

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1964.3.01>

## KAPITAALMAHUTUSTE EFEKTIIVSUSE PROBLEEMI UURIMINE MATERIAALSE TOOTMISE LIHTSUSTATUD DÜNAAMILISE MAATRIKSMUDELI ABIL

### Ü. ENNUSTE

«Sotsialismi eesmärk,» öeldakse NLKP programmis, «on rahva kasvavate materiaalsete ja kultuuriliste vajaduste järjest täielikum rahuldamine ühiskondliku tootmise pideva arendamise ja täiendamise teel.»<sup>1</sup> Selle eelduseks on sotsialistliku ühiskonna rahvatulu kasv, mille maksimaalne suurendamine järelikult ongi tootmise arendamise ja täiendamise otseseks ülesandeks.

Rahvatulu on osa ühiskondlikust kogutoodangust. Tema kasvu peamiseks teguriks on ühiskondliku tööviljakuse tõus, millele olulist mõju avaldavad kapitaalvahutused. Seega on kapitaalvahutuste efektiivne kasutamine sotsialistlikus ühiskonnas erakordse tähtsusega ning sellega seoses olevaid küsimusi tuleb lahendada lähtudes rahvatulu maksimaalsest kasvust. See nõue tuleneb ka NLKP programmist, kus seisab:

1) «Saavutada ühiskonna huvides kõige suuremaid tulemusi kõige väiksemate kulu-  
tustega — selline on majandusliku ülesehitustöö vankumata seadus.»

2) «Partei peab esmajärgulise tähtsusega ülesandeks suurendada **kapitaalvahutuste efektiivsust**, valida välja kõige kasulikumad ja ökonoomsemad kapitaaltööde suunad, saavutada toodangu võimalikult suur juurdekasv kapitaalvahutuste iga kulutatud rubla kohta ning lühendada kapitaalvahutuste tasuvuse aega. Tuleb pidevalt parandada kapitaalvahutuste struktuuri ja tõsta nende koosseisu seadmete, masinate, tööpinkide osatähtsust.»<sup>2</sup>

Nõukoguliku matemaatilise majandusteaduse seisukohalt on rahvatulu ja kapitaalvahutuste sõltuvuse selgitamiseks otstarbekas lähtuda materiaalse tootmise matemaatilistest mudelist, kusjuures kapitaalvahutusi tuleb käsitleda kui ainult ühte sõltuvat tegurit, mida mõjutavad teised materiaalse tootmise tegurid (aeg, loodusvarad, defitsiitsed tooted jne.). Taolisi materiaalse tootmise kompleksseid matemaatilisi mudeleid on ulatuslikult viljelnud akadeemik V. Nemtšinov ja professor V. Novožilov<sup>3</sup>, kes nende abil on uurinud materiaalse tootmise optimaalseks muutmise ja plaaniliste hindade probleeme.

Käesolevas artiklis püütakse V. Nemtšinovi ja V. Novožilovi uurimismetoodika ja ideede alusel selgitada, kuidas kapitaalvahutuste efektiivsuse probleemi käsitleda perspektiivsete tootmisharudevaheliste bilansside koostamisel. Küsimuse selgitamiseks on

<sup>1</sup> Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei programm. Tallinn, 1961, lk. 14 ja 15.

<sup>2</sup> Sealsamas, lk. 79 ja 80.

<sup>3</sup> Vt. B. C. Немчинов, Экономико-математические методы и модели. М., 1962; B. C. Немчинов, Основные контуры модели планового ценообразования. М., 1963. (АН СССР. Научный Совет по применению математики и вычислительной техники в экономических исследованиях и планировании, ротап rint.); B. B. Новожилов, Изменение затрат и их результатов в социалистическом хозяйстве. Сб. Применение математики в экономических исследованиях, под. ред. акад. B. C. Немчинова. М., 1959.



valmistatud materiaalse tootmise lihtsustatud maatriksudel, mis väljendab sellise hüpooteetilise tootmise seoseid, kus töökulu tootmisharudes ei ole piiratud ning sõltub ainult põhifondide erikulust selles harus. Tegelikku lihtsustatud kirjeldamisele vaatamata võimaldab sellise mudeli uurimine põhjendada mitmeid praktiliselt olulisi väiteid.

