



*V. Talts*

*Tehnilis-  
majanduslike  
arvutuste  
metoodika  
energeetikas*

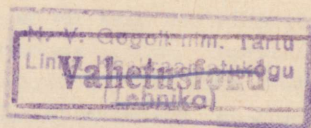
*Tallinn • 1967*

TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT  
Tootmise ökonomika ja organiseerimise kateeder

V. Talts

TEHNILIS-MAJANDUSLIKE ARVUTUSTE  
METOODIKA ENERGEETIKAS

Loengukonspekt



248-B

Tallinn  
1967

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра экономики и организации производства

В. Талтс

МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
РАСЧЕТОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ

На эстонском языке

TARTU ÜLIKOOLI  
RAAMATUKOGU

Vastutav toimetaja J. Toomaspoeg

---

Trükkimisele antud 28. XII 66. Faber 60x84, 1/16  
Trükipg. 4, 5. Tingpg. 4, 19. Tiraaž 500  
MB-12111. TPI rotaprint, 1967. Tell. nr. 471  
Hind 15 kop.

## 1. SISSEJUHATUS

Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei programmis märgitakse, et elektrifitseerimine on kommunistliku ühiskonna ehitamise peateljeks. Kommunismi materiaal-tehnilise baasi loomine ei ole võimalik elektrienergia laialdase rakendamiseta tööstuses, põllumajanduses, transpordis ja elamu-komunaalmajanduses. Elektrienergia tootmine NSV Liidu elektrijaamades suureneb 507 miljardilt kilovatt-tunnilt 1965. aastal 830-850 miljardi kilovatt-tunnini 1970. aastal. Elektriijaamade summaarne võimsus kasvab sellel ajavahemikul ligi kaks korda. Kõik see nõuab suuri, kapitaalmahutusi, mille üldsumma on piiratud. Rahvamajanduse elektrifitseerimise tempo ja ulatus sõltuvad selleks eraldatavate vahendite kasutamise efektiivsusest, valitavate tehniliste lahenduste optimaalsusest. Variantide majanduslikkuse võrdlus on seetõttu vajalik nii energeetika arengu põhisuundade valikul, ratsionaalse kütuse ja energiabilansi struktuuri leidmisel, elektrijaamade ning võrkude projekteerimisel kui ka uue tehnika juurutamisel ning tootmisprotsesside mehhaniseerimisel ja automatiseerimisel. Kapitaalvahutuste suunamisest sõltub ühiskondliku tööviljakuse kasv. Kapitaalvahutusi tuleb suunata väga ökonoomselt, et lühima aja vältel vähimate kuludega saavutada suurimaid tulemusi.

Energeetika - eriti selle põhijaru elektrienergeetika erisus teistest tööstusharudest seisneb tema vahetus seoses tootmise ja tarbimise vahel. Elektrienergia genereerimine ja tarbimine on praktiliselt üheaegne protsess. See asjaolu tingib ka variantide majandusliku efektiivsuse arvutamise spetsiifika energeetikas. Tarbimise režiimi peetakse silmas majandusliku efektiivsuse hindamise põhikomponentide - kapitaalvahutuste ja omahinna arvutamisel.

Käesolev ülevaade tehnilis-majanduslike arvutuste metoodikast on mõeldud õppevahendina Tallinna Polütehnilise Instituudi Energeetika- ja Elektrotehnikateaduskonna üliõpilastele vastava peatüki läbitöötamisel energeetika ökonoomikas.

## 2. KAPITAALMAHUTUSTE MAJANDUSLIKU EFEKTIIVSUSE KRITERIUM

Sotsialistlikus ühiskonnas on kapitaalmahutuste majandusliku efektiivsuse kriteeriumiks ühiskondliku tööviljakuse kasv, arvestades ajategurit.

Ühiskondliku tööviljakuse kasv, s.o. ühiskondlikult vajaliku töö hulga vähenemine tooteühiku kohta, väljendub siigesti toote väärtuse ( $c + v + m$ ) muutumise kaudu, mis summeerib asjastatud ja elava töö hulga tooteühiku kohta, nii kulu- tatud tootmisvahendite väärtuse kui ka loodud uue väärtuse. Väärtuse väljaarvutamine on väga komplitseeritud, mistõttu praegu ei ole võimalik väärtuse alusel kindlaks määrata kapitaalmahutuste majanduslikku efektiivsust. Seda tuleb teha kaudselt, näitaja abil, mis kõige õigemini kajastab ühiskondliku tööviljakuse taset ja mille arvutamiseks on lähteandmed olemas.

Millised näitajad on kasutuse kapitaalmahutuste majandusliku otstarbekuse hindamisel? Põhinäitajateks on toodangu omahind ja kapitaalmahutuste erikulu, täiendavateks näitajateks - energeetiline kasutegur, metallikulu, ehitusmaterjalide erikulu jne. Kui ühes variandis on kõik need näitajad paremad kui teises variandis, siis ei ole raskusi majanduslikult efektiivsema variandi leidmiseks. Sageli on ühes variandis toodangu omahind madalam, kapitaalmahutuste erikulu aga kõrgem. Millist varianti siis eelistada, kui majanduslikud näitajad muutuvad erisuunaliselt?

Seetõttu on kapitaalmahutuste majandusliku efektiivsuse hindamisel põhiprobleemiks kriteeriumi leidmine. Tabelis 1 on toodud näitena lähteandmed ühe objekti ehitamise kolme eri variandi kohta. Tekib küsimus, millist varianti eelistada? Kas II, kus erikapitaalmahutused on kõige väiksemad? Või III, kus

toodangu omahind on minimaalne? Kuidas võtta arvesse ehituse erinevat kestust?

T a b e l 1

Näide kapitaalmahutuste majandusliku efektiivsuse hindamise probleemi kohta

Variandid	Kapitaalmahutuste erikulu rbl.	Toodangu omahind rbl.	Ehituse kestus aastad
I	440	110	3
II	320	120	1
III	520	90	5

Kapitaalmahutuste majandusliku efektiivsuse probleem tekib põhiliselt sel juhul, kui erikapitaalmahutuste ja toodangu omahinna näitajad muutuvad erisuunaliselt.

Enne kui lahendame tabelis 1 toodud näite, vaatame lähemalt kapitaalmahutuste majandusliku efektiivsuse kriteeriumi küsimust.

Omahind ei saa olla majandusliku efektiivsuse ainsaks kriteeriumiks. Omahind hõlmab ainult osa ühiskondlikest tootmiskuludest. Omahinna moodustab asjastatud töö ja töö enda jaoks ( $c + v$ ) ning väike osa tööst ühiskonnale. Omahinnas ei kajastu täielikult ühiskondlikult vajalikud kulutused kapitaalehitusele. Amortisatsioonieraldised, mis arvatakse toodangu omahinda, tagavad peamiselt ainult põhifondide lihtsa taastootmise. Omahind võib olla projektlahenduse ökonoomsuse kriteeriumiks ainult siis, kui uusi kapitaalmahutusi vaja ei lähe.

Kapitaalmahutuste erikulu, kapitaalmahutused võimsuse või toodangu ühikule, ei sobi kapitaalmahutuste efektiivsuse põhikriteeriumiks, sest suurem kapitaalmahutuste erikulu võimaldab sageli alandada tooteühiku omahinda ning ei ole selge, kumb näitaja on kaalavam.

Mitmesugused naturaalnäitajad (metallikulu, ehitusmaterjalide kulu, energeetilised kasutegurid jne.) ei ole üksteisega summeeritavad ega võimalda võrreldavatele variantidele üldhinnangut anda ühiskondliku tööviljakuse kasvu seisukohalt.

Kapitaalmahutuste majandusliku efektiivsuse määramise metoodika on küllalt keeruline ja läbi teinud aastakümnete pikkuse arengutee.

GOELRO plaani koostamisel võrreldi kapitaalmahutuste efektiivsust energeetikas näitaja abil, mis saadi omahin-nale kapitaalmahutuste erikulu liitmise teel 6 protsendi ulatuses  $/9^x$ . Analoogilist metoodikat kasutati umbes kümme aastat, siis võeti aluseks mitmesuguste naturaalnäitajate (metalli-, tsemendikulu) võrdlus. Kuid kapitaalmahutuste rahalise väärtuse mittearvestamine viis ebamajanduslikele tulemustele ja projekteerimise praktikas hakati rakendama mitmesuguseid efektiivsuse koefitsiente, rentaabluse ja laiendatud taastootmise näitajaid. Kuid erinevad organi-satsioonid kasutasid erinevaid tasuvusaja pikkusi eri tüü-pi elektrijaamade ökonoomsuse võrdlemisel, puudus ühtne normatiiv ja seetõttu saadi sageli vastukäivaid tulemusi. Kaua ei suutnud teadlased ja praktikud jõuda ühisele otsu-sele vaadeldavas küsimuses ega välja töötada vastavat me-toodikat.

Alles 1958. aastal toimunud üleliiduline teaduslik-tehniline konverents kapitaalmahutuste majandusliku efek-tiivsuse kindlaksmääramise probleemide kohta NSV Liidu rah-vamajanduses andis konstruktiivsemad tulemusi.

Energeetikas võeti variantide majandusliku efektiiv-suse määramisel kasutusele NSV Liidu Ministrite Nõukogu end. Teaduslik-Tehnilise Komitee poolt 1959. aastal välja-antud juhend /4/ ja aasta hiljem NSV Liidu Teaduste Aka-deemia väljaandel ilmunud tüüpmetoodika /5/. Tehnilis-majan-duslike arvutuste metoodikat energeetikas täiendati 1966. aastal /20/. Uue tehnika juurutamise ning tootmisprotses-side mehhaniseerimise ja automatiseerimise majandusliku efektiivsuse määramise metoodikat tööstuses käsitleb spet-siaalne juhend /6/.

Vastavalt tüüpmetoodikale tuleb teha vahet kapitaal-mahutuste absoluutse ja suhtelise majandusliku efektiivsu-se vahel.

Kapitaalmahutuste absoluutset majanduslikku efektiiv-sust väljendatakse mitmete näitajate kaudu /7/: puhastoo-

<sup>x</sup>Viide kirjanduse loetelule raamatu lõpus.

dang (kasum + palk) põhi- ja käibefondide ühe rubla kohta, kasumi suurus kapitaalvahutuste ühe rubla kohta jne.

Kapitaalvahutuste tegelik absoluutse efektiivsuse koeffitsient oli elektritööstuses 1962. aastal NSV Liidu kohta keskmiselt 0,14. See tähendab, et rahvatulu põhi- ja käibefondide ühe rubla kohta moodustas 0,14 rubla. Nendes tööstusharudes, mis ei ole nii fondimahukad<sup>x</sup>, näiteks kerge tööstuses, oli absoluutse efektiivsuse koeffitsient märksa kõrgem, nimelt 0,73.

Kapitaalvahutuste absoluutse majandusliku efektiivsuse mõõtmise vajaduse tingib asjaolu, et kapitaalvahutusteks kuulub suur osa ühiskondlikust produktist, mille tõttu väheneb tarbimisfond. Seda vähenemist peab kompenseerima ühiskondliku tööviljakuse kasv nende kapitaalvahutuste arvel. Kapitalvahutuste tegeliku absoluutse efektiivsuse kõrvutamine planeeritud näitajaga võimaldabki selgitada, kuidas täidetakse ühiskondliku tööviljakuse tõstmise ülesannet.

Kapitaalvahutuste suhtelise majandusliku efektiivsuse põhinäitajaks ühe tööstusharu piires on täiendavate kapitalvahutuste tasuvusaeg aastates.

Täiendavate kapitalvahutuste tasuvusaega näitaja arvutatakse järgmiselt:

$$\frac{K_1 - K_2}{S_2 - S_1} = \frac{\Delta K}{\Delta S} = T, \quad (1)$$

kus  $K_1$  ja  $K_2$  - kapitalvahutused (nn. ühekordsed kulutused) analüüsitavales variantides rubla;

$S_1$  ja  $S_2$  - omahinnad (nn. iga-aastased kulutused) rubla;

$\Delta K$  - täiendavad kapitalvahutused rubla;

$\Delta S$  - sääst omahinnas rubla;

$T$  - täiendavate kapitalvahutuste tasuvusaeg aastates.

Seega võimaldab tasuvusaega meetod valida erinevate kapitalvahutustega ja erinevate omahindadega variantidest optimaalne, lähtudes täiendavate kapitalvahutuste tasuvusaega pikkusest.

---

<sup>x</sup> Fondimahukust iseloomustab põhi- ja käibefondide maksumus kogutoodangu ühe rubla kohta.

Täiendavate kapitaalvahutuste tasuvusaja näitaja pöördsuurust nimetatakse kapitaalvahutuste suhtelise majandusliku efektiivsuse koefitsiendiks E :

$$\frac{S_2 - S_1}{K_1 - K_2} = \frac{\Delta S}{\Delta K} = \frac{1}{T} = E. \quad (2)$$

Kehtiv metoodika diferentseerib kapitaalvahutuste normatiivse tasuvusaja ja suhtelise majandusliku efektiivsuse normatiivse koefitsiendi tööstusharude kaupa. Vastavad ajutiselt kehtestatud normatiivid on toodud tabelis 2.

T a b e l 2

Kapitaalvahutuste suhtelise majandusliku efektiivsuse ajutised normatiivid

Harud	Normatiivne tasuvusaeg aastates	Efektiivsuse normatiivsed koefitsiendid
Metallurgia	7	0,14
Energiatööstus	6,7 <sup>x</sup>	0,15
Söetööstus, nafta- ja gaasitööstus, metsa- ja puidutööstus	5	0,2
Keemiatööstus, masinaehitus, kergetööstus	3-5	0,33...0,2
Ehitusmaterjalide tööstus	6	0,17
Transport	10	0,1

Tabelis 2 toodud normatiivid on ajutised seepärast, et nad ei oma täielikku teaduslikku põhjendatust, vaid koostati kapitaalvahutuste tegeliku efektiivsuse analüüsimise alusel. Pealegi on seaduspärane, et normatiive kui dunaamilisi suursi perioodiliselt muudetakse.

Tasuvusaja näitaja on suhtelise majandusliku efektiivsuse näitaja. Arvutuse tulemusel selgub, milline variant on antud ajamomendil eelistatavam. Tasuvusaja näitaja ei võimalda hinnata absoluutset majanduslikku efektiivsust. Seega ei saa

<sup>x</sup> Uues tehnilis-majanduslike arvutuste metoodikas energiavahutuste kohta /20/ ei ole antud tasuvusaja normatiivi. Tabelis 2 toodud arv 6,7 on kapitaalvahutuste normatiivse efektiivsuse koefitsiendi (0,15) pöördväärtus.

kasutada tasuvusaja näitajat siis, kui tegemist on ainult ühe variandiga. Samuti ei võimalda tasuvusaja näitaja alati õigesti hinnata suhtelise majandusliku efektiivsuse muutumist rea aastate möödumisel. Dünaamikat võib sisse tuua, ar-  
vutades tasuvusaja eri aastate tasemel või kasutades too-  
dangu mahu dünaamikat arvestavaid valemeid /12/, /20/.

Arvestusliku tasuvusaja  $T_A$  võrdlemisel vastavale töös-  
tusharule kehtestatud normatiividega  $T_n$  selgub, kas täien-  
davad kapitaalmahutused on õigustatud või mitte.

Kui  $T_A = T_n$ , siis on variandid majandusliku efektiiv-  
suse poolest võrdsed;

kui  $T_A \leq T_n$ , siis on täiendavad kapitaalmahutused ma-  
janduslikult õigustatud;

kui  $T_A \geq T_n$ , siis täiendavad kapitaalmahutused ei ole  
majanduslikult õigustatud.

Arvutustulemuste väikese erinevuse korral ( $\frac{T_A}{T_n} = 0,95...1,05$ )  
loetakse need variandid majandusliku efektiivsuse poolest  
võrdseteks /2, lk. 78/.

Variantide suure arvu korral on neid paarikaupa tüli-  
kas võrrelda. Sellisel juhul tuleb rakendada nn. taandatud  
kulude valemeid, mis on algebraliselt kujundatud tasuvusaja  
valemist.

Etteantud normatiivse tasuvusaja  $T_n$  juures on varian-  
did võrdse efektiivsusega, kui

$$(S_2 - S_1) T_n = K_1 - K_2.$$

Sellest järeldub, et variantide suhtelise efektiivsuse  
määrab võrratus

$$K_1 + S_1 T_n \leq K_2 + S_2 T_n$$

või

$$S_1 + \frac{1}{T_n} K_1 \leq S_2 + \frac{1}{T_n} K_2.$$

Eeltoodust tulenevad järgmised taandatud kulude vale-  
mid:

$$S + E_n K = \bar{Z} \quad (3)$$

või

$$T_n S + K = \bar{Z}, \quad (4)$$

kus  $K$  - kapitaalvahutused rbl.;

$S$  - toodangu omahind rbl.;

$T_n$  - tööstusharule kehtestatud täiendavate kapitaalvahutuste normatiivne tasuvusaeg aastates;

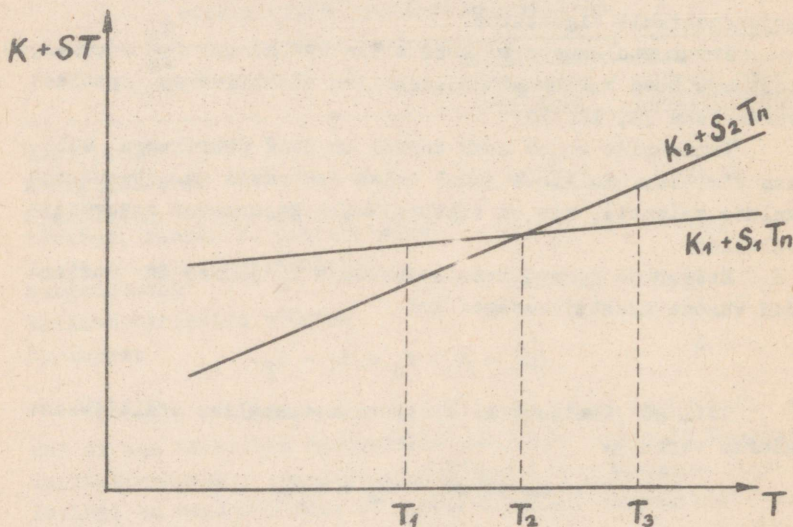
$E_n$  - suhtelise majandusliku efektiivsuse normatiivne koeffitsient;

$Z$  - taandatud kulud, mis on arvutatud vastavalt valemile (4).

