

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1972.1.05>

E. VÄLI

ELEKTRIENERGIA OMAHINNA ALANDAMISEST KUI ÜHEST VÕIMALUSEST SUURENDADA TOOTMISE EFEKTIIVSUST

Toodangu omahinna süstemaatiline alandamine on sotsialistlikus ühiskonnas nii objektiivne võimalus kui ka objektiivne vajadus, on kapitaalmahutuste ja tootmise efektiivsuse tõstmise üks peateid. Seejuures ei tule toodangu omahinna alandamise küsimusele läheneda mitte ainult ühe ettevõtte huvide seisukohalt, vaid tunduvalt laiemalt, taotledes ühiskondlikult vajalike tootmiskulude alandamist.

Toodangu omahinna alandamine, millega kaasneb rentaabluse tõus, on olulisi hoobasid, mis võimaldab paremini organiseerida tootmist, kasutada ratsionaalsemalt kõiki tootmisressursse ja tõsta tootmise tehnilist taset.

Omahinna alandamisel on eriti suur tähtsus, kui tegemist on suurte kapitaalimahutustega ja kui tahame saada külluses odavat elektrienergiat, ilma milleta pole võimalik laialdaselt elektrifitseerida meie maad ega saavutada rentaabluse suurenemist sotsialistliku tööstuse kõigis ettevõtetes.

Elektrienergia omahind on paljude muutuvate suuruste keeruline funktsioon, kusjuures tema alandamise suunas mõjuvad

1) tehniline progress ja elektrijaamade eksploatatsiooni parendamine (näit. kütuse säästmine, kapitaal- ja jooksvate remontide tähtaegade lühendamine, elektrijaama juhtimisaparaadi lihtsustamine, tootmispersonalit arvu vähendamine ja tootmise organiseerimise täiustamine);

2) ühtsete energiasüsteemide loomine¹ ja koormuse optimaalne jaotamine agregaatide vahel minimaalsete taandatud kulude alusel, arvestades ka kulutusi kütusetootmisele ja -transpordile ning energia ülekandele;

3) energia ülekande täiustamine generaatoritest kuni tarbijateni (võrkude ehituse maksumuse ja eksploatatsioonikulude alandamine, lähtudes kõige ökonoomsematest energia ülekande parameetritest, ja elektrivõrke teenindava personalit arvu vähendamine);

4) energiatööstusettevõtete tööst sõltumatute faktorite, nagu raudteetranspordi odavne mine (vedude maksumuse ja raudteetariifide alanemine), kütusetööstuse töö parendamine ning efektiivsemate kütuseliikide kasutamisele võtmine; töövõiljakuse tõus ja omahinna alanemine energiamasinaehituses; ökonoomne tarbimisrežiim.²

Perspektiivis avaldab olulist mõju elektrienergia omahinna alanemisele energiatootmise uute viiside ja uute energiaallikate kasutuselevõtt.

Soojuselektrijaamades on energia omahinna alandamise võimaluste hindamisel peamiseks kriteeriumiks tingkütuse erikulu. Võib aga juhtuda, et ühes elektrijaamas on see väiksem kui teises, energia omahind aga on kõrgem, sest kõrgem on kütuse hind, samuti jahutus- ja tehnilise vee maksumus, tuhka ja šlakki tuleb transportida kaugemale jne. See elektrijaamade tehnilise taseme ja töö efektiivsuse näitaja võetakse aluseks ka energiasüs-

¹ Meenutagem, et Balti Soojuselektri jaam oli 1960. a. loodepiirkonna energiasüsteemi loomise haasiks.

² Tarbimisrežiimi seost elektrienergia omahinnaga olen käsitlenud varem [1].

teemi optimaalse töörežiimi määramisel, kuna optimaalne töörežiim vastab vaadeldava perioodi (T) vältel järgmise integraali miinimumile:

$$\int_{t_0}^{t_0+T} \sum_{i=1}^n B_i(P_i) dt \quad (1)$$

kus B_i — tingkütuse erikulu i -ndas elektrijaamas;

P_i — i -nda soojuselektrijaama aktiivvõimsus.

Millised on siis väljavaated vähendada kütuse erikulu?