## 1. Materiaalse tootmise maatriksudel ja tema omadused

Mudeli moodustamisel on kasutatud järgmist tähistust:  $i, j$  — tootmisharu (edaspidi «haru») indeks,  $i, j = 1, \dots, n$  («haru» all on mõeldud nn. puhast ehk tehnoloogilist haru),

$T_j$  — elavtöö kulu harus  $j$  (redutseeritud lihttööle),

$X_i$  — kogutoodang harus  $i$ ,

$X_{ij}$  — haru  $i$  toodangu tarbimine harus  $j$ ,

$Y_i$  — tootmisharu  $i$  lõpptoodang,<sup>4</sup>

$F_{ij}$  — harus  $i$  toodetud töövahendite kasutamine harus  $j$  ja

$K_{ij}$  — harus  $i$  toodetud töövahendid, mis vaadeldaval ajavahemikul suunatakse harusse  $j$ .

Mudeli lihtsustamise huvides neid majanduslikke kategooriaid enam ei diferentseerita. Samuti ei vaadelda ülejäänuid, antud probleemi puhul teisejärgulise tähtsusega kategooriaid, nagu import-eksport, käibefondid, amortisatsioonifondid jne.

Esitatud sümbolikat kasutades on omavahel seotud maatriksite abil koostatud kuueblokiline materiaalse tootmise mudeli skeem (tabel 1). Näeme, et see skeem jaguneb kaheks: esimeses osas on tähised lihtsad, teises osas aga on neile lisatud märk '. Esimene osa ( $M$ ) kirjeldab materiaalse tootmise olukorda lähteperioodil. Teine osa ( $M'$ ) väljendab olukorda järgneval perioodil.

Skeemi mõlemad osad koosnevad kuuest kastist, mis väljendavad olulisemaid materiaalse tootmise näitajaid vastavalt ülaltoodud tähistusele.

Lähteperioodi näitajate väärtused määrab tegelik olukord. Erandiks on ainult VI kasti elementide  $K_{ij}$  väärtused. Viimaste, täiendavate töövahendite õigete koguste määramises peitubki kogu kapitaalmahutuste efektiivsuse probleem.

Elementide  $K_{ij}$  väärtuste määramisega on ühtlasi määratud töövahendite jaotus järgneval perioodil, sest eeldatakse, et järgneva perioodi töövahendite hulk võrdub lähteperioodi töövahendite ja uute töövahendite summaga:

$$F'_{ij} = F_{ij} + K_{ij}, \quad i, j = 1, \dots, n. \quad (1)$$

Mudeli mõlema osa kohta kehtivad järgmised seosed.

1) Kogu töökulu tootmissfääris  $T$  võrdub kõigi harude töökulude  $T_j$  summaga:<sup>5</sup>

$$T = \sum_j T_j, \quad j = 1, \dots, n. \quad (2)$$

2) Tootmisalase tarbimise  $X_{ij}$  ja lõpptoodangu  $Y_i$  summa võrdub kogutoodanguga:

$$X_i = \sum_j X_{ij} + Y_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (3)$$

<sup>4</sup> Mudelis on rahvatulu asemel võetud lõpptoodang (s. o. rahvatulu + amortisatsioonifond), mille käsitlemine rahvatulu asemel on siinkohal otstarbekam, kuna ka amortisatsioonifondi (koos osa rahvatuluga) kasutatakse kapitaalimahutusena.

<sup>5</sup> Käesoleva probleemi seisukohalt on mudeli kõige olulisemaks lihtsustuseks eeldus, et töökulude suurus tootmisharudes ei ole tõkestatud.



Edasi on eeldatud, et mudelis valitsevad lineaarsed (täpsemalt proportsionaalsed) sõltuvused. Selle alusel on avaldatavad järgmised tehnoloogilised koefitsiendid.

1) Tehnoloogiline materjalikulude koefitsient:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad (4)$$

2) Töökulude koefitsient:

$$t_j = \frac{T_j}{X_j} \quad (5)$$

3) Töövahendite koefitsient:

$$f_{ij} = \frac{F_{ij}}{X_j} \quad (6)$$

4) Töövahendite täiendamise koefitsient:

$$k_{ij} = \frac{K_{ij}}{X_j} \quad (7)$$

Nende tehnoloogiliste koefitsientide abil on võimalik avaldada veel mõningad mudeli omadused, kasutades selleks maatriksarvutuse sümbolikat:  $X = [X_i]$ ,  $Y = [Y_i]$ ,  $A = [a_{ij}]$  ja  $t = [t_j]$ .

Nüüd on avaldise (3) asemel võimalik kirjutada

$$AX + Y = X.$$

Järelikult

$$X = (E - A)^{-1}Y, \quad (8)$$

kus  $E$  — ühikmaatriks.

Tähistame

$$B = (E - A)^{-1}$$

ja nimetame  $B$  «täielike kulude maatriksiks».