Energeetikas rakendatakse taandatud kulude valemit (3).

Optimaalseimas variandis on selliselt arvutatud kapitaalvahutuste ja omahindade summa minimaalne. Tasuvusaja meetod eeldab, et efektiivsem lahendus eeltoodud valemite järgi tagab maksimaalse ühiskondliku tööviljakuse kasvu.

Valemit (4) iseloomustab joonis 1.



Joonis 1. Taandatud kulude valemi (4) selgitus.

Jooniselt 1 nähtub, et kui  $T_n = T_3$ , siis on efektiivsem esimene variant ( $K_1, S_1$ ). Kui  $T_n = T_1$ , siis loetakse efektiivsemaks teist varianti ( $K_2, S_2$ ). Kui  $T_n = T_2$ , siis on mõlemad variandid võrdse efektiivsusega. Efektiivsemas variandis on summaarsed kulud normatiivse tasuvusaja vältel väiksemad.

Taandatud kulude valemi ja tasuvusaja valemi kaks komponenti - omahind ja kapitaalmahutused - on funktsionaalses sõltuvuses:  $S = f(K)$ . Nii suurenevad elektriliinide ristlõike suurendamisel amortisatsioonieraldised. Eksploatatsioonipersonali palk ja liinide remondikulud jäävad samale tasemele, kaod vähenevad pöörvõrdeliselt ristlõike kasvule. Kapitaalmahutuste suurenemisel vähenevad eksploatatsioonikulud aastas teatud piirini, siis hakkavad suurenema, sest amortisatsioonieraldised kasvavad kiiremini, kui vähenevad teised kulukomponendid. Optimaalne variant ei pruugi olla minimaalse omahinnaga (iga-aastaste kulutustega). Omahinna alandamine võib nõuda niivõrd suuri kapitaalmahutusi (ühikordseid kulutusi), et viimaste efektiivsus kujuneb madalamaks normatiivsest.

Näide. On vaja paigaldada kaabliliin pikkusega 5 kilomeetrit, et üle kanda elektrivoolu tugevusega 190 A. Võimalik on kasutada kaablit ristlõikega 70, 95 või 120 mm<sup>2</sup>. Tehnilisest seisukohast need ristlõiked rahuldavad antud ülesannet. Millise kaabli paigaldamine on majanduslikult otstarbekas?

Kaabli ristlõige	mm <sup>2</sup>	70	95	120.
Kapitaalmahutused	tuh. rbl.	27,5	32,5	37,5.
Amortisatsioonieraldised	tuh. rbl.	0,91	1,07	1,23.
Elektrienergia ülekandekadude maksumus	tuh. rbl.	4,20	3,10	2,45.
Elektrienergia ülekande omahind	tuh. rbl.	5,11	4,17	3,68.
Taandatud kulud	tuh. rbl.	8,5	8,2	8,4.

Ristlõike suurenemisel 70 mm<sup>2</sup>-lt kuni 120 mm<sup>2</sup>-le kasvavad kapitaalmahutused 10 tuh. rbl. võrra, mis võimaldab elektrienergia ülekandekulusid aastas vähendada 1,43 tuh. rbl. võrra. Täiendavate kapitaalmahutuste tasuvusaeg on  $\frac{10}{1,43} = 7$  aastat, seega selline ristlõike suurendamine on majanduslikult otstarbekas. Vaatluse alt jäi välja aga ristlõige 95 mm<sup>2</sup>. Võib-olla kujuneb majandusliku efektiivsuse kriteerium optimaalseks just selle ristlõike puhul? Tõepoolest, kui kõrvaltada täiendavate kapitaalmahutuste suurus üleminekul rist-

lõikel 90 mm<sup>2</sup> ristlõikele 120 mm<sup>2</sup>, näeme, et tasuvusaeg ületab normatiivse ( $\frac{37,5 - 32,5}{4,17 - 3,68} = \frac{5}{0,49} = 10,2$ ). Tasuvusaja valem (1) kasutamisel tuleb variante kõrvutada paarikaupa, kusjuures variandid on reastatud kapitaalmahutuste suuruse kasvamise järjekorras, ning võrrelda igat varianti temast eespool oleva variandiga. Taandatud kulude valem (3) rakendamine aga võimaldab kohe leida optimaalse variandi (ristlõige 95 mm<sup>2</sup>, taandatud kulud 8,2 tuh. rbl.).

Kui võrd taandatud kulude valem on kujundatud algebraliselt tasuvusaja valemist, siis annab optimaalse variandi valik eeltoodud valemite (1), (2), (3) alusel alati sama tulemuse. Soovitav on siiski taandatud kulude valem (3) kasutamine, eriti siis, kui taandatud kulude omahinna komponent  $S$  ja kapitaalmahutuste komponent  $K$  on funktsioonid pidevalt muutuvast parameetrist  $x$  (näiteks kaabli ristlõige):

$$S = f_1(x) \quad K = f_2(x).$$

Taandatud kulude valem kujuneks sel puhul järgmiseks:

$$\bar{Z} = f_1(x) + E_n f_2(x).$$

Optimaalse parameetri  $x$  juures  $S_A = \min$ .

Energeetikas sageli esinevat funktsionaalset sõltuvust toodangu omahinna ja kapitaalmahutuste vahel iseloomustab joonis 2.

Jooniselt 2 nähtub, et ühe ja sama kapitaalmahutuste juurdekasv  $\Delta K$  annab erineva omahinna alanemise. Kapitaalmahutuste suurenemisega üle teatud piiri (kus  $S_A = \min$ , muutuv parameeter  $x = \text{opt}$ ) väheneb omahinna alanemise kiirus ( $\Delta S_2 < \Delta S_1$ ) ja alaneb kapitaalmahutuste suhteline efektiivsus.

Normatiivne kapitaalmahutuste efektiivsuse koefitsient ongi see minimaalne efektiivsuse piirsuurus, mille juures täiendavad kapitaalmahutused on veel lubatavad.

Majanduslikult otstarbekohaste täiendavate kapitaalmahutuste suurust on võimalik leida seosega

$$\frac{\Delta S_a}{E_n} = \Delta K,$$

sest sel juhul on täiendavate kapitaalmahutuste komponent

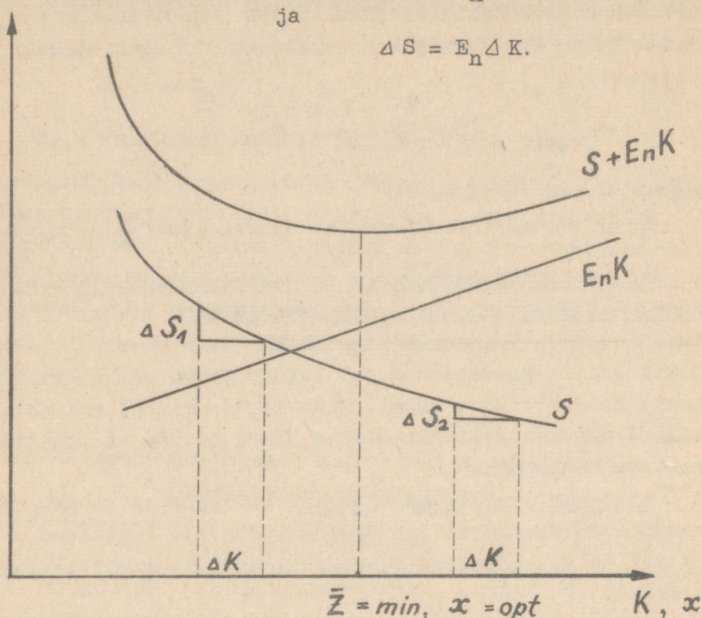
$E_n \cdot \Delta K$  võrdne omahinna vahega võrreldavates variantides  $\Delta S$

$$\bar{Z} = S + E_n K$$

$$\Delta S - E_n \Delta K = 0$$

ja

$$\Delta S = E_n \Delta K.$$



Joonis 2. Omahinna ja kapitaalmahutuste vahel energetikas sageli esinev funktsionaalne sõltuvus.

Näide. Olgu hüdroelektrijaama (HEJ) toodangu omahind 0,072 kop /kWh ja vastava asenduskeemi kohaselt vajaliku võimsusega kondensatsioonielektrijaama (KEJ) toodangu omahind 0,395 kop /kWh. Toodang HEJ-s on 1,63 miljardit kWh aastas ja KEJ-s 1,92 miljardit kWh. Elektriijaamade iga-aastased kulud moodustagu I variandis (HEJ) 3,78 miljonit rbl ja II variandis (KEJ) 22,1 miljonit rbl. Milline on majanduslikult efektiivsete täiendavate kapitaalmahutuste maksimaalsuurus, kui  $E_n = 0,125$ ?

$$\frac{22,1 - 3,78}{0,125} \approx 147 \text{ miljonit rbl.}$$

Kapitaalmahutused KEJ ehitamiseks vastavalt asenduskeemile ja arvesse võttes ajategurit moodustavad 108 miljonit rbl.

HEJ maksimaalne energeetiliste kapitaalvahutuste suurus võiks olla  $147 + 108 = 255$  miljonit rubla.

Sageli on otstarbekohane arvutada taandatud kulud tootühiku kohta. Sellisel puhul tuleb jagada summaarsed taandatud kulud toodangule kas rahalises või naturaalses väljenduses:

$$Z = \frac{S_a}{P} = \frac{S + E_n K}{P}, \quad (3)$$

kus  $S_a$  - taandatud kulud;

$P$  - toodang rahalises või naturaalses väljenduses.

Uute kapitaalvahutuste suhtelise majandusliku efektiivsuse näitajas peab kajastuma ka ajategur. Nimelt ei ole rahvamajanduse seisukohalt ükskõik, kui kaua kestavad teatud objekti ehitus-montaažitööd ja kuidas jaotuvad kapitaalvahutused ehitusaastate vahel. Mida kauem viibib ehituse või seadme eksploatatsioonianndmine, seda suurem on kapitaalvahutuste "külmumine".

Ajategur avaldub esmajoones ehitatavate objektide erinevates käikuanndmise tähtaegades. Võrdsete taandatud kulude korral on majanduslikult efektiivsem lühema ehitusajaga variant.

Ajategur avaldub veel kapitaalvahutuste ajalises jaotuses ehitusaastate vahel. Nimelt võib ühe variandi puhul suur osa vajalikest kapitaalvahutustest kanduda ehitustööde lõppjärku, teise variandi juures aga esimestele ehitusaastatele. On arusaadav, et teises variandis "külmub" kapitaalvahutusi suhteliselt rohkem.

Kuidas aga võtta arvesse ajateguri mõju? Vastavalt kehtivale meetodikale võetakse erinevat ehitustööde kestust arvesse valemiga

$$K_u = K(1 + E_n)^{T_e}, \quad (5)$$

kus  $K_u$  - ümberarvestatud kapitaalvahutuste summa;

$T_e$  - objekti ehituse kestus aastates.

Kui ehitustööde kestus ei ületa mõnda aastat, on lubatud kasutada valemit

$$K_{\bar{u}} = K(1 + E_n T_e). \quad (6)$$

Kapitaalenituse erineva kestuse ja erineva jaotuse puhul ehitusaastate vahel tehakse arvutused järgmise valemi kohaselt:

$$K_{\bar{u}} = K_1(1 + E_n)^{T_e - 1} \dots + K_{m-1}(1 + E_n) + K_m, \quad (7)$$

kus  $K_1 \dots K_m$  - kapitaalmahutused ehitusaastate kaupa.

Ajateguri mõju selgitamisel lähtub meetodika samuti kapitaalmahutuste normatiivse efektiivsuse koefitsiendist.

Lahendame nüüd tabelis 1 toodud näite. Kui variante on üle kahe, kasutatakse tavaliselt taandatud kulude valemit (3). Lähtudes energeetikas kehtivast kapitaalmahutuste suhtelise majandusliku efektiivsuse koefitsiendist 0,15, on taandatud kulud järgmised:

T a b e l 1, järg

Näide kapitaalmahutuste majandusliku efektiivsuse hindamise probleemi kohta

Variant	Omahinna komponent	Kapitaalmahutuste komponent, arvesse võttes ajategurit	Taan- datud kulud	Variantide optimaalsuse järjekord
I	110	$0,15 \cdot 440(1+0,15 \cdot 3)=96$	206	2
II	120	$0,15 \cdot 320(1+0,15) = 55$	175	1
III	90	$0,15 \cdot 520(1+0,15 \cdot 5)=136$	226	3

Majanduslikult efektiivsem on seega II variant, kus taandatud kulud on kõige väiksemad. Kontrollime tulemust, võrreldes I ja II varianti tasuvusaja valemi (1) kohaselt:

$$\frac{640 - 368}{120 - 110} = \frac{272}{10} = 27,2 \text{ aastat.}$$

Tasuvusaja valemit rakendades näeme, et esimeses variandis vajalikud täiendavad kapitaalmahutused, kui arvestada ajategurit, tasuvad end ära kokkuhoiu arvel omahinnas alles 27,2 aasta vältel. Seega on teine variant majanduslikult efektiivsem kui esimene.

NSV Liidu Ministrite Nõukogu Teaduse ja Tehnika Komitee poolt 1966. aastal kinnitatud tehnilis-majanduslike arvutuste meetodika energeetikas (20) näeb ette ajateguri rakendamise kõigil neil juhtudel, kui ehitusperiood on üle ühe aasta. Sealjuures rakendatakse valemit (7) või selle lühemat vormi (7)':

$$K_{ii} = \sum_{t=1}^{T_e} K_t (1 + E_n)^{T_e - t}, \quad (7)'$$

kus  $T_e$  - ehitusperiood aastates;

$K_t$  - kapitaalmahutused t-ndal ehitusaastal.

Energiasüsteemi arengu eri variantide majandusliku efektiivsuse hindamisel arvestatakse veel seda, et ehitusperioodi ulatuses võivad variantides erineda ühekordsed kulutused (kapitaalmahutused), iga-aastased kulutused ja toodangu maht ehitusaastate lõikes (kui elektri jaamu antakse käiku üksikute blokkide kaupa).

Neid faktoreid soovitab meetodika /20/ arvesse võtta valemi (8) kaudu:

$$\bar{Z} = E_n \sum_{t=1}^{T_e} (K_t + S_t) (1 + E_n)^{T_e - t} + S_m (1 + E_n)^{T_e}, \quad (8)$$

kus  $T_e$  - ehitusperiood aastates;

$\bar{Z}$  - aasta, millele ajaldatakse kulutused;

$K_t$  ja  $S_t$  - kapitaalmahutused ja iga-aastased kulutused t-ndal aastal rbl.<sup>x</sup>;

$S_m$  - iga-aastased kulutused normaalsete eksploatatsioonitingimustega aastal rbl.

Taandatud kulude erikulu arvutamiseks on valem (8)':

---

<sup>x</sup> Amortisatsioonieraldisi seadmete täielikuks taastamiseks ei arvutata seadmeilt, mille eksploatatsiooniga on lühem kui  $T_e$ .

$$\bar{z} = \frac{S_a}{E_n \sum_{t=1}^{T_e} P_t (1 + E_n)^{-t} + P_m (1 + E_n)^{-T_e}}, \quad (8)'$$

kus  $z$  - taandatud kulude erikulu rbl.;

$P_t$  - toodang  $t$ -ndal aastal rbl.;

$P_m$  - toodang normaalsete eksploatatsioonitingimustega aastal rbl.

Energeetikas ajaldatakse kulutused tavaliselt ehitusperioodi viimasele aastale, millal enam ei vajata kapitaal-mahutusi ja iga-aastased kulutused on stabiliseerunud.

Sel puhul on  $T_e = T$  ja valem (8)' omandab järgmise kuju:

$$\bar{z} = \frac{E_n \sum_{t=1}^{T_e} (K_t + S_t)(1 + E_n)^{T_e-t} + S_m}{E_n \sum_{t=1}^{T_e} P_t (1 + E_n)^{T_e-t} + P_m}, \quad (8)''$$

kus  $S_m$  ja  $P_m$  - iga-aastased kulutused ja toodang normaalse-tes eksploatatsioonitingimustes.

Näide. Energiasüsteemi arendamiseks on kaks varianti. Mõlemal juhul kasvaks installeeritud võimsus viie aasta vältel 1800 MW võrra. Mõlemas variandis antakse võimsusi käiku järk-järgult, seetõttu toodetakse energiat ka ehitusperioodi vältel.