Tingkütuse erikulu vähendamise, seega ka omahinna alandamise reservid elektrijaamades on järgmised:

- 1) kiirem projektikohaste ökonoomsuskäitajate saavutamine, eriti blokiseadmete osas;
- 2) termofikatsiooniturbiinide vaheltvõttude täielik ärakasutamine elektrienergia toodangu suurendamiseks;
- 3) kõrge kütusekuluga väikeste agregaatide asendamine täiuslikumatega või nende üleviimine tööle termofikatsioon- või lipprežiimil;
- 4) madalate auruparameetritega elektrijaamade kiirem rekonstrueerimine;
- 5) energiasüsteemi soojuselektrijaamade ökonoomsem töörežiim.

Meie vabariigi energiasüsteemi elektrijaamade tingkütuse erikulu alandamise võimalustest kõneleb näilikult katelseadmete madal kasutegur (tegemist on suure tuhasisaldusega kütusega), mis 1968. aastal ulatus põlevkivikütusel töötavates elektrijaamades maksimaalselt 82,1, Balti Soojuselektrijaamas ainult 74,2 protsendini, kusjuures kaasaegsete katelde kasutegur on 91–93 protsenti.

Soojuselektrijaamade töö ökonoomsuse tõstmisel on peamiseks soojusenergeetilise tehnika progress, mis kulgeb seadmete ühikvõimsuste suurendamise ja auru parameetrite tõstmise suunas. Praegu ongi energia omahinna alandamise põhiteeks energiablokkide ehitamine peamiselt võimsusega 300 MW, edaspidi aga juba kuni 500, 800 ja rohkem MW³, kusjuures energiabloki võimsuse suurendamisega peab kaasnema ka auru parameetrite tõus ja bloki soojuskeemi täiustamine. Energiablokkide võimsuse suurendamine ja auru parameetrite tõstmine ei vii üheaegselt mitte ainult kütuse erikulude alanemisele (tab. 1.),

Tabel 1

Kütuse erikulu sõltuvus auru parameetritest soojuselektrijaamades [2]

Auru parameetrid		Kütuse erikulu ühele kilovatt-tunnile, %
Temperatuur, C°	Rõhk, ata	
400	29	100
500	90	76
565/565	130	68
580/565	240	61
650/565	300	58

vaid ka teiste tehnilis-ökonoomiliste näitajate parendamisele. Seadmete valmistamisel ning montaažil vähenevad metalli erikulud ja töökulud, alaneb ehitustööde ja vajalike kapitaalvahetuste erimaksumus, samuti väheneb elektrijaama personali ühikarv. Seega peab energia omahind alanema kõigi tähtsamate kulukirjete osas.

Loomulikult on kõrgemale rõhule ülemineku ja suuremate ühikvõimsuste kasutuselevõtu etapid sõltuvad energiamaasinaehitustööstuse arengust ning uute terasemarkide loomisest. Kuna töökindlate ja ökonoomsete ülivõimsate katelseadmete ehitamine kujutab endast väga keerulist tehnilist ülesannet, jäi katelde võimsus pikka aega maha turbiinide võimsusest, kusjuures duubelblokid⁴ pole nii ökonoomsed kui monoblokid.

³ Kõrvuti uute, ökonoomsemate seadmete käikuandmisega on tähtsaks energia omahinna alandamise võimaluseks olemasolevate seadmete rekonstrueerimine.

⁴ Duubelblokid on ka Balti Soojuselektrijaamas.

Põlevkivikütusel töötavate katelseadmete areng meie vabariigis on kogu aeg olnud seotud kütuse põlemisproduktide ja kütteseadmete vastastikuse toime probleemiga, esimeses järjekorras sellega, millist mõju lendtuhk avaldab küttepindadele. Seejuures komplitseerub nende küsimuste lahendamine energiaseadmete võimsuse ja auru parameetrite pideva suurenemisega. Põlevkivikütusel töötavate katelseadmete küttepindade saastumine on päevakorrale kergitanud sobiva konstruktsiooniga katelde loomise vajaduse, kusjuures senised kogemused näitavad, et teiste kütuseliikide jaoks projekteeritud katelde baasil ei ole võimalik luua Eesti põlevkivi küttel töötavat suure võimsusega töökindlat katelseadet. Vajame sellise konstruktsiooniga aurugeneraatorit, mis ei ole nii tundlik tuha agressiivsete mõjude suhtes, samal ajal aga tuleb vähendada katla küttepindadele lenduva tuha agressiivsust.