Nüüd võime kirjutada, et kogutoodangu vektor võrdub täielike kulude maatriksi ja lõpliku toodangu vektori korrutisega:

$$X = BY. \quad (9)$$

Avaldise (2) ja (5) kasutades võime avaldada tootmissfääri kogu töökulu järgmiselt:

$$T = \sum_j T_j = \sum_j t_j X_j = tX. \quad (10)$$

Väljendades kogutoodangu vektori  $X$  avaldise (9) abil, leiame, et kogu lõpptoodangu valmistamiseks vajalik töökulu

$$T = tBY. \quad (11)$$

Viimase võrduse abil leiame vektori  $\tau$ , mis väljendab rahvamajanduses kõigi harude toodanguühikute valmistamiseks vajalikke täielikke töökulusid.

$$\tau = tB, \quad (12)$$

kus

$$\tau = [\tau_1, \dots, \tau_n]. \quad (13)$$

Tabel 1

Materiaalse tootmise lihtsustatud maatriksmudeli skeem

$i \backslash j$		1 2 ... n			
		$T_j$ (III)			
$i$		1	$X_{ij}$ (I)	$Y_i$ (II)	$X_i$ (IV)
		2			
$i$		...	$F_{ij}$ (V)	$K_{ij}$ (VI)	$T'_j$
		n			
$i$		1	$X'_{ij}$	$Y'_i$	$X'_i$
		2			
$i$		...	$F'_{ij}$	$K'_{ij}$	$T'_j$
		n			



## 2. Lähtemudel ja tema tingimused

Kasutades asjaolu, et on võimalik määrata lõpptoodangu ühiku valmistamiseks vajalikud täielikud töökulud (12), kirjutame tabelis 1 naturaalühikutes esitatud mudeli ümber täielike töökulude ühikutes (möödus). Teiste sõnadega, väljendame mudeli kõik elemendid (välja arvatud töökulu  $T$ ) täielike töökulude kaudu. Selle tulemusel on erineva naturaalse väärtusega elemendid väljendatud ühtedes ja samades mõõtühikutes, mida on võimalik liita, s.o. saada sünteetilisi, majanduslikkuse analüüsis suurt tähtsust omavaid näifajaid.

Täielike töökulude möödus koostatud mudelis on tehtud veel järgmine lihtsus: erineva naturaalse vormiga (tarbimisväärtusega) ja erinevates harudes valmistatud töövahendid on tootmisharude kaupa (kus neid kasutatakse) liidetud:

$$\sum_i \tau_i F_{ij} = F_j, \quad j = 1, \dots, n.$$

Seega muutub töövahendite maatriksi vektoriks, millest võime rääkida kui põhifondidest  $F_j$  harus  $j$  (täielike töökulude möödus).

Analoogiliselt on toimitud maatriksiga  $K_{ij}$ :

$$\sum_i \tau_i K_{ij} = K_j, \quad j = 1, \dots, n$$

ja me võime rääkida kapitaal mahutustest  $K_j$  harus  $j$  (samuti täielike töökulude möödus).

Uus mudel on esitatud tabelis 2.

Selle mudeli edasisel analüüsimisel eeldame järgmisi seoseid.<sup>6</sup>

1) Töökulude koefitsiendid sõltuvad funktsionaalselt vastava haru põhifondide koefitsiendist:

$$t_j = t_j(f_j). \quad (14)$$

2) Materjalikulude koefitsiendid (asjasatunud töö erikulud) tootmisharudes sõltuvad vastavatest põhifondide koefitsientidest:

$$a_{ij} = a_{ij}(f_j). \quad (15)$$

Et materjalikulu koefitsientide maatriksi  $A = [a_{ij}]$  alusel oli määratud täielike kulude maatriks  $B = [b_{ij}]$ , siis sõltuvad ka viimase elemendid vastavatest põhifondide koefitsientidest:

$$b_{ij} = b_{ij}(f_j). \quad (16)$$

Esitatud kolme seose kohta on mudelis eeldatud, et

1) põhifondide koefitsiendid on positiivsed:

$$f_j > 0, \quad (17)$$

2) põhifondide koefitsientide suurenemine toob kaasa kulukoefitsientide vähenemise:

$$\frac{dt_j}{df_j}, \quad \frac{da_{ij}}{df_j}, \quad \frac{db_{ij}}{df_j} < 0 \quad (18)$$

ja et see vähenemine väheneb:

$$\frac{d^2 t_j}{df_j^2}, \quad \frac{d^2 a_{ij}}{df_j^2}, \quad \frac{d^2 b_{ij}}{df_j^2} < 0. \quad (19)$$

<sup>6</sup> Uue mudeli alusel on skalaarina väljendatavad sellised näitajad nagu ühiskondlik kogutoodang  $\sum_i \tau_i X_i$  ja lõpptoodang  $\sum_i \tau_i Y_i$ .

