on minimaalsed transpordikulud. Käesolevas töös on arvestatud, et puidujäätmete ja ka valmistoodangu veoks kasutatakse autorongi MA3-200B+MA3-5215B, kandejõuga 19,5 tonni. Antud automargi baasil valmistatakse laiendatud ja kõrgendatud veokastiga veokeid väikese mahukaaluga veoste transportimiseks, mis kindlustab kandejõu võimalikult maksimaalse ärakasutamise ka nende veoste puhul. Nimetatud autorongiga on võimalik juurdepääs ka ettevõtete suhteliselt väikese territooriumi puhul.

Arvestades eespool toodud, on käsitletava probleemi lahendamisel vaadeldud ainult veokaugusest sõltuvate (muutuvate) kulude osa:

$$C_m = \left(\frac{C + T_{km}}{q \cdot \gamma \cdot \beta} + t_{tkm} \cdot k_j \cdot k_e \right) \cdot l.$$

Muutuvate transpordikulude suurus oleneb tunduvalt veoki kandejõu kasutamise koefitsiendist (γ) ja läbijooksu kasutamise koefit-

siendist (β). Käesolevas töös eeldatakse, et kandejõu kasutamise koefitsiendid transporditavate veoste lõikes on järgmised:

- a) tehnoloogiline laast puidujäätmetest, tükkjäätmed, küttepuud, puitlaast- ja puitkiudplaadid —1,0;
- b) saepuru, hõõvlilaast —0,8.

Seejuures on tehnoloogilise laastu veol arvatud ühe kuupmeetri puitlaastu erikaaluks $0,32\text{--}0,35\text{ t/m}^3$ ja saepuru ning hõõvlilaastu erikaaluks $0,25\text{--}0,28\text{ t/m}^3$. Kõrge kandejõu kasutamise koefitsient ülalnimetatud tooraine veol saavutatakse väikese mahukaaluga veostele kohandatud autoveokite kasutamise tõttu. Samuti nähakse ette puistejäätmete tihendamine vibraatorite abil.

Autode läbijooksu koefitsiendiks on võetud 0,5, seega on arvutuste aluseks võetud pendelvedu. Tegelikuses on tõenäoliselt võimalik saavutada suuremat läbijooksu koefitsienti, sest tagasisõidul on võimalik kasutada samu autosid valmistoodangu veoks nii pendel- kui ka osaliselt ringmarsruutidel.

Auto sõiduga seotud kulude (C) arvutamisel on aluseks võetud kehtivad normatiivid ja hinnakirjad.

Vastavalt tehtud arvutustele moodustavad eksploatatsiooni-kulud autorongi MA3-200B+MA3-5215B kasutamisel ühe tonn-kilomeetri kohta 15,22 kop., sealhulgas $C_k = 1,50$ kop., $C_{m\dot{a}} = 0,32$ kop., $C_{te} = 3,71$ kop., $C_{ka} = 5,43$ kop. ja $C_a = 4,26$ kop.

Kulud seoses teede ehitamise ja korrashoiuga (tkm) autorongidele 2-teljelise järelvankriga moodustavad 2,0 kop./tkm.

Autojuhi põhitöötasu (koos kõrgema liigi tasuga, samuti täiendava töötasu ja juurdearvutusega sotsiaalkindlustuseks — üldine koefitsient 1,25) antud transpordivahendi kasutamisel moodustab 0,40 kop./tkm.

Võttes kokku kõik toodud kuluelemendid, saame veokaugusest sõltuvad transpordikulud 1 tkm kohta järgmiselt:

- 1) tehnoloogilise laastu, küttepuude ja tükkjäätmete veol:

$$C_m \text{ (tkm)} = \frac{15,22 + 2,0}{19,5 \cdot 0,5 \cdot 1,0} + 0,40 = \frac{17,22}{9,75} + 0,40 = 1,77 + 0,40 = 2,17 \text{ kop.};$$

- 2) saepuru ja hõõvellaastude veol:

$$C_m \text{ (tkm)} = \frac{17,22}{19,5 \cdot 0,5 \cdot 0,8} + 0,40 = 2,21 + 0,40 = 2,61 \text{ kop.};$$

- 3) valmistoodangu veol on arvesse võetud vedu sama automargiga. Seega on puitlaastplaatide ja puitkiudplaatide veol 1 tkm (veokaugusest sõltuvad kulud) maksumus 2,17 kop., s. o. sama, mis

tehnoloogilise laastu, tükkjäätmete ja küttepuude veol, kus kandejõu kasutuskoeffitsient on 1,0.

Peale veokaugusest sõltuvate transpordikulude 1 tkm kohta tuleb arvesse võtta ka kulud transpordivahendite soetamiseks. Kokku võttes saame nn. taandatud transpordikulud.

Transpordivahendite soetamiskulude (kapitaalmahutuste) suurst (S_k) veoste 1 tkm kohta saame arvutada järgmise valemi abil:

$$S_k = \frac{M \cdot e}{A}, \text{ kus } A = h \cdot v \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma.$$

M — autorongi maksumus (rbl.);

e — kapitaalmahutuste efektiivsuse koeffitsient autotranspordis (0,1);

A — ühe autorongi aastane veomaht (tkm);

h — auto aastane töötundide arv;

v — keskmine ekspluatatsioonikiirus (km/t);

β — läbijooksu kasutamise koeffitsient;

q — auto nominaalne kandejõud (t);

γ — auto kandejõu kasutamise koeffitsient.

Vastavalt arvutustele on soetamiskulude suurus veoste 1 tkm kohta keskmiselt 0,05 kop.

Seega moodustavad nn. taandatud transpordikulud 1 tkm kohta:

1) tehnoloogilise laastu, küttepuude ja tükkjäätmete veol:

$$2,17 + 0,05 = 2,22 \text{ (kop./tkm);}$$

2) saepuru ja hõövlilaastu veol:

$$2,61 + 0,05 = 2,66 \text{ (kop./tkm);}$$

3) valmistoodangu veol:

$$2,17 + 0,05 = 2,22 \text{ (kop./tkm).}$$

Puidujäätmete kasutamise baasil rajatavate ettevõtete perspektiivse paigutamise ülesannete lahendamisel tuleb kasutatava tooraine ja valmistoodangu kogused avaldada ühise näitaja abil. Käesolevas töös on valmistoodang ümber arvutatud tooraine mahule. Vastavalt sellele tuleb ümber arvutada ka valmistoodangu transpordikulud.

Veokaugusest sõltuvad transpordikulud ümberarvutatult ekvivalentse tooraine kogusele moodustavad:

1) puitlaastplaatide veol — 1,61 kop./tkm;

2) puitkiudplaatide veol — 1,33 kop./tkm.

Antud meetodika järgi arvutatud transpordikuludest ühe tonn-kilomeetri kohta on lähtunud puidujäätmete ja madalasordilise puidu baasil rajatavate ettevõtete optimaalse paigutusskeemi välja-töötamisel.

Ettevõtete paigutusülesande lähteskeem

Eespool iseloomustasime puidujäätmete ja madalasordilise puidu ressursse ning nende baasil valmistatavate progressiivsete toodanguliikide vajadust Eesti NSV-s, samuti transpordikulusid tooraine ja valmistoodangu veoks. Järgmiseks tähtsaks etapiks puidujäätmete baasil rajatavate ettevõtete optimaalse perspektiivse paigutusskeemi kindlaksmääramisel on ettevõtete paigutuse algskeemi väljatöötamine. See tähendab, tuleb leida niisugused asukohad, kuhu ettevõtete rajamine on võimalik, lähtudes tootmise tehnoloogilistest nõuetest, vaba territooriumi olemasolust, tööjõubilansist ja vastavate keskuste väljaarendamise perspektiivsetest suundadest. Vaadeldav ettevõtete paigutusskeem haarab järgmisi tootmisalasid: puitlaastplaatide, puitkiudplaatide, tselluloosi ja söödapärmi tootmine. Seejuures söödapärmi (hüdrolüüsi meetodil) tootvate ettevõtete paigutamine lahendatakse eraldi ülesandena, kuna söödapärmi tootmiseks nähakse ette madalakvaliteediliste puidujäätmete kasutamine, mis ei ole suuremates kogustes kõlblikud puitlaast- ja puitkiudplaatide ning tselluloosi tootmiseks.

Ettevõtete ratsionaalsel paigutamisel kerkib üles küsimus, kas orienteeruda toorainebaasile või tarbimisrajoonile. See sõltub suuresl määral tooraine ja valmistoodangu kaalulisest vahekorrast. Tooraine ja valmistoodangu kaaluline suhe moodustab puitlaastplaatide tootmisel 1,38 : 1, puitkiudplaatidel 1,67 : 1 ja söödapärmil 6,4 : 1. Siit järeldub, et eriti söödapärmitehaste asukohtadele on tooraineressursside paiknemisel väga suur mõju. Käesolevas töös, kus ettevõtete paigutamise optimaalne skeem leitakse nn. transpordiülesande abil, võetakse arvesse veokulud nii tooraine kui ka valmistoodangu transportimiseks.

Perspektiivselt rajatavate ettevõtete võimalike asukohtade lähteskeem koostati kahes lõikes:

- 1) nn. kinnistamata variant, s. o. olemasolevaid puidujäätmete baasil töötavaid ettevõtteid arvestamata (välja arvatud Kehra Tselluloosi- ja Paberikombinaat);
- 2) nn. kinnistatud variant, kus võeti arvesse olemasolevate ettevõtete asukohad ja nende tootmisvõimsused (välja arvatud väga väikesed kõrvaltootmise iseloomuga tootmisvõimsused).

Lähtudes eespool mainitud printsiipidest rajatavate ettevõtete paigutamise võimalike asukohtade määramisel, võeti aluseks järgmine paigutuse algskeem:

I. Kinnistamata variant

1. Tehased kvaliteetsete puidujäätmete ja madalasordilise puidu kasutamise baasil

- a) puitlaastplaatide tehased — Tartu, Pärnu, Valga, Viljandi, Rakvere, Türi, Tapa, Põltsamaa, Võru, Järvakandi, Räpina (kokku 11 asukohta);
- b) puitkiudplaatide tehased — Tartu, Pärnu, Türi, Põltsamaa, Võru, Järvakandi, Räpina (kokku 7 asukohta);
- c) tselluloosi tootmine — Kehra (olemasolev Kehra Tselluloosi- ja Paberikombinaat).

2. Söödapärm

Söödapärmitehased — Tartu, Pärnu, Türi, Põltsamaa, Püssi, Räpina (kokku 6 asukohta).

II. Kinnistatud variant

Täiendavalt kinnistamata variandis toodud ettevõtete võimalikele asukohtadele võeti siin algskeemi järgmised olemasolevad ettevõtted:

a) puitlaastplaatide tehased Tartus ja Tallinnas (kumbki võimsusega 12 tuh. tm puitlaastplaate aastas). Seejuures lähtuti asjaolust, et perspektiivis nimetatud ettevõtted osaliselt rekonstrueeritakse, mille tulemusena saavutatakse tehnilistele nõuetele vastav valmistoodangu kvaliteet. Tallinna Puidutöötlemise Kombinaadi puitlaastplaatide tehhi kui mitteperspektiivset tootmisüksust algskeemi ei arvatud;

b) puitkiudplaatide tehas Pärnus (võimsusega 3,1 milj. m² plaate aastas). Tehas võeti algskeemi arvestusega, et edaspidi rekonstrueerimise käigus ettevõtte tootmisvõimsust tõstetakse käesoleval ajal minimaalselt lubatud projektvõimsuseni — 5,5 milj. m² plaate aastas.

Nagu ülaltoodust nähtub, ei ole kinnistamata variandis ettevõtete võimaliku asukohana arvestatud Tallinna, kuigi siin tekib suurtes kogustes puidujäätmeid ja vajatakse 30—35% puitkiud- ja puitlaastplaatide toodangust. Põhjuseks on asjaolu, et Tallinna arendamise perspektiivplaanis ei soovitata uute taoliste ettevõtete ehitamist Tallinna, samuti on Tallinnas tööjõu ja veeressursside defitsiit.

Puitkiudplaatide ja söödapärmi ettevõtete perspektiivseid asukohti on algskeemis, võrreldes puitlaastplaatide ettevõtete võimalike asukohtadega, tunduvalt vähem, kuna need tootmisalad (eriti söödapärm) vajavad suhteliselt palju vett.

Tooraineressursside asukohtade algskeemi (tabel 7) on lülitatud olemasolevad suuremad metsa- ja puidutööstuse ettevõtted ning täiendavalt rida perspektiivis rajatavaid metsatööstuse lõpp-ladusid ja puidu saagimisettevõtteid. Tooraineressursside asukoh-tadena on arvesse võetud ainult kõrgema kontsentratsioonitase-mega ettevõtted, kus tekkivate jäätmete maht on küllaldaselt suur ja sellest lähtudes nende kogumine ja esmane ümbertöötamine end majanduslikult õigustab. Tooraineressursside territoriaalselt eraldi asetsevaid asukohti on algskeemi lülitatud 24. Lähtudes aga tootmistehnoloogiast ja valmistoodangu kvaliteedile esitatavatest nõuetest, on tooraineressursid jaotatud kolme ossa: 1) madala-sordiline ümarpuut, 2) saagimistööstuse kvaliteetsed jäätmed ning 3) konditsiooniline tehnoloogiline laast metsatööstuse tükkjäät-mete ümbertöötamisest ja puidutööstuse tükkjäätmed. Seetõttu on algskeemis arvesse võetud erineva tooraineliigi 51 asukohta (reas asukohtades on kuni 3 erinevat tooraine liiki).

Seejuures on ülesanne püstitatud nii, et kogu vajalik jäätmete kogus tselluloosi tootmiseks (50 tuh. tm) kaetakse saagimistöös-tuse kvaliteetsete jäätmete arvel.

Nagu eespool märgitud, madalamakvaliteediliste jäätmete ressurse tselluloosi ning puitlaast- ja puitkiudplaate tootvate ette-võtete paigutusskeemi väljatöötamisel arvesse võetud ei ole, sest need on ette nähtud söödapärmi tootmiseks.