Aastad	I variant milj.rbl			II variant milj.rbl			Suurus (1+0,15) <sup>T<sub>e</sub>-t</sup>
	K	S	P	K	S	P	
1	30	-	-	20	-	-	1,749
2	40	12	25	40	-	-	1,521
3	60	25	50	60	-	-	1,3225
4	65	35	80	60	40	40	1,15
Kokku	195	72	155	180	40	40	-
5	-	63	108	-	65	108	-

Esimeses variandis kapitaalmahutuste üldsumma on 15 miljoni rubla võrra suurem kui teises variandis (arvestamata ajategurit), kokkuhoid iga-aastastes kuludes moodustab 2 miljoni rubla. Tegelik kapitaalmahutuste efektiivsuse koefitsient on  $\frac{2}{15} = 0,144$ , seega veidi väiksem normatiivsest. Variantide suhtelise majandusliku efektiivsuse kohta annab vastuse valemi (8) rakendamine, mis võtab arvesse komponentide K, S, P muutumist ka aastate lõikes.

Esimeses variandis on taandatud kulud toodanguühiku kohta rbl.:

$$\bar{z} = \frac{0,15(30 \cdot 1,749 + 52 \cdot 1,521 + 85 \cdot 1,3225 + 100 \cdot 1,15) + 65}{0,15(25 \cdot 1,521 + 50 \cdot 1,3225 + 80 \cdot 1,15) + 108} = 0,84$$

ja teises variandis

$$\bar{z} = \frac{0,15(20 \cdot 1,749 + 40 \cdot 1,521 + 60 \cdot 1,3225 + 100 \cdot 1,15) + 63}{0,15(40 \cdot 1,15) + 108} = 0,92.$$

Seega on esimene variant majanduslikult efektiivsem, sest toodangut hakatakse saada varem kui teise variandi puhul, mis mõjutabki majandusliku efektiivsuse näitajat.

### 3. VARIANTIDE VÕRRELDAMISE PRINTSIIP

Kapitaalmahutuste suhtelise majandusliku efektiivsuse õigeks määramiseks peab olema täidetud rida eeltingimusi.

Esiteks. Võrreldavad variandid peavad olema vastastikku asendatavad toodangu või tehnilise otstarbe poolest. Võrrelda võib näiteks elektrienergia tootmise eri variante, erinevate kütuseliikide, ka elektrienergia kasutamise efektiivsust termilistes protsessides. Selle meetodika kohaselt ei saa aga võrrelda elektrienergia ja metalli tootmise efektiivsust, kütuste ning ehitusmaterjalide kasutamise majanduslikku otstarbekust. Erinevate toodete ja eriotstarbeliste tehniliste lahenduste majanduslikku efektiivsust on võimalik hinnata nn. absoluutse majandusliku efektiivsuse näitajate abil (puhastoodang või kasum tootmisfondide ühe rubla kohta jne.).

Teiseks. Variantid peavad olema võrreldavad energeetilise efekti või toodangu mahu poolest. Alles siis on võimalik kõrvutada eri variantide kapitaal mahutusi ja eksploatatsioonikulutusi. Toodangu mahu mõju kajastub erikapitaal mahutuste ja tooteühiku omahinna näitajate kaudu. See tõttu kasutatakse neid suurusid taandatud kulude arvutamisel ühe toodanguliigi puhul.

Eri tüüpi katlamajade majanduslikku efektiivsust võrreldakse, kõrvutades 1 Gcal kasuliku sooja kohta arvutatud erikapitaal mahutusi ja omahindu. Erikulunäitajad on iseloomulikud ühe toodanguliigi (elektrienergia, gaas, suruõhk, soojusenergia jne.) puhul. Keerulisemaid arvutusi tuleb sooritada mitme toodanguliigiga variantide võrdlemisel. Termofikatsioonielektri jaama efektiivsust võrreldakse kondensatsioonielektri jaama ja rajoonikatlamaja summaarsete näitajatega (vt. näide lk. 59). Hüdroelektri jaama näitajaid võrreldakse vastava asenduskeemi alusel kondensatsioonielektri jaama näitajatega.

Kui ei ole võimalik kõrvutada erikapitaal mahutusi ja tooteühiku omahindu eri variantides, siis tuleb erinevad toodangumahud tasakaalustada, nähes väiksema toodangumahuga variandis ette täiendavad kapitaal mahutused ja eksploatatsioonikulud täiendavate agregaatide paigaldamiseks ning nende käigushoidmiseks.

Analoogiliselt tegutsetakse siis, kui variantid erinevad töökindluse või energia parameetrite poolest. Väiksema töökindlusega variandis tuleb ette näha suuremaid reservvõimsusi.

Tippkoormuse ajal töötavate elektri jaamade ökonoomsuse võrdlemisel neid asendavate kondensatsioonielektri jaamadega on vajalik arvesse võtta erineva töörežiimi mõju erikapitaal mahutuste ja elektrienergia omahinnale.

Kolmandaks. Arvutustes tuleb lähtuda ühesugustest hindadest. Nagu teada, erinevad kehtivad tööstustoodangu hulgihinnad suuremal või väiksemal määral nende toodete valmistamiseks vajalikest ühiskondlikest tootmiskuludest. Kuni tööstustoodangu hindade teaduslikult põhjendatud korrigeerimiseni soovitab tüüpmeetodika /4/ elektrienergia ja kü-

tuste omahinna kalkuleerimisel põhiliste kuluelementide hindamisel lähtuda vastavate toodete omahinnast või taandatud kulude näitajast /20%. Elektrienergia omahinna kalkulatsioon arvatatakse kütuse komponent, lähtudes selle kütuse tootmise omahinnast franko elektrijaam. Kui aga siiski võetakse aluseks hulgihinnad, siis on vaja seda meetodikat kasutada kõigis variantides toodangu omahinna või seadmete eksploatatsioonikulude leidmisel.

Neljandaks. Kõigis variantides lähtutakse moodsa, eesrindliku tehnika rakendamisest, seega optimaalsetest tingimustest.

#### 4. KAPITAALMAHUTUSTE (ÜHEKORDSETE KULUTUSTE) ARVUTAMINE

Variantide suhtelise majandusliku efektiivsuse kahe põhikomponendi - kapitaalmahutuste (ühekordsete kulutuste) ja omahinna (iga-aastaste kulutuste) arvutamine on energetikas (eriti elektrienergia, nafta ja gaasi tootmise puhul) märksa komplitseeritum kui teistes tööstusharudes. Seetõttu peatume sellel küsimusel lähemalt.

Elektrivarustussüsteem kujutab endast "ahelat", millesse kuulub kütuste tootmine, kütuste transport, elektrienergia genereerimine elektrijaamas ja ülekandmine tarbijani. Elektri tarvituse kasv võib tingida uusi kapitaalmahutusi elektrivarustussüsteemi kõikides lülides. Eesti NSV tingimustes tähendaks see uute põlevkivikarjäärade rajamist, uute raudteeharude ehitamist, elektrijaamade ja ülekandeliinide võimsuse tõstmist. Loodusliku gaasi tarbimise laiendamine toob kaasa loodusliku gaasi tootmise laiendamise, uusi mahutusi magistraaltrasside ja gaasivõrkude rajamiseks. Energiavarustussüsteemi majandusliku efektiivsuse hindamisel on üheks lähtealuseks erikapitaalmahutuste suurus võimsusühiku kohta kogu "ahela" ulatuses. Edaspidi, rahvamajandusharude vaheliste täpsustatud bilansside koostamise korral, osutub võimalikuks arvestada ka neid mahutusi teistesse tööstus- ja rahvamajandusharudesse, mille toodangut on vaja energiavarustussüsteemi võimsuse tõstmiseks (näiteks ehitustööstusse,

metalli- ja masinaehitustööstusse jne.). Praegu võetakse arvesse ainult kapitaal mahutusi kütuste tootmiseks ja transpordiks, kuivõrd need suurused on lihtsamalt kindlaks määratavad ja suurema mõjuga lõpptulemusele. Ühendatud energiasüsteemide puhul ja võimaluse tõttu elektrienergiat üle kanda suurtesse kaugustesse ei too elektritarvituse kasv ühes rajoonis alati kaasa vajadust elektrijaama ehitamiseks just selles piirkonnas, kus elektritarvitus suureneb, vaid seal, kus see osutub majanduslikult otstarbekaks, lähtudes ühendatud energiasüsteemi ökonoomilistest näitajatest.

Kütuste tootmiseks vajalike kapitaal mahutuste suuruse hindamiseks elektrijaamade ja võrkude projekteerimisel lähtutakse vastavatest koondnäitajatest. Lisas 1 tuuakse näitena erikapitaal mahutused kivisöe, loodusliku gaasi, nafta ja põlevkivi tootmisele NSV Liidus.

Erikapitaal mahutused kütuse tootmisele võtavad arvesse peale otseste kulutuste kaevanduste ja puurtornide rajamiseks ka kulutused geoloogilisteks uurimistöodeks, mis on eriti suured nafta ja loodusliku gaasi tootmisel. Kivisöekaevanduste erikapitaal mahutused hõlmavad veel kapitaal mahutusi kaevanduse tootmistaseme säilitamiseks kogu kaevanduse eksploatatsiooniea vältel. Lisas 4 toodud andmetest nähtub, et nende kulutuste arvel suureneb tunduvalt põhieelarvetes antud kaevanduste erikapitaal mahutuste tase.

Kapitaal mahutused elektrijaamadele sõltuvad suurel määral kasutatava kütuse liigist. Tabelis 3 tuuakse näitena mõned orienteerivad võrdlusandmed erinevate kütuste mõjust kapitaal mahutuste suurusele tuha eemaldamise ja kütuse etteandmise seadmete ehitamisel /2, lk. 95/.

Peamist mõju elektrijaamade erikapitaal mahutuste suurusele (rbl /kW) avaldab aga elektrijaama põhiagregaatide ühikvõimsuse suurus.

Instituudi "Teploelektroprojekt" andmetel /13, lk. 8/ võimaldab 2400 MW võimsusega soojuselektrijaama ehitamine (agregaatide võimsus 8x300 MW) kolme 800 MW võimsusega soojuselektrijaama (agregaatidega 8x100 MW) asemel vähendada erikapitaal mahutusi 20%. Selline suhe jääb kehtima sõltumata sellest, kas elektrijaam töötab tahkel, vedelal või gaaskütusel.

T a b e l 3

Kütuseliikide orienteeruv mõju katlamajade  
erikapitaalmahutustele  
(protsentides kivisöekütusel (mark All) töötavate  
seadmete maksumuse suhtes)<sup>x</sup>

Kapitaalmahutuste komponendid	kütuse liigid					
	kivi- süsi	pruun- süsi	tur- vas	põlev- kivi	gaas	masuut
Katelseade	100	105	110	115	80	80
Ehituslik osa	100	110	95	120	70	70
Kütuse etteandmine (koos kütuselaoga)	100	120	200	275	10	40
Tuha eemaldamine ja põlemisgaaside pu- hastamine	100	145	100	230	-	20
Kapitaalmahutuste üldsumma	100	120	130	150	70	80

<sup>x</sup> Katelde tootlikkuse juures 110–230 tonni auru tunnis. Kapitaalmahutused ühe tonni auru kohta on tabelis 3 aluseks võetud tootlikkusega katelde puhul põlevkivikütuse korral liigi kaks korda kõrgemad kui masuudiga kütmisel.

Agregaatide ühikvõimsuste suurendamise majanduslik efekt kogu rahvamajanduse ulatuses kasvab veel selle arvel, et sellisel puhul alanevad tootmiskulud seadme võimsusühiku kohta elektrimasinaehitustehastes.

Elektrijaamade erikapitaalmahutusi mõjutavad veel ühetüübiliste agregaatide arv ja auru algparameetrid.

Erikapitaalmahutuste näitajaid elektrijaamade ja -võrkude ehitamisel iseloomustavad lisades 2, 3, 5 ja 6 toodud andmed.

Üldjuhul arvutatakse kondensatsioonielektrijaamade (KEJ) ehituskulud (koos piirnevate mahutustega) järgmiselt:

$$\sum K_{KEJ} = K_{EJ} + K_{kü} + K_{tr} + K_v, \quad (9)$$

kus  $K_{KEJ}$  - summaarsed kapitaalmahutused KEJ ehitamiseks  
tuh. rbl. ;

- $K_{EJ}$  - kapitaalmahutused elektriijaama tööstuslikele ehitistele ja seadmetele tuh. rbl. ;  
 $K_{kü}$  - kapitaalmahutused kütusebaasile tuh. rbl. ;  
 $K_{tr}$  - kapitaalmahutused kütuse transpordiks tuh. rbl. ;  
 $K_V$  - kapitaalmahutused elektriliinidele ja alajaamadele tuh. rbl.

Termofikatsioonelektriijaamade (TEJ) puhul lisanduvad summaarsetele kapitaalmahutustele veel kulutused soojustras-side ehitamiseks:

$$\sum K_{TEJ} = K_{EJ} + K_{kü} + K_{tr} + K_V + K_{sv}. \quad (10)$$

Hüdroelektriijaamade (HEJ) kapitaalmahutuste arvutamise üldskeem on järgmine:

$$K_{HEJ} = K_{EJ} + K_V - K_{tag}, \quad (11)$$

kus  $K_{tag}$  - rajatised, hooned, seadmed (sideliinid, teed, elamu jne.), mis kuuluvad pärast ehitustööde lõppu üleandmisele teistele organisatsioonidele.

Projekteerimisorganisatsioonid kasutavad elektriijaama tööstuslikele ehitistele ja seadmetele vajalike kapitaalmahutuste ligikaudseks kindlaksmääramiseks järgmist arvutusvalemit:

$$K_{EJ} = \left( \sum_{1}^n n_{bl} \cdot K_{bl} + K_e \right) (1 + k_{\ddot{u}}), \quad (12)$$

kus  $n_{bl}$  - antud võimsusega blokkide arv, mis paigaldatakse elektriijaamas;

$K_{bl}$  - kapitaalmahutused, mis on seotud ühe bloki paigaldamisega, tuh. rbl. ;

$K_e$  - kapitaalmahutused, mis ei ole võrdelised blokkide arvuga, tuh. rbl. ;

$k_{\ddot{u}}$  - koefitsientide summa, mis võtab arvesse tegelike ehitustingimuste kõrvalekaldumist optimaalsetest.

Elektrifitseerimiseks vajalike kapitaalmahutuste suuruse määrab veel tarbimisseadme töörežiim. Kui uus tarbija va-

jab elektrienergiat väljaspool energiasüsteemi maksimaalkoormust, siis ei ole vaja uusi kapitaalmahutusi elektrijaamade ja magistraalelektriliinide võimsuse tõstmiseks. Selline tarbija võimaldab ühtlustada elektrijaamade ja magistraalelektriliinide põhifondide kasutamist. Arvesse tulevad kapitaalmahutused kütusebaasile, kütuse transpordiks elektrijaama ja elektrijaotusvõrgule. Elektrienergia tariif ei kajasta alati küllalt paindlikult ega täielikult elektrienergia tarbimise mõju elektrienergia tootmise majanduslikule efektiivsusele. Samuti ei arvesta elektrienergia tariif küllaldaselt kapitaalmahutusi piirnevatesse tööstusharudesse. Seetõttu ei lähtuta ulatuslikuma energiatarbimise kasvu katmise eri variantide majandusliku efektiivsuse hindamisel tariifidest.

Kapitaalmahutuste vajaduse määrab energiasüsteemi kui "ahela" vastava lüli maksimaalkoormusele lisanduv koormus, samuti ka kapitaalmahutused kütusebaasile, mis sõltuvad elektritarvituse suuruselt, ja tarbivseadmete soetamiskulud.

Erikapitaalmahutused energiasüsteemile võib arvutada järgmiselt:

$$\Delta K_1 = \Delta N_1^{\max} \cdot k_1 + \Delta N_2^{\max} \cdot k_2 + \Delta N_3^{\max} \cdot k_3, \quad (13)$$

kus  $\Delta K_1$  - uued kapitaalmahutused rbl.;

$N_1^{\max}$ ,  $N_2^{\max}$ ,  $N_3^{\max}$  - lisanduv koormus kW vastavalt elektrijaamadele  $N_1^{\max}$ , elektriliinidele  $N_2^{\max}$ , elektrijaotusvõrgule  $N_3^{\max}$ ;

$k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  - erikapitaalmahutused elektrijaamadele, magistraalelektriliinidele, elektrijaotusvõrgule võimsuse ühiku kW kohta.

Kapitaalmahutused kütusebaasile sõltuvad elektritarvituse kasvust, tingkütuse erikulust elektrijaamas, elektrilekandekadudest ja -omatarvitusest (vt. valem 14):

$$K_2 = \Delta W \cdot b \cdot p \cdot k_4, \quad (14)$$

kus  $K_2$  - uued kapitaalmahutused kütusebaasile rbl.;

$\Delta W$  - elektritarvituse kasv kWh;

$b$  - tingkütuse erikulu elektrijaamas kg/kWh;

$p$  - koefitsient, mis võtab arvesse elektri ülekandekaod ja omatarvituse;

$k_4$  - erikapitaalmahutused kütusebaasile rbl/kg.

Teades vajaliku kütusekoguse suurust, on võimalik arvutada ka kapitaalmahutused selle kütuse transpordiks elektrijaama:

$$K_3 = \Delta W \cdot b \cdot \rho \cdot k_5, \quad (15)$$

kus  $K_3$  - uued kapitaalmahutused kütuse transpordiks rbl.;  
 $k_5$  - erikapitaalmahutused vastava transpordiliigi juures rbl /kg .