Tabel 2

Materiaalse tootmise maatriksmudeli skeem (täielike töökulude möödus)

i \ j	j			
	1	2	...	n
	$X_j t_j$ (III)			
1	$a_{ij} X_j \tau_i$ (I)	$Y_i \tau_i$ (II)	$X_i \tau_i$ (IV)	
2				
⋮				
n				
	$F_j$ (V)			
	$K_j$ (VI)			
	$X'_j \tau'_j$			
1	$a'_{ij} X'_j \tau'_i$	$Y'_i \tau'_i$	$X'_i \tau'_i$	
2				
⋮				
n				
	$F'_j$			
	$K'_j$			



### 3. Optimaalne kapitaalmahutuste plaan

Selle modelleeritud «lihtsustatud objekti» alusel on võimalik hinnata, milline kapitaalmahutuste plaan kõige otstarbekamalt (optimaalsemalt) suunab materiaalse tootmise arengut vastavalt seatud eesmärgile, s. o. rahvatulu maksimaalsele kasvule.

Samuti on võimalik täpselt määrata, mida mõista kapitaalmahutuste efektiivse ehk optimaalse kasutuse all. Mudeli dünaamilisusest lähtudes võime väita, et baasiperioodil ( $M$ ) akumuleeritud kapitaalmahutuste summa (mis on antud)

$$K = \sum_j K_j = \text{const}, \quad j = 1, \dots, n$$

on siis optimaalselt planeeritud, s. o. kapitaalmahutuste plaan

$$\vec{K} = [K_1, \dots, K_n]$$

on siis optimaalne, kui järgneval perioodil ( $M'$ ) lõpptoodangu vektori komponentide summa (vastavalt antud, planeeritud struktuurile) on maksimaalne:

$$\sum_{i=1}^n Y'_i = \max.$$

Vastavalt lineaarse programmeerimise duaalsuse põhiteoreemile on eelmisega samaväärne kapitaalmahutuste plaani optimaalsuse definitsioon järgmine: kapitaalmahutuste summa  $K = \text{const}$  jaotuse plaan

$$\vec{K} = [K_1, \dots, K_n] \quad (20)$$

on optimaalne, kui järgneval perioodil vastavalt etteantud lõpptoodangu vektorile

$$Y' = \text{const} \quad (21)$$

ettenähtud toodangu valmistamiseks vajalikud töökulud kogu tootmissfääris on minimaalsed:

$$T' = \sum_j T'_j = \min. \quad (22)$$

Sotsialismi tingimustes, kus rahva elatustaseme tõstmine toimub plaanipäraselt, teiste sõnadega, lõpptoodangud järgnevate perioodide kohta määratakse direktiivplaanide järgi, on otstarbekam lähtuda viimasest definitsioonist. Edasised arutlused toimuvadki selle definitsiooni alusel.

Optimaalse plaani koostamiseks on peale objekti seoste tundmaõppimist vaja teada järgmisi teda iseloomustavaid andmeid:

- 1) kapitaalmahutuste summa:  $K = \sum_j K_j$ ,
- 2) lõpptoodangu vektor järgnevaks perioodiks  $Y'$ ,
- 3) põhifondide vektor baasiperioodil  $F_j$  ja
- 4) kõik tehnoloogilised koefitsiendid järgneval perioodil ning nende funktsionaalne sõltuvus põhifondide erikulust (võrdused (14), (15) ja (16)).

Sellise informatsiooni olemasolul (tsentraliseeritud kujul) on mingi matemaatilise programmeerimismeetodi abil võimalik põhimõtteliselt koostada optimaalne kapitaalmahutuste plaan ja realiseerida see tsentraliseeritud juhtimise abil.

Seega oleks täielikult tsentraliseeritud juhtimis- ja informatsioonisüsteemi kasutades võimalik lahendada kapitaalmahutuste optimaalse kasutamise probleemi ilma mingite täiendavate majanduslike hinnangute (kapitaalmahutuste efektiivsuse koefitsiendid jne.) väljatöötamiseta.

Sotsialistliku rahvamajanduse juhtimine aga ei toimu täieliku tsentralismi, s. o. täieliku planeerimise, vaid demokraatliku tsentralismi, osalise detsentralisatsiooni põhimõtete järgi. Vastavalt sellele tulebki sotsialismi praktika huvides uurida kapitaalmahutuste optimaalse kasutamise küsimust.