Balti Soojuselektrijaam oli põlevkivil töötavate elektrijaamade hulgas üleminekuastmeks auru kõrgetele parameetritele (rõhk 140 ata ja temperatuur 540° C) ja seadmete suuremale ühikvõimsusele (turbiin 200 MW). Siiani ei ole veel saavutatud tema projektkohast ökonoomsust⁵, kuna katelseadmete projektis esines konstruktiivseid puudusi ja ei ole olemas küttepindade puhastamise efektiivseid vahendeid. Projekteeritud võimsuste saavutamiseks rekonstrueeritakse katlad, millega plaani kohaselt jõutakse lõpule 1973. aastaks.

Nähtavasti on soojuselektrijaamades Eesti põlevkivi põletamisel juba saavutatud seadmete võimsuse ja auru parameetrite piir, mida ei ole võimalik ületada olemasolevate kütusepõletamise meetoditega. Võib arvata, et lähemas tulevikus jäävad põlevkivil töötavad elektrijaamad oma ökonoomsuse poolest maha teistel tahke kütuse liikidel töötavatest võimsatest soojuselektrijaamadest.⁶

Elektrijaamades põlevkivikütuse kasutamiseiga esinevatest probleemidest vajavad veel paljud edasist uurimist.

Seoses energia omahinnaga tuleb uue tehnika rakendamise osas nentida seda, et neis energiasüsteemides, kus on väikese võimsuse ja vananenud seadmetega elektrijaamu, põhjustab suurte ühikvõimsuste ja kaasaegsete seadmetega elektrijaamade käikulaskmine elektrienergia omahinna järsu alanemise. Selline olukord leidis aset ka Eesti NSV energiasüsteemis pärast Balti Soojuselektrijaama eksploatatsiooni andmist: ühe kilovatt-tunni omahind alanes aastail 1960—1965 31,9%, kusjuures 1961. aastal, võrreldes 1959. aastaga, oli alanemine 33,5%. Neis energiasüsteemides aga, kus elektrijaamade tehniline tase on kaasaegne ja energiatootmine kontsentreeritud, annab uute elektrijaamade käikulaskmine energia omahinna languse osas tunduvalt väiksemat efekti. See kehtib ka meie vabariigi energiasüsteemi kohta pärast Eesti Soojuselektrijaama töösse rakendamist ning on tingitud Balti Soojuselektrijaama võimsuse prevalentsest kohast (90%) vabariiklikus energiasüsteemis.

Tehnika progressi ökonoomsus soojuselektrijaamades sõltub ka ühetüübiliste agregaatide arvust. Kondensatsioonielektrijaamade võimsuse suurendamine suurema ühikvõimsusega ühetüübiliste seadmete arvel nõuab tunduvalt vähem erikapitaalmahutusi ja vähendab energiavõimsuste käikulaskmisega seoses olevaid üldkulusid. Nagu arvutused aga on tõestanud, ei ole rohkem kui kaheksa ühetüübilise seadme rakendamine ühes kondensatsioonielektrijaamas otstarbekohane. Elektrienergia omahinna suurim alanemine (4—14%) saavutatakse agregaatide arvu suurendamisega neljalt kuueni, nende arvu suurendamine kuult kaheksale alandab elektrienergia tootmisomahinda vaid ligikaudu 1% [3]. Paljude elektrijaamade, ka Balti Soojuselektrijaama (26 aurugeneraatorit, 12 turbiini), üheks üldiseks puuduseks ongi paljuagregaadilisus. Agregaatide suure arvu puhul tuleb seadmete remonti teha aasta läbi (katelseadmed vajavad kapitaalremonti üks kord 1...2 aasta jooksul), mis ei võimalda täielikult kasutada elektrijaama installeeritud võimsust. Selle maksimaalne kasutamine aga on eriti oluline sügis-talvise koormusmaksimumi ajal. Peale selle keerustab seadmete aastaringne remont elektrijaama eksploateerimist, eriti talvel.