Uute kapitaalmahutuste üldine suurus võrdub seega

$$\Delta K_1 + \Delta K_2 + \Delta K_3 + \Delta K_4 = \sum \Delta K, \quad (16)$$

kus  $K_4$  - kapitaalmahutused tarbivseadmele.

Kui energiasüsteemile lisanduv koormus mahub reservvõimsuse piiridesse ja ei nõua energiasüsteemi võimsuse tõstmist, siis jäetakse uute kapitaalmahutuste arvutamisel ära suurused  $\Delta N_1^{\max}$  ja  $\Delta N_2^{\max}$ .

Pärast elektritarvituse kasvuga kaasnevate uute kapitaalmahutuste absoluutsumma selgitamist arvutatakse vastav suhtarv tarbivseadme 1 kW installeeritud võimsuse kohta või 1 Gcal kasuliku soojuse suhtes, kui elektrit tarbitakse termilistes protsessides. Üleminekuks kapitaalmahutustelt 1 kW installeeritud võimsuse kohta kapitaalmahutustele 1 Gcal kasuliku soojuse kohta on võimalik kasutada valemit (17):

$$k_{el}^{term} = \frac{\sum \Delta K \cdot 1000000}{\Delta N_{tarb}^i \cdot h'_{süst} \cdot 860 \cdot \zeta}, \quad (17)$$

kus  $k_{el}^{term}$  - kapitaalmahutused 1 Gcal kasuliku soojuse kohta tarbivseadmes rbl.;

$N_{tarb}^i$  - tarbivseadme installeeritud võimsus;

$h'_{süst}$  - tarbivseadme töörežiimi näitaja (lähemalt lk.30) tundides;

860 - elektrenergia soojusenergeetiline ekvivalent;

$\zeta$  - tarbivseadme kasutegur.

Teades elektriseadme elektritarvitust, võib üle minna ühikule 1 Gcal ka suhte  $\frac{1\ 000\ 000}{360 \cdot W_{seade}}$  abil, kus  $W_{seade}$  tähistab elektritarvitust seadmes.

Näide. Elektrienergiat kasutavate kütteseadmete majandusliku efektiivsuse hindamiseks tuleb arvutada vajalike kapitaalvahetuste suurus. Vaadeldakse kaht elektriliste paneelkütteseadmete varianti: I variant - sellised paneelkütteseadmed, mis võivad lülituda töösse mistahes kellaajal kogu ööpäeva vältel; II variant - paneelkütteseadmed, mis kasutavad elektrienergiat ainult väljaspool energiasüsteemi maksimaalkoormuse perioodi. Ameerika Ühendriikides tehtud uurimistööde kohaselt kulub neljaliikmelise perekonna eluruumide kütmiseks aastas 11 000 kWh (kui kraadpäevade arv aastas on 6000), kusjuures I variandis on paneelide üheaegselt rakendatav maksimaalvõimsus 3,9 kW ja II variandis 5,2 kW. Olgu I variandis eriaegsustegur 0,8, siis moodustab koormuse kasv energiasüsteemi maksimaalkoormuse perioodil  $3,9 \cdot 0,8 = 3,1$  kW ühe perekonna kohta. Erikapitaalvahetused elektrijaamadele on 82,5 rbl /kW, magistraalelektriliinidele 54 rbl /kW ja elektrijaotusvõrgule 44 rbl /kW.

Kapitaalvahetused elektrijaamale ja -liinidele (valem 13):

I variant

$$K_1 = 3,1 \cdot 82,5 + 3,1 \cdot 54 + 3,9 \cdot 44 = 595 \text{ rbl /perekond.}$$

II variant

$$K_1 = 5,2 \cdot 44 = 228 \text{ rbl/perekond.}$$

Kapitaalvahetused põlevkivikarjääridele (valem 14):

$$K_2 = 11\ 000 \cdot 0,450 \cdot 1,12 \cdot 0,006 = 33,2 \text{ rbl/perekond,}$$

kus 0,450 - tingkütuse erikulu elektrijaamas kg/kWh ;  
 1,12 - koefitsient, mis võtab arvesse elektriennergia omatarvitust ja ülekandekadusid;  
 0,006 - erikapitaalvahetused põlevkivikarjääridele rbl /kg.

Kui kapitaalvahetused kütteseadmetele on I variandis 130 rbl. ja II variandis 170 rbl., siis moodustavad kapitaalvahetused ühe perekonna kohta

I variandis  $595 + 33,2 + 130 = 728,2$  rbl.

II variandis  $229 + 33,2 + 170 = 432,2$  rbl.

Termiliste protsesside elektrifitseerimise majandusliku efektiivsuse arvutamisel on otstarbekohane kasutada ühikuna 1 Gcal kasulikku sooja tarbivseadmes. Kui elektriliste kütuseadmete kasutegur = 1, siis kulub 1 Gcal kasuliku sooja saamiseks  $\frac{1\ 000\ 000}{860} = 1163$  kWh. Erikapitaalmahutused 1 Gcal kasuliku sooja kohta I variandis on  $\frac{728,2 \cdot 1163}{11000} = 77$  rbl. ja II variandis  $\frac{432,2 \cdot 1163}{11000} = 46$  rbl.

Eeltoodust mõnevõrra lihtsam on kapitaalmahutuste arvutamine erinevate kütuste majandusliku efektiivsuse selgitamiseks. Siin võetakse ühikuks tavaliselt 1 Gcal kasulikku soojust tarbivseadmes. Arvutusvalem on sellisel juhul järgmine /vt. ka 2, lk. 338/:

$$K_k^{\text{term}} = \frac{0,143}{2} (K_t + L \cdot K_{tr} + K_{jv}) + K_{\text{tarb}}, \quad (18)$$

kus  $K_k^{\text{term}}$  - kapitaalmahutused vastava kütuseliigi kasutamisel termilistes protsessides rbl /Gcal;

0,143 - koefitsient üleminekuks tingkütuselt valemihikule;

2 - tarbivseadme kasutegur;

$K_t$  - kapitaalmahutused kütuse tootmiseks rbl /ttk;

$K_{tr}$  - kapitaalmahutused kütuse magistraaltranspordiks rbl /ttk·km;

$K_{jv}$  - kapitaalmahutused kütuse transpordiks tarbijani (gaasijaotusvõrk, autotsisternid jne.) rbl /ttk·km;

$K_{\text{tarb}}$  - kapitaalmahutused tarbivseadmele rbl /Gcal.

## 5. OMAHINNA (IGA-AASTASTE KULUTUSTE) ARVUTAMINE<sup>x</sup>

Majandusliku efektiivsuse arvutustes on teiseks komponendiks omahind (iga-aastased kulutused).

<sup>x</sup> Detailsemalt käsitletakse energia omahinna kalkuleerimist dots. J. Toomaspoja töös "Energia omahind ja tariifid", TPI rotaprint, 1966.

Erinevalt kapitaalmahutustest - ühekordsetest kulutustest teatud objekti ehitamiseks, laiendamiseks või rekonstrueerimiseks - väljendab toodangu omahind kulusid tarbitud tootmisvahendite asendamiseks ja palkadeks, hõlmates kõik kulud, mis on otseselt või kaudselt seotud toodangu valmistamise ja realiseerimisega. Majandusliku efektiivsuse arvutustes kasutatakse toodangu täielikku aasta keskmise omahinna näitajat. Kui uute objektide käikuandmisel toodangu täielik omahind esimesel eksploatatsiooniaastal ei iseloomusta normaalset iga-aastaste kulutuste taset, tuleks lähendada keskmisest näitajast, mis projekti kohaselt kujuneb normatiivse tasuvusaja vältel.

Elektrienergia omahinnas kajastuvad elektrienergia genereerimise, ülekande ja realiseerimise kulud, elektrienergia omatarvitus elektrijaamades ning ülekandekaod, sest elektrienergia omahinna ühikuks on tarbijale väljastatud (mitte toodetud) kilovatt-tund<sup>x</sup>. Elektrienergia keskmine omahind kujuneb sõltuvalt keskmisest elektri tarbimise režiimist ja ülekandekaugusest. Konkreetse tarbija või tarbivseadmete grupi suhtes võib elektrienergia omahind tunduvalt erineda energiasüsteemi keskmisest näitajast.

Elektrifitseerimise majandusliku efektiivsuse selgitamisel hõlmab omahinna komponent ka iga-aastasi kulutusi tarbivseadme eksploatatsioonil.

Elektrienergia genereerimise ja ülekande ökonoomsus, seetõttu ka elektrifitseerimise majanduslik efektiivsus sõltub suurel määral elektrienergia tarbimise ajalisest jaotusest ööpäeva lõikes ja lisakoormuse ajalisest ühtumisest energiasüsteemi maksimaalkoormusega. Nii määrab elektrienergia kasutamise laienemisel uute kapitaalvahutuste suuruse elektrijaamadele ja elektriliinidele lisakoormus maksimaalkoormuse ajal. Minimaalkoormuse perioodil toimuv koormuse kasv võimaldab energia tootmist ühtlasemalt organiseerida, tootmisvõimsusi paremini ära kasutada ja selle tulemusena elektrienergia omahinda alandada.

---

<sup>x</sup> Pärast üleminekut uuele hindade mastaabile kalkuleeritakse elektrienergia omahind 10 kWh kohta.

Elektrienergia täielik omahind sõltub seega elektrienergia tarbimise režiimist. Mida ühtlasemaks kujuneb elektrienergia koormusgraafik, seda suurem on elektrienergia tootang samadelt tootmisvõimsustelt ja madalam püsivate kulude (amortisatsioon, eksploatatsioonipersonali palk, administratiivkulud jne.) osatähtsus ühe kWh omahinnas.

Elektrifitseerimise majandusliku efektiivsuse arvutamisel rakendatakse energia tarbimise režiimi mõju hindamisel põhiliselt kahte näitajat:

1) seadme maksimaalvõimsuse kasutamistundide arv, s.o. tundide arv, mille vältel seade, töötades pidevalt maksimaalse võimsusega, tarbiks tegelikult aasta vältel energiasüsteemist saadud elektrienergia koguse,  $h_{\text{seade}}$  :

$$h_{\text{seade}} = \frac{W}{N_{\text{m seade}}} , \quad (19)$$

kus  $h_{\text{seade}}$  - seadme maksimaalvõimsuse kasutamistundide arv aastas;

$W$  - seadme aastane elektritarvitus kWh ;

$N_{\text{m seade}}$  - seadme maksimaalvõimsus kW;

2) tarbivseadme võimsuse ajaline ühtimine energiasüsteemi maksimaalkoormusega, mida väljendab koefitsient  $k_{\text{m}}$  :

$$k_{\text{m}} = \frac{N_{\text{m süsteem}}}{N_{\text{m seade}}} , \quad (20)$$

kus  $k_{\text{m}}$  - koefitsient, mis iseloomustab energiasüsteemi maksimaalkoormusele lisanduva koormuse suhet seadme maksimaalvõimsusesse;

$N_{\text{m süsteem}}$  - lisakoormus energiasüsteemi maksimaalkoormusele kW.

Näide. Elektrimootor võimsusega 5 kW tarbib aastas 15000 kWh elektrienergiat. Selle elektrimootori töörežiimi iseloomustav näitaja  $h_{\text{seade}} = \frac{15000}{5} = 3000$  tundi. Energiasüsteemi maksimaalkoormuse perioodil töötab see elektrimootor võimsusega 3 kW. Energiasüsteemi maksimaalkoormusele lisanduva koormuse suurust väljendav koefitsient  $k_{\text{m}} = \frac{3}{5} = 0,6$ .

Olgu ühesuguse töörežiimiga elektrimootorite grupi summaarne energiatarvitus 300 000 kWh, siis suureneks energiasüsteemi maksimaalkoormus  $\frac{300000 \cdot 0,6}{3000} = 60$  kW võrra.

Belmises valemis (20) kasutatud näitajaid  $k_m$  ja  $N_m$  on võimalik asendada näitajaga  $h'_\text{süsteem}$ :

$$\frac{W}{N_m \text{ seade}} : \frac{N_m \text{ süst}}{N_m \text{ seade}} = \frac{W}{N_m \text{ süst}} = h'_\text{süst}$$

$h'_\text{süst}$  on integraalne näitaja, mis väljendab nii tarbivseadme installeeritud võimsuse kasutamist kui ka tarbivseadme võimsuse osavõtu ulatust energiasüsteemi maksimaalkoormusest. Seda näitajat kasutatakse laialdaselt koormuse kasvu projekteerimisel tööstusharude kaupa, kui on teada elektritarvitude suurus. Kirjanduses /20, lk. 104/ antakse järgmised  $h'_\text{süsteemi}$  arvsuurused tööstusharude kaupa:

masinaehitus	5500,
mustmetallurgia	6800,
keemiatööstus	6800,
paberitööstus	6500,
kergetööstus	4500,
ehitusmaterjalide tööstus	6700,
elektrimahukad tööstusharud (alumiiniumitööstus jne.)	7500,
elektrivalgustus	1500 - 2000.

Maksimaalkoormuse kasutamistundide arv on eri tööstusharudes erinev:  $h'_\text{süsteem}^x$  on kõrgem ühtlasema energiatarbimisega tööstusharudes.

Elektrienergia omahinna sõltuvust energia tarbimise režiimist võib väljendada seosega

$$s_e = s_m + \frac{s_p}{h'_\text{süst}}, \quad (22)$$

<sup>x</sup> Näitaja  $h'_\text{süsteem}$  iseloomustab elektrijaamade nimivõimsuse kasutamist. Viimane sõltub energia tarbimise režiimi kõrväl veel reast eksploatatsioonilistest teguritest. Näitaja  $h'_\text{süsteem}$  väljendab ainult tarbivseadme töörežiimi mõju energiasüsteemi maksimaalvõimsuse kujundamisele.

kus  $s_m$  - muutuvad kulud energiasüsteemis ühe realiseeritud kWh kohta kop.;

$s_p$  - energiasüsteemi püsivkulud ühe kW nimivõimsuse kohta kop.

Mida suurem on  $h'$  süsteem, seda väiksem osa energiasüsteemi püsivkuludest langeb antud tarbijale. Kui tarbivseade ei tööta energiasüsteemi maksimaalkoormuse ajal

( $N_m$  süsteem = 0), on  $h'$  süsteem =  $\frac{W}{0} = \infty$  ning elektrienergia omahind sellise tarbija suhtes võrdub muutuvate kuludega elektrienergia tootmisel.

Näide. 1962. aastal moodustasid muutuvad kulud elektrienergia omahinnas Eesti NSV-s 0,49 kop /kWh ja püsivkulud 1570 kop /kW. Tarbija suhtes, mille jaoks on näitaja  $h'$  süsteem = 2000 (elektrivalgustid), moodustaks elektrienergia omahind  $0,49 + \frac{1570}{2000} = 1,275$  kop /kWh; öötundidel, väljaspool energiasüsteemi maksimaalkoormuse perioodi töötavate seadmete suhtes aga  $0,49 + \frac{1570}{\infty} = 0,49$  kop /kWh.

Seega sõltub elektrifitseerimise majanduslik efektiivsus suurel määral sellest, millises ulatuses tarbivseade võtab osa energiasüsteemi maksimaalkoormuse kujundamisest.

Teatud määral arvestatakse seda ka elektrienergia tariifide väljatöötamisel. Kuid seni ei ole elektrienergia tariife vajalikul määral diferentseeritud. Eriti ei stimuleeri elektrienergia tariifid elektritarvitust öötundidel. Majandusliku efektiivsuse arvutustes tuleb aga elektri tarbimise režiimi arvesse võtta, sest sellest sõltub ühiskondliku tööviljakuse tase.

Elektrienergia täieliku omahinna arvutamisel tüüpmetoodika /4/ kohaselt on õige termiliste protsesside elektrifitseerimise majandusliku efekti selgitamiseks elektrienergia (samuti ka põlevkivigaasi) tootmiseks kasutatav kütus hinnata omahinnas (mitte hulgihindades). Selle nõude tingis asjaolu, et elektrienergia ja tehiskaasi omahinnas on määrava tähtsusega kütusekulu. Kehtivad kütuste hulgihinnad aga ei väljenda sageli õigesti ühiskondlikult vajalike kulutusi nende kütuste tootmisel. Kuni hindade korramiseni tuleb seega lähtuda sellisest metoodikast elektrienergia omahinna arvutamisel. 1965. aasta tasemel

kujunes nii arvatatud elektrienergia täielik omahind Eesti NSV tingimustes 15% madalamaks elektrienergia täielikust omahinnast, mille arvutamisel hinnati kütus hulgihindades.

Kütuste täielik omahind hõlmab iga-aastasi kulutusi kogu "ahela" - kaevandamine (resp. tootmine), transport, tarbivseade - ulatuses. Erinevate kütuste kasutamise majandusliku efektiivsuse võrdlemisel katlamajas soojusenergia tootmisel summeeritakse iga-aastased kulutused järgmiselt:

$$S_{kü} = (S_{to} + S_{transp}) \frac{1}{\zeta} + S_{tarb}, \quad (23)$$

- kus  $S_{kü}$  - kütuste täielik omahind 1 Gcal kohta tarbivseadmes rbl.;
- $S_{to}$  - kütuste tootmisomahind rbl /Gcal;
- $S_{transp}$  - kütuste transpordi omahind (või tariif) rbl /Gcal;
- $S_{tarb}$  - tarbivseadme aastased eksploatatsioonikulud rbl /Gcal;
- $\zeta$  - tarbivseadme kasutegur.