#### 4. Kapitaal mahutuste efektiivsus ja juhtimise demokraatlik tsentralism

Meie rahvamajanduse juhtimise põhimõtted on esitatud NLKP programmis, kus öeldakse: «Kommunistlik ülesehitustöö eeldab demokraatlike juhtimis põhimõtete igakülgset arendamist, kusjuures ühtlasi tugevneb ja täiustub rahvamajanduse tsentraliseeritud riiklik juhtimine.»<sup>7</sup> Ja edasi: «Sisemiste reservide mobiliseerimiseks, kapitaal mahutuste, tootmisfondide ja rahaliste vahendite efektiivsemaks kasutamiseks on tarvis laiendada ettevõtete operatiivset iseseisvust ja initsiatiivi riiklike plaaniülesannete alusel. Tuleb tõsta ettevõtete osatähtsust ja huvi eesrindliku tehnika rakendamisel ning tootmisvõimsuste kõige täielikumal ära kasutamisel.»<sup>8</sup>

Need rahvamajanduse juhtimise põhimõtted annavad käesoleval etapil kõige paremaid tulemusi, sest nendes on arvestatud meie majanduse mastaapi, teaduse, tehnika ja majanduse kiiret arengut, reaalselt olukorda ning võimalusi rahvamajanduse planeerimisel.

Majandusküberneetika terminoloogiat kasutades võime öelda, et Nõukogude Liidu majandussüsteemi kui terviku tsentraalne reguleerimine toimub ainult tähtsamate näitajate osas. Kuid faktorite arv, mis majandussüsteemi arengut mõjutab, on suur ja osa neist reguleeritakse lokaalselt, süsteemi elementides (majandusrajoonid, vabariigid, rahvamajanduse nõukogud, trustid, ettevõtted jne.). Seejuures on kõik need faktorid, nii tsentraalselt kui ka süsteemi elementides reguleeritavad, omavahel tihedas seoses. Järelikult tuleb lokaalselt reguleeritavate faktorite plaani koostamiseks leida sellised algoritmid, mis oleksid vastavuses kogu liitsüsteemi optimaalse reguleerimisega.

Antud juhul on vaatluse all ainult üks niisugune, seejuures vaid osaliselt kohapeal reguleeritav tegur — kapitaal mahutused. Viimase tsentraliseeritud plaanipärane jaotamine toimub ainult tähtsamate rahvamajandusharude osas. Kuid rahvamajanduse praktikas tuleb kapitaal mahutuste kasutamise küsimus lahendada tuhandete, isegi kümnete tuhandete «puhaste harude» lõikes. Samal ajal aga olenevad kapitaal mahutuste kasutamisest kohtadel kogu liitsüsteemi kõige tähtsamad näitajad, eeskätt lõpptoodangu maht.

Milliste majanduslikkuse hinnangute alusel tuleks siis süsteemi elementides otsustada kapitaal mahutuste kasutamise efektiivsuse üle, et selle tulemusena kogu rahvamajanduse arenemine toimuks vastavalt riiklikule plaanile (mis peaks ühtlasi olema optimaalne plaan).

Me eeldame, et järgneva perioodi plaan ( $M'$ ) on optimaalne ja tema alusel on koostatud optimaalne kapitaal mahutuste plaan baasiperioodil  $K_f$ . Nende plaanide koostamisel olid antud suurusteks lõpptoodang järgneval perioodil  $Y'$  ja järelikult ka kogu majandussüsteem baasiperioodil (välja arvatud kapitaal mahutuste vektor).

**Defineerime:** süsteemi ( $M + M'$ ) kapitaal mahutuste efektiivsus  $r_K$  väljendab töökulude kokkuhoidu kapitaal mahutuste ühiku kohta, mida võiks saavutada järgneval perioodil  $M'$ , kui kapitaal mahutusi mõnevõrra suurendada baasiperioodil  $M$ . Matemaatiliselt võime seda avaldise (11) alusel väljendada järgmiselt:

$$r_K = - \frac{dt' B' Y'}{dK} , \quad (23)$$

kus miinusmärk esineb vastavalt eeldusele (18).

Et kapitaal mahutuste suurendamine baasiperioodil võrdub põhilfondide samaväärse suurenemisega järgneval perioodil (1), siis ühtlasi

$$r_K = - \frac{dt' B' Y'}{dF} . \quad (23a)$$

Mainitud definitsiooni põhjal saab tõestada järgmise teoreemi, mida võiks nimetada võrdse efektiivsuse teoreemiks: optimaalses süsteemis peab selle süsteemi mistahes elemendi kapitaal mahutuste efektiivsuse koefitsient võrduma kogu süsteemi kapitaal mahutuste efektiivsuse koefitsiendiga; seega peavad süsteemi kõigi elementide

<sup>7</sup> Lk. 80.