⁵ Tingkütuse tegelik erikulu Balti Soojuselektrijaamas oli 1970. aastal 435 g/kWh projekteeritud 420 (I—III järjekord) ja 410 (IV järjekord) g/kWh asemel.

⁶ 1968. aastal oli elektrienergia keskmine omahind Eesti NSV energiasüsteemis 9,59, NSV Liidu Energeetika ja Elektrifitseerimise Ministeeriumi elektrijaamades aga 9,52 kop/10 kWh,

See probleem on seotud tööviljakuse tõstmise küsimusega, sest energiatööstuse tehnoloogilise protsessi mehhaniseerimise ja automatiseerimise kõrge tasemest tingituna ei sõltu tootmispersonalit arv üha suuremal määral mitte agregaatide võimsusest, vaid nende arvust. Seetõttu ongi paljudel juhtudel võrdse tootmisvõimsusega elektrijaamades personalit arv võrdeline agregaatide arvuga ja pöördvõrdeline nende võimsusega.

Energia omahinna alandamine on tihedalt seotud ka ökonoomsemate kütuseliikide kasutuselevõetuga. Praegu on üldine tendents suurendada vedel- ja gaaskütuse osatähtsust elektrijaamade kütusebilansis. Kapitalmahutuste erimaksumuse suure vähenemise ja omahinna alanemise annab üleminek gaaskütusele, sest sel juhul jäävad ära kulutused kütuse laadimisele ja etteandmisele, samuti tolmu valmistamisele ning tuha ärastamisele. Kuna looduslik gaas on ainuke kütuseliik, mis tuhka ei sisalda, on ta kõige suurema energeetilise väärtusega ja kõige mugavam põletamiseks. Elektrienergia omahind gaaskütusel töötavas elektrijaamas on kivisöel töötava elektrijaama omast ühe tonni tingkütuse ühesuguse maksumuse juures seadme kõrgema kasutegurit, personalit väiksema ühikarvu ja energiatootmise väiksemate eksploatatsioonikulude arvel 10—17% madalam [3]. Kahjuks piirab gaasi laiaulatuslikku rakendamist esialgu veel tema defitsiitsus.

Selle üldise tendentsi iseloomustamiseks esitame NSV Liidu soojuselektrijaamade kütusebilansi oletatava struktuuri 1980. aastal kõrvutatuna 1965. aastast pärinevate andmetega [4] (tab. 2).

Nagu tabelist 2 nähtub, väheneb kivisöe osa väga tunduvalt (28,9%), samal ajal aga suureneb loodusliku gaasi osatähtsus oluliselt (22,3%) ja omandab domineeriva koha NSV Liidu soojuselektrijaamade kütuse üldbilansis. Sellega saavutatav elektrijaamade ehitamise maksumuse ja elektrienergia omahinna alanemine võimaldavad tunduvalt vähendada taandatud kulusid elektrienergiaks.

Meie vabariigi energiatööstuse kütusebilansis jääb esikohale põlevkivi kui kohalik kütus. Põlevkivi kasutamisel elektrijaamades on üheks probleemiks tema optimaalne kütteväärtus. Teatavasti vähenevad kütteväärtuse alanemisega kulutused ühe tonni põlevkivi tootmiseks, suurenevad aga need kulud, mis on seotud tema põletamisega elektrijaamas. Selle komplitseeritud küsimuse teaduslikult põhjendatud lahendus praegu veel puudub, kusjuures peamine raskus peitub siin selles, et madala kütteväärtusega põlevkivi põletamise probleeme ei ole veel piisavalt uuritud. Esinevaid raskusi äitaks mõnevõrra leevendada see, kui välja töötada hinnad, millel on arvestatud põlevkivi tarbimisväärtust.