Mõnede kütuseliikide puhul (gaas, nafta) sõltuvad iga-aastased kulud, samuti nagu elektrienergia tootmisel, tarbimisrežiimist. Gaasi ja masuudi toodang on praktiliselt ühesuurune kogu aasta vältel. Gaasi ja nafta tarbimine aga on ebaühtlane. Kütuse tarbimine on suvel keskmiselt 2,5-3 korda väiksem kui talvel /3, lk. 342/. Nafta- ja gaasipuurtoornide tööd ei ole majanduslikult otstarbekohane suvel katkestada. Seetõttu osutub vajalikuks gaasi- ja naftahoidlate rajamine ning eriliste tarbijate-regulaatorite loomine, mis suveperioodil kasutaksid gaasi või masuuti, talveperioodil aga teisi kütuseid. Rajatakse ka kompressorjaamu gaasijuhtmete tootlikkuse tõstmiseks tippkoormuse ajal. Kõik see on seotud täiendavate kulutustega.

Gaasi tarbimise kasv üle gaasivarustussüsteemi maksimaalvõimsuse tingib uusi kapitaalmahutusi gaasivarustussüsteemi võimsuse suurendamiseks või gaasihoidlate ehitamiseks. Kui gaasi tarbimine suureneb ainult suveperioodil, võimaldab see gaasi tarbimist ühtlustada, alandada gaasi täielik-

ku omahinda analoogiliselt elektrienergia täieliku omahinnaga. Gaasivarustussüsteemi ökonoomika seisukohalt on oluline võtta arvesse gaasi tarbimise režiimi. Gaasitranspordi omahinna sõltuvust torujuhtme koormusest võib iseloomustada järgmiste andmetega gaasijuhtme kohta, mille tootlikkus ööpäevas on 28 miljonit  $m^3 / 14/$ :

gaasijuhtme koormatus %	100	75	50	25,
gaasitranspordi omahind %	100	127	200	339.

Toodud andmetest näeme veel kord gaasi tarbimise režiimi suurt mõju gaasitranspordi omahinnale. Kui gaasijuhe on koormatud 50 protsenti, tõuseb gaasitranspordi omahind kahekordseks.

Majandusliku efektiivsuse arvutustes võetakse gaasi tarbimise režiimi arvesse koefitsiendi  $k'$  abil:

$$k' = \frac{7500}{h_{seade}}, \quad (24)$$

kus  $k'$  - koefitsient, mis võtab arvesse kütuse tarbimise režiimi;

$h_{seade}$  - näitaja, mis iseloomustab torujuhtme maksimumvõimsuse koormamist tarbivseadme poolt tunnides aastas.

Koefitsiendi  $k'$  kaudu korrigeeritakse püsivkulusid gaasi ja nafta transpordi omahinnas.

Põlevkivigaasi omahind 1965. aastal oli näiteks  $0,9 \text{ kop}/m^3$  (põlevkivi on hinnatud omahinnas). Gaasi transpordikulud moodustasid  $0,27 \text{ kop}/m^3$ . Püsivate kulude osatähtsus igaaastastes kuludes oli 40%. Elukondliku gaasitarbimise režiimi iseloomustav näitaja  $h_{seade} \approx 3500$ . Põlevkivigaasi täielik omahind sellise tarbija jaoks on seega  $1,17 \cdot 0,4 \cdot \frac{7500}{3500} + 0,6 \cdot 1,17 = 1,7 \text{ kop}/m^3$ . Tarbija-regulaatori suhtes (tarbib gaasi ainult suveperioodil, väljaspool gaasivarustussüsteemi maksimaalkoormust) on põlevkivigaasi täielik omahind võrdne muutuvate kuludega põlevkivigaasi omahinnas, seega  $0,6 \cdot 1,17 = 0,7 \text{ kop}/m^3$ . Analoogiliselt talitatakse naftamasuudi täieliku omahinna arvutamisel.

## 6. ELEKTRIENERGIA JA KÜTUSTE TAANDATUD KULUD

Erinevate kütuseliikide suhtelise majandusliku efektiivsuse määramiseks ja termiliste protsesside elektrifitseerimise majandusliku otstarbekuse hindamiseks arvutatakse kütuste ja elektrienergia taandatud kulud.

Vastavalt valemile (3) tuleb selleks omahinna komponendiga summeerida täiendavaid kapitaalmahutusi normatiivse efektiivsuse koefitsiendi ulatuses ja vajaduse korral arvesse võtta ajategurit.

Kui energia tarbimise laienemine tingib uusi kulutusi energiasüsteemi kui "ahela" kõigis lülides, hõlmab ka taandatud kulude näitaja kõiki neid kulutusi.

Nii näiteks on kütuste taandatud kulude näitaja üldiselt järgmine:

$$(S_{to} + S_{tr}) \frac{1}{Z} + S_{tarb} + E_n (K_{to} + K_{tr}) \frac{1}{Z} + K_{tarb} = \bar{Z}^{kütus}, \quad (27)$$

kus  $\bar{Z}^{kütus}$  - vastava kütuseliigi taandatud kulud  
rbl /ttk;

$Z$  - tarbivseadme kasutegur;

$S_{to}$  - kütuste tootmise omahind rbl /ttk;

$S_{tr}$  - kütuste transpordi omahind rbl /ttk;

$S_{tarb}$  - iga-aastased kulutused tarbivseadme eksploatatsioonil rbl /ttk;

$K_{to}$ ,  $K_{tr}$ ,  $K_{tarb}$  - vastavad erikapitaalmahutused rbl /ttk.

Belmise valemi võib kirjutada lühemalt:

$$(Z^{to} + Z^{tr}) \frac{1}{Z} + Z^{tarb} = Z^{kütus}, \quad (28)$$

kus  $\bar{Z}^{to}$  - taandatud kulud kütuste tootmisel rbl/ttk;

$\bar{Z}^{tr}$  - taandatud kulud kütuste transpordil rbl/ttk;

$\bar{Z}^{tarb}$  - taandatud kulud kütuste tarbimisel rbl/ttk.

Näide. Aastatel 1970-1975 on kavatsusel transportida meie vabariiki looduslikku gaasi nii tööstuse kui ka elamu-

kommunaalmajanduse energeetiliste vajaduste rahuldamiseks. Tuleb otsustada, kas Mustamäe ühes mikrorajoonis ehitatav rajoonikatlamaja projekteerida looduslikule gaasile või naftamasuudile. Selleks arvutame taandatud kulud mõlemas variandis (vt. tabel 4).

T a b e l 4

Taandatud kulud gaas- ja õlikütusega  
rajoonikatlamajas (võimsusega 20 Gcal/h)

Jrk. nr.	Etapid ja näitajad	Kapitaalmahutused rbl /ttk		Omahinnad rbl /ttk	
		Looduslik gaas	Nafta- masuut	Looduslik gaas	Nafta- masuut
1.	Kütuste tootmine	21	43	1,4	1,8
2.	Kütuste transport	76	29	4,2	6,2
3.	Kokku	97	72	5,6	8,0
4.	Kokku ühe ttk kasu- liku soojuste kohta, kui $\eta_{\text{gaas}} = 0,80$ ja $\eta_{\text{õli}} = 0,75$	121	96	7,0	10,7
5.	Katlamaja koos soo- justvõrguga	44	48	35	39
6.	Kokku (4+5)	165	144	42	49,7
7.	Taandatud kulud, kui $E_n = 0,15$ rbl /ttk				
	a) looduslik gaas	0,15 · 165 + 42 = 66,8			
	b) naftamasuut	0,15 · 144 + 49,7 = 71,3			

Tabelist 4 nähtub, et 1 ttk kasuliku soojuste arvestuslikud kulud on loodusliku gaasi kasutamisel madalamad kui naftamasuudi puhul.

Loodusliku gaasi ja põlevkivigaasi puhul on õige arvesse võtta gaasi tarbimise režiimi.

Belmises näites on seetõttu kapitaalmahutuste ja omahinna komponendi leidmisel lähtutud rajoonikatlamaja võimsuse tüüpilisest kasutustundide arvust  $h_{\text{seade}} = 3500$  tundi aastas.

Gaaskütuse taandatud kulude valem, mis kajastab tarbimisrežiimi iseärasusi, on järgmine:

$$(Z^{to} + Z^{tr}) \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k' + (1 - \gamma \cdot k') + Z^{tarb} = \bar{Z}^{gaas}, (29)$$

kus  $\gamma$  - koefitsient, mis väljendab püsivkulude osatähtsust omahinnas ja erikapitaalmahutustes ( $\sim 0,85$ );

$k'$  - koefitsient, mis võtab arvesse kütuse tarbimise režiimi ( $\frac{7500}{h_{seade}}$ ).

Pideva tööprotsessiga tööstuslikel gaasi tarbijatel  $k' \rightarrow 1$ , elukondlikel tarbijatel  $k' \rightarrow 2,1 \dots 3,1$ .

Tarbimise ajaline jaotus mõjustab oluliselt elektrifitseerimise majandusliku efektiivsuse näitajaid.

Tüüpmetoodika /4, lk. 19/ annab järgmise elektrienergia taandatud kulude valemi:

$$\bar{Z}^e = s_m + \frac{k_m k_r}{h_{seade}} (s_p + E_n K), (30)$$

kus  $s_m$  - energiasüsteemi muutuvad kulud ühe realiseeritud kWh kohta kop.;

$k_m$  - koefitsient, mis iseloomustab energiasüsteemile lisanduva koormuse suhet seadme maksimaalvõimsusesse;

$k_r$  - koefitsient, mis võtab arvesse võimsuste reservi;

$s_p$  - energiasüsteemi püsivkulud ühe kW nimivõimsuse kohta energiasüsteemis kop.;

$E_n$  - kapitaalmahutuste efektiivsuse normatiivne koefitsient;

$K$  - summaarsed erikapitaalmahutused ühe kW kohta kop.

Valemit (30) soovitatakse rakendada siis, kui elektrienergia tariif ei ole majanduslikult põhjendatud.

Eelmises valemis kasutatud näitajaid  $k_m$  ja  $h_{seade}$  on võimalik asendada näitajaga  $h'_{süsteem}$ , s.o. suurusega, mis iseloomustab energiasüsteemi maksimaalvõimsuse kasutamist antud tarbivseadme poolt, sest

$$h'_{süsteem} = \frac{h_{seade}}{k_m}$$

ja

$$\frac{k_m}{h_{seade}} = \frac{1}{h'_{süsteem}}$$

Valem (19) omandab näitaja  $h'_{\text{süsteem}}$  sisseviimisel järgmise kju:

$$Z^e = s_m + \frac{k_r(s_p + E_n K)}{h'_{\text{süsteem}}} \quad (26)$$

Toodud valemitest ilmneb selgesti elektrienergia ja erikapitaalmahutuste sõltuvus elektri tarbimise režiimist. Mida vähem kasutatakse elektrienergiat maksimaalkoormuse perioodil, mida ühtlasemalt on tarbimine ajalisel jaotatud, seda väiksem on püsivkulude ( $s_p$ ) ja kapitaalmahutuste komponendi ( $E_n K$ ) mõju elektrienergia taandatud kuludele.

Näitena esitame elektrienergia taandatud kulud valgustusseadmete juures 1962. aasta tasemel:

$$0,49 + \frac{1,05 (1570 + 0,15 \times 16740)}{1500} = 3,35 \text{ kop/kWh,}$$

kus 0,49 - energiasüsteemi muutuvad kulud ühe realiseeritud kWh kohta;

1,05 - koefitsient, mis võtab arvesse võimsuse reservi;

1570 - energiasüsteemi püsivad kulud ühe kW nimivõimsuse kohta energiasüsteemis kop.;

0,15 - kapitaalmahutuste efektiivsuse normatiivne koefitsient;

16740 - summaarsed erikapitaalmahutused elektrienergia tootmisel ja ülekandel kop/kW;

1500 -  $h'_{\text{süsteem}}$ , s.o. näitaja, mis iseloomustab valgustusseadmete osavõttu energiasüsteemi maksimaalkoormusest (tundides).

Elektrienergia taandatud kulud olid 1962. aastal valgustusseadmete juures küllalt kõrged (3,35 kop /kWh), sel ajal kui keskmised taandatud kulud olid 1,32 kop /kWh. Valgustuskoormusel on suur mõju energiasüsteemi maksimaalkoormuse ajalisele kujunemisele, see vähendabki selle tarbijategrupi majanduslikku efektiivsust.

Seevastu on selle elektrienergia taandatud kulud, mida tarbitakse näiteks ainult öötundidel töötavates kütteseadmetes ( $h'_{\text{süsteem}} = \infty$ ), tunduvalt väiksemad, moodustades 1962. aastal

$$0,49 + \frac{1,05(1570 + 0,15 \times 16740)}{1000} = 0,49 \text{ kop/kWh.}$$

Väljaspool energiasüsteemi maksimaalkoormust tarbitava elektrienergia taandatud kulud piirduvad muutuvate kuludega elektrienergia tootmisel. Kahjuks ei võta kehtiv tariifisüsteem seda asjaolu küllaldaselt arvesse.

Üldised elektrienergia taandatud kulud, mis hõlmavad ka kulutusi elektrienergia tootmiseks vajaliku kütuse kaevandamiseks ja transpordiks elektrijaamani ning kulutusi tarbivseadme soetamiseks ja eksploatatsioonis hoidmiseks, väljenduvad järgmiselt:

$$\bar{Z}^{\text{kütus}} + \bar{Z}^e + \bar{Z}^{\text{tarb}} = \bar{Z}^{\text{elektrif}} \quad (31)$$

Valemis (31) üksikute komponentide arvutamisel tuleb arvesse võtta elektrienergia ja kütuse tarbimisrežiimi mõju.

Pärast ühiskondlikult vajalike tootmiskulude tasemele vastavate hindade kehtestamist võib jääda ära vajadus arvesse võtta kapitaalmahutusi ja iga-aastasi kulutusi piirnevatesse tööstusharudesse. Valem (31) piirduks siis kahe komponendiga

$$\bar{Z}^e + \bar{Z}^{\text{tarb}} = \bar{Z}^{\text{elektrif}}$$

## 7. TERMOFITSEERIMISE MAJANDUSLIKU EFEKTIIVSUSE MÄÄRAMISE METOODIKAST

Tööstuse ja elamu-kommunaalmajanduse energiavajadust võib rahuldada kahesuguselt: termofikatsioonielektrijaama (TEJ) või kondensatsioonielektrijaama (KEJ) ja rajoonikatalamaja ehitamise kaudu. Elektrienergia ja soojusenergia tootmise ühendamine TEJ-s võimaldab tösta elektrijaama kasutegurit ja annab kütuse kokkuhoidu. TEJ töö ökonoomsus sõltub soojusenergia tarbimise suurusest ja selle ajalisest jaotusest aasta lõikes. Kõige ökonoomsem termofikatsiooniturbiini liik - vastusurveturbiin - võib leida rakendamist ainult stabiilse suurusega soojusenergia tarbimise puhul. Soojus-

koormuse ärajäämisel tuleb vastusurveturbiin seisma jätta. Vastusurveturbiini kogu töötanud aar antakse vajalikul rõhul termofitseerimise otstarbeks. Enamikul juhtudel võetakse aga aar soojuslikuks tarbeks turbiini mingist vahepealsest astmest, ülejäänud aar jätkab paisumisprotsessi ja läheb kondensaatorisse. Selline termofikatsiooniturbiin võib töötada ka soojuskoormuse ärajäämisel, kuid halvemate tehnilis-ökonoomiliste näitajatega kui sama võimsusega kondensatsiooniturbiin. Ebaühtlase soojuskoormuse puhul, eriti kui koormuse põhiosa moodustab soojusenergia, mis läheb ruumide kütmise otstarbeks, langeb TEJ kasutegur ja otstarbekohasemaks võib kujuneda vajaliku elektrienergia tootmine suure võimsusega KEJ-s ja soojusenergiaga varustamine rajoonikatlamajadest.

Lõpliku otsuse peab andma majandusliku efektiivsuse võrdlus.

Elektrienergia tootmise ökonoomsus TEJ-s auru etteantud alg- ja lõpp-parameetrite juures põhiseadme ühikvõimsuse ühiku kohta sõltub elektrienergia toodangu suurusest termofikatsioonitsükli vältel. Tingkütuse erikulu ühe võrku antud kWh elektrienergia kohta, mis on toodetud termofikatsiooniturbiini jääkauru arvel, on tunduvalt väiksem tingkütuse erikulust elektrienergia saamisel kondensatsiooniturbiini abil.

TEJ katlamaja kasutegur on ka kõrgem rajoonikatlamaja kasutegurist.

Kui aga TEJ termofikatsiooniturbiin peab töötama kondensatsiooniturbiinina, on tingkütuse erikulu ühe kWh kohta TEJ-s suurem kui KEJ-s.