Käesolevas töös kasutatud lähteskeemi andmed kooskõlastati 1964. aasta aprillis toimunud nõupidamisel, millest võtsid osa Eesti NSV Riikliku Plaanikomitee, endise Eesti NSV Rahva-majanduse Nõukogu Metsa-, Puidu- ja Paberitööstuse Valitsuse ning endise Eesti NSV Ministrite Nõukogu Metsamajanduse ja Looduskaitse Peavalitsuse töötajad.

Puidujäätmete ja madalasordilise puidu baasil töötavate puit-laast- ja puitkiudplaatide ettevõtete valmistoodangu tarbijatena on lähteskeemi lülitatud vabariikliku alluvusega linnad ja rajooni-keskused (kogu rajooni vajaduse ulatuses). Detailsem tarbijate jaotus ei olnud võimalik, kuna ülesande lahendamisel tuli lähtuda elektronarvuti «Minsk-2» olemasoleva programmi maksimaalselt võimalikest maatrikstabeli mõõtmetest (46·64). Et vabariikliku alluvusega linnad ja rajoonikeskused tarbivad 80—90% nende toodanguliikide koguvajadusest, ei mõjusta nimetatud tarbimis-kohtade mõningane koondamine paigutusülesande lahendust.

Rajatavate ettevõtete tehnilis-ökonomilised näitajad

Ettevõtete perspektiivse paigutusskeemi väljatöötamisel on optimaalne niisugune variant, mis kindlustab üldkokkuvõttes mini-maalsed ühiskondlikud kulud tootmisele, tooraine ja valmistoo-

dangu transportimisele. Seejuures tuleb arvesse võtta nii jooksvad kulud (omahind) kui ka ühekordsed kulud kapitaalmahutusteks. Käesolevas töös on kasutatud nende kulude iseloomustamiseks nn. taandatud kulude näitajat, mis väljendub valemis

$$T_k = C + (K \cdot e), \text{ kus}$$

T_k — taandatud kulud;
 C — toodanguühiku omahind;
 K — kapitaalmahutuste erikulu (või põhifondide väärtus toodanguühikule);
 e — kapitaalmahutuste efektiivsuse koefitsient (puidutööstuses 0,2), mis kujutab endast kapitaalmahutuste tasuvusaja pöördväärtust.

Ettevõtete ratsionaalse paigutuse ülesande lahendamisel on üheks tähtsamaks küsimuseks tootmise kontsentreerimistaseme probleem. Ettevõtete võimsuse suurenedes kasvavad ka tooraine ja valmistoodangu veokulud. Samal ajal aga üldreeglina vähenevad tootmiskulud ja enamikul juhtudel ka kapitaalmahutuste erikulu toodanguühikule. Suure tootmisvõimsusega ettevõtetel on rida eeliseid:

1) on võimalik kasutada kõrgema tootlikkusega tehnikat ja täiuslikumat tootmistehnoloogiat. See kindlustab kõrgema tööviljakuse, tooraine ja materjalide ratsionaalsema kasutamise ning seetõttu ka madalama toodangu omahinna, samuti kõrgema valmistoodangu kvaliteedi;

2) kindlustatakse töö parem organiseerimine;

3) osa tootmiskulusid (peamiselt tsehhi- ja üldkulud) kasvab aeglasemalt kui tootmise maht;

4) fonditootlus on kõrgem.

Ettevõtte tootmismahu kasvades saavutatakse toodangu omahinna alanemine põhiliselt töötlemiskulude vähenemise arvel. Tooraine- ja materjalikulud vähenevad samalaadse tootmistehnoloogia korral suhteliselt vähe ning võivad olla tingitud ka muudest teguritest (kasutatava tooraine erinev hind jne.).

Seetõttu ettevõtete võimsuse kasvu ja taandatud kulude muutumise vahekorra väljaselgitamisel võtame aluseks toodangu omahinna asemel töötlemiskulud.

Käesolevas töös on vajadus seda vahekorda vaadelda ainult puitlaastplaatide ja puitkiudplaatide ettevõtete osas.

Hüdrolüüsimetodil töötav söödapärmitehas (võimsusega 14 tuh. t. söödapärmi aastas) on juba Eesti NSV-s (asukohaga Püssi asula) projekteeritud. Käesolevas töös ainult kontrollitakse valitud asukoha ratsionaalsust.

Eespool toodust nägime, et puitlaast- ja puitkiudplaatide perspektiivne aastavajadus on vastavalt 100 tuh. tm ja 11 milj. m². Nimetatud vajaduse katmiseks on kooskõlas kehtivate tüüpprojektidega võimalik rajada järgmise tootmisvõimsusega ettevõtted:

1) Puitlaastplaadid:

- a) kolme- ja mitmekihilised plaadid — 25, 50, 75 (tuh. tm);
- b) ekstrusioonimeetodil — 12 tuh. tm.

Väljatöötamisel on puitlaastplaatide tehase tüüpprojekt võimsusega 100 tuh. tm plaate aastas (käesolevas töös on 100 tuh. tm võimsusega tehase tehnilis-ökonomilised näitajad leitud ekstrapoleerimise meetodil).

2) Puitkiudplaadid — 5,5, 8,0 ja 11,0 milj. m².

Seega on kolme- ja mitmekihiliste puitlaastplaatide tootmiseks kinnistamata paigutusvariandi korral võimalik puitlaastplaatide vajaduse katmiseks rajada ettevõtte järgmise võimsusvariantide kombinatsiooniga:

- 1) 4 ettevõtet võimsusega à 25 tuh. tm,
- 2) 2 ettevõtet võimsusega à 50 tuh. tm,
- 3) üks ettevõte võimsusega 50 tuh. tm ja 2 ettevõtet võimsusega à 25 tuh. tm,
- 4) üks ettevõte võimsusega 75 tuh. tm ja üks ettevõte võimsusega 25 tuh. tm,
- 5) üks ettevõte võimsusega 100 tuh. tm.

Kinnistatud paigutusvariandi korral võimalike kombinatsioonide arv väheneb, sest on olemas 2 tsehhi, koguvõimsusega 24 tuh. tm plaate aastas.

Et ekstrusioonimeetodil toodetud plaatide kvaliteet ei vasta kehtestatud tehnilistele nõuetele, mistõttu nende kasutusala on väga piiratud, ei ole sel meetodil töötavate uute ettevõtete rajamist ette nähtud.

Puitkiudplaatide vajaduse katmiseks on kinnistamata paigutusskeemi puhul vaja rajada kas üks ettevõte võimsusega 11 milj. m² plaate aastas või 2 ettevõtet võimsusega à 5,5 milj. m². Kinnistatud paigutusvariandi korral on arvestatud, et Pärnu Metsakombinaadi puitkiudplaatide tsehh rekonstrueeritakse tüüpprojektides ettenähtud minimaalse tootmisvõimsuseni (5,5 milj. m²) ja ehitatakse täiendavalt üks uus ettevõte võimsusega 5,5 milj. m² plaate aastas.

Riikliku Metsatööstuse Projekteerimise Instituudi poolt väljatöötatud puitlaastplaatide ja puitkiudplaatide ettevõtete tüüpprojektide põhjal muutuvad toodanguühiku töötlemiskulud ja kapitalmahutuste erikulu olenevalt ettevõtte võimsusest vastavalt tabelites 14 ja 15 toodud näitajatele [55].

Tabelis 14 toodud andmetest nähtub, et taandatud kulud ühe tm puitlaastplaatide kohta vähenevad pidevalt ettevõtte võimsuse kasvades. Taandatud kulud toodanguühikule 100 tuh. tm aasta võimsusega ettevõttes, võrreldes 12,0 tuh. tm võimsusega ettevõttega, on 32,7% väiksemad, töötlemiskulud 27,7% ja kapitalmahutuste erikulu 44,8% madalamad. Toodust järeldub, et suurema tootmisvõimsusega ettevõtete rajamisel saavutatakse kõige suuremat kokkuhoidu kapitalmahutuste erikulu tunduva vähene-

**Taandatud kulud erineva võimsusega
puitlaastplaatide ettevõtetes**

Näitajad	Mõõt- ühik	Tootmisvõimsus (tuh. tm puitlaastplaate aastas)					
		12,0 (ekst- russiooni- meetod)	Kolmekihilised plaadid				100,0**
			25,0	50,0	75,0*	100,0**	
1. Töötlemiskulud	rubl./tm	19,72	18,05	15,16	14,47	14,26	
2. Kapitaalmahutused	"	40,69	42,0	35,71	27,89	22,46	
3. Taandatud kulud	"	27,86	26,42	22,30	20,05	18,75	
4. Taandatud kulude muutumine % -des		100,0	94,8	80,0	72,0	67,3	

* 75 tuh. tm võimsusega tehase tehnilis-ökonomilised näitajad on võetud 80 tuh. tm tootmisvõimsusega tehase tüüpprojektist.

** Leitud ekstrapoleerimise teel.

mise arvel. Fondimahukus on 100 tuh. tm tootmisvõimsusega ettevõttes, võrreldes 25, 50 ja 75 tuh. tm tootmisvõimsusega tehastega, vastavalt 47, 37 ja 20% väiksem.

Antud tüüpprojektides toodud ettevõtete võimsuste ja tootmiskulude sõltuvust ei ole võimalik kõrvutada ei Eesti NSV-s ega teistes liiduvabariikides töötavate ettevõtete vastavate näitajatega, sest aruandelistel andmetel on puitlaastplaatide omahind ja töötlemiskulud märksa kõrgemad, võrreldes projekteeritud näitajatega. Nii oli 1962. aastal 25—30 tuh. tm tootmisvõimsusega ettevõtetes ühe tm puitlaastplaatide omahind 62—93 rubla (projekti järgi — 52—56 rubla), sealhulgas: Ust-Ižora Vineerivabrikus — 62,34 rubla, Dubrovõ Puidutöötlemise Kombinaadis — 76,98 rubla, Apšeronski Puidutöötlemise Kombinaadis — 70,26 rubla jne. Seejuures ulatuvad ühe tm plaatide töötlemiskulud projektijärgse tootmismahu saavutanud ettevõtetes 22—35 rublani (projektijärgselt 18—19 rubla). Eesti NSV puitlaastplaatide tehastes olid ühe tm plaatide tegelikud töötlemiskulud 1965. aastal Tartu Metsakombinaadis 51,25 rubla (omahind 90,73 rubla) ja Tallinna Vineeri- ja Mööblivabrikus 60,44 rubla (115,74 rubla) projektijärgse 19,72 rubla (58,60 rubla) asemel.

Peamiseks kõrge toodangu omahinna ja eriti töötlemiskulude põhjuseks on seni valmistatud sisseseade madal tehniline tase ja kvaliteet, mistõttu tööviljakus on madal, kulud korrashoiuks väga suured; madal on ka töö organiseerimise tase jne. Toodud andmete põhjal võib siiski teha järelduse, et toodangu omahind ja töötlemismaksumus on 25—30 tuh. tm aastatoodanguga ettevõtetes tunduvalt madalam kui 12 tuh. tm ja väiksema aastatoodan-

**Taandatud kulud erineva võimsusega puitkiudplaatide ettevõtetes
(võrreldav toodangu struktuur)**

	Näitajad	Mõõtühik	Tootmisvõimsus (milj. m ² plaate aastas)		
			5,5	11,0	25,0
1.	Töötlemiskulud	rbl./tuh. m ² plaate	190	160	150
2.	Kapitaalmahutused	"	295,4	270,6	242,2
3.	Taandatud kulud	"	249,1	214,1	198,4
4.	Taandatud kulude muutumine %-des		100,0	85,9	79,6

guga tehastes, mis kinnitab suurema võimsusega puitlaastplaatide ettevõtete ehitamise majanduslikku efektiivsust.

Sama sõltuvus ettevõtte suuruse ja tootmiskulude vahel esineb ka puitkiudplaatide tehaste puhul (tabel 15).

Käesolevas töös tuleb võrrelda 5,5 ja 11,0 milj. m² aastase tootmisvõimsusega puitkiudplaatide tehaste majanduslikke näitajaid, kuna perspektiivseks plaatide vajaduseks on võetud 11,0 milj. m² aastas. Seega suuremaid ettevõtteid pole vaja ehitada. Tabel 15 andmetest järeldub, et 11,0 milj. m² aastavõimsusega tehas, võrreldes 2 korda väiksema tootmismahuga ettevõtetega, on märksa ökonoomsem. Seejuures on suuremal tehasel toodanguühiku töötlemismaksumus 15,8% ja kapitaalmahutuste erikulu 8,4% võrra väiksem.

Tehaste paigutamise kinnistatud variandis on Pärnu Metsakombinaadi puitkiudplaatide tehases toodanguühikule langevate taandatud kulude arvutamisel lähtutud vajalikest täiendavatest kapitaalmahutustest ettevõtte tootmisvõimsuse tõstmiseks 3,1 milj. m² — 5,5 milj. m²-ni aastas ja toodanguühiku töötlemismaksumusest. Taandatud kulud moodustavad selles ettevõttes 211,1 rubla tuh. m² puitkiudplaatide kohta.

Puidujäätmete kasutamise baasil rajatavate ettevõtete paigutamise skeemi leidmiseks on taandatud kulud nagu valmistoodangu transpordikuludki ümber arvutatud ühisele mõõtühikule — kasutatava tooraine ühele tonnile.

Ettevõtete perspektiivsed tootmisvõimsused ja paigutusskeem

Puidujäätmete ja madalasordilise puidu kasutamise baasil rajatavate ettevõtete optimaalse võimsuse ja paigutamise ülesande matemaatiline lahendamine näitas, et suurema võimsusega ette-

võtete ehitamine on majanduslikult märksa efektiivsem. Ettevõtte tootmismahu (võimsuse) kasvades kapitaalmahutuste ja töötlemiskulude kokkuhoid on tunduvalt suurem kui tooraine ja valmistoodangu veokulude suurenemine.

Vaatleme lahenduse tulemusi eraldi ettevõtete paigutuse kinnistamata ja kinnistatud variantide lõikes.

I. Perspektiivsete ettevõtete võimsuste ja paigutuse kinnistamata variant

Antud variant on praktilise juurutamise seisukohalt n.-ö. teoreetiline, kuna paigutusskeemist on välja jäetud olemasolevad ekstrusioonimeetodil töötavad puitlaastplaatide tehased Tallinnas ja Tartus, kumbki võimsusega 12 tuh. tm plaate aastas, ning puitkiudplaatide tehas Pärnus, võimsusega 3,1 milj. m² plaate aastas. Nimetatud variandi lahendamise tulemustest selgub ettevõtete võimsuste ja paigutamise optimaalne skeem juhuks, kui tuleks rajada täielikult uus ettevõtete võrk. Selle variandi lahenduse tulemused võimaldavad anda ka hinnangu seni suhteliselt väikese võimsusega ettevõtete rajamise otstarbekuse kohta.