Praegustes tingimustes on kõige õigemaks lahenduseks põlevkivi kompleksne kasutamine elektrijaamades, kaasa arvatud tuhajäätmete kasutamine. Majanduslik efekt elektrijaamade tuhajäätmete kasutamisest nii ehitusmaterjalide valmistamiseks kui ka happeliste muldade lupjamiseks võib olla väga oluline, mistõttu see küsimus väärib talle osutatud tähelepanu. Kui tuha realiseerimisest saadavad summad kütusekuludest maha arvata, alaneb elektrienergia omahind. Peale selle jäävad ära või vähenevad tuhaväljakute rajamise ja eksploatatsiooni kulud. Selline elektrijaamade tuhajäätmete ärakasutamine on oma olemuselt üks tehnilise progressi suundi.

Arvestades positiivseid katsetulemusi põlevkivi termilise töötlemise produktide kasutamisel kütusena elektrijaamades, töötab häid tulemusi anda tahke soojusekandja meetodil saadud põlevkiviõli kasutamine kütusena Eesti Soojuselektrijaama täiendavates energiasaadmetes (400 MW).⁷ Vastav tehniline projekt on juba valminud. Ka Kohtla-Järve Soojuselektrijaam viiakse edaspidi üle seadmel VTT-3000 saadavale põlevkiviõlikütusele. See

⁷ Eesti Soojuselektrijaama võimsus moodustab seega 2000 MW.

Tabel 2

Kütusetarbimine NSV Liidu soojuselektrijaamades, %		
Kütus	1965. a.	1980. a.
Kivisüsi	64,5	35,6
Looduslik gaas	15,5	37,8
Masuut	11,8	17,8
Turvas ja põlevkivi	6,1	3,3
Sekundaarsed energia- ressursid ja muud kütuseliigid	2,1	5,5
Kokku	100,0	100,0

üleminek võimaldab tõsta tööviljakust, muudab elektriyaama töökindlamaks ja parandab tööttingimusi.

Suuri võimalusi kütust kokku hoida mitte ainult energiatööstuses, vaid kogu rahvamajanduses pakub termofikatsioon.⁸ Tema abil saadav kütuse kokkuhoid väljendub järgmise avaldisega [5]:

$$\Delta B = [E_t(b_{KEJ} - b_t) - E_k(b_k - b_{KEJ})] + Q(b_{kat} - b_{TEJ}) \text{ t/aastas} \quad (2)$$

- kus E_t — elektrienergia toodang termofikatsioonirežiimil aastas;
 E_k — elektrienergia toodang kondensatsioonirežiimil aastas;
 Q — soojuse üldine kasulik väljalase termofikatsioonielektriyaamast aastas;
 b_t — tingkütuse erikulu elektrienergia tootmisel termofikatsioonirežiimil;
 b_k — tingkütuse erikulu elektrienergia tootmisel kondensatsioonirežiimil termofikatsioonielektriyaamas;
 b_{KEJ} — tingkütuse erikulu elektrienergia tootmisel asendavas kondensatsioonielektriyaamas;
 b_{TEJ} — tingkütuse erikulu soojuse tootmisel termofikatsioonielektriyaamas;
 b_{kat} — tingkütuse erikulu soojuse tootmisel asendavas katlamajas.

On ilmne, et termofikatsioonielektriyaamas saadava elektrienergia omahind võib olla tunduvalt madalam samal kütusel töötava kondensatsioonielektriyaama omahinnast ainult siis, kui põhiseadmed ja töörežiim on õigesti valitud. Kõige soodsamaks töörežiimiks termofikatsioonielektriyaamas energia omahinna seisukohalt on töö soojusgraafiku järgi, mis tagab minimaalse kütusekulu. Kuid sellist režiimi on täielikult võimalik rakendada ainult siis, kui väheneb elektrienergia defitsiit. Termofikatsiooni majanduslikud eelised meie vabariigi energiasüsteemis ilmnevad mõne aasta pärast, kui Irus lastakse käiku uus soojuselektriyaam, mille koguvõimsus on 800 tuh. kW⁹, s. o. üle viie korra suurem kui Ahtme, Kohtla-Järve ja Tallinna soojuselektriyaama installeeritud võimsus kokku. See termofikatsioonielektriyaam võimaldab likvideerida enamiku väikseid katlamaju Tallinnas ja demonteerida ka praeguse Tallinna Soojuselektriyaama (võimsus 22 tuh. kW). Lisagem, et ökonoomsuse kriteeriumina termofikatsiooni arengu optimeerimisel energiasüsteemides, s. o. kombineeritud ja eraldi energiatootmise võrdlemisel, kasutatakse kokkuhoidu taandatud kuludes, mida võib väljendada järgmiselt:

$$\Delta Z = Z_{er} - Z_{komb}, \text{ tuh. rbl/aastas} \quad (3)$$

kus Z_{er} ja Z_{komb} — taandatud kulud aastas vastavalt eraldi ja kombineeritud energiatootmise skeemidele. Energia kombineeritud tootmine on eraldi tootmisest ökonoomsem, kui $\Delta Z > 0$. Kui $\Delta Z = 0$, on mõlemad moodused võrdselt ökonoomsed ja ühe valikuks neist on vaja üksikasioalisemaid arvutusi.

Soojuselektriyaamades toodetava elektrienergia maksumuse alandamise peamiseks teeks peaks olema põletatavast kütusest saadava energia maksimaalne ärakasutamine. Siin aga seab piiri praegune elektrienergia tootmise tehnoloogia. Isegi suurima võimsuse ja ülikõrgete auru parameetritega agregaatide kasutuselevõtt ei too põletatava kütuse energia kasutamises olulist paranemist, kuna soojuselektriyaamades kasutatava klassikalises aurujõuseadmes esinevad suured (kuni 70%) energiakaod. Kasutatava veeaurutsükli ökonoomsus läheneb oma piirile, ammendades end.

Siinjuures on huvitav märkida, et maailma elektriyaamade keskmine kasutegur suurenes aastail 1920—1966 10-lt 28,5%-le, kusjuures kõige kõrgem kasutegur oli 41,5% [6]. Edasine soojuselektriyaamade kasuteguri tõstmine muutub üha raskemaks. Ka kõige optimistlikum hinnang ei anna reaalselt alust loota, et metallurgia ja metallide omaduste parem ärakasutamine võimaldaksid isegi mitte väga lähedas tulevikus auru temperatuuri tõsta üle 700°C ning turbiinide võimsust üle 1,5—2 milj. kW. Kuid ka sel juhul ei ületa elektri-

⁸ Kaugemas perspektiivis, kui on ökonoomne laialt kasutada elektrienergiat kütteks ja vee soojendamiseks, langeb termofikatsiooni tähtsus mõnevõrra.

⁹ Iru soojuselektriyaam hakkab talvel töötama masuudil, suvel gaasil.

energiaseadmete kasutegur 42—44%, mis nähtavasti ongi klassikaliste soojuselektrijaamade kasuteguri piir. Ka silmapaistva Nõukogude soojustehniku akadeemik M. Stõrikoviõi arvates ei õnnestu kondensatsioonielektrijaamade kasutegurit tõsta kõrgemale kui 42%, sest olemasolevad konstruktiivsed ja tehnoloogilised raskused on praktiliselt ületamatud [2].

Põletatava kütuse energia ära kasutamise suurendamise piiratud võimalused elektrienergia tootmise tänapäeva tehnoloogia juures sunnivad otsima teid elektrienergia tootmise tehnoloogia põhjalikuks muutmiseks ja kütuse potentsiaalse energia elektrienergiaks muundamiseks kõige progressiivsemate tsüklite loomiseks.

Suured võimalused energiatootmise tehnoloogia arenemiseks avanesid tuumaenergia kasutuselevõtuga. Olulisemaid küsimusi kaasaegses tuumaenergeetikas on tuumakütuse ratsionaalne kasutamine. Selle probleemi lahendamiseks võivad olla reaktorid, mis töötavad kiiretel neutronitel. Aeglaste neutronite jõul töötavates reaktorites kasutatakse vähese efektiivsusega tuumakütust uraan-235, mille varud on kütteväärtuse poolest ekvivalentseid orgaanilise kütuse varudega, kiiretel neutronitel töötavates paljundusreaktorites kasutatakse uraan-238-t ja tooriumi, millede taastootmistegur võib tõusta enam kui 1,7—1,8-kordseks. Paljudes maades on tehtud ettevalmistustöid kiiretel neutronitel töötavate reaktorite töösuslikuks kasutamiseks.