<sup>8</sup> Lk. 82.



efektiivsuste koefitsiendid olema võrdsed:

$$r_j = r_K = \text{const}^*, \quad j = 1, \dots, n.$$

Tõepoolest, kui optimaalses plaanis oleks anomaalne element, millel kapitaalmahutuste efektiivsuse koefitsient on kõrgem, kui süsteemi teistel elementidel ja seega kogu süsteemil, siis ei oleks süsteem optimaalne. Kapitaalmahutuste ümberjaotamisega nii, et kõrgema efektiivsusega elemendis kapitaalmahutuste erikulu suureneks, saaks süsteemi töökulusid vähendada, süsteemi optimaalseks muuta. Sellise ümberjaotuse tagajärjel väheneks ka anomaalse elemendi efektiivsuse koefitsient (vastavalt võrratusele (19)) normaalsete tasemele.<sup>9</sup>

Uuritavas mudelis on süsteemi kohapealselt reguleeritavaks elemendiks «puhas haru» (teoreetiliselt võib kõik tooted, ka perspektiivsed, esitada omaette puhaste harudena). Seejuures ei ole lokaalselt reguleeritav mitte toodangu maht  $X_j$ , vaid ainult haru töökulude koefitsient ja otseste ning järelkult ka täielike materjalikulude koefitsiendid. Valemit (14), (15) ja (16) alusel sõltuvad need koefitsiendid põhifondide erikulust harus  $f_j$ . Põhifondide erikulude suurustest järgneva perioodi harus  $f'_j$  aga on olemas kapitaalmahutuste jaotus (valemi (1) alusel).

Valemi (12) alusel teame, et nii töökulude koefitsiendi  $t'_j$  kui ka täielike materjalikulude koefitsientide  $b'_{ij}$  muutumisega muutus täielik töökulu vastava haru toodanguühiku valmistamiseks  $\tau'_j$ , sest  $\tau' = t'B'$ . Seega  $\tau'_j = \tau'_j(f'_j)$ . Ehk teiste sõnadega: toodanguühiku valmistamiseks vajalikud täielikud töökulud on igas harus reguleeritavad ja sõltuvad põhifondide koefitsiendi valikust.

Vastavalt efektiivsuste võrdsuse teoreemile kujuneb tootmisharu põhifondide ja seega ka kapitaalmahutuste optimaalse valiku juhend järgmiseks:

$$r_j = r_K = - \frac{d\tau'_j}{df'_j}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (24)$$

Seda teisendades saame

$$\frac{d\tau'_j}{df'_j} + r_K = 0. \quad (25)$$

Käsitleme avaldist (25) mingi funktsiooni miinimumkoha avaldisena ja integreerime selle funktsiooni  $S_j$  leidmiseks avaldise (25).

$$S_j = \int \left( \frac{d\tau'_j}{df'_j} + r_K \right) df'_j.$$

Siit leiame, et plaan on optimaalne, kui

$$S_j = \tau'_j + r_K f'_j + C = \min, \quad (26)$$

kus  $C$  on integreerimiskonstant ja teda võib interpreteerida kui teatavat töökulude nivood, mis tootmisfondidest ei sõltu. Seega võib käesoleva ülesande lahendamisel lugeda, et  $C = 0$ .

Avaldis (26) tulenes mudelist, kus nii tootmisfondid kui ka kapitaalmahutused esinevad üherealiste maatriksitena (tab. 2). Tegelikult vastavam on mõlema faktori vaatlemine mitmerealise maatriksina (tab. 1), arvestades ridades töövahendite erinevaid tarbimisväärtusi (kasutusalasid). Tuletades avaldise (26) vastavalt  $n$ -realisele töövahendite maatriksile, saame:

$$S_j = \tau'_j + \sum_i r_i f'_{ij} = \min, \quad j = 1, \dots, n, \quad (27)$$

kus  $r_i$  —  $i$ -ndat liiki põhifondi efektiivsuse koefitsient optimaalse mudeli ( $M'$ ) alusel ja  $f'_{ij}$  —  $i$ -ndat liiki põhivahendi kulukoefitsient toote  $j$  valmistamisel mudelis  $M'$ .

Märkimist väärib eriliigiliste põhivahendite efektiivsuskoeffitsientide  $r_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) suuruste võrdlus. On mõistetav, et praktikas kõiguvad nende väärtused suurtes piirides.

\*  $r_j$  definitsioon on valemi (24) paremal pool.

<sup>9</sup> Selle teoreemi kohta on detailsemad tõestused esitanud V. Novošilov oma uurimuses «Изменение затрат и их результатов в социалистическом хозяйстве».