Tingkütuse kokkuhoidu  $\Delta B$  termofikatsioonielektrijaamas, võrreldes elektrienergia ja soojusenergia eraldi tootmisega KES-s ja rajoonikatlamajas, võib väljendada valemiga

$$\Delta B = W_T (b_{KEJ} - b_{TEJ}^t) - W_K (b_{TEJ}^k - b_{KEJ}) + \left( \frac{1}{\eta_{rk}} - \frac{1}{\eta_{k TEJ}} \right) \frac{Q_V}{7000} \text{ kg tk/aastas,} \quad (32)$$

- $W_T$  - elektrienergia toodang, kui TEJ töötab termofikatsioonirežiimil;  
 $W_k$  - elektrienergia toodang, kui TEJ töötab kondensatsioonirežiimil;  
 $b_{TEJ}^t$  - tingkütuse erikulu TEJ töötamisel termofikatsioonirežiimil kg/kWh;  
 $Q_V$  - soojusenergia kogus Gcal;  
 $b_{TEJ}^k$  - tingkütuse erikulu TEJ töötamisel kondensatsioonirežiimil kg/kWh;  
 $r_k$  - rajoonikatlamaja kasutegur;  
 $k_{TEJ}$  - termofikatsioonielektriijaama katlamaja kasutegur.

Kütuse kokkuhoiu arvutamisel valemi (32) kohaselt eeldatakse, et elektrienergia toodang mõlemas variandis on võrdne, seega

$$W_{KEJ} = (W_k + W_T)_{TEJ}.$$

Termofitseerimise majandusliku efektiivsuse määramiseks on vaja samuti arvesse võtta kulutusi piirnevaisse tööstusharudesse.

Termofikatsiooni puhul on nendeks harudeks kütusetööstus, transport, elektri- ja soojusvõrgud.

Seega on kapitaalmahutuste üldsumma esimeses variandis (elektri- ja soojusenergia kombineeritud tootmine TEJ-s) järgmine:

$$K_{\text{komb}} = K_{\text{kü}} + K_{\text{TEJ}} + K_{\text{sk}} + K_V. \quad (33)$$

Kapitaalmahutuste üldsumma teises variandis (elektrienergia tootmine KEJ-s ja soojusenergia tootmine rajoonikatlamajas) on vastavalt

$$K_{\text{erald}} = K_{\text{KEJ}} + K_{r_k} + K_{sv} + K_{\text{kü}} + K_V. \quad (34)$$

Aastaste ühekordsete kulutuste (omahindade) summa arvatatakse etappide kaupa, analoogiliselt valemitele (33) ja (34). Kui mõned komponendid (näiteks kütuste tootmine ja transport) on võrreldavates variantides ühesuurused, siis võib nad välja jätta.

Variantide võrdlemisel on vaja kinni pidada lähteandmete võrreldavuse nõuetest, mis esitati lk. 18.

KEJ näitajad valitakse energiasüsteemi koormuse kasvu katteks projekteeritavate elektrijaamade tehnilis-ökonoomiliste näitajate järgi.

Näide termofitseerimise majandusliku efektiivsuse arvutamise kohta tuuakse lisas 12.

## 8. HÜDROELEKTRIJAAMADE MAJANDUSLIKU EFEKTIIVSUSE MÄÄRAMISE METOODIKA ERI SUSTEST

Hüdroelektrijaamade (HEJ) majandusliku efektiivsuse arvutamise metoodika /16/ on mõnevõrra erinev kapitaalmahutuste suhtelise majandusliku efektiivsuse arvutamise põhimetoodikast energeetikas. Täiendavate kapitaalmahutuste tasuvusaja normatiiviks võetakse siin 10 aastat (suhtelise majandusliku efektiivsuse normatiivne koefitsient 0,1).

HEJ rajamise majanduslikku efektiivsust võrreldakse vastava võimsusega KEJ majandusliku efektiivsusega.

Asendava KEJ võimsus arvutatakse järgmise valemiga:

$$N_{KEJ} = N_{HEJ}(1 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - \alpha_4 + \alpha_5) + N_{res}(1 + \alpha_1 + \alpha_3), \quad (35)$$

kus  $N_{KEJ}$  - asendava kondensatsioonielektrijaama installeeritud võimsus kW;

$N_{HEJ}$  - hüdroelektrijaama võimsus kW;

$\alpha_1$  - elektrenergia omatarbe suurenemine (koefitsient);

$\alpha_2$  - koefitsient, mis võtab arvesse KEJ ja HEJ põhiajaregaatide remondiaja erinevat kestust;

$\alpha_3$  - koefitsient, mis võtab arvesse KEJ suuremat avariilisust;

$\alpha_4$  - koefitsient, mis võtab arvesse HEJ käsutatava võimsuse alanemist, võrreldes installeeritud võimsusega veesurve alanemise tõttu;

$\alpha_5$  - koefitsient, mis võtab arvesse elektri ülekandekadude erinevat suurust HEJ ja KEJ puhul.

Asendava KEJ energiatoodang on vastavalt:

$$W_{SEJ} = W_{HEJ} (1 + \alpha_1 \pm \alpha_5). \quad (36)$$

Antud võimsusega kondensatsioonielektrijaama kapitaal-  
mahutuste suuruse ja elektrienergia omahind hõlmavad ka kapi-  
taalmahutusi piirnevatesse tööstusharudesse ning täiendavat  
käibevahendite vajadust. Nimelt vajab KEJ keskmiselt kahe  
protsendi võrra rohkem käibevahendeid kui HEJ.

HEJ kapitaalmahutused arvutatakse järgmiselt:

$$K_{HEJ} = K_{tööst} + K_V - K_{ta}, \quad (37)$$

- kus  $K_{HEJ}$  - HEJ rajamiseks vajalikud kapitaalmahutused  
tuh. rbl.;
- $K_{tööst}$  - HEJ rajamiseks vajalikud tööstuslikud kapitaal-  
mahutused tuh. rbl.;
- $K_V$  - kapitaalmahutused elektriliinide rajamiseks  
tuh. rbl.;
- $K_{ta}$  - rajatiste, hoonete, seadmete väärtus, mis kuu-  
luvad pärast ehitustöö lõppu üleandmisele teis-  
tele organisatsioonidele (teed, sideliinid jne.),  
tuh. rbl.

HEJ eksploatatsioonikulude komponent  $S_{HEJ}$  hõl-  
mab peale hüdroelektrijaamaga vahetult seotud kulutuste ka  
veel kulutused veehoidla kaitseehitiste ja kõrgepinge-elekt-  
riliinide korrashoiuks.

HEJ ja KEJ taandatud kulude kõrvutamisel võetakse ar-  
vesse veel sääste selle arvel, et HEJ rajamisega osutub sa-  
geli võimalikuks suurendada niisutatavat põllupinda, paran-  
dada laevaliiklust, muuta seni mittekasutatud jõed laevata-  
tavaks, vältida üleujutusi jne. Teiselt poolt tuleb ka hin-  
nata kahju suurust metsade, põllu- ja heinamaade üleujutami-  
sest, elanikkonna ümberpaigutamisest teistesse piirkondades-  
se ning arvestada seda lõpptulemuse väljaviimisel HEJ ja KEJ  
rajamise majandusliku efektiivsuse võrdlustes.

9. UUE TEHNIKA JUURUTAMISE JA TOOTMISPROTSESSIDE  
MEHHAANISEERIMISE NING AUTOMATISEERIMISE<sup>x</sup>  
MAJANDUSLIKU EFEKTIIVSUSE ARVUTAMISE PÕHIJOONI  
ENERGEETIKAS

Tehniliste uuenduste majandusliku efektiivsuse metoodika tööstuses baseerub eespool käsitletud kapitaalvahutuste suhtelise majandusliku efektiivsuse määramise põhimõttel ja on eesti keeles avaldatud /15/. Seetõttu peatume selle küsimuse juures lühidalt.

Tehniliste uuenduste efektiivsust hinnatakse ühiskondliku tööviljakuse kasvu seisukohalt. Seetõttu lähtutakse sinigi kapitaalvahutuste mahust, toodangu omahinna (või seadme aasta eksploatatsioonikulude) suuruselt, kapitaalvahutuste tasuvusajast. Peale selle hinnatakse veel teisi näitajaid: toodangu töömahukust, tööviljakuse kasvu antud ettevõttes või vastavas töölõigus, tootmistsükli pikkust, tootmisvõimsuste kasutamise paranemist; tooraine, materjalide, kütuse ja elektrienergia erikulu alandamist, toodangu kvaliteedi parandamist, seadmete töökindluse tõstmist ja töötajate töötingimuste parandamist, kui need ei kajastu täiel määral kapitaalvahutuste ja omahinna tasemes.

Kapitaalvahutused uue tehnika juurutamiseks koosnevad järgmistest komponentidest:

1. Uute seadmete hind hinnakirja järgi koos nende kohaletoimetamise ja monteerimise kuludega.
2. Hoonete, vundamentide ja seadmete ehitustööde ning rekonstrueerimise ja moderniseerimise maksumus.
3. Kulutused projekteerimisele.
4. Mittekasutatavate seadmete amortiseerumata osa (miinus nende seadmete likvideerimisel saadav summa).

Kõrvuti kapitaalvahutuste üldsummaga määratakse kindlaks ka täiendavate kapitaalvahutuste suurus, võrreldes teiste tehniliste uuenduste võimalike variantidega ja olemasoleva tasemega. Sealjuures tuleb silmas pidada variantide

---

<sup>x</sup> Tavaliselt kasutatakse lühendatud nimetust "tehnilised uuendused", mille juurde ka edaspidi jääme.

võrreldavuse nõuet, eriti toodangu mahu suuruse poolest. Keh-  
tib seisukoht, et enne võrdlust on vaja väiksema toodanguma-  
huga variandis ette näha täiendavaid kulutusi võrreldava to-  
dangumahu saavutamiseks. Kui tegemist on ainult ühe varian-  
diga ja toodangu maht ei muutu ning alaneb omahind (või eks-  
pluatatsioonilised kulutused), kõrvutatakse säästuga uute  
kapitaalmahutuste summa.

Tehnilisteks uuendusteks vajalike täiendavate käibe-  
vahendite summa liidetakse täiendavate kapitaalmahutuste vaja-  
dusele. Kui aga uus tehnika võimaldab vähendada käibevahen-  
dite vajadust - vähendatakse selle võrra kapitaalmahutusi.

Mittekasutatavate seadmete amortiseerimata osa arvuta-  
takse järgmiselt /6, lk. 8/:

$$K_L = K_a (1 - a^t), \quad (38)$$

kus  $K_a$  - mittekasutatavate seadmete algväärtus;

$a$  - aasta amortisatsiooninorm (koefitsient);

$t$  - likvideeritava seadme tegelik kasutamise aeg aasta-  
tes.

Tehnilisteks uuendusteks vajalikku kapitaalmahutuste  
summat võib väljendada järgmiselt:

$$K_u = K_s + K_m + K_{\text{mod}} + K_e + K_p + K_l - K_{\text{likv}} + K_{\text{käib}}, \quad (39)$$

kus  $K_s$  - seadmete hind hinnakirja alusel;

$K_m$  - montaažtööde maksumus eelarve järgi;

$K_{\text{mod}}$  - moderniseerimiskulud ja mittestandardsete sead-  
mete valmistamise kulud eelarve kohaselt;

$K_e$  - ehitustööde maksumus;

$K_p$  - projekteerimiskulud;

$K_l$  - mittekasutatavate seadmete amortiseerimata osa;

$K_{\text{likv}}$  - põhifondide likvideerimisel saadav summa;

$K_{\text{käib}}$  - täiendavate käibevahendite vajadus.

Et selgitada tehniliste uuenduste mõju toodangu omahin-  
na tasemele või seadme ekspluatatsioonikuludele, on vaja te-  
ha üksikasjalikud arvutused nende elementide lõikes, mille  
juures toimuvad muutused uue tehnika rakendamise tulemusel.

Põhimaterjalide, kütuse ja elektrienergia vajadust kõrvutatakse vastavate normatiividega või viimaste puudumise korral andmetega tegelike kulutuste kohta.

Elektrienergia hind võetakse üldreeglina ettevõttele kehtestatud keskmise tariifi alusel. Sääst elektrienergia kokkuhoiust võib ettevõtte seisukohalt olla väiksem kui energiasüsteemi seisukohalt. Nimelt siis, kui elektriseadmete installeeritud võimsus ei muutu, tekib kaheastmelise tariifi korral ettevõtte seisukohalt kokkuhoid ainult lisamaksu arvel (kulutatud kWh-de arv väheneb). Energiasüsteem aga saab kokkuhoitud elektrienergiat realiseerida keskmise tariifiga teistele tarbijatele. Seetõttu võib sääst elektrienergia kokkuhoiust energiasüsteemi ulatuses olla antud juhul märksa suurem. Tehniliste uuenduste majandusliku efekti arvutustes on õigem lähtuda elektrienergia keskmisest tariifist.

Põhitöölise palga muutused arvutatakse, lähtudes muudatustest tööliste arvus, kvalifikatsioonis ning kehtivatest tükitööhinnetest ja tootmishinnadest (tükitöö puhul) ning päevapalkadest - ajatöö puhul.

Seadmete remondi- ja hooldamiskulud määratakse aluseks võttes seadmete arvu, seadmete remondiühikuid ja andmeid kulutuste kohta ühe remondiühiku suhtes.

Amortisatsioonieraldiste juures kõrvutatakse kulutused seadmete amortisatsiooniks, lähtudes olemasolevate ja uute seadmete maksumusest ning kehtivatest amortisatsiooninormidest.

Tehniliste uuenduste tulemusena võib aga muutuda ka toodangu maht. See mõjutab toodangu omahinda või seadme eksploatatsioonikulusid püsivkulude alanemise arvel tooteühiku kohta. Püsivkulude kokkuhooidu aastas määratakse valemiga

$$S_p = S^p \frac{P_2 - P_1}{P_1}, \quad (40)$$

kus  $S^p$  - tingpüsivate kulude summa aastas rbl.;

$P_2$  - toodangu maht (naturaalühikutes) pärast tehnilisi uuendusi;

$P_1$  - toodangu senine maht (samades ühikutes).

Toodangu mahu muutumise mõju võetakse arvesse (erikapitaalimahutuste ja ühiku omahinna arvutamisel) siis, kui toodangu mahu suurenemine on antud ettepaneku rakendamise vahetuks tulemuseks. Elektriühikute kasutamine võimaldab tehnoloogilist protsessi kiirendada, toodangut suurendada. Seetõttu on võimalik elektrifitseerimise variandi majandusliku efektiivsuse näitajaid otseselt kõrvutada seniste näitajatega senise toodangu juures.

Kui aga toodangu mahu suurenemine ei ole tehniliste uuenduste vahetuks tulemuseks, tuleb lähtevariandi erikapitaalimahutuse ja ühiku omahinna näitajad ümber arvutada, lähedes suuremast toodangu mahust. Kui näiteks tsehh rekonstrueeritakse, treipinkide ning puurpinkide asemele paigaldatakse universaalsed tööpingid ja ühtlasi nähakse ette toodangu tõstmine näiteks kahekordseks, siis arvutatakse majandusliku efekti selgitamisel lähtevariandi näitajad ümber, lähedes toodangu mahu kahekordistamisest ka vanade seadmete kasutamisel. Seetõttu väheneb toodangu omahind ka lähtevariandis.

Toodangu kvaliteedi tõusu puhul soovitatakse /15/ korrigeerida tooteühiku omahinda valemiga

$$S_k = \frac{S \cdot H_0}{H_1}, \quad (41)$$

kus  $S_k$  - tooteühiku omahind rbl. pärast kvaliteedi tõstmist;  
 $S$  - senine tooteühiku omahind;  
 $H_0$  - hulgihind enne abinõu rakendamist rbl.;  
 $H_1$  - hulgihind pärast kvaliteedi tõstmist.

Toodangu eksploatatsiooniea pikenemist hinnatakse valemiga

$$S_k = \frac{S \cdot t_0}{t_1}, \quad (42)$$

kus  $S_k$  - tooteühiku omahind rbl., võttes arvesse efekti toodangu eksploatatsiooniea pikenemisest;  
 $S$  - senine tooteühiku omahind;  
 $t_0$  - senine kasutamisaeg aastates;  
 $t_1$  - uus kasutamisaeg aastates.

Tehniliste uuenduste majandusliku efektiivsuse arvutusi tehakse kahesuguselt, sõltuvalt sellest, kas abinõu vajab täiendavaid kapitaalmahutusi või mitte.

Esimesel juhul määratakse kõigepealt kindlaks täiendavate kapitaalmahutuste tasuvusaeg valemi (1) järgi. Kui kapitaalmahutuste tasuvusaeg on normatiivi piirides, võib antud abinõu rakendamist lugeda majanduslikult efektiivseks. Järgnevalt aga tuleb selgitada majanduslik efekt rahalises väljenduses. Kuivõrd majandusliku efektiivsuse hindamisel on tarvis arvesse võtta nii iga-aastasi kulutusi (omahind, ekspluatatsioonikulud) kui ka ühekordseid kulutusi (kapitaalmahutused, käibevahendite juurdekasv), siis väljendab majanduslikku efekti valem

$$Z = \Delta S - E_n \Delta K, \quad (43)$$

kus  $S$  - sääst omahinnas (iga-aastastes kuludes) rbl.;

$K$  - täiendavate kapitaalmahutuste suurus rbl.;

$E_n$  - kapitaalmahutuste normatiivse efektiivsuse koefitsient.

Tehniliste uuenduste majandusliku efektiivsuse arvutustes kasutatakse tabelis 2 antud kapitaalmahutuste suhtelise majandusliku efektiivsuse normatiivseid koefitsiente.