See annab alust loota, et elektrienergia ühe kilovatt-tunni omahind alaneb edaspidi aatomielektrijaamades kiiremini kui tavalistes soojuselektrijaamades. Füüsikalised tehnilised andmed aatomireaktorite ehitamise võimaluse kohta räägivad aatomienergia kui kütuse osatähtsuse perspektiivsest suurenemisest elektrienergia bilansis. Kui NSV Liidus aatomielektrijaamade rajamine toimuks esmajoones kütuseressursside poolest kõige vaesemas Euroopa-osas, oleks oodata tunduvalt alanemist nende rajoonide energiabilansi pingelisuses ja kütuseveo ning energia idarajoonidest ülekandmise vajaduse vähenemist. On oluline, et see vähenemine toimub esmajärjekorras kivisõe ja (praegusel tehnilisel tasemel) elektrienergia kui kõige vähem transportaablike ressursside osas. Et tuumakütus on majanduslikult kivisõest efektiivsem, tõuseb ka kütuse- ja energiatõõstuse üldine ökonoomsus.

Arvutused näitavad, et seadmete ühikvõimsuse suurendamine aatomielektrijaamades viib suhteliselt suuremale majanduslikule efektile kui orgaanilisel kütusel töötavates kondensatsioonielektrijaamades. Nii on installeeritud võimsuse 1 kilovati maksumus vesi-vesi- ja grafiit-gaasireaktoritega aatomielektrijaamas 100 MW võimsusega bloki puhul umbes 500 rbl/kW ja elektrienergia omahind 1,8 kop/kWh. Energiabloki võimsuse suurendamisel kuni 500 megavatini väheneb installeeritud võimsuse 1 kilovati maksumus kuni 150 rbl/kW ja omahind kuni 0,5 kop/kWh [7].

Huvitav on märkida, et suuremad kapitaalvahutused aatomielektrijaamades on tingitud vajadusest täita reaktorid korraga suure kütusekogusega, mis majanduslikus mõttes on analoogiline kütusevaru loomisega tavalises soojuselektrijaamas. Kui teha vastav ümberarvutus, siis on kapitaalvahutused mõlemat tüüpi elektrijaamade puhul peaaegu võrdsed. Lähtudes avaldatud andmetest elektrienergia omahinna ja kapitaalvahutuste kohta USA-s masuudil töötavas soojuselektrijaamas ja aatomielektrijaamas [8],¹⁰ arvutasime taandatud kulud tuhande megavattise võimsusega energiabloki töö kohta kummaski elektrijaamas (tab. 3). Nagu näeme, on taandatud kulud kõnesoleval juhul aatomielektrijaamas 0,11 cent/kWh väiksemad kui masuudil töötavas soojuselektrijaamas.

Esialgu ei lahenda tuumareaktsioonide kasutuselevõtt energieressursside piiratuse ja lõppemise probleemi. Nähtavasti on veel kaua meie maa soojusenergeetika summaarses võimsuses koguliselt ülekaalus orgaanilisel kütusel töötavad soojuselektrijaamad, kusjuures nad arenevad paralleelselt aatomielektrijaamadega.

On ilmne, et elektrienergia tootmise tehnoloogia põhjalikul ümberkorraldamisel tuleb energieressursside keemilise energia elektrienergiaks muundamisel loobuda mitmekordsest vahepealsest transformeerimisest. Uus tehnoloogia peaks baseeruma keemilise energia ottsel ja vahetult muundamisel elektrienergiaks. See lihtsustaks elektrienergia tootmise seadmeid ja vähendaks nende maksumust, kusjuures kütuseressurssi jätkuks palju kauemaks

¹⁰ Viimastes olid kasutusel gaasjahutusel ja kõrgel temperatuuril töötavad reaktorid.