Seni Eesti NSV-s rajatud ettevõtted on madala tehnilise tasemega, mistõttu valmistatava toodangu kvaliteet ei vasta tehnilistele nõuetele (peamiselt puitlaastplaatide osas). Ettevõtete tehnilis-ökonomilised näitajad on ebarahuldavad, valmistoodangu omahind on märksa kõrgem kehtivast hulgihinnast.

Välisriikides, nagu Soomes, Ameerika Ühendriikides, Saksa Föderatiivses Vabariigis jt., kus on saavutatud märkimisväärsed tulemusi puidu kompleksel kasutamisel, ekstrusioonimeetodil töötavaid puitlaastplaatide tehaseid kui tehnilis-majanduslikust seisukohast ebaökonomseid, ei ehitata. On täiesti selge, et seni vabariigis ehitatud tehased on vaja rekonstrueerida, vastasel korral nende edasitötamine kaugemas perspektiivis ei ole otstarbekohane. Ekstrusioonimeetodil töötavate tehaste tehnilise rekonstrueerimise võimalusi uuritakse praegu vastavates üleliidulistes projekteerimisorganisatsioonides. Kui ilmneb tehaste rekonstrueerimise ebaotstarbekus, on võimalik käesoleva töö kinnistamata variandi lahendamisel saadud tulemusi kasutada praktikas uute tehaste rajamisel.

Nagu eespool märkisime, lahendati komplekselt puitlaastplaatide ning puitkiudplaatide tehaste võimsuste ja paigutuse probleem, kusjuures võeti arvesse Kehra Tselluloosi- ja Paberi-kombinaadi puidujäätmete vajadus tselluloosi tootmiseks vastavalt ettevõtte rekonstrueerimise projektis ettenähtud kogusele (50 tuh. tm). Optimaalseteks osutusid järgmised erinevad tehaste võimsus- ja paigutusvariandid (tabel 16).

Tabeli 16 andmetest järeldub, et majanduslikult on kõige õigem rajada maksimaalse võimsusega puitlaast- ja puitkiudplaatide

**Ettevõtete optimaalne paigutus olenevalt
erinevatest võimsusvariantidest**

Tooted ja ettevõtte asukohad	Mõõt- ühik	Ettevõtete erinevad võimsuse variandid				
		I	II	III	IV	V
		2 tehast eri punktides (L : 1 · 100) (K : 1 · 11,0)	2 tehast ühes punktis (L : 1 · 100) (K : 1 · 11,0)	3 tehast (L : 1 · 100) (K : 2 · 5,5)	3 tehast (L : 2 · 50) (K : 1 · 11,0)	4 tehast (L : 2 · 50) (K : 2 · 5,5)
1	2	3	4	5	6	7
I. Puitlaastplaadid	tuh. tm					
1. Rakvere	"	100	—	100	50	50
2. Järvakandi	"	—	—	—	50	50
3. Türi	"	—	100	—	—	—
II. Puitkiudplaadid	milj. m ²					
4. Tartu	"	—	—	5,5	11,0	5,5
5. Pärnu	"	—	—	5,5	—	5,5
6. Türi	"	11,0	11,0	—	—	—
III. Tselluloos	tuh. ton- ni jäät- meid					
7. Kehra		50	50	50	50	50
Taandatud ja trans- pordikulude kogu- summa	tuh. rbl.	5368,5	5427,1	5687,2	5566,0	5937,6
Kulude muutu- mine	%	100,0	101,1	105,9	103,7	110,6
Kogusummast:						
transpordikulud	tuh. rbl.	1004,5	1063,3	938,5	847,3	834,4
Kulude muutumine	%	100,0	105,9	93,4	84,3	83,1

Märkus: L — puitlaastplaatide tehas.
K — puitkiudplaatide tehas.

tehased, asukohaga vastavalt Rakveres ja Türil. Nelja tehase korral on küll tooraine ja toodangu transpordikulud, võrreldes kahe maksimaalse võimsusega tehasega, 16,9% väiksemad, kuid taandatud ja transpordikulude kogusummas on suurte ettevõtete variant 9,6% odavam. Juhul kui rajada kaks maksimaalse võimsusega tehast ühes punktis (optimaalseks osutub Türi), suureneb kulude kogusumma transpordikulude kasvu arvel 58,8 tuh. rbl. ehk 1,1%. Kuid siin tuleb arvestada ka kooperaerimisest saadavat majanduslikku efekti (ühine energia- ja remondimajandus, administratiiv-majandusruumid jne.), mis tõenäoliselt ületab märksa transpordikulude suurenemise.

Tehaste paigutamise ja võimsuste erinevate variantide kombinatsioonide lahendamisel saadud optimaalsetest variantidest selgus, et kõikidest algskeemis toodud asukohtadest osutusid paremateks puitlaastplaatide tehaste ehitamiseks Rakvere, Järvakandi, Valga ja Türi ning puitkiudplaatide tehaste rajamiseks Tartu, Pärnu ja Türi.

Söödapärmi tehase (võimsusega 14 tuh. t söödapärmi aastas) ratsionaalse paigutamise ülesande lahendamiseks võeti arvesse ainult tooraine transpordikulud tooraine asukohtade ja tehase ehitamise võimaliku asukoha vahel. Valmistoodangu transpordikulud ei arvatud, kuna ühe tonni söödapärmi valmistamiseks kulub üle 6 tonni toorainet ja toodangu veokulud eriti ei mõjuta paigutust. Transpordiülesande lahendamisel saadi järgmised tulemused (tabel 17).

Tabel 17

Tooraine transpordikulud söödapärmitehase erineva paigutuse puhul

	Asukoha nimetus	Transpordikulude summa tooraine veol (tuh. rbl.)*	Suhe %-des
1.	Türi	165,5	100,0
2.	Põltsamaa	175,0	105,7
3.	Tartu	191,7	115,8
4.	Pärnu	208,6	126,0
5.	Püssi	230,5	139,2
6.	Räpina	284,7	171,9

* Transpordikulude veokaugusest sõltuv osa.

Tabelis 17 antud tooraine veokaugusest sõltuvate transpordikulude võrdlemisel selgub, et teistest märksa paremad asukohad söödapärmitehase rajamiseks on Türi ja Põltsamaa.

Tegelikult on söödapärmitehase projekteerimisel asukohaks valitud Püssi, kus on ette nähtud endise Püssi soojuselektrijaama korpuse ja aurumajanduse kasutamine. Selle arvel saavutatakse kapitaalmahutuste märkimisväärne kokkuhoid.

II. Ettevõtete võimsuste ja paigutuse kinnistatud variant

Selle variandi algskeemi on lülitatud eespool nimetatud olemasolevad ettevõtted: kaks puitlaastplaatide tehast ja üks puitkiudplaatide tehas. Täiendavalt on uute ettevõtete võimalike asu-

kohtadena algskeemi võetud kõik kinnistamata paigutusvariantides esinenud punktid. Ette on nähtud Pärnu Metsakombinaadi puitkiudplaatide tehase rekonstrueerimine võimsuseni 5,5 milj. m² plaate aastas. Rekonstrueerimiseks täiendavate kapitaalmahutuste vajaduseks on arvatud 580 tuh. rubla.

Arvestades puitlaast- ja puitkiudplaatide perspektiivset vajadust, on võimalikud järgmised ettevõtete võimsuskombinatsioonid:

- a) puitlaastplaadid: 1) 2 tehast à 12,5 tuh. tm* ja 1 tehas 75 tuh. tm,
2) 2 tehast à 12,5 tuh. tm, üks tehas 50 tuh. tm ja üks tehas 25 tuh. tm,
3) 2 tehast à 12,5 tuh. tm ja 3 tehast à 25 tuh. tm;

- b) puitkiudplaatide tehased: kaks tehast à 5,5 milj. m² (Pärnus asuv tehas ja üks uus tehas).

Kolme uue 25 tuh. tm aastavõimsusega puitlaastplaatide tehase ehitamise võimalust ülesande lahendamisel ei võetud arvesse, kuna sellise võimsusvariandi korral on taandatud kulude summa 75 tuh. tm puitlaastplaatide tootmiseks 206 tuh. rubla võrra suurem kui ühe 50 tuh. tm ja ühe 25 tuh. tm aastatoodanguga tehase korral. Transpordikulud vähenevad samal ajal, olenevalt ettevõtete paigutusest, ainult 50—80 tuh. rubla.

Ettevõtete kinnistatud võimsus- ja paigutusvariantide lahenduse tulemused (väiksemate summaarsete kuludega variandid) on antud tabelis 18.

Tabelis 18 toodud I võimsusvariandi puhul on vaja täiendavalt olemasolevatele ehitada üks puitlaastplaatide tehase võimsusega 75 tuh. tm plaate aastas ja üks puitkiudplaatide tehase võimsusega 5,5 milj. m² plaate aastas. Võrdsete võimsusvariantide korral oleneb ettevõtte paigutus otseselt transpordikuludest (muude võrdsete tingimuste korral). Lahendustulemustest selgus, et optimaalseks osutus puitlaastplaatide tehase rajamine Rakverre ja puitkiudplaatide tehase ehitamine Tartu. Ainult 32 tuh. rubla võrra on kallim variant Rakvere ja Türi. Toodud viiest paremast paigutusvariandist olid kulud kõige kõrgemad uute tehaste rajamisel Valka ja Türi, kus kulude üldsumma on 141 tuh. rubla suurem kui optimaalse variandi korral. Võrreldes kinnistatud võimsusega ettevõtete ja tabelis 16 toodud kinnistamata võimsusega ettevõtete kombinatsioonide optimaalseid paigutusvariante, näeme, et viimase variandi maksimaalse võimsusega ettevõtete (100 tuh. tm ja 11 milj. m²) võrgu rajamisel saavutatakse üldkokkuvõttes taandatud ja transpordikulude kokkuhoidu 348,5 tuh. rubla (transpordikulude suurenemine 148,7 tuh. rubla) aastas.

* Olemasolevate puitlaastplaatide tehaste projekteeritud tootmisvõimsuse — 12 tuh. tm plaate aastas — asemel on ülesandes arvestatud võimsuseks 12,5 tuh. tm, et kindlustada vajaliku kordse võimsusbilansi saamist.

Ettevõtete optimaalne paigutus, olenevalt erinevatest
võimsuskombinatsioonidest

Jrk. nr.	Tootet ja ettevõtete asukohad	Mõõtühik	Ettevõtete erinevad võimsusvariandid									
			I võimsusvariant					II võimsusvariant				
			Laastplaadide ettev.: 2×12,5; 1×75 Kiudplaadide ettev.: 2×5,5					Laastplaadide ettev.: 2×12,5; 1×50; 1×25. Kiudplaadide ettev.: 2×5,5				
			Paigutusvariandi paremuse järjekord					Paigutusvariandi paremuse järjekord				
			Opti- maalne	II	III	IV	V	Opti- maalne	II	III	IV	V
I												
	Puitlaastplaadid	tuh. tm										
1.	Tartu (olemasolev)	"	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
2.	Tallinn (olemasolev)	"	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
3.	Rakvere (uus)	"	75	75	75	75	75	50	50	50	25	50
4.	Järvakandi (uus)	"	—	—	—	—	75	—	25	—	—	25
5.	Valga (uus)	"	—	—	—	—	—	25	—	25	50	—
6.	Türi (uus)	"	—	—	75	—	—	—	—	—	—	—
II												
	Puitkiudplaadid	milj. m ²										
7.	Pärnu (rek.)	"	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
8.	Tartu (uus)	"	5,5	—	—	—	—	5,5	5,5	—	5,5	—
9.	Türi (uus)	"	—	5,5	5,5	5,5	5,5	—	—	5,5	—	5,5
III												
	Tselluloos	tuh. t										
10.	Kehra	jäätmelid	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
IV												
11.	Taandatud ja trans- pordikulude kogu- summa	tuh. rbl.	5716,8	5748,8	5799,4	5819,7	5857,6	5938,0	5938,6	5942,6	5943,2	5974,9
	Kulude muutumine	%	100	100,6	101,4	101,8	102,5	100	100	100,1	100,1	100,6
V												
12.	Kogusummapast: transpordikulud	tuh. rbl.	855,8	887,8	938,4	958,7	996,6	802,5	803,1	806,6	807,2	839,5
	Kulude muutumine	%	100	103,7	109,7	112,0	116,5	100	100,1	100,5	100,6	104,5

II võimsusvariandi korral on vaja ehitada kolm uut ettevõtet — puitlaastplaatide tehased võimsusega 50 ja 25 tuh. tm plaate aastas ja puitkiudplaatide tehas toodanguga 5,5 milj. m² plaate aastas.

Tabelis 18 toodud võimsusvariantide analüüsist ilmneb, et mida enam suureneb ettevõtete arv, s. o. mida madalam on tootmise kontsentratsioonitase, seda väiksem on üksikute paigutusvariantide transpordikulude erinevus. II võimsusvariandi korral on optimaalse ja paremuselt viienda paigutusvariandi transpordikulude vahe ainult 37 tuh. rubla ehk 4,6% (I võimsusvariandi juures aga vastavalt 16,5%). I ja II võimsusvariandi võrdlusest näeme, et 3 uue tehase ehitamine lisaks olemasolevatele, võrreldes kahe vabriku rajamisega, on optimaalsete paigutusskeemide korral 221 tuh. rubla kallim.

Seega on puidujäätmete ja madalasordilise puidu baasil perspektiivis rajatavate ettevõtete võrgu väljaarendamisel majanduslikult kõige ratsionaalsem aluseks võtta tabelis 18 toodud I võimsusvariant.

Antud variandis nähakse ette:

1. Ehitada üks uus kolmekihiliste puitlaastplaatide tehas võimsusega 75 tuh. tm plaate aastas. Tõenäoliselt on otstarbekohane rajada nimetatud tehas kahes järgus, esialgu 50 tuh. tm plaate aastas, viies hiljem seoses puitlaastplaatide vajaduse kasvuga võimsuse 75 tuh. tm-ni.