Teisel juhul (tehniliste uuenduste rakendamine ei tinginud uusi kapitaalmahutusi) võrdub majanduslik efekt säästuga omahinna (või ekspluatatsioonikulude) alandamisest, seega

$$Z = \Delta S.$$

Kui tehniliste uuenduste läbiviimiseks vajalikud ehitus-montaažtööd kestavad üle ühe aasta, siis on vastavalt energetikas kehtestatud tehnilis-majanduslike arvutuste metoodikale /20/ õige võtta arvesse ajategurit valemite (7)', (8); (8)' või (8)" kaudu.

Mõned näited tehniliste uuenduste majandusliku efektiivsuse arvutuste kohta on esitatud lisades.

Majandusliku efektiivsuse arvutused peavad seega võimalikult õigesti väljendama erinevate variantide mõju ühiskondliku tööviljakuse tasemele. Neid arvutusi komplitseerib mõnevõrra asjaolu, et paljude toodete hinnad ei ole majanduslikult põhjendatud. Õigete hindade kehtestamine võimaldab lihtsustada majandusliku efektiivsuse arvutusi, esmajoones piirnevates tööstusharudes vajalike kulutuste arvessevõtmise arvel.

Mõnede kütuste tootmise majanduslikud  
näitajad /2. lk. 97/

Jrk. nr.	Kütused ja nende leiupaigad	Kapitaal-mahutused rbl /ttk	Omahind rbl /ttk	Taandatud kulud rbl /ttk
1.	Kivisüsi maa-alustest kaevandustest:			
	a) Donbass (ant-ratsiit)	20,5	6,0	8,05
	b) Lvov-Volõõnia	24,0	7,3	9,70
	c) Karaganda	20,0	4,6	6,60
2.	Kivisüsi (karjääridest):			
	a) Kuzbass	14,0	2,2	3,6
	b) Itatsk	5,0	1,0	1,5
	c) Tšeremhovo	7,5	2,0	2,75
3.	Looduslik gaas:			
	a) Lääne-Ukraina	17,5	1,1	2,85
	b) Ida-Ukraina	16,0	1,3	2,9
	c) Saraatov	17,5	1,4	3,15
	d) Krasnodar	10,5	0,7	1,75
	e) Stavropol	13,5	0,9	2,25
	f) Usbekistan	9,0	0,5	1,40
4.	Nafta:			
	a) Baškiiria	17,0	1,8	3,50
	b) Kuibõšev	14,0	1,1	2,50
	c) Tatari	19,0	1,4	3,30
	d) Perm	28,5	3,2	6,10

Soojuselektrijaamade erikapitaalmahutused rbl/kW/2, lk. 104/

Elektri- jaama võimsus tuh.kW	Turbo- generaa- torite arv ja võimsus	Auru parameetrid					
		90ata, 535°C	130ata, 565/565°C	240ata, 580/565°C			
		tahke kütus	vedel- või gaas- kütus	tahke kütus	vedel- või gaas- kütus	tahke kütus	vedel- või gaas- kütus
200	2x100	109	78,5	106	76,5	-	-
300	3x100	103	74	100	72	-	-
400	4x100	99	72	98	70	-	-
500	5x100	98	70,5	95	69	-	-
600	6x100	96	69,5	94	68	-	-
700	7x100	95	68,5	93	67	-	-
800	8x100	94,5	67,5	92,5	66	-	-
900	6x150	-	-	80	58,5	-	-
1000	5x200	-	-	76	58	-	-
1200	6x200	-	-	75	57	-	-
1400	7x200	-	-	74	57	-	-
1500	5x300	-	-	-	-	68,5	53,5
1800	6x300	-	-	-	-	67,5	53
2100	7x300	-	-	-	-	66	52
2400	8x300	-	-	-	-	65	51



N ä i d e. Kapitaalmahutuste suuruse määramine  
kivisöökaevandustes /2. lk. 98/

Jrk. nr.	Näitajad	rbl /t
1.	Kaalutud keskmised kapitaalmahutused eelarve järgi	
	a) tööstusehitus	15,4
	b) elamu-kommunaalehitus	13,0
		kokku: 28,4
2.	Belarves ettenägemata kapitaalmahutused	
	a) geoloogiline luure	0,3
	b) kapitaalmahutused kaevanduse tootmistaseme säilitamiseks kogu kaevanduse eksploatatsiooniea vältel	3,6
	c) osa kapitaalmahutustest kivisöebasseini üldisteks vajadusteks	2,8
	d) kapitaalmahutuste ülekulu elamu-kommunaalehituseks	2,35
	üldse tööstusehitus	22,7
	üldse elamu-kommunaalehitus	15,35
		kokku: 38,05
3.	Kulutuste suurenemine võrreldes põhieelarvega	$\frac{38,05}{28,4} = 1,34$ korda.

Kaevanduste, karjääride, elektrijaamade ja  
elektriliinide ehitusaja normatiive /2. lk. 96/<sup>x</sup>

Jrk. nr.	Ehitusobjekti nimetus	Võimsus	Ehitus- aja norma- tiiv (aundes)	Kapitaalvahutuste orien- teeriv jaotus ehitusaa- sate lõikes (% eelarve- lisest maksumusest)				
				1	2	3	4	5
1.	Kivisöe- ja põ- levkivikaevan- dused	600 000t	46	12	25	33	30	-
		1200 000t	58	10	20	25	25	20
		3000 000t	60	10	20	25	25	20
2.	Kivisöekarjää- rid	1500 000t	28	25	45	30	-	-
		3000 000t	40	20	40	35	5	-
		6000 000t	46	10	40	35	25	-
3.	Soojuselektri- jaamad	24MW	22	45	55	-	-	v
		100MW	28	30	55	-	-	-
		300MW	33	20	48	32	-	-
		600MW	39	17	33	43	-	-
		2400MW	55	8	20	27	27	18
4.	Hüdroelektrijaa- mad <sup>xx</sup>	kuni 30MW	30	25	55	20	-	-
		60MW	30	20	42	38	-	-
		100MW	40	17	34	41	8	-
		200MW	48	12	26	37	25	-
		350MW	60	8	18	26	30	18
5.	Alajaamad, elekt- riliinid	35-110kW	4-10	100	-	-	-	-
		110-220kW	14-10	95	5	-	-	-
		110-220kW	12	100	-	-	-	-

<sup>x</sup> Ettevõtte ehitusaja normatiivide CH 164-61 alusel.

<sup>xx</sup> Ilma kulutusteta, mis on seotud veehoidla rajamisega vajalike maa-alade ülevõtmisega.

Erikapitaalmahutuste näitajad elektriliinide  
rajamisel

Liini pikkus km	Pinge kV	Erikapitaalmahutused rbl/kW				ülekantava	
		25	50	75	100	150	200
25	110	40	27,5	23	20	18	17
	220	82	42	32	27	23,5	20,0
50	110	53	36	29	25	23	21
	220	97	50	33	27	23	22
100	100	70	50	40	35	32	31
	220	128	66	48	39	32	29
200	110	105	80	68	62	57	55
	220	128	97	65	54	47	40

Elektrienergia ülekandekulud kop/10 kWh

Liini pikkus km	Pinge KV	Ülekantav võimsus MW				
		30	60	100	150	200
25	110	1,22	0,93	0,75	0,70	0,65
	220	2,00	2,20	0,93	0,82	0,72
50	110	1,47	1,10	0,91	0,86	0,81
	220	2,30	1,33	1,05	0,93	0,81
100	110	1,98	1,44	1,28	1,22	1,15
	220	3,00	1,64	1,26	1,14	1,00
150	100	2,57	1,90	1,63	1,60	1,56
	220	3,47	1,97	1,50	1,32	1,18
200	110	2,96	2,40	2,13	2,00	1,90
	220	3,90	2,30	1,71	1,42	1,33

## L i s a 7

Tingkütuse erikulu g/kWh tahke kütusega  
kondensatsioonielektrijaamades g/kWh /10, lk. 144/

Turbogeneraa- tori tüüp ja võimsus	Installeeritud võimsuse kasutustundide arv (aastas)							
	2000	3000	4000	4500	5000	5500	6000	7000
CBK - 600	-	-	328	321	317	314	311	305
CBK - 300	-	-	333	324	318	316	313	308
ΠBK - 200	-	-	364	357	350	346	343	336
ΠBK - 150	-	-	368	360	353	350	346	340
ΠBK - 100	428	392	373	365	358	354	350	345
BKΓ - 50	483	443	421	412	404	398	395	390

Märkus. Kui elektrijaam töötab gaas- või vedelkütusel, on tingkütuse erikulu ligikaudu kolme protsendi võrra madalam.

Kivisõe veokulud raudteel /10, lk. 145/

Kivisõebasseini ja sihtjaama nimetus	Omahind kop/tkm	Kapitaal- mahutused kop/tkm
Donbass — Riia	0,17	0,9
Donbass — Leningrad	0,12	0,7
Donbass — Murmansk	0,15	0,85
Kuzbass — Moskva	0,12	0,65
Vorkuta — Leningrad	0,13	0,75
Vorkuta — Murmansk	0,15	0,9

Märkus. Peale eeltoodud suuruste on õige veokulude hulka arvata veel kulutused laadimistöõdele: omahind 15 kop. ja kapitaalmahutused 21 kop. ühe tonni naturaalkütuse kohta. Tallinna suhtes võib rakendada Leningradi kohta antud andmeid, korrutades neid koefitsiendiga 1,15.

Gaasitranspordi majanduslikud näitajad /10, lk. 147/

Gaasi- juhtme diamee- ter mm	Gaasijuht- me tootlik- kus aastag miljard m <sup>3</sup>	Erikapitaalma- hutused K ja omahind S kop/1000 m <sup>3</sup> .km	Gaasitranspordi kaugus km		
			1000	1500	2000
1020	9,0	K	1,7	1,8	1,9
		S	0,17	0,18	0,18
820	5,0	K	1,8	1,9	2,0
		S	0,20	0,21	0,22
720	3,5	K	2,1	2,1	2,2
		S	0,21	0,22	0,23
529	1,8	K	2,9	3,0	3,1
		S	0,32	0,33	0,34
525	0,4	K	6,0	6,1	-
		S	0,70	0,72	-

**Märkus.** Gaasitranspordi majanduslikud näitajad on arvu-  
tatud lähtudes gaasijuhtme kasutustundide arvust **aastas**  
7500. Kui tarbivseadme võimsuse kasutustundide arv ( $h_{seade}$ )  
on väiksem kui 7500, soovitatakse eeltoodud näitajad järgmi-  
selt ümber arvutada:

$$K_{\ddot{u}} = K \frac{7500}{h_{seade}}$$

$$S_{\ddot{u}} = S \left( \frac{6375}{h_{seade}} + 0,15 \right),$$

kus  $K_{\ddot{u}}$  - ümberarvutatud erikapitaalmahutused,

$S_{\ddot{u}}$  - ümberarvutatud omahind.

Masuudi veekulud raudteel /10, lk.149/

Alg- ja sihtjaam	Veose omahind kop /tkm	Kapitaalmahutused kop /tkm
Kiriši-Tallinn	0,24	1,30
Kiriši-Leningrad	0,19	1,15
Kiriši-Murmansk	0,22	1,40
Polotsk-Riia	0,24	1,30
Ufaa-Moskva	0,17	1,10
Gorki-Moskva	0,17	1,05
Moskva-Smolensk	0,20	1,10

Märkus. Lisas 10 on toodud andmed ühe tonni naturaalkütuse kohta. Üleminekul naturaalkütuselt tingkütusele kasutatakse masuudi juures koefitsienti 0,73.

Arvutustabel suuruse  $(1 + E_n)^{T_e - t}$   
määramiseks

$T_e - t$	$E_n = 0,2$	$E_n = 0,15$
1	1,200	1,1500
2	1,4400	1,3225
3	1,7280	1,5209
4	2,0736	1,7490
5	2,4883	2,0114
6	2,9860	2,3131
7	3,5832	2,6600
8	4,2998	3,0822
9	5,1598	3,5179
10	6,1917	4,0456

N ä i d e. Energiavarustuskeemi valik kapitaal-  
mahutuste majandusliku efektiivsuse arvutamise  
metoodika kohaselt

Tuleb võrrelda kahe variandi majanduslikku efektiivsust.

I variandis nähakse ette soojusenergia ja elektrienergia eraldi tootmine rajoonikatlamajas ja KEJ-s. Maksimaalne soojuskoormus rajoonikatlamajal on kütteperioodil 300 Gcal/h (arvesse võttes ka soojusenergia kadusid). Maksimaalne elektriline koormus moodustab 87000 kW. Rajoonikatlamajas tuleks paigaldada kolm katelseadet ППБ-100 (tootlikkusega 100 Gcal/h). Elektrilise koormuse kataks KEJ võimsusega 1200000 kW, kus töötab kuus agregaatit ПБК-200 (auru rõhk 130 at, temp. 565°C).

II variandis nähakse ette soojusenergia ja elektrienergia kombineeritud tootmine TEJ-s, kus töötavad kaks turbogeneraatorit ПБТ-50 järgmiste parameetritega: auru rõhk 130 at, temp. 565°C, nominaalne soojusenergia vaheltvõtt ühelt agregaadilt 90 Gcal/h. Lisaks kahele termofikatsiooniturbiinile on vaja ette näha veel kolme veekuumutusseadme ППБ-50 paigaldamine, sest soojusenergia maksimaalvajadus oli 300 Gcal/h. Kütusena kasutatakse mõlemas variandis Donbassi kivisütt mark АМ, veekaugusega 1000 km. Kapitulumahutused ja iga-aastased kulutused soojusvõrkudele ja elektriliinidele on mõlemas variandis võrdsed.

Kui võrd elektrienergia väljalase ei ole ette antud, määrame selle järgmiselt:

$$W_{KEJ} = 1,15 \cdot 87000 \cdot 6500 = 650 \text{ miljonit kWh,}$$

kus 1,15 - koefitsient, mis võtab arvesse suuremaid energia ülekandekadusid ja elektrienergia omatarvet KEJ-s

6500 - KEJ plaaniline installeeritud võimsuse kasutus-  
 tundide arv  $h_{inst}$  aastas;

87000 - rajooni elektrilise koormuse juurdekasv kW;

$$W_{TEJ} = 1,05 \cdot 650 \cdot 10^6 = 682 \text{ miljonit kWh,}$$

kus 1,05 - koefitsient, mis võtab arvesse elektrienergia suuremat omatarvet TEJ-s.

## Kapitaalmahutuste arvutamine

I variant. Kapitaalmahutuste üldsumma arvutatakse valemi (9) kohaselt. KEJ-s võimsusega 1200000 kW, agregaatidega ПБК-200 on  $K_{KEJ} = 8,5$  miljonit rbl. Rajoonikatlamaja erikapitaalmahutused on 6000 rbl /Gcal/h.  $K_{rk} = 6000 \cdot 300 = 1,8$  miljonit rbl. KEJ tingkütuse kulu on vastavalt arvestustele  $221 \cdot 10^3$  ttk, rajoonikatlamajas  $126 \cdot 10^3$  ttk. Kütuse kaevandamisel on erikapitaalmahutused 18 rbl./ttk. Kapitaalmahutused kütusebaasile on seega  $18(221 \cdot 10^3 + 126 \cdot 10^3) = 6,2$  miljonit rubla. Kapitaalmahutused kütuse transpordiks antakse tavaliselt kopikates tonnikilomeetri kohta (antud juhul 0,7 kop /tkm). Seepärast tuleb kütuse kogus väljendada naturaalkütuses. Kapitaalmahutused transpordile moodustavad  $0,7 \cdot 10^{-2} \cdot 347 \cdot \frac{7000}{6000} \cdot 1000 = 2,8$  miljonit rbl.

Seega on

$$\sum K_{erald} = 8,5 + 1,8 + 6,2 + 2,8 = 19,3 \text{ miljonit rbl.}$$

II variant. Elektri- ja soojusenergiat toodetakse TEJ-s. Kapitaalmahutuste üldsumma

$$\sum K_{komb} = K_{TEJ} + K_{kü}.$$

Antud agregaatidega ja võimsusega TEJ erikapitaalmahutuste suurus on 150 rbl /kW ja soojusenergia tippkoormuse katmiseks vajalike boilerite erikapitaalmahutused 8000 rbl /Gcal/h. Kütusekulu on TEJ-s  $306 \cdot 10^3$  ttk ja erikapitaalmahutused kaevandusele 18 rbl /ttk.

$$\begin{aligned} K_{komb} &= (150 \cdot 100000 + 8000 \cdot 150) + 18 \cdot 306 \cdot 10^3 + 2,5 = \\ &= 24,2 \text{ miljonit rbl.}, \end{aligned}$$

kus 2,5 - kapitaalmahutused raudteetranspordile (rbl /ttk).

## Omahinna arvutamine

Omahinna arvutamisel eeldame, et kulutused elektri- ja soojusvõrkudele on mõlemas variandis võrdsed.

Summaarsed kulud aastas I variandi korral:

$$S_{\text{erald}} = S_{\text{KEJ}} + S_{\text{raj.k}} = 3,2 + 2,0 = 5,2 \text{ miljonit rbl.}$$

Summaarsed kulud aastas II variandi korral:

$$S_{\text{komb}} = S_{\text{TEJ}} + S_{\text{boiler}} = 4,1 + 0,6 = 4,7 \text{ miljonit rbl.}$$

Seega on esimeses variandis kapitaalmahutused väiksemad, iga-aastased kulutused aga suuremad kui teises variandis.