Imselt on  $r_i$  väärtus suhteliselt suur uute töövahendite puhul, millede tootmine esialgu toimub piiratud ulatuses, kuid mis võimaldavad töö ja materjali kulukoefitsiente tunduvalt alandada.

Efektiivsuste võrdsuse teoreemi alusel võime väita, et majanduse planeerimine on optimaalne, kui saavutatakse olukord, kus

$$r_i = \text{const}, \quad i = 1, \dots, n. \quad (28)$$

Et seda saavutada, tuleb lõpptoodangu kapitaalvahutuste osa planeerida tingimusest (28) lähtudes. Näiteks järgneva perioodi lõpptoodangu  $Y'$  planeerimisel on vaja ülejäätmise perioodi mudeli ( $M''$ ) alusel selgitada, milline peaks olema kapitaalvahutuste struktuur lõpptoodangus  $Y'$ , et edaspidi saavutada efektiivsuste võrdsust:  $r'_i = \text{const}$ .

Eelbeldust on selge, et kapitaalvahutuste efektiivsus ei mõjuta mitte ainult tootmisalaseks tarbimiseks mineva toodangu struktuuri, vaid ka lõpptoodangu seda osa, mis kuulub kapitaalvahutustesse. Seega on tarbimisfond toodangu ainus kategooria, mille struktuur võib jääda kapitaalvahutuste efektiivsusest mõjutamata. Ainult tarbimisfondi võib määrata sõltumatult efektiivsuse normist, lähtudes vaid ühiskonna huvidest. Ülejäänud toodangu osas peab kapitaalvahutuste efektiivsus olema üheks oluliseks regulaatoriks, mille arvestamine aitab planeeritud tarbimisvahendite kogumi toota minimaalse töökuluga.

Püüame nüüd kapitaalvahutuste optimaalsuse avaldist lähemalt siduda meie majanduspraktikaga. Täielikud töökulud, mis on seotud tooteühiku valmistamisega, vastavad teatava ligikaudsusega tooteühiku omahinnale  $C_i$ .

Seega

$$S_i = C'_i + \sum_i r'_i f'_{ij} = \min. \quad (29)$$

Selle alusel võime väita, et kapitaalvahutuste jaotus kogu materiaalse tootmise huvidest lähtudes on siis optimaalne, kui kõik materiaalse tootmise elemendid (alates rahvamajandusharudest ja lõpetades tehnoloogiliste liinidega) varustada põhifondidega nii, et järgneval perioodil toodangu omahinna ja vastavate efektiivsus(rentaabilus)koefitsientidega redutseeritud põhifondide summa oleks minimaalne. Seejuures tuleb fondide efektiivsuskoefitsiendid (vastavalt fondide naturaalsele iseloomule)  $r_i$  määrata järgnevate perioodide rahvamajanduse plaanidest lähtudes.<sup>10</sup>

Efektiivsuse normide praktilise määramise osas tuleb märkida, et skeem (29) on tuletatud äärmiselt lihtsustatud materiaalse tootmise mudeli alusel. Esiteks on selles mudelis kapitaalvahutused (põhifondid) ainsaks ühiskondlikku töövõljakust mõjutavaks faktoriks. Et tegelikkuses on töövõljakust mõjutavaid faktoreid rohkem (loodusvarad, defitsiitsed materjalid jne.), siis ei ole soovitatav seda skeemi kasutada koefitsientide arvuliste suuruste praktiliseks määramiseks. Tema osa piirdub eeskätt kapitaalvahutuste efektiivsuse normide olemuse ja tähtsuse iseloomustamisega, vähemal määral on ta kasutatav ka normatiivide praktiliseks määramiseks.

Teiseks on mudelis eeldatud, et töökulud harudes  $T_i$  ei ole tõkestatud. Tegelikkuses aga on sellised tõkked olemas ning mõningate harude osas võivad nad kujuneda praktiliselt põhifondide suurust määravaks. Selle küsimuse uurimiseks on otstarbekas kasutada nn. rahvamajanduse tootmisharudevaheliste bilansside meetodit. Vaadeldud mudeli ja rahvamajanduse tootmisharudevaheliste bilansside käsitlemine koos võimaldaks seega iteratsioonimeetodi abil praktiliselt selgitada kapitaalvahutuste optimaalse kasutamise küsimusi.

Kokku võttes märgime, et kapitaalvahutuste efektiivsuseks suunamiseks lokaalselt on vajalik vastav majanduslike hinnangute süsteem (näiteks omahindade ja efektiivsuskoefitsientide alusel). Sellist majanduslike hinnangute süsteemi on võimalik luua rahvamajanduse optimaalsete, nii jooksvate kui ka perspektiivsete plaanide uurimise alusel.