2. Ehitada üks uus puitkiudplaatide tehas võimsusega 5,5 milj. m² plaate aastas.

3. Rekonstrueerida olemasolev Pärnu Metsakombinaadi puitkiudplaatide tehas, viies selle võimsuse tüüpprojektides ettenähtud minimaalse tootmisvõimsuseni, s. o. 5,5 milj. m² plaate aastas ning samaaegselt näha ette kõvade plaatide viimistlemine.

4. Jätkata perspektiivis puitlaastplaatide tootmist ekstrusiooni-meetodil töötavates Tallinna Vineeri- ja Mööblivabrikus ning Tartu Metsakombinaadi puitlaastplaatide tsehides tingimusel, et need rekonstrueeritakse ning kindlustatakse kvaliteetse toodangu väljalase.

Transpordiülesande lahendamine näitas, et optimaalne on paigutusvariant, kus puitlaastplaatide tehas rajatakse Rakverre ja puitkiudplaatide tehas Tartusse. Paremuselt järgmiseks paigutusvariandiks on vastavalt Rakvere ja Türi.

Need keskused on soodsad uute ettevõtete rajamiseks ka mitte-pingelise tööjõubilansi ja vaba territooriumi olemasolu tõttu.

Parema ülevaate saamiseks ettevõtete erinevate võimsuskombinatsioonide optimaalsetest paigutusvariantidest toome ära nende põhilised tehnilis-ökonomilised näitajad (tabel 19).

Tabelist 19 selgub, et ettevõtete kinnistatud paigutusvariantide korral on 5 tehasega (2 uut, 3 olemasolevat) võimsusvariant põhiliste tehnilis-ökonomiliste näitajate poolest kõige efektiivsem.

Puitlaastplaatide ja puitkiudplaatide ettevõtete erinevate
võimsuskombinatsioonide optimaalsete paigutusvariantide
tehnilis-ökonoomilised näitajad

	Näitajad	Mõõtühik	Kinnistamata ettevõtete põhivariant				Kinnistatud ettevõtete põhivariant (arvestades olemasolevaid tehaseid)			
			3	4	5	6	7	8	9	
1.	Ettevõtete arv: a) puitlaastplaatide tehased b) puitkiudplaatide tehased	arv	2 1 1	3 2 1	4 2 2	5 2 2	6 3 2	7 3 2	8 4 2	9 6 4 2
2.	Toodangu maht aastas: a) puitlaastplaadid b) puitkiudplaadid	tuh. tm milj. m ²	100 11,0	100 11,0	100 11,0	100 11,0	100 11,0	100 11,0	100 11,0	100 11,0
3.	Ühe tehase keskmine tootmis- võimsus: a) puitlaastplaadid b) puitkiudplaadid	tuh. tm milj. m ²	100 11,0	50 11,0	50 11,0	50 5,5	33,3 5,5	33,3 5,5	25 5,5	25 5,5
4.	Taandatud ja transpordikulude üldsumma sealhulgas: transpordikulud	tuh. rbl.	5368,5	5566,0	5937,6	5716,8	5748,8	5938,0	5938,6	5938,6
5.	Töötlemiskulud: a) puitlaastplaadid b) puitkiudplaadid	rbl./tm rbl./tuh. m ²	14,26 160	15,16 160	15,16 190	15,78 190	15,78 190	17,02 190	17,02 190	17,02 190

Tabel 19 järg

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. Erikapitaalimahutused ühe tasuvusaasta kohta: a) puitlaastplaadid b) puitkiudplaadid	rbl./tm rbl./tuh. m ²	4,49 54,12	7,14 54,12	7,14 59,08	6,22 59,08	6,22 59,08	7,71 59,08	7,71 59,08
7. Taandatud kulud (5+6) a) puitlaastplaadid b) puitkiudplaadid	rbl./tm rbl./tuh. m ²	18,85 214,12	22,30 214,12	22,30 249,08	22,00 249,08	22,00 249,08	24,73 249,08	24,73 249,08
8. Kogutoodang põhifondide ühe rubla kohta: a) puitlaastplaadid b) puitkiudplaadid	rbl. rbl.	2,89 1,59	1,82 1,59	1,82 1,46	2,13 1,46	2,13 1,46	1,71 1,46	1,71 1,46
9. Tööliste arv: a) puitlaastplaadid b) puitkiudplaadid	in. in.	180 149	268 149	268 166	232 166	232 166	269 166	269 166
10. Toodang aastas ühe töölise kohta: a) puitlaastplaadid b) puitkiudplaadid	tm tuh. m ²	556 73,8	373 73,8	373 66,3	431 66,3	431 66,3	372 66,3	372 66,3

Siin on taandatud kulud toodanguühikule kõige madalamad, tööviljakus ja fonditootlus märksa kõrgem, võrreldes 6 tehase varian-diga. Seega on perspektiivis igati õigustatud lisaks olemasoleva-tele ainult kahe uue tehase rajamine. Eespool toodu kinnitab, et tootmise kõrgem kontsentratsioonitase tagab puidujäätmete ja madalasordilise puidu baasil ettevõtete rajamisel tootmise tundu-valt suurema majandusliku efektiivsuse.

Käesolevas töös tehtud soovitusel progressiivsete toodangu-liikide valmistamiseks võimaldavad märksa vähendada tarbepuidu vajadust Eesti NSV-s ja saavutada suurt majanduslikku efekti. Täiendavate tootmisvõimsuste rajamine 75 tuh. tm puitlaastplaa-tide ja 7,9 milj. m² puitkiudplaatide tootmiseks võimaldab kokku hoida aastas 265 tuh. tm saematerjali või 400 tuh. tm ümarpuitu. Antud kogustes progressiivsete toodanguliikide tootmine, võrrel-des vastava ekvivalentse koguse saematerjalidega, annab kokku-hoidu toodangu omahinna osas ligi 1,5 miljonit rubla aastas. Täiendavate kapitaalmahutuste tasuvusaeg puitlaastplaatide toot-mise organiseerimisel moodustab 4,4 aastat ja puitkiudplaatide tootmisel — 3,0 aastat. Peale selle saavutatakse veel transpordi-kulude kokkuhoidu seoses vastavas koguses ümarpuidu või sae-materjalide sisseveo vajaduse vähenemisega 80—100 tuh. rbl. aastas. Tunduvat majanduslikku efekti annab ka puitlaastplaatide ja puitkiudplaatide kasutamine ehituses, mööblitööstuses ja muu-del tootmisaladel.

TOOTMISE KONTSENTRERIMISEST JA PAIGUTAMISEST EESTI NSV TOORLINA- TÖÖSTUSES

L. RITSO, M. HEIN

Tootmisbaasi iseloomustus

Toorlina töötlemise töömahukuse vähendamine on linakasvatuse arendamise tähtsamaid eeltingimusi. Üheks põhiliseks teeks selle saavutamisel on kolhooside vabastamine toorlina leotamisest ja linavarte mehaanilisest töötlemisest ning nende operatsioonide kontsentreerimine spetsialiseeritud ettevõtetesse, s. t. toorlina tööstusliku töötlemise organiseerimine.

Toorlinavabrikute võrk Eesti NSV-s kujundati välja aastatel 1945—1955. Sel perioodil rekonstrueeriti kolm kodanlikust ajast pärinevat linatöötlemise ettevõtet (Vändra, Viljandi, Abja) ja rajati neli uut toorlinavabrikut (Kilingi-Nõmme, Võru, Antsla, Põlva), koguvõimsusega 4075 t ropsitud linakiudu aastas (kahevahetuselise töö puhul). Kolme toorlinavabriku juurde (Abja, Võru, Põlva) rajati linaõle soojaveeleotuse tsehhid koguvõimsusega 8000 t linaõlgi aastas. Kuna linakasvatus Eesti NSV-s ei arenenud eeldatud tempos, ilmnes peagi, et toorlinavabrikute ropsimistsehhide tootmisvõimsus jääb alakoormatuks. Eesti NSV-s varutud toorlina töötlemine võimaldas nende tsehhide võimsust 1957. aastal näiteks koormata 66% ulatuses. Seetõttu likvideeriti 1960. aasta algul Kilingi-Nõmme toorlinavabrik ja 1964. aasta algul Vändra toorlinavabrik. Linakasvatuse edasise tagasimineku tõttu toorlinavabrikute varustatus kohaliku toorainega aga üha halvenes. 1961. aastal koormas vabariigis varutud toorlina ropsimistsehhe 53 protsendi ja 1963. aastal isegi ainult 29 protsendi ulatuses.

Eesti NSV toorlinavabrikutele on tootmisvõimsuse kasutamise parandamise eesmärgil antud õigus varuda leotatud linavarsi ka väljaspool vabariigi piire. See on küll võimaldanud ropsimistsehhide võimsuse kasutamist märgatavalt parandada, kuid pole kindlustanud nende täielikku koormamist, nagu selgub järgnevatest andmetest tabelis 1.

Tabel 1

**Eesti NSV toorlinavabrikute ropsimistsehhide
tootmisvõimsuse kasutamine aastatel 1960—1964**

Näitajad	Ropsimistsehhide tootmisvõimsus (tonni linakiudu) aastas		Ropsitud linakiu toodang, t				
	kahe- vahe- tuse- lise	kolme- vahe- tuse- lise	1960. a.	1961. a.	1962. a.	1963. a.	1964. a.
	töörežiimiga töötamisel						
Abja toorlinavabrik:							
Abja tsehh	973	1461	584	720	804	997	1370
Viljandi tsehh	615	923	353				
Võru toorlinavabrik:							
Võru tsehh	997	1497	551	826	875	1027	1375
Antsla tsehh	554	831	442				
Põlva toorlinavabrik	540	811	572	635	581	550	681
Vändra toorlinavabrik	587	882	450	296	363	467	—
Kokku	4266	6405	3012	2477	2623	3041	3426

Linaõle soojaveeleotuse tsehhid, mis kasutavad ainult kohalikku toorainet, on seni samuti töötanud vaid osalise koormatusega (tabel 2).

Tabel 2

**Eesti NSV toorlinavabrikute linaõle soojaveeleotuse tsehhide
tootmisvõimsuse kasutamine aastatel 1960—1964**

	Soojaveeleotuse tsehhide tootmis- võimsus (tonni linaõlgi*) aastas	Leotatud linaõlgi,* t				
		1960. a.	1961. a.	1962. a.	1963. a.	1964. a.
Abja toorlinavabrik	3000	1572	2212	2552	2210	1308
Võru toorlinavabrik	2500	571	1056	1871	2225	1166
Põlva toorlinavabrik	2500	517	801	972	1660	1283
Kokku	8000	2660	4068	5395	6095	3757

* Linakiu väljatulek linaõlest on keskmiselt 20%.

Linaõle soojaveeleotuse tsehhide koguvõimsus on mitu korda väiksem kui ropsimistsehhidel: 1964. aastal oli võimsuste vahe 2,7-kordne (ropsimistsehhide kahevahetuselisest töörežiimist läheduses). Tooraine vähesuse tõttu pole selle disproportsiooni likvideerimine seni osutunud vajalikuks.

Linakasvatus on kehtivate varumishindade juures üks tasuvamaid tootmisalasid Eesti NSV kolhoosidele [56]. Sellele vaatamata on lina külvipind ja toodang 1958. aastast alates vähenenud, mistõttu ka lina varumine vabariigis on tagasi läinud (tabel 3).

Tabel 3

Lina kogusaak ja varumine Eesti NSV-s aastatel 1958—1963
(linakiudu, tuh. t)

Aastad	Lina kogusaak	Varumine
1958	2,7	2,8
1959	2,5	2,6
1960	2,3	2,0
1961	2,3	2,3
1962	1,5	1,2
1963	1,5	1,2

Eesti NSV põllumajanduse spetsialiseerumise tõttu loomakasvatusele ei pea vabariigi juhtivad põllumajandusorganid linakasvatuse edasist laiendamist otstarbekohaseks. Seetõttu on 1970. aastaks linavarumine Eesti NSV-s planeeritud ainult 2000 tonnile linakiule. Toorlinavabrikute täielikuks koormamiseks kohaliku toorainega peaks linakiutoodang aga olema vähemalt kaks korda suurem.

Tooraine sissevedu teistest linakasvatusrajoonidest õigustab end vaid niikaua, kui neis puudub oma küllaldane töötlemisbaas. Selle väljaehitamine käib aga kõigis intensiivse linakasvatusega rajoonides. Esialgsete kavade kohaselt Eesti NSV-le seetõttu 1966.—1970. aastaks toorlina varumist väljaspool vabariiki ette ei nähta, mille tõttu toorlinavabrikute tootmisvõimsuse kasutamine veelgi halveneb.

Tabeli 1 andmete analüüsimisel tuleme järeldusele, et vabariigis 1970. aastaks planeeritud linakiu töötlemiseks piisaks kolmevahetuselise töörežiimi puhul kahe ropsimistsehi — näiteks Abja ja Viljandi või Võru ja Antsla — ning kahevahetuselise töörežiimi puhul kolme ropsimistsehi rakendamisest. Soojaveeleotuse tsehhide praegune võimsus seevastu ei võimalda kogu Eesti NSV territooriumilt varutava linaõle tööstuslikku töötlemist (võimsus arvatuna linakius — 1600 t, vajadus — 2000 t) ja vajaks seega suurenemist.

Vaatamata vabariigi toorlinatööstuse suhtelisele noorusele vajavad kõik linaõle ropsimise ja soojaveeleotuse tsehhid lähematel aastatel tehnilist rekonstrueerimist. Ropsimistsehhides tuleks füüsiliselt ja moraalselt kulunud ropsimis- ja takumasinad asendada uute senisest suurema tootlikkusega seadmetega. Esimeses järjekorras (kuni 1970. aastani) vajaksid need seadmed uuendamist Põlva, Antsla ja Viljandi tsehhides. Pärast 1970. aastat ka Abja ja Võru tsehhides. Linaõle soojaveeleotuse tsehhides tuleks juurutada progressiivne kileaeraatorleotusmeetod.

Tehnilise rekonstrueerimise tulemusena kasvaks toorlinavabrikute tootmisvõimsus tunduvalt. Arvutused näitavad, et pärast seadmepargi uuendamist tõuseb ropsimistsehhide koguvõimsus ühe kolmandiku võrra (tabel 4).