Teises variandis vajalike täiendavate kapitaalmahutuste tasuvusaja leiame valemi (1) järgi

$$\frac{24,2 - 19,3}{5,2 - 4,7} = \frac{4,9}{0,5} = 9,8 \text{ aastat.}$$

Võrreldes täiendavate kapitaalmahutuste tegelikku tasuvusaega normatiivse tasuvusajaga (6,7 aastat) selgub, et I variant ei ole majanduslikult õigustatud.

L i s a 13

N ä i d e. Maardu fosforiidikaevandusest saadava diktüoneemakilda energeetilise kasutamise majandusliku efektiivsuse arvutus

Võrreldakse kahte varianti:

I variant - rajatakse diktüoneemakilda kütteks kasutatav TEJ võimsusega 100 MW ja soojuskoormuse katmiseks tippajal lisaks veel katel võimsusega 180 Gcal/h.

II variant - nähakse ette rajooni elektrienergiaga varustamine Eesti Soojuselektrijaamast ja soojusenergiaga varustamine kahest rajoonikatlamajast. Ühe katlamaja võimsus on 300 Gcal/h ja teise katlamaja võimsus 50 Gcal/h.

Kahe variandi majanduslikud võrdlusnäitajad on toodud järgmises tabelis.

Diktüoneemakilda energeetilise kasutamise majandusliku efektiivsuse arvutamise lähteandmed

1	2	3	4	5	6	7	8
Arvitajad	Ühik	TEJ	Tipu- katel	Kokku	Asendav KMJ	Rajooni- katala- majad	Kokku
Maksimaalne soojuskoormus	Gcal/h	160	180	340	-	340	-
Kasutustundide arv aastas							
a) soojuskoormus	h	5000	700	5000	-	500	-
b) elektriline koormus	h	6000	-	6000	6000	-	-
väljastatud elektrienergiat aastas	kWh	$520 \cdot 10^6$	-	$520 \cdot 10^6$	$(520+50) \cdot 10^6$	-	-
Elektriline võimsus	KW	$100 \cdot 10^3$	-	$100 \cdot 10^3$	$107 \cdot 10^3$	-	-
Turboagregaadi tüüp		T-100-130	-	-	K-200-130	-	-
Auru algparameetrid	ata/°C	130/565	-	-	130/565	-	-
Katlagregaat		2xT-67p 1xBM-180	-	-67	3x 1x	TB-100 -50	-
Kütuse liik		diktüonee- makilt	masuut	-	põlevkivi	masuut	-
Kütuse tootmise ja veo omahind	rbl /ttk	1,77	4	5,77	8,3	4	12,3

	1	2	3	4	5	6	7	8
Erikapitaal- mahutused		rbl /ttk	0,16	30	30,16	20,1	30,0	50,1
Kütusekulu aastas		milj. ttk	0,27	0,0105	-	0,215	0,157	-
Kapitaalma- hutused		milj. rbl.	18,6	0,9	19,5	10,9	2,0	12,9
a) energia tootmisel		"	2,81	-	2,81	2,0		2,0
b) soojusvõrgu- le ja elekt- rivõrgule		"	0,43	0,31	0,74	4,32	4,7	0,02
c) kütuse toot- misele ja transpordile		"	21,84	1,21	23,05	17,22	6,7	23,92
Kokku kapitaal- mahutused		"	3,46	0,12	3,58	2,90	0,89	3,79
Omahind sellest:		"	0,48	0,04	0,52	1,725	0,63	2,355
a) kütus		"	1,72	0,08	1,80	0,98	0,15	1,13
b) amortisatsi- oon ja jook- sev remont		"	0,43	-	0,43	0,05	0,08	0,13
c) palk		"	0,1	-	0,1	0,14	-	0,14
d) soojusvõrgu ja elektrivõrgu kulud		"	0,73	-	0,73	-	0,03	0,03
e) üldkulud		"						

I ja II variandi majanduslik võrdlus näitab, et I variandis on kapitaalmahutused ja igaaastased kulutused väiksemad kui II variandis. Seetõttu on esimene variant majanduslikult efektiivsem. Majanduslik aastaefekt moodustab

$$3,79 - 3,58 + 0,15 \cdot 0,87 \approx 0,34 \text{ miljonit rbl.}$$

Orienteeriv taandatud kulude arvutus  
1200 MW võimsusega KEJ-s Eesti NSV tingimustes  
 (kui  $h_{\text{süst}} = 5000$ ) /19, lk. 33/

Näitajad	Ühik	Kütuse liik	
		põlev- kivi	nafta- masuut
Tingkütuse omahind	rbl/ttk	6,3	2,4
Tingkütuse erikulu	g/kWh	360	325
Kütuse komponent omahinnas	kop/10kWh	2,26	0,78
Amortisatsioon	"	1,10	0,54
Muud	"	0,60	0,33
Elektrienergia oma- hind	"	3,96	1,65
Elektrienergia üle- kandekulud	"	0,45	0,45
Kapitaalmahutused	milj.rbl.	199,7	172,7
sellest:			
otsesed	"	120,0	70,0
piirnevad	"	42,8	65,8
elektriliinidele	"	36,9	36,9
Taandatud kulud	"	55,35	40,1
"  "	kop/10kWh	9,23	6,70

N ä i d e. Ahtme TEJ boilerjaama rekonstrueerimise  
majandusliku efektiivsuse arvutus

Vastavalt Ahtme TEJ boilerjaama rekonstrueerimise projektile kulub selleks uusi kapitaalvahutusi 630 000 rbl. ulatuses.

Ahtme TEJ toodangu omahinda (1964. a. tasemel) enne ja pärast boilerjaama rekonstrueerimist iseloomustavad järgmises tabelis toodud andmed.

Toodangu omahind Ahtme TEJ-s enne ja pärast  
boilerjaama rekonstrueerimist

Kulukirjed	Toodangu omahind (tuh.rbl.)		Sellest	
	enne re- konstru- eerimist	pärast re- konstru- eerimist	elektri- energia tootmisel	soojus- energia tootmisel
Kütus	1997,5	2490	1695	795
Abimaterjalid	124,7	212	144,5	67,5
Palk ja eraldised sotsiaalkindlustu- seks	230,6	235,4	160,4	75,0
Amortisatsioon	755,4	807,7	550,0	257,7
Jooksev remont	58,2	65,9	44,9	21,0
Muud kulud	165,4	169,5	115,0	54,5
Kokku	3389,7	4060,1	2764,0	1296,1

Iga-aastased kulutused elektri- ja soojusenergia tootmisel absoluutsuuruses küll suurenevad, kuid tooteühiku kohta alanevad, sest energiatoodang kasvab.

Elektrienergia omahind alaneb  $0,815 - 0,77 = 0,045$  kop/kWh ja soojuse omahind  $2,66 - 2,54 = 0,12$  rbl/Gcal.

Boilerjaama rekonstrueerimiseks vajalike kapitaalvahutuste tasuvusaeg on  $\frac{630000 \cdot 100}{0,045 \cdot 360000 + 0,12 \cdot 508000} \approx 3$  aastat, kus 360000 - elektrienergia toodang aastast MWh ;

508000 - soojusenergia toodang aastast Gcal.

Majanduslik efekt boilerjaama rekonstrueerimisest moodustab  $(0,045 \cdot 360000 + 0,12 \cdot 508000) \cdot 100 = 144250$  rbl.

N ä i d e. Tehase "Volta" katlamaja laiendamise  
majandusliku efektiivsuse arvutus

Tehase "Volta" soojusvajaduse kasvu on võimalik katta kahel teel: I variant - laiendada tehase "Volta" katlamaja; II variant - suurendada Popovi t. rajoonikatlamaja võimsust.

Sellise soojuskoormuse katmiseks on vaja Popovi t. rajoonikatlamaja laiendamiseks kulutada vastavalt projektile 176,73 tuh. rbl.

Tehase "Volta" katlamaja laiendamine nõuab uusi kapitalmahutusi 73,0 tuh. rbl. ulatuses. Omahind võrreldavates variantides kulukirjete lõikes on toodud järgmises tabelis.

Omahinna võrdlus I ja II variandi kulukirjete kaupa

Jrk. nr.	Kulukirjed	<u>Kulutused aastas</u> tuh.rbl.	
		I variandis	II variandis
1.	Kütus	308,0	1011,7
2.	Abimaterjalid	1,36	3,16
3.	Vesi	1,35	5,66
4.	Palk koos juurdearvestustega	21,6	44,32
5.	Amortisatsioon ja jooksev remont	2,3	72,2
6.	Elektrienergia	1,35	53,3
7.	Muud kulud	0,5	2,0
8.	Kokku	336,46	1192,34
9.	Soojusenergia toodang Gcal aastas	50000	196000
10.	Ühiku omahind rbl/Gcal	6,7	6,09

Tabelist näeme, et soojusenergia ühiku omahind II variandis on väiksem kui I variandis. II variandis on tegemist ligi neli korda suurema soojusenergia toodanguga. Variantide võrreldavus on saavutatud ühiku omahinna väljaarvutamisega. Toodangu mahtusid ei ole vaja võrreldavates variantides antud juhul arvesse võtta, kui võrd omahinna erinevas tasemes

peegeldubki suurte ja väikeste katlamajade kvalitatiivne erinevus.

Taandatud kulud

I variandis:  $336,46 + 0,15 \cdot 73,0 = 347,4$  tuh. rbl.

II " :  $(50000 \cdot 6,09) + 0,15 \cdot 176,73 = 330,5$  tuh.rbl.

Majanduslik aastaefekt teise variandi rakendamisel  
 $347,4 - 330,5 = 16,9$  tuh. rbl.

L i s a 17

Majandusliku efektiivsuse meetodika kasutamisest  
seadmete optimaalsete parameetrite leidmisel

Elektrijaama seadmete efektiivsust mõjutavad suurel määral auru algparameetrid. Auru rõhu ja temperatuuri tõstmine võimaldab alandada tingkütuse erikulu, suurendab katelagregaadi kasutegurit, kuid selleks on tarvis täiendavaid kapitaalmahutusi. Seega tuleb võrrelda täiendavaid kapitaalmahutusi iga-aastaste kulude vähenemisega kütuse kokkuhoiu arvel.

Järgmises tabelis esitatakse andmed 300- ja 500-MW võimsusega blokkide tehnilis-ökonomiliste näitajate kohta erinevate auru algparameetrite korral. Auru parameetrite tõstmisega kaasuv katelseadme võimsuse tõus kajastub erikapitaal-mahutuste tasemes.

KEJ 300 ja 500 MW blokkide tehnilis-ökonomilised  
näitajad erinevate auru algparameetrite juures

Jrk. nr.	Näitajad	Üleminekul auru parameetritelt (ata/°C)							
		90/535		130/565		240/565		240/580	
		300 MW	500 MW	300 MW	500 MW	300 MW	500 MW	300 MW	500 MW
1	2	3	4	5	6	7	8		
1.	Soojusenergia erikulu alandamine väljalastava kWh kohta (%)	7,1	7,5	3,5	3,55	0,5	0,55		

1	2	3	4	5	6	7	8
2. Täiendavad kapitaal- mahutused elektri- jaamas rbl/kW							
katelagregaat	0,8	0,8	1,47	1,47	0,42	0,42	
turbiin	0,82	0,57	0,40	0,28	0,15	0,10	
aurutorustik	0,45	0,45	0,27	0,27	0,13	0,13	
toiteveepumbad	0,21	0,21	0,51	0,49	0,01	0,01	
kondensaatorid ja veevarustussüsteem	0,12	0,11	0,30	0,28	0,01	0,01	
kokku (+10% arves- se võtmata kulude arvel)	2,64	2,35	3,25	3,07	0,79	0,74	
3. Kütuse kokkuhoid ttk aastas ühe kW võimsu- se kohta	0,148	0,157	0,083	0,081	0,012	0,012	
4. Täiendavate kapitaal- mahutuste tasuvusaeg, kui 1 ttk arvestusli- kud kulud on 10 rbl.	1,8	1,5	4	4	7	6	
5. Kütuse minimaalsed taandatud kulud (rbl/ttk), mille juu- res on otstarbekohane üleminek kõrgematele parameetritele	2,2	1,9	4,0	3,5	11	10	

Tabelist näeme, et üleminekul kõrgematele parameetritele soojusenergia kokkuhoid suhteliselt kahaneb. Suurim kokkuhoid (7,1 - 7,5%) saavutatakse üleminekul aururõhult 90 ata ja temperatuurilt 535°/535°C rõhule 130 ata ning temperatuurile 565°/565°C. Seetõttu on selline üleminek majanduslikult efektiivne ka kasutatava kütuse madalate taandatud kulude puhul. Seevastu õigustab ennast üleminek aururõhult 240 ata ja temperatuurilt 565°/565°C temperatuurile 580°/565°C nii 300MW kui ka 500-MW võimsusega blokkide juures tabelis antud andmete kohaselt ainult kalli kütuse (taandatud kulud üle 10 rbl/ttk) kasutamisel. Seega sõltub elektrijaama blokkide optimaalse võimsuse ja auru optimaalsete parameetrite valik mitmesugustest faktoritest. Sageli on need tegurid vastastikususes seoses. Tehnilis-ökonoomiliste arvutuste täpsus sõltub arvessevõetavate faktorite arvust, mistõttu arvutustööde

maht võib kujuneda suureks. Seetõttu rakendatakse nii NSV Liidus kui ka välismaal energeetiliste seadmete optimaalsete parameetrite leidmisel elektronarvuteid. Nii võimaldub analüüsida suurt hulka variante, lahendada keerulisi optimeerimise ülesandeid. Lähemalt käsitletakse elektronarvutite rakendamist kirjanduse loetelus /18/ toodud uurimuses.

#### K a s u t a t u d k i r j a n d u s t

1. Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei programm, Tallinn 1961.
2. Л.А. Мелентьев, Е.О. Штейнгауз. Экономика энергетики СССР. Москва-Ленинград 1963.
3. Л.А. Мелентьев, М.А. Стирикович, Е.О. Штейнгауз. Топливо-энергетический баланс СССР. Москва-Ленинград 1962.
4. Государственный научно-технический комитет Совета Министров СССР. Основные положения технико-экономических расчетов в энергетике. Москва 1959.
5. Академия Наук СССР. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР. Москва 1960.
6. Госплан СССР и Академия Наук СССР. Методика определения экономической эффективности внедрения новой техники механизации и автоматизации производственных процессов в промышленности. Москва 1962.
7. Г.С. Хачатуров. Экономическая эффективность капитальных вложений. Москва 1964.
8. С.Д. Фельд. Единый энергетический баланс народного хозяйства. Москва 1964.
9. А.А. Вааг и С.Н. Захаров. Методы экономической оценки в энергетике. Москва-Ленинград 1962.
10. А.А. Чернухин. Основные вопросы экономической эффективности капитальных вложений в энергетике. Москва-Ленинград 1963.
11. В.Г. Айвазян, А.Г. Захарин. К вопросу о пересмотре и уточнении основных положений технико-экономических расче-

- тов в энергетике. Сборник АН СССР "Технико-экономические расчеты в энергетике". Москва 1965.
12. Б.М. Лось. О принципах построения методики технико-экономических расчетов при учете динамики развития социалистического производства. Сборник АН СССР "Технико-экономические расчеты в энергетике". Москва 1965.
  13. Д.Г. Жимерин. Экономические проблемы энергетике. Доклады научно-технической конференции. Московский ордена Ленина Энергетический Институт, Москва 1965.
  14. Н.Черский, В. Меншутин. Новая отрасль газовой промышленности. "Экономическая газета", №1, 1966.
  15. NSV Liidu Riiklik Plaanikomitee ja NSV Liidu Teaduste Akadeemia. Uue tehnika juurutamise ning tootmisprotsesside mehhaniseerimise ja automatiseerimise majandusliku efektiivsuse määramise meetodika tööstuses. Tallinn 1963.
  16. Методика определения экономической эффективности гидроэлектростанций. Москва 1961.
  17. J. Тоомаспоег. Energia omahind ja tariifid. TPI rotaprint, Tallinn 1966.
  18. М.А.Стырикович, Л.С. Попырин. Технико-экономическое основание выбора профиля оборудования для мощных современных конденсационных электростанций. 1964.
  19. АН ЭССР, Институт экономики. Оптимальное использование местного и привозного топливно-химического сырья в Прибалтийском экономическом районе. Таллин 1965 (käsikiri, TA Majanduse Instituudi fond).
  20. Методика технико-экономических расчетов в энергетике. Утверждена постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике от 12.XI 1966 г. № 331. Москва 1966.

## S i s u k o r d

	Lk.
1. Sissejuhatus . . . . .	3
2. Kapitaalmahutuste majandusliku efektiivsuse kri- teerium . . . . .	4
3. Variantide võrreldavuse printsiip . . . . .	18
4. Kapitaalmahutuste (ühekordsete kulutuste) arvuta- mine . . . . .	20
5. Omahinna (iga-aastaste kulutuste) arvutamine . .	27
6. Elektrienergia ja kütuste taandatud kulud . . . .	34
7. Termofitseerimise majandusliku efektiivsuse määra- mise meetodikast . . . . .	38
8. Hüdroelektrijaamade ehitamise majandusliku efek- tiivsuse määramise meetodika erisused . . . . .	41
9. Uue tehnika juurutamise ja tootmisprotsesside meh- haniseerimise ning automatiseerimise majandusliku efektiivsuse arvutamise põhijooni energeetikas. .	43
10. Lisad . . . . .	49
11. Kasutatud kirjandust . . . . .	69

Hind 15 kop.

A

28720

5015708

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00501570 8