<sup>10</sup> Seega on kapitaalvahutuste efektiivsuse küsimuses kapitaalvahutuste «perspektiivse» efektiivsuse uurimine tähtsam kui kapitaalvahutuste faktilise efektiivsuse selgitamine.



Esimesed võimalused praktilisteks arvutusteks majanduslikkuse hinnangute määramisel võiks avaneda rahvamajanduse tootmisharudevaheliste plaaniliste bilansside vastava edasiarendamise teel.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Majanduse Instituut

Saabus toimetusse  
18. II 1964

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ УПРОЩЕННОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАТРИЧНОЙ МОДЕЛИ МАТЕРИАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю. Эннусте

Резюме

Рассматривается возможность оптимального планирования капитальных вложений при составлении перспективных межотраслевых балансов народного хозяйства на основе исследований В. С. Немчинова и В. В. Новожилова.<sup>3</sup>

Составлена упрощенная матричная балансовая модель материального производства (табл. 1) со следующими обозначениями:

$i, j$  — отрасль производства ( $i, j = 1, \dots, n$ ),

$T_j$  — трудозатраты в отрасли  $j$ ,

$X_i$  — валовый выпуск отрасли  $i$ ,

$X_{ij}$  — потребление продукта  $i$  в отрасли  $j$ ,

$Y_i$  — конечный продукт отрасли  $i$ ,

$F_{ij}$  — применение  $i$  средств труда в отрасли  $j$  и

$K_{ij}$  — дополнительные  $i$  средства труда, которые направляются в  $j$  отрасль.

Для учета динамичности модель создана для двух периодов:  $M$  — исходный период и  $M'$  — следующий после исходного.

Для такой модели определен коэффициент эффективности капитальных вложений (23) и на основе его выведено условие (29) для оптимального распределения капитальных вложений по отраслям производства. По условию (29) план является оптимальным, если приведенные затраты при едином коэффициенте эффективности капитальных вложений во всех отраслях минимальные. Так как исходная модель (табл. 1) упрощена, условие (29) не может являться критерием и должно рассматриваться в качестве ориентира при распределении капитальных вложений в плановом межотраслевом балансе.

Институт экономики  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
18. II 1964

## UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE EFFEKTIVITÄT VON INVESTITIONEN, DURCHFÜHRT AN EINEM VEREINFACHTEN DYNAMISCHEN MATRIZENMODELL DER MATERIELLEN PRODUKTION

Ü. Ennuste

Zusammenfassung

Es wurde die Möglichkeit betrachtet, auf Grundlage der Untersuchungen von W. Nemtschinow und W. Nowoschilow<sup>3</sup> bei der Zusammenstellung perspektiver volkswirtschaftlicher Bilanzen zwischen verschiedenen Produktionszweigen die Investitionen optimal zu planen.

Man bediente sich eines vereinfachten Bilanz-Matrizenmodells der materiellen Produktion (Tab. 1) mit der folgenden Symbolik:

$i, j$  — Produktionszweige ( $i, j = 1, \dots, n$ ),

$T_j$  — Arbeitsnorm im Zweig  $j$ ,

$X_i$  — Produktionszahl des Zweiges  $i$ ,



- $X_{ij}$  — Lieferung des Zweiges  $i$  an den Zweig  $j$ ,  
 $Y_i$  — Endverwendung des Zweiges  $i$ ,  
 $F_{ij}$  — Verwendung von Produktionsmitteln  $i$  im Zweig  $j$ ,  
 $K_{ij}$  — Neuinvestitionen in Produktionsmitteln  $i$  an den Zweig  $j$ .

Die Dynamik wird berücksichtigt, indem das Modell für zwei Perioden gilt:  $M$  — die Basisperiode und  $M'$  — die darauffolgende Periode.

Für das Modell wurde ein Koeffizient des Nutzeffekts der Investitionen ermittelt (23) und auf dessen Grund die Bedingung (29) einer optimalen Verteilung der Investitionen in den einzelnen Produktionszweigen festgestellt. Laut Bedingung (29) ist der Plan optimal, falls die Gesamtkosten in allen Zweigen minimal sind, wobei für die Investitionen ein einheitlicher Wirtschaftlichkeitskoeffizient gilt. Da das Basismodell (Tab. 1) vereinfacht ist, kann die Bedingung (29) kein Kriterium darstellen, sondern bloss eine annähernde Richtschnur für die Verteilung der Investitionen beim Planen von Bilanzen zwischen verschiedenen Produktionszweigen.

Institut für Ökonomie  
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR

Eingegangen  
am 18. Febr. 1964