Linaõle soojaveeleotuse tsehhides on võimalik kileaeraatorleotusmeetodi juurutamisel, soojuskadude likvideerimisel ja tehnoloogilise režiimi intensiivistamisel leotuspaakide läbilaskevõimet suurendada üle kahe korra (tabel 5).

Esitatud andmetest selgub, et 1970. aastaks planeeritud linaõle koguste (10 000 t linaõlgi, mis vastab 2000 t linakiule) leotamiseks piisab kahest soojaveeleotuse tsehhist. Ka leotatud linavarte edasiseks töötlemiseks piisab ainult kahe ropsimistsehhi võimsusest.

Seega tuleme järeldusele, et tingimustes, kus Eesti NSV toorlinatööstusel tuleb piirduda üksnes kohapealse tooraine kasutamisega, saab kõige otstarbekamalt selle tööstusharu efektiivsuse langust vältida tootmise edasise kontsentreerimise teel.

Tabel 4

**Eesti NSV toorlinavabrikute ropsimistsehhide
tootmisvõimsus enne ja pärast rekonstrueerimist
(tonni linakiudu aastas)**

Toorlinavabrikute ropsimistsehhid	Kahevahetuselise töö puhul		Kolmevahetuselise töö puhul	
	enne rekonst- rueerimist*	pärast re- konstruee- rimist**	enne rekonst- rueerimist*	pärast re- konstruee- rimist**
Abja	973	1159	1461	1738
Viljandi	615	1159	923	1738
Võru	997	1159	1497	1738
Antsla	554	1159	831	1738
Põlva	540	1159	811	1738
K o k k u	4266	5795	6405	8690

* Seisuga 1. I 1964. a.

** Leitud järgmiste lähteandmete alusel: töötundide arv aastas 3920 (kahe vahetuses) ja 5881 (kolmes vahetuses). Seadme tootlikkus tunnis (tonni linavarsti): ropsimismasinal 890, takumasinale 276; linakiu väljatulek: ropsimismasinal 25,8%, takumasinale 23,9%.

**Eesti NSV toorlinavabrikute linaõle soojaveeleotuse
tsehhide tootmisvõimsus enne ja pärast rekonstrueerimist
(tonni linaõlgi aastas)**

Toorlinavabrikute sooja- veeleotuse tsehhid	Enne rekonstrueerimist, aruandeline*	Pärast rekonstrueerimist**
Abja	3000	7946
Võru	2500	5739
Põlva	2500	5739
Kokku	8000	19424

* Selsuga 1. I 1964. a.

** Leitud järgnevate lähteandmete alusel: töötundide arv aastas 7848; leotuspaakide arv: Abjas 36 tk., Võrus ja Põlvas à 13 tk.; paagi maht: Abjas 1,5 t, Võrus ja Põlvas à 3 t; leotustükli kestvus — 72 t.; tootmisvõimsuse kasv kileaeraatorleotusmeetodi juurutamisel — 35%. Tsehhide võimsuse avaldamiseks linakius tuleb tabeli 5 arvud jagada viiega.

**Toorlinavabrikute optimaalne võimsus ja nende
paigutust määravad tegurid**

Ettevõtete optimaalse võimsuse ja tootmise kontsentreerimise küsimusi Nõukogude Liidu toorlinatööstuses on seni vähe analüüsitud. Rajatavate toorlinavabrikute võimsuse määramisel on aluseks toodetavate ropsimis- ja takumasinate tootlikkus — kahevahetuselise töörežiimi puhul kokku 1100 t linakiudu aastas, mida peetakse ka optimaalseks. Lähtudes linavarte mehaanilise töötlemise seadmete tootlikkusest, on välja töötatud soojaveeleotuse tsehhide võimsus, mis vastavalt kinnitatud tüüpprojektidele on 5500 tonni linaõlgi aastas (linakiule ümberarvutatuna 1100 t).

Eesti NSV toorlinavabrikute kõikides ropsimistsehhides on üles seatud üks ropsimis- ja takumasinate komplekt, seega nende võimsus vastab optimaalsele. Linaõle soojaveeleotuse tsehhide võimsus seevastu on optimaalsest väiksem. Abja toorlinavabrikus moodustab soojaveeleotuse tsehhi võimsus optimaalsest 55%, Võrus ja Põlvas 45%.

Toorlinavabrikute perspektiivse võimsusena soovitab NSV Liidu Lina Teadusliku Uurimise Keskinstituut üldreeglina ühe seadme-pargi komplektiga linavarte mehaanilise töötlemise tsehhe (1100 t aastas kahevahetuselise töörežiimi korral) ja soojaveeleotuse tsehhe läbilaskevõimega 6000 t linaõlgi aastas (praegu kasutatava tehnoloogia korral). Suurema võimsusega (kahe või rohkema seadme-pargi komplektiga) ettevõtete rajamist piiravad halvad teolud, mis raskendavad toorlina kokkuvedu kaugematest rajoonidest. Seetõttu soovitatakse ettevõtete võimsust tõsta kahekordseks või suuremaks

vaid neis piirkondades, kus lina saagikus ja osatähtsus külvipinna struktuuris on kõrge [57]. Toorlina töötlemise kontsentreerimist madala saagikuse ja väikese külvipinna kontsentratsiooniga piirkondades ei soovitata ka sellepärast, et NSV Liidu linakasvatustrajoonide seniste kogemuste põhjal mõjustab toorlinavabrikute kaugus lina kasvatavatest majanditest lina külvipinnalt varutava toorlina koguseid [57]. Vene NFSV ja Ukraina NSV kolhoosides läbiviidud analüüs näitas, et toorlinavabrikute maksimaalseks kauguseks linakasvatuskolhoosidest võib olla 20—30 km. Eesti NSV andmed 1961. ja 1962. aastast näitavad samuti, et toorlinavabrikutest kuni 30 km kaugusel asuvates majandites on lina saagikus kuni $\frac{1}{3}$ võrra suurem kui kaugemal asuvates majandites. See on seletatav toorlinavabrikute positiivse mõjuga linakasvatuse ja eriti koristamise organiseerimisele majandites. NLKP 1965. a. märtsipleenumi otsused põllumajandusliku tootmise materiaalse stimuleerimise süvendamiseks peaksid tõstma ka toorlinavabrikutest kaugemal asuvate kolhooside huvi linakasvatuse ja saagikuse suurendamise vastu, mistõttu toorlinavabrikute organiseeriv osa siin pidevalt peaks kahanema ja perspektiivselt seda kui paigutuse tegurit arvestada ei osutu vajalikuks.

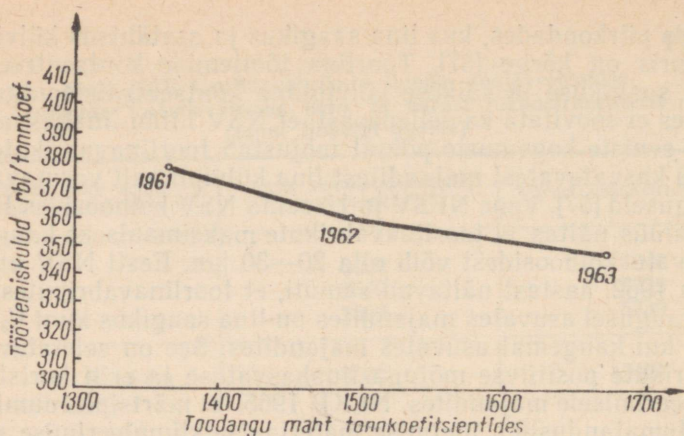
Eesti NSV väga heade teeolude tingimustes ei tule ka transpordiolusid kui lina töötlemise kontsentreerimist takistavat tegurit toorlinavabrikute paigutamisel arvesse võtta. Eesti NSV-s tuleb toorlinatööstuse kontsentreerimise otstarbekuse hindamisel peamiseks kriteeriumiks lugeda ökonoomilist efektiivsust.

Toorlinatööstuses nagu kõigis teisteski tööstusharudes kaasneb toodangu mahu kasvuga tootmiskulude alanemine. B. L. Tregubova analüüs 318 toorlinavabriku 1958. aasta tegevuse kohta näitas, et toodangu mahu 3,5-kordsel suurenemisel (940 tonnilt töödeldud linavartelt 3280 tonnini aastas) kasvas tööviljakus 2,7 korda ja alanesid töötlemiskulud 1,6 korda [57].

Üldine töötlemiskulude alanemise tendents toodangu mahu kasvamisel esineb ka Eesti NSV toorlinatööstuses, nagu selgub joonisel 1 esitatud andmetest.

Toorlinatööstuse töötlemiskulude dünaamika analüüsimisel jaotati need ühikule konstantseks jäävateks otsesteks töötlemiskuludeks (palk, kütusekulud, tsehhisisene transport) ja tingpüsivateks kuludeks (amortisatsioon, tsehhi- ja üldkulud). Toodanguühiku töötlemiskulud alanevad toodangu mahu kasvamisel tingpüsivate kulude arvel. Analüüs näitas, et ropsitud linakiu toodangu 23,6-protsendilise suurenemisega aastatel 1961—1963 kaasnes toodanguühiku töötlemiskuludes tingpüsivate kulude 26,5-protsendiline alanemine. Leotatud linavarte toodangu 49-protsendilise kasvuga samadel aastatel kaasnes toodanguühiku töötlemiskuludes 6,9-protsendiline tingpüsivate kulude alanemine.

Aastatel 1961—1963 esinevat sõltuvust tingpüsivate kulude ja toodangu mahu muutumise vahel Eesti NSV toorlinatööstuses



Joonis 1. Ropsitud linakiu toodangu mahu ja töötlemiskulude dünaamika Eesti NSV toorlinatööstuses aastatel 1961—1963 (Abja, Võru ja Põlva toorlinavabriku andmetel).

peame küllaldaseks, et lugeda kehtivaks toodanguühiku omahinna alanemise seaduspärasus tootmise kontsentreerimisel selles tööstusharus.

Tootmise kontsentreerimisega ja töötlemiskulude alanemisega kaasneb samaaegselt tooraine ja valmistoodangu transpordikulude tõus. Seega on tootmise kontsentreerimine õigustatud vaid teatud piirini, mille määrab tootmiskulude alanemise ja transpordikulude kasvu vahetõus.

Tooraine transpordikulud moodustavad tähelepanuväärse osa toorlinavabrikute tootmiskuludest, kusjuures nende osatähtsus on seda suurem, mida kaugemal asub ettevõtte toorainebaasist. 1963. aastal moodustasid toorlina transpordi- ja varumiskulud töötlemiskulude suhtes Põlva toorlinavabrikus 27%, Võru toorlinavabrikus 45%, Abja toorlinavabrikus 52% ja Vändra toorlinavabrikus 113%. Arusaadavalt on toorlina varumisel Eesti NSV kolhoosidest sellega seotud kulud mitmekordselt väiksemad kui väljaspool vabariiki varumisel. 1963. aastal olid transpordi- ja varumiskulud ühe valmistoodangu ühiku kohta väljaspool vabariiki varuvas Vändra toorlinavabrikus 2,4 korda kõrgemad kui kohaliku toorainet kasutavas Põlva toorlinavabrikus. Tootmise kontsentreerimisel kasvavad ka Eesti NSV osas transpordikulud, kuid jäävad siiski väiksemaks kui väljaspool vabariiki varumisel.

Valmistoodangu — linakiu transpordikulude suurust mõjustab oluliselt linaketramis- ja linakudumisvabrikute asukoht. Käesoleval ajal töödeldakse Eesti NSV-s ropsitud linakiudu Pärnu Linakombinaadis ja Viljandi Linaketramis- ja Kudumisvabrikus. Seoses

linakasvatuse vähenemisega võib lähematel aastatel osutada otsarbekohaseks lina sugemise ja ketramise kontsentreerimine Pärnu Linakombinaati. See toob kaasa ropsitud linakiu transpordikulude suurenemise, mida ei saa jätta arvestamata toorlina töötlemise ökonoomilise efektiivsuse hindamisel.

Toorlina töötlemise kontsentreerimise otsarbekust ühte või teise toorlinavabrikusse mõjustab ka otseste töötlemiskulude tase, mis igas konkreetses ettevõttes tootmise ja töö organiseerimise taseme kõrval sõltub ka reast ettevõttest mitteolenevatest teguritest, nagu tööjõu-, energia- ja veeressurssidega varustatuse tingimused jne. Abja toorlinavabrik, mis asub kitsarööpmelise raudtee ääres ja sealjuures raudteejaamast suhteliselt kaugemal kui Võru ja Põlva toorlinavabrik, on kütusega varustamise suhtes näiteks märksa ebasoodsamas olukorras kui teised toorlinavabrikud. Väga oluliseks toorlinavabrikute asukohta määravaks teguriks on veega varustamise ja leovete ärajuhtimise tingimused, mis Võru toorlinavabrikus on soodsamad kui teistes. Arvesse tuleb võtta ka tööjõuga varustamist, mis Abja toorlinavabrikus on märksa raskem kui Võrus ja Põlvas.

Mõningate toorlina töötlemise kontsentreerimise variantide ellurakendamiseks võib osutada vajalikuks teha täiendavaid kapitalalmahutusi. Ülesande lahendamisel tuleb nende ökonoomilist efektiivsust hinnata koos teiste paigutuse teguritega. Seega kujuneb vabariigi toorlinatööstuse optimaalse paigutusvariandi kriteeriumiks tinglikult püsivate kulude, transpordikulude, otseste töötlemiskulude ja täiendavate kapitalalmahutuste summa miinimum, milles leiavad väljenduse eespool mainitud tootmise kontsentreerimist ja paigutamist määravad tegurid. Püstitatud ülesande edukas lahendamine nõuab kõigi nende üheaegset arvestamist, mis osutub võimalikuks üksnes majandusmatemaatilise lahendusmeetodi kasutamisel.