Masuudil töötava soojuselektrijaama ja aatomielektrijaama taandatud kulude võrdlus
(energiablokk võimsusega 1000 MW)

	Masuudil töötavas soojuselektrijaamas	Aatomi- elektrijaamas
Elektrienergia omahind, cent/kWh	0,702	0,460
Kapitaalmahutused, dollar/kWh	95	150
Taandatud kulud, cent/kWh (töötunde oli aastas 5000)	0,93	0,82

ajaks. Kütuse keemilise energia vahetu muundamine elektrienergiaks on teostatav keemilistes elektrigeneraatorites, kusjuures nende teoreetiline kasutegur võib suhteliselt mõõdukatel temperatuuridel ulatuda 90%-ni.

Tänapäeval on kõige levinumateks soojusenergia elektrienergiaks muundajateks magnetühüdrodünaamilised generaatorid, termoelektrigeneraatorid ja termoioon-termoemissioon-generaatorid. Kõigis neis võib kasutada nii orgaanilise kütuse põlemise soojust kui ka tuuma- ja termotuumaareaktsioonide ning radioaktiivsete isotoopide lagunemise soojust ja muid soojusallikaid. Neid generaatoreid on ette nähtud kasutada kombineeritult auru- ja gaasiturbiinagregaatidega. Võrreldes kaasaegsete kondensatsioonielektrijaamadega, loodelakse magnetühüdrodünaamilisel teel elektrienergia tootmisel saavutada 10–15% kõrgem kasutegur. Arvatavasti on võimalik niisuguseid generaatoreid juurutama hakata mitte varem kui 10 aasta pärast.

Nagu näeme, on elektrienergia maksumuse alandamine ja siit tulenev võimalus asuda materiaalse tootmise kõigi harude laialdasele elektrifitseerimisele seotud murranguga elektrienergia tootmise tehnoloogias. Selle murrangu teostamine nõuab aga aega ja toimub ilmselt etappidena, sõltudes tehnoloogiliste probleemide teaduslikust läbitöötamisest ja elektrienergia kasutamisevahendite tehnilisest täiustamisest.

KIRJANDUS

1. E. Väli. Mõningad elektrienergia omahinda mõjutavad tegurid. «Tehnika ja Tootmine» 1970, nr. 10.
2. P. E. Лещинер. Экономика топливно-энергетической промышленности СССР. М., 1969.
3. А. Я. Аврух. Проблемы себестоимости электрической и тепловой энергии. М., 1966
4. Я. В. Лагановский. Энергетика. Часть II. Рига, 1969.
5. Л. А. Мелентьев, Е. О. Штейнгауз. Экономика энергетики СССР. М., 1963.
6. Г. Б. Израэлит. Энергетика и ее будущее. М., 1969.
7. А. А. Канаев. Энергетические машины настоящего и будущего. Л., 1967.
8. Экономические перспективы сооружения АЭС с высокотемпературными реакторами с газовым охлаждением. «Экономика промышленности», 1970, № 9.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut

Toimetusse saabunud
2. XII 1970

Э. ВЯЛИ

О СНИЖЕНИИ СЕБЕСТОИМОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КАК ОБ ОДНОМ ИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Резюме

В статье рассматриваются некоторые проблемы дальнейшего снижения себестоимости электроэнергии, так как снижение себестоимости — это одна из возможностей повышения эффективности производства. Уменьшение стоимости электроэнергии пред-

ставляет собой важную задачу при электрификации всей страны, приводит к повышению рентабельности промышленных предприятий.

Основным направлением в развитии энергетических агрегатов является повышение их мощности и параметров пара, что ведет в конечном итоге и к снижению себестоимости вырабатываемой энергии. Однако, видимо, при сжигании эстонских сланцев уже почти достигнут целесообразный предел мощности и параметров пара из-за интенсивного загрязнения и высокотемпературной коррозии поверхностей нагрева котлоагрегатов под воздействием золы и шлака. Некоторые проблемы сжигания эстонских сланцев в топках парогенераторов требуют дальнейшего исследования.

Ограниченные возможности значительного повышения полезного использования энергии сжигаемого топлива при нынешней технологии производства электроэнергии заставляют изыскивать иные пути снижения стоимости электроэнергии. В этом отношении перспективны атомные электростанции, а также методы непосредственного и прямого превращения химической энергии энергоресурса в электрическую энергию.

*Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
2/XII 1970

E. VALI

ON REDUCING THE COST PRICE OF ELECTRIC POWER AS A MEASURE OF