Ülesande matemaatiline mudel

Ülesande matemaatiliseks esitamiseks kasutame järgmisi tähi-seid:

- i — toorlina tootev majand ($i=1,2,\dots,m$);
- j — leotustsehh, tema võimalik asukoht ($j=1,2,\dots,n$);
- k — ropsimistsehh, tema võimalik asukoht ($k=1,2,\dots,p$);
- s — linaketramis- ja linakudumisvabrik, antud ülesandes lõpptarbijaja ($s=1,2,\dots,r$);
- a_i — toorlina aastatoodang majandis i , ümberarvutatuna linakiutonnides;
- b_j — leotustsehhi j maksimaalne võimalik aastatoodang, ümberarvutatuna linakiutonnides;
- c_k — ropsimistsehhi k maksimaalne võimalik aastatoodang, ümberarvutatuna linakiutonnides;

- d_s — linaketramis- ja linakudumisvabriku s toorainevajadus aastas, ümberarvutatuna linakiutonnides;
 α_{ij} — toorlina transpordikulud majandist i leotustsehhi j , rublades 1 t linakiu kohta;
 α_{jk} — linavarte transpordikulud leotustsehhist j ropsimistsehhi k pluss leotustsehhi otsesed töötlemiskulud, rublades 1 t linakiu kohta;
 α_{ks} — ropsitud linakiu transpordikulud ropsimistsehhist k ketramis- ja kudumisvabrikusse s pluss ropsimistsehhi otsesed töötlemiskulud, rublades 1 t linakiu kohta;
 x_{ij} — majandist i leotustsehhi j transporditav toorlina kogus aastas, ümberarvutatuna linakiutonnides;
 x_{jk} — leotustsehhist j ropsimistsehhi k transporditav linavarte kogus aastas, ümberarvutatuna linakiutonnides;
 x_{ks} — ropsimistsehhist k ketramis- ja kudumisvabrikusse s transporditav ropsitud linakiu kogus, tonnides;
 y_j — leotustsehhi j aastatoodang, ümberarvutatuna linakiutonnides;
 y_k — ropsimistsehhi k aastatoodang linakiutonnides.

Esialgu mitte arvestades tootmise kontsentreerimise efekti, võime ülesannet vaadelda lineaarsena, formuleerides selle järgmiselt:

minimiseerida funktsioon

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p \alpha_{jk} x_{jk} + \sum_{k=1}^p \sum_{s=1}^r \alpha_{ks} x_{ks} \quad (1)$$

tingimustel:

$$x_{ij}, x_{jk}, x_{ks} \geq 0, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i, \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^p x_{ks} = d_s, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jk} = y_k \leq c_k, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = y_j \leq b_j, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = \sum_{k=1}^p x_{jk}, \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jk} = \sum_{s=1}^r x_{ks}. \quad (8)$$

Erinevalt tavalisest paigutusülesandest tuleb käesoleval juhul vaadelda kolme transpordietappi: kolhoos $\rightarrow$ leotustsehh, leotustsehh $\rightarrow$ ropsimistsehh (mitte kõikide ropsimistsehhide juures ei ole leotustsehhe), ropsimistsehh $\rightarrow$ linaketramis- ja linakudumisvabrik.

Siinjuures

$$\sum_{j=1}^n b_j \geq \sum_{i=1}^m a_i, \quad (9)$$

$$\sum_{s=1}^r d_s \leq \sum_{k=1}^p c_k, \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{s=1}^r d_s. \quad (11)$$

Et vaadeldavat kolmeetapilist ülesannet taandada tavaliseks transpordiülesandeks, kasutame fiktiivse diagonaali meetodit [29]. Võtame kasutusele uued tähistused:

l — varustajad ($l=1, 2, \dots, m+n+p$).

Nendeks on:

majandid, kui $l \leq m$;

leotustsehhid, kui $m < l \leq m+n$;

ropsimistsehhid, kui $l > m+n$;

t — tarbijad ($t=1, 2, \dots, n+p+r$).

Nendeks on:

leotustsehhid, kui $t < n$;

ropsimistsehhid, kui $n < t \leq n+p$;

linaketramis- ja linakudumisvabrikud, kui $t > n+p$.

Vastavalt sellele defineeritakse (vt. joon. 2).

$$\alpha_{lt} = \begin{cases} \alpha_{ij}, & \text{kui } l=i, t=j \\ \alpha_{jk}, & \text{kui } l=m+j; t=n+k \\ \alpha_{ks}, & \text{kui } l=m+n+k; t=n+p+s \\ M(1-\delta_{l-m, t}) & \text{— ülejäänud juhtudel,} \end{cases} \quad (12)$$

kus M tähendab suurt arvu, mille puhul (s. t. kui $\alpha_{lt}=M$) optimaalses lahendis $x_{lt}=0$ ja

$$\delta_{l-m, t} = \begin{cases} 1, & \text{kui } l-m=t \\ 0, & \text{kui } l-m \neq t. \end{cases}$$

Nendes tähistustes omandab sihifunktsioon järgmise kuju:

$$F^* = \sum_{l=1}^{m+n+p} \sum_{t=1}^{n+p+r} \alpha_{lt} x_{lt} \quad (13)$$

	$B_1 = b_1$	$B_2 = b_2$	$B_n = b_n$	$B_{n+1} = C_1$	$B_{n+2} = C_2$	$B_{n+p} = C_p$	$B_{n+p+1} = d_1$	$B_{n+p+2} = d_2$	...	$B_{n+p+r} = d_r$
$A_1 = a_1$	a_{11}	a_{12}	a_{1n}	M						
$A_2 = a_2$	a_{21}	a_{22}	a_{2n}							
...	...	...	...							
$A_m = a_m$	a_{m1}	a_{m2}	a_{mn}							
$A_{m+1} = b_1$	0	M	M	$a_{m+1, n+1}$	$a_{m+1, n+2}$	$a_{m+1, n+p}$	M			
$A_{m+2} = b_2$	0			$a_{m+2, n+1}$	$a_{m+2, n+2}$	$a_{m+2, n+p}$				
...	...			...	...	...				
$A_{m+n} = b_n$	0	M	M	$a_{m+n, n+1}$	$a_{m+n, n+2}$	$a_{m+n, n+p}$				
$A_{m+n+1} = C_1$	0			0	M	M	$a_{m+n+1, n+p+1}$	$a_{m+n+1, n+p+2}$	...	$a_{m+n+1, n+p+r}$
$A_{m+n+2} = C_2$	0			0			$a_{m+n+2, n+p+1}$	$a_{m+n+2, n+p+2}$	...	$a_{m+n+2, n+p+r}$
...	...			0			...	...	...	...
$A_{m+p} = C_p$	0	0	0	0	0	0	$a_{m+p, n+p+1}$	$a_{m+p, n+p+2}$	...	$a_{m+p, n+p+r}$

Joonis 2. Kolmeetapilise ülesande maatriksi skeem.

ja tingimused:

$$x_{lt} \geq 0, \quad (14)$$

$$\sum_{t=1}^{n+p+r} x_{lt} = A_l, \quad (15)$$

$$\sum_{l=1}^{m+n+p} x_{lt} = B_t, \quad (16)$$

kus

$$A_l = \begin{cases} a_i, & \text{kui } l=i \\ b_j, & \text{kui } l=m+j \\ c_k, & \text{kui } l=m+n+k \end{cases}$$

ja

$$B_t = \begin{cases} b_j, & \text{kui } t=j \\ c_k, & \text{kui } t=n+k \\ d_s, & \text{kui } t=n+p+s. \end{cases}$$

Viimastest tingimustest järelduvad järgmised seosed:

$$\sum_{l=1}^m x_{lj} = \sum_{t=n+1}^{n+p} x_{m+j, t}, \quad (17)$$

$$\sum_{l=m+1}^{m+n} x_{l, n+k} = \sum_{t=n+p+1}^{n+p+r} x_{m+n+k, t}, \quad (18)$$

$$\sum_{l=1}^{m+n+p} A_l = \sum_{t=1}^{n+p+r} B_t. \quad (19)$$

Ettevõtete aastatoodangud leitakse seostest

$$\begin{aligned} y_j &= A_{m+j} - x_{m+j, j} = b_j - x_{m+j, j}, \\ y_k &= A_{m+n+k} - x_{m+n+k} = c_k - x_{m+n+k, n+k}. \end{aligned} \quad (20)$$

Olles lahendanud vaadeldud ülesande mitmesuguste tootmisrežiimide korral, võtame arvesse ka toodangu mahust sõltumatud kulud (tingpüsivad kulud ja täiendavad kapitaalmahutused tasuvusaastas) leotustsehhides (β_j) ja ropsimistsehhides (β_k) ning leiame sellise lahendi, mis annab minimaalse väärtuse avaldisele

$$F^* + \sum_j \beta_j(y_j) + \sum_k \beta_k(y_k), \quad (21)$$

kus

$$\beta_j(y_j) = \begin{cases} \beta_j, & \text{kui } y_j > 0 \\ 0, & \text{kui } y_j = 0, \end{cases}$$
$$\beta_k(y_k) = \begin{cases} \beta_k, & \text{kui } y_k > 0 \\ 0, & \text{kui } y_k = 0 \end{cases}$$

ja F^* on eespool vaadeldud ülesande sihifunktsiooni (13) väärtus optimaalse lahendi y_j, y_k korral.

Lähteandmete iseloomustus

Toorlinavabrikute paigutusülesande lahendamisel lähtuti toorlinavabrikute tegelikest keskmistest töötlemiskuludest aastatel 1960—1963. Töötlemise kahe faasi — leotamise ja ropsimise kulusid on vaadeldud eraldi, kusjuures nad on mõlemas tootmisprotsessi faasis arvatud 1 tonnile linakiule. Leotatud linavarte linakiule ümberarvutamise koefitsient on välja toodud toorlinavabrikute tegelike keskmiste andmete alusel ja oli aastatel 1960—1963 0,277.

Aastate 1960—1963 keskmised linakiu toodanguühiku töötlemiskulud on esitatud tabelis 6.

Toorlinavabrikute tehnilisel rekonstrueerimisel toorlina töötlemiskulud alanevad. Analüüsi tulemustest selgus, et toorlina otsest töötlemiskulud langevad leotustsehhides uue tehnoloogia juurutamisel 7—8,2% ja ropsimistsehhides uute seadmete rakendamisel 4,3—4,7%, kusjuures töötlemiskulude alanemine saavutatakse peamiselt tööviljakuse tõusu arvel. Seda arvestades on arvatud transpordiülesande lahendamiseks vajalikud toodanguühiku otsest töötlemiskulud rekonstrueeritud leotamis- ja ropsimistsehhidele (tabel 6).

Kontsentreerimise ökonoomilise efektiivsuse hindamiseks matemaatilises mudelis kasutatud toorlinavabrikute tingpüsivate kulude kogusumma on esitatud tabelis 7.

Transpordikulude arvutamisel on lähtutud eeldusest, et toorlina kokkuvedu ja ropsitud lina äravedu toorlinavabrikutest toimub tsentraliseeritult autotranspordiga. Kasutatava veoki tüübiks on valitud veoauto ЗИЛ-130, mille kandejõud pinnasteedel on 4 t. Nimetatud veoauto mark on valitud kaalutlusel, et see oma tehnilistelt omadustelt ning kandejõult on kõige sobivam lina äravedamiseks põldudel.

Transpordikulude suuruse määramisel on lähtutud autotranspordi vedude omahinnast, mille arvutamisel on kasutatud käesoleva kogumiku lk. 134 esitatud metoodikat. Peale otseselt toorlina ja valmistoodangu veoga seotud kulude on ettevõtete paigutuse määramisel transpordikuludesse vaja arvata ka kulutused

**Linakiu toodanguühiku keskmised töötlemiskulud
Eesti NSV toorlinavabrikutes aastatel 1960—1963**

		Töötlemiskulud toodangu- ühikule kokku, rbl./t			Sellest otsesed töötlemis- kulud rbl./t		
		Toorlinavabrikutes					
		Abja	Võru	Põlva	Abja	Võru	Põlva
1.	Linavarte tegelikud kesk- mised töötlemiskulud	67,08	65,76	62,80	48,96	41,44	46,79*
2.	Sama ümberarvutatuna linakiule	242,17	237,40	226,71	176,75	149,60	168,92
3.	Linakiu ropsimise tege- likud keskmised tööt- lemiskulud	235,57	214,92	234,30	164,93	135,68	153,46
4.	Kokku (2+3)	477,74	452,32	461,01	341,68	285,28	322,38
5.	Linakiu otsesed töötlemis- kulud pärast rekonstru- eerimist:						
	a) leotamisel	—	—	—	164,54	137,36	156,52
	b) ropsimisel	—	—	—	157,89	129,29	146,43

* Seoses Põlva toorlinavabriku üleviimisega masuudikütusele 1964. aastal korregeeriti aastate 1960—1963 kütusekulusid eeldatava kulude tõusu ulatuses. Sellele vastavalt on arvutustes kütusekulude suuruseks 1 tonnile linavartele võetud 15,66 rbl. tegeliku 1,74 rbl. asemel.

transpordivahendite soetamiseks. Mõlema kululiigi summana saame vedude taandatud kulud, mille suuruseks linaõle ja linavarte vedamisel kujunes 7,9 kop./tkm ja ropsitud lina vedamisel — 5,8 kop./tkm. Linaõle veomaht on linakiu veomahule ümber arvutatud vahekorras 5:1 ja linavarte veomaht linakiu veomahule vahekorras 4:1.

Majanduslikult kõige efektiivsema kontsentratsiooni variandi leidmiseks vajalike täiendavate kapitaal mahutuste suurus on määratud eraldi leotustsehhides ja ropsimistsehhides. Leotustsehhides on ette nähtud kulutused tehnoloogia täiustamisele ning kuivatite rekonstrueerimisele Võru ja Põlva toorlinavabrikus kummaski 80 000 rbl. Abja toorlinavabrikus osutub soojaveeleotuse tsehhi rekonstrueerimisel vajalikuks laiendada ka katlamaja, mistõttu siin on arvatud kapitaal mahutusi 130 000 rbl.

Mõningates toorlina töötlemise kontsentreerimise variantides võib osutada vajalikuks uue leotustsehhi väljaehitamine, milleks on ette nähtud kapitaal mahutusi 525 tuh. rbl.

Ropsimistsehhides on kavandatud seadmepargi vahetamine, mis nõuab kõikides toorlinavabrikutes ühesuguseid kulutusi 21 000 rbl. ulatuses.

Tabel 7

**Aastate 1960—1963 keskmised tingpüsivad kulud
Eesti NSV toorlinavabrikutes**

Toorlinavabrikud	Tingpüsivad kulud, tuh. rbl.		
	soojaveeleotuse tsehhis	ropsimis- tsehhis	kokku
Abja	30,2	61,0	91,2
sealhulgas Viljandi tsehh	—	14,3	14,3
Võru	27,2	73,7	100,9
sealhulgas Antsla tsehh	—	29,5	29,5
Põlva	12,2	47,3	59,5

Toorlinavabrikute paigutuse skeemi ja nende võimsuse leidmisel on lähtutud ainult Eesti NSV territooriumilt 1970. aastaks planeeritud üldisest linakiu varumise kogusest.

Vabariigi linakasvatuse territoriaalse jaotuse määramisel on aluseks Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudi põllumajanduse ökonoomika sektori soovitusel linakasvatuse rajoneerimiseks, mis näevad ette kontsentreerida linakasvatus Tartu, Võru, Põlva ja Viljandi rajooni. Varutava linakiu koguse jaotamine majandite vahel toimus perspektiivselt võimaliku külvipinna ja saagikuse alusel, mis rajooniti on järgmine (tabel 8).

Transpordiülesande lähteskeemis on toorlina tootvaid majandeid 98. Leotus- ja ropsimistsehhide asukohtadena on algplaani võetud 1963. aastal tegutsenud tsehhide asukohad, välja arvatud Vändra toorlinavabrik, mis asub väljaspool toorainetsooni. Täiendavaid punkte sisse võetud ei ole, sest uute linatöötlemise ettevõtete rajamine on linakasvatuse väikest ulatust arvestades ilmselt ebaratsionaalne.

Tabel 8

**Lina külvipind, keskmine saagikus, kogusaak ja
varumine 1970. aastal Eesti NSV rajoonides**

Rajoonid	Lina		Linakiu	
	külvipind, ha	saagikus, ts/ha	kogusaak, t	varumine, t
Tartu	485,1	5,3	257,7	251
Võru	1060,8	4,5	476,6	464
Põlva	2088,3	5,1	1060,8	1030
Viljandi	648,0	5,6	360,8	355
Kokku	4282,2	5,0	2156,0	2100

Toorlinavabrikute soojaveeleotuse tsehhid on algplaani lülitatud aruandelise ja rekonstrueerimisel saavutatava tootmisvõimsusega (vt. tabel 5). See võimaldab vajaliku toodangu mahu (10 500 t leotatud linaõlgi aastas) kindlustamiseks koostada järgmised võimsusvariantide kombinatsioonid:

- | | | |
|----|-------|--------|
| 1. | Abja | 3000 t |
| | Võru | 2500 t |
| | Põlva | 5739 t |
| 2. | Abja | 3000 t |
| | Võru | 5739 t |
| | Põlva | 2500 t |
| 3. | Abja | 7946 t |
| | Võru | 2500 t |
| | Põlva | 2500 t |
| 4. | Abja | 7946 t |
| | Võru | 5739 t |
| 5. | Abja | 7946 t |
| | Põlva | 5739 t |
| 6. | Võru | 5739 t |
| | Põlva | 5739 t |

Toorlina leotamise ühteainsasse toorlinavabrikusse kontsentreerimise ökonoomilise efektiivsuse hindamiseks nähti ette iga olemasoleva leotustsehhi juurde uue optimaalse võimsusega (5500 t) ja täiustatud tehnoloogiaga (võimsuse juurdekasv 35%) tsehhi ehitamine, mis andis kolm täiendavat võimsusvarianti:

- | | | | |
|----------|------|----------|---|
| 1. Abja | 7946 | t + 7425 | t |
| 2. Vōru | 5739 | t + 7425 | t |
| 3. Pōlva | 5739 | t + 7425 | t |

Ülesande lahendamiseks on leotustsehhide võimsus linaõletonidelt ümber arvutatud linakiutonnidele vahekorras 5:1.

Ropsimistsehhid on algplaani lülitatud samuti aruandelise ja rekonstrueerimisel saavutatava tootmisvõimsusega (vt. tabel 4) et anda hinnang ropsimistsehhide rekonstrueerimise ökonoomilisele efektiivsusele. Vajaliku toodangu mahu (2100 t linakiudu aastas) jaoks sobivate võimsusvariantide kombinatsioonide saamiseks on ropsimistsehhide tootmisvõimsused arvutatud kahe- ja kolmevahetuselise töörežiimi alusel. Et algplaani lülitati viis ropsimistsehhi asukohta (Viljandi, Abja, Võru, Antsla, Põlva), osutus võimalikuks ühtekokku koostada ligi 200 reaalist võimsusvariantide kombinatsiooni. Järgnevalt esitame näitena mõned nendest kombinatsioonidest.

1. Abja 973 t (rekonstrueerimata, kahevahetuseline töörežiim)
 Võru 997 t —,— —,—
 Antsla 554 t —,— —,—

2. Võru 1497 t (rekonstrueerimata, kolmevahetuseline töörežiim)
Põlva 811 t (rekonstrueerimata, kolmevahetuseline töörežiim)
3. Võru 1159 t (rekonstrueeritud, kahevahetuseline töörežiim)
Põlva 1159 t (rekonstrueeritud, kahevahetuseline töörežiim)
4. Võru 1738 t (rekonstrueeritud, kolmevahetuseline töörežiim)
Põlva 540 t (rekonstrueerimata, kahevahetuseline töörežiim)
jne.

Et toorlinavabrikute ropsimistsehhide tootmisvõimsus mõningate võimsusvariantide kombinatsioonide puhul on suurem kui leotustsehhide võimsus (näit. Võru toorlinavabriku rekonstrueeritud ropsimistsehhi võimsus kolmevahetuselise töörežiimi puhul on 1497 t linakiudu aastas, rekonstrueeritud leotustsehhi võimsus — 1148 t), osutus vajalikuks ropsimistsehhide võimsuse ülejäägi kooramamise ärahoidmiseks teiste toorlinavabrikute leotustsehhide arvel ropsimistsehhide tootmisvõimsust tõkestada leotustsehhi võimsusega. Sellekohaselt on viimases näites Võru toorlinavabriku rekonstrueeritud ropsimistsehhi tootmisvõimsusena kolmevahetuselise töörežiimi puhul algplaani lülitatud 1497 t asemel 1148 t. Ropsimistsehhide võimsusvariantide kombinatsioonide üldsumma suurenes selle arvel veelgi.

Ropsitud linakiudu tarbivad linaketramis- ja linakudumisvabrikud on algplaani lülitatud sugemistsehhide tegelike tootmisvõimsustega, mis on järgmised:

Viljandi Linaketramis- ja Kudumisvabrikus — 700 t,

Pärnu Linakombinaadis 1400 t ropsitud linakiudu aastas.

Ühes osas variantidest on ropsitud linakiu tarbijana lähteplaani lülitatud Viljandi Linaketramis- ja Kudumisvabrik ning Pärnu Linakombinaat, teises osas ainult viimane, et välja selgitada nende ettevõtete asukohtade mõju toorlinavabrikute paigutamisele.

Kirjeldataud tingimusi arvestades on ühtekokku võimalik koostada üle tuhande erineva variandi. Kõigist võimalikest variantidest lahendati kõik praktilise rakendamise seisukohalt reaalsed variandid, nende arv ulatus kaheteistkümneni.

Toorlinavabrikute optimaalne paigutus ja kontsentreerimise ökonoomiline efektiivsus

Lahendatud 12 variandist võtame järgnevalt lähema vaatluse alla need, mille lahendid kindlustavad soojaveeleotuse ja ropsimistsehhide tootmisvõimsuse kõige otstarbekohasema raken-

dature. Tabelis 9 on esitatud kuue variandi algplaani lülitatud tootmisvõimsuste ja optimaalse plaani kohase koormatuse võrdlus.

Esimeses variandis, mille algplaani on lülitatud kõik tegutsevad soojaveeleotuse ja ropsimistsehhid aruandeliste võimsustega, langes optimaalsest plaanist välja Viljandis asuv ropsimistsehh ebasoodsa asendi tõttu ja Põlva toorlinavabriku ropsimistsehh Võrus ja Antslas asuvate ropsimistsehhidega võrreldes kõrgemate otseste töötlemiskulude tõttu. Kõige enam koormatuks osutub selles variandis Võru toorlinavabrik, vähem koormatuks — Abja toorlinavabrik.

Teises variandis on algplaanist välja jäetud Antslas ja Viljandis asuvad ropsimistsehhid. Variandi optimaalses plaanis osutub kõige enam koormatuks jällegi Võru toorlinavabrik, kõige vähem koormatuks — Abja toorlinavabrik.

Kolmandas variandis on toorlinavabrikute tsehhid algplaani lülitatud maksimaalselt vajaliku tootmisvõimsusega — 2100 t. Ülesande lahendist selgub, et Abja ja Põlva toorlinavabriku koormatus osutub niivõrd väikeseks, et praktiliselt kogu toorlina töötlemine tuleks kontsentreerida Võru toorlinavabrikusse.

Neljas ja viies variant (vt. tabel 9) on vaatluse alla võetud selleks, et välja selgitada toorlina töötlemise kontsentreerimise efektiivsus kahte toorlinavabrikusse. Viiendas variandis on sealjuures ette nähtud ropsimistsehhide rekonstrueerimine viimase otstarbekuse väljaselgitamiseks.

Kuuendas variandis on algplaani lülitatud Põlvas ja Võrus asuvate ropsimistsehhide kõrval ka Antslas asuv ropsimistsehh. See variant lahendati eesmärgil anda täiendav hinnang Abja toorlinavabriku tegutsemise ökonoomilisele efektiivsusele. Viimane selgub käsitletud variantide summaarsete kulude võrdlusest, mis on teostatud tabelis 10.

Tabeli 10 andmetest ilmneb, et kõige soodsamaks osutuvad need variandid (IV, V, VI), kus toorlina töötlemine on kontsentreeritud Võru ja Põlva toorlinavabrikusse. Neljandas variandis ei olnud ette nähtud ropsimistsehhide rekonstrueerimist, mistõttu nimetatud variandi rakendamine nõuaks seadmepargi kolmevahetuselist töörežiimi. Et kahevahetuselist tööd tuleb ropsimistsehhide raskete töötingimuste tõttu eelistada kolmevahetuselisele, siis tuleks läbi viia ropsimistsehhide rekonstrueerimine ja üles seada suurema võimsusega seadmed, mis võimaldavad vajaliku toodangu anda kahes vahetuses. Ökonoomiliselt on seadmepargi uuendamine õigustatud, sest summaarsed kulud kujunevad sel juhul kõige madalamaks (tabel 10, V variant).

Kõrgemaks kui IV ja V kujunevad summaarsed kulud VI variandis, mis Võrus ja Põlvas asuvate ropsimistsehhide kõrval näeb ette ka Antslas asuva ropsimistsehhi rakendamise. Kuuenda variandi kohaselt osutuks võimalikuks kahes (Võru ja Põlva) soo-

Tabel 9

Algplaani lülitatud soojaveeleotuse ja ropsimistsehnide tootmis-
võimsused* ja nende koormatus optimaalsete plaanide alusel
(linakiudu, t)

Variandid	Soojaveeleotuse tsehhid				Ropsimistsehhid				
	Abjas	Põlvas	Võrus		Abjas	Põlvas	Võrus	Antslas	Viljandis
I	tootmisvõimsus koormatus	600 306	1148 646	1148 1148	1461 306	811 —	1497 1148	831 646	923 —
II	tootmisvõimsus koormatus	600 324	1148 628	1148 1148	1461 324	811 628	1148** 1148	— —	— —
III	tootmisvõimsus koormatus	2100 86	2100 45	2100 1969	2100 86	2100 45	2100 1969	— —	— —
IV	tootmisvõimsus koormatus	— —	1148 952	1148 1148	— —	811 603	1497 1497	— —	— —
V	tootmisvõimsus koormatus	— —	1148 952	1148 1148	— —	1159 952	1148** 1148	— —	— —
VI	tootmisvõimsus koormatus	— —	1148 952	1148 1148	— —	811 549	997 997	554 554	— —

* Vt. tabelid 4 ja 5.

** Ropsimistsehhi võimsus on pilratud soojaveeleotuse tehhi võimsusega.

**Eesti NSV toorlinavabrikute paigutusvariantide
summaarsete kulude võrdlus**

	Näitajad	V a r i a n d i d					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	Transpordikulude ja otseste töötlemiskulude kogusumma, tuh. rbl.	659,6	662,4	627,9	663,6	652,9	667,2
2.	Tingpüsivate kulude suurus aastas, tuh. rbl.	204,8	207,8	123,1	130,9	130,9	160,4
3.	Täiendavad kapitaal-mahutused tasuvusaastas,* tuh. rbl.	32,0	32,0	151,0	32,0	40,5	32,0
4.	Summaarsed kulud:						
	a) kogusummas, tuh. rbl.	896,4	902,2	902,0	826,5	824,3	859,6
	b) ühikule, rbl./t	426,16	429,62	429,52	393,57	392,52	409,33
	c) %-des	108,7	109,5	109,4	100,3	100,0	104,3
5.	Töötlemiskulud, rbl./t	386,46	393,63	266,65	349,17	345,43	363,23

* Tasuvusaeg 5 aastat.

javeeleotuse tsehhis töödeldud linavarred ropsida kolmes (Võru, Antsla, Põlva) kahe vahetusega töötavas ropsimistsehhis (vt. tabel 9 ja tabel 4).

Selle variandi puhul väärrib eriti rõhutamist asjaolu, et Võru ja Põlva toorlinavabriku rakendamine koos Antsla ropsimistsehhiga on otstarbekohasem kui Abja toorlinavabriku rakendamine. Summaarsete kulude võrdlus näitab, et nendes variantides, mis näevad ette Abja toorlinavabriku rakendamise (I ja II), kujunevad need 4,3—5,0% võrra kõrgemaks kui nimetatud kuuendas variandis ja 8,7—9,5% võrra kõrgemaks kui optimaalses viiendas.

Järelikult Abja toorlinavabriku ekspluateerimine sel juhul, kui toorlina varumine väljaspool vabariiki lõpetatakse, end ökonoomiliselt ei õigusta.

Kolmanda variandi kohaselt tuleks toorlina leotamine ja ropsimine täies ulatuses koondada Võru toorlinavabrikusse. Selle tootmisvõimsuse laiendamine vajaliku ulatuseni nõuab suuri täiendavaid kapitaal-mahutusi (tabel 10), mistõttu toorlina töötlemise nii ulatuslik kontsentreerimine vaatamata madalatele töötlemiskuludele end ei õigusta.

Analüüsitud variantide puhul oli ropsitud linakiu vedu ette nähtud kahte linaketramis- ja linakudumisevabrikusse (Viljandi ja

Pärnu). Täiendavalt lahendatud kahes variandis ropsitud linakiu tarbimise kontsentreerimisel Pärnu Linakombinaati kasvavad summaarsed kulud algvariantidega võrreldes vaid 0,5% ja 0,3%. Seega linaketramis- ja linakudumisvabrikute asukoht toorlinavabrikute paigutamist praktiliselt ei mõjusta.

Kokku võttes võib öelda, et ökonoomiliselt kõige efektiivsemaks kujuneb toorlinatööstuse paigutamise ja kontsentreerimise see variant, mis näeb ette toorlina töötlemise koondamise Võru ja Põlva toorlinavabrikusse (ilma Antsla ropsimistsehhita). Nende toorlinavabrikute töötamisel ulatub aastane ökonoomia transpordi- ja töötlemiskulude kokkuhoiu arvel, võrreldes nende variantidega, mis näevad ette Abja toorlinavabriku rakendamise, 69,9—74,1 tuh. rublani aastas, moodustades 10,3—11,0% aastasest töötlemis- ja transpordikulude kogusummast. Sellele summale lisandub ökonoomia toorlina ropsimise jäätmete kokkuveokulude arvel Võru toorlinavabriku linaluuplaatide tsehhi, mis moodustab kuni 10 tuh. rubl. aastas.

KIRJANDUS

1. Е. Г. Гольштейн, Д. Б. Юдин. Об одном классе задач планирования народного хозяйства. — В сб.: Проблемы кибернетики, вып. 5. М., Физматгиз, 1961.
2. И. Я. Бирман. Методика расчета оптимального варианта размещения промышленных предприятий отрасли методами линейного программирования. — В сб.: Доклады и методика расчетов оптимального размещения цементной промышленности. СОПС. Лаборатория математических методов. Бюллетень № 1. М., 1961.
3. Б. Г. Серебряков, Г. Д. Рахманин. Расчет оптимального варианта размещения предприятий цементной промышленности — СОПС. Лаборатория математических методов. Бюллетень № 1. М., 1961.
4. И. Я. Бирман. Транспортная задача линейного программирования. М., Экономиздат, 1962.
5. А. Г. Аганбегян. К методологии оптимального планирования размещения производства в отдельных отраслях. — В сб.: Оптимальное планирование размещения и специализации производства в отдельных отраслях. Новосибирск, Изд-во Сибирского отд. АН СССР, 1962.
6. В. П. Черенин. Решение некоторых комбинаторных задач оптимального планирования методом последовательных расчетов. Научно-методические материалы экономико-математического семинара. Лаборатория экономико-математических методов АН СССР, вып. 2. М., 1962. Материалы конференции по опыту и перспективам применения математических методов и электронных вычислительных машин в планировании. Новосибирск, 1962.
7. И. З. Каганович. Применение математического программирования для оптимального выбора мощности и пунктов размещения маслодельных заводов (на примере о-ва Сааремаа). — Изв. АН Эстонской ССР, том XI, серия общ. наук. 1962, № 3.
8. И. В. Гирсанов, Б. Т. Поляк. Математические методы решения задачи о размещении. — В кн.: Тезисы докладов на теорет. конференции экон. фак. МГУ, М., 1962. Проблемы оптимального планирования, проектирования и управления производством. М., 1963.
9. И. З. Каганович. Оптимальная мощность и размещение предприятий молочной промышленности Эстонии. — В кн.: Математические методы и проблемы размещения производства. М., Экономиздат, 1963.
10. И. Каганович, А. Мерессоо. Концентрация и размещение молочной промышленности Эстонской ССР. Таллин, 1964. (Институт экономики АН Эстонской ССР.)
11. В. Г. Карманов, Б. Т. Поляк. Опыт решения задач размещения производства в вычислительном центре МГУ. — В кн.: Применение математики при размещении производительных сил. М., Изд-во «Наука», 1964.
12. Т. А. Косенко. Задача размещения сыродельных предприятий на территории нескольких районов Алтайского края. В кн.: Применение математики при размещении производительных сил. М., Изд-во «Наука», 1964.

13. А. А. Корбут, В. В. Малинников. Приближенное решение некоторых неоднородных моделей размещения. — Экономика и математические методы, 1965, том 1, вып. 3.
14. В. П. Черенин, В. Р. Хачатуров. Решение методом последовательных расчетов одного класса задач о размещении производства. — В сб.: Экономико-математические методы. Вып. II. М., Изд-во «Наука», 1965.
15. И. З. Каганович. Экономико-математическая модель концентрации и специализации производства. — В сб.: Экономико-математические методы. Вып. II. М., Изд-во «Наука», 1965.
16. Э. Я. Гринберг, Э. Р. Гипслис, Я. Я. Дамбит. Задача об оптимальном перспективном размещении молокоперерабатывающих заводов Латвийской ССР. — Конференция по математическому оптимальному программированию. Тезисы докладов. Новосибирск, 1965.
17. Т. Н. Борисов, З. Влашек, В. Г. Карманов, Б. Т. Поляк. Некоторые методы решения задач о размещении. — В сб.: Вычислительные методы и программирование. Сборник работ Вычислительного центра Московского университета, III. М., Изд-во МГУ, 1965.
18. W. M. Hirsch, G. B. Dantzig. The Fixed Charge Problem. RAND Report RM-1383. The RAND Corporation. Santa Monica, Calif., 1954.
19. С. Гасс. Линейное программирование (методы и приложения). М., Физматгиз, 1961.
20. M. L. Balinski. Fixed-cost. Transportation Problems. Naval Res. Logist. Quart., 1961, 8, Nr. 1.
21. H. W. Kuhn, W. J. Baumel. An Approximative Algorithm for the Fixed — charges Transportation Problem. Naval Res. Logist. Quart., 1962, 9, Nr. 1.
22. Р. А. Поляк. О нахождении экстремума в одной задаче типа транспортной. Материалы конференции по опыту и перспективам применения математических методов и электронных вычислительных машин в планировании. Новосибирск, 1962.
23. А. А. Корбут. Неоднородные задачи размещения (типа транспортной). — В сб.: Применение математики при размещении производительных сил. М., Изд-во «Наука», 1964.
24. Ю. Эннусте. К вопросу об оптимальной унификации железобетонных деталей. — Экономика строительства, 1963, № 10.
25. М. И. Тамм. О решении одной задачи унификации математическими методами. — Конференция по математическому оптимальному программированию. Тезисы докладов. Новосибирск, 1965.
26. А. Г. Аганбегян. Экономико-математическое моделирование и решение отраслевых задач. — В кн.: Применение математики при размещении производительных сил. М., Изд-во «Наука», 1964.
27. М. Л. Полонский, И. Г. Глейзер, А. Д. Пацера. Использование электронных вычислительных машин при решении вопроса о размещении хлебопекарных предприятий. — Хлебопекарная и кондитерская промышленность, 1965, № 6.
28. A. Orden. The Transshipment Problem. — Management Sci., 1956, 2, Nr. 3.
29. В. А. Маш. К математическим методам оптимального размещения предприятий в многоэтапных системах производства и потребления. — Вопросы экономики, 1962, № 10.
30. А. П. Петров, В. П. Черенин. Усовершенствование метода составления плана формирования поездов. — Железнодорожный транспорт. М., 1948, № 3.
31. В. П. Черенин. Составление оптимального плана формирования однопассажирских поездов на электронных вычислительных машинах — Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта, 1961, № 1.

32. В. П. Черенин. Алгоритм и программа последовательных расчетов плана формирования. — В кн.: Составление плана формирования поездов на электронных машинах. Под ред. А. П. Петрова. М., Трансжелдориздат, 1962.
33. В. С. Михалевич, Н. З. Шор. Численное решение многовариантных задач по методу последовательного анализа вариантов. — В сб.: О численных методах решения многовариантных плановых и технико-экономических задач. Научно-методические материалы экономико-математического семинара, вып. I. М., 1962.
34. В. С. Михалевич, Н. З. Шор. Применение методики последовательного анализа вариантов к проблеме размещения предприятий. — В кн.: Методика расчетов оптимальных планов размещения предприятий и отраслей. М., 1962.
35. Л. А. Галусова, Н. З. Шор. Методика выбора оптимальных сечений сети 6—10 кв методом последовательного анализа вариантов. Материалы научных семинаров по теоретическим и прикладным вопросам кибернетики, вып. 3. Киев, 1963 (Научный совет по кибернетике АН УССР, Киевский дом научно-технической пропаганды).
36. И. Ф. Клебанов. Комбинаторный метод решения одного класса задач размещения предприятий. Минск, 1965 (Госплан Белорусской ССР, Вычислительный центр).
37. Е. Г. Гольштейн. Транспортная задача и ее обобщение. — В кн.: Методы и алгоритмы решения транспортной задачи. М., Госстатиздат, 1963.
38. А. А. Корбут. Целочисленные задачи линейного программирования. — В сб.: Экономико-математические методы. Вып. II. М., Изд-во «Наука», 1965.
39. Г. Е. Нежинцев, Г. Д. Рахманин. Расчет оптимального плана развития и размещения цементной промышленности. — В сб.: Применение математики в экономике. Вып. I. Л., Изд-во Ленинградского университета, 1963.
40. В. Клосунь. Оптимальный размер и размещение новых промышленных предприятий. — Вопросы экономики, 1962, № 7.
41. В. А. Паршиков. Приближенное решение комбинаторной задачи размещения комплекса устройств. — Материалы конференции по опыту и перспективам применения математических методов и ЭВМ в планировании. Новосибирск, 1962.
42. В. А. Паршиков. Расчет плана формирования однопровозных поездов на сети с замкнутыми контурами. — В кн.: Составление плана формирования поездов на электронных машинах. Под ред. А. П. Петрова. М., Трансжелдориздат, 1962.
43. А. Д. Заикин, Р. М. Петухов. Решение задачи размещения промышленных предприятий методом случайного поиска. — В кн.: Применение математики в экономических исследованиях, том 3. Под ред. В. С. Немчинова. М., Изд-во «Мысль», 1965.
44. Majandusloendus Eestis. Tööstus. Tallinn, 1937.
45. Е. В. Васильева. Развитие пищевой промышленности и экономия общественного труда в СССР. М., 1962.
46. Особенности и факторы размещения отраслей народного хозяйства СССР. М., Изд-во АН СССР, 1960.
47. Уровень техники мясной промышленности в СССР и за рубежом. М., 1961.
48. Методика определения экономической эффективности внедрения новой техники, механизации и автоматизации производственных процессов в промышленности. М., Изд-во АН СССР, 1963.
49. Л. А. Калита. Экономическая эффективность концентрации производства в мясной промышленности (автореферат). М., 1965.
50. 25 aastat Nõukogude Eestit. Statistiline kogumik. Tallinn, 1965.
51. Гослескомитет при Госплане СССР «Гипролеспром». Перспективная схема развития специализации и кооперирования производства в лесопильно-

- деревообрабатывающей промышленности. Книга I, Схемы специализированных производств. М., 1963.
52. Методика расчета стоимости перевозок автомобильным транспортом, Институт «Гипролеспром». М., 1962 (ротапринт).
53. Сфера применения железнодорожного и автомобильного транспорта при перевозке грузов на короткие расстояния. М., 1961.
54. Е. А. Козырев, Л. И. Орех. Об одном парадоксе. — В кн.: Математические методы и проблемы размещения производства. М., Издательство экономической литературы, 1963.
55. Перспективная схема развития специализации и кооперирования производства в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности. Схемы специализированных производств и определения масштабов и профилей предприятий. Книга I. Схемы специализированных производств. Институт «Гипролеспром». М., 1963 (ротапринт).
56. A. Ratt. Mida teha linakasvatuse parandamiseks. Tallinn, 1964.
57. Б. Л. Трегубова. Очерки экономики промышленности лубяных волокон. Легкая индустрия, 1964.

SISUKORD

Eessõna	3
I peatükk I. K a g a n o v i t š	
Tööstusettevõtete paigutamise ülesannete matemaatiline püs- titamine ja analüüs	7
II peatükk L. S a a t	
Tootmise kontsentreerimisest ja paigutamisest Eesti NSV leivatööstuses	44
III peatükk A. M e r e s s o o	
Lihakombinaatide optimaalne tootmisvõimsus ja paigutus Eesti NSV-s	64
IV peatükk E. K r a a v	
Eesti NSV saagimistööstuse perspektiivse paigutamise ja kontsentreerimise probleeme	97
V peatükk O. L u g u s	
Tootmise arendamine ja paigutamine puidujäätmete kasuta- mise baasil Eesti NSV-s	118
VI peatükk L. R i t s o, M. H e i n	
Tootmise kontsentreerimisest ja paigutamisest Eesti NSV toorlinatööstuses	156
Kirjandus	177

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Глава I. И. Каганович. Математическая постановка и анализ задач размещения промышленных предприятий	7
Глава II. Л. Саат. Концентрация и размещение хлебопекарной промышленности Эстонской ССР	44
Глава III. А. Мерессоо. Оптимальные мощности и размещение мясокомбинатов Эстонской ССР	64
Глава IV. Э. Краав. Проблемы перспективного размещения и концентрации лесопильной промышленности Эстонской ССР	97
Глава V. О. Лугус. Развитие и размещение производства на базе использования древесных отходов в Эстонской ССР	118
Глава VI. Л. Ритсо, М. Хейн. Концентрация и размещение первичной обработки льна в Эстонской ССР	156
Литература	177

КОНЦЕНТРАЦИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА В НЕКОТОРЫХ
ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ЭСТОНСКОЙ ССР

На эстонском языке

Обложка: Х. Хейнла

Издательство «Ээсти Раамат»
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja H. Seping

Kunstiline toimetaja L. Kruusmaa

Tehniline toimetaja L. Kann

Korrektorid A. Kiho ja E. Toots

Laduda antud 9. VI 1966. Trükkida antud
27. XII 1966. Paber 60×90, $\frac{1}{16}$. Trükipoog-
naid 11,5. Arvestuspoognaid 12,87. Trükiarv 800.
MB-12203. Tellimise nr. 4603. H. Heidemanni
nim. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. I
Trükipaber nr. 2 — Kohila Paberivabrik

Hind 95 kop.



A-28284

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00446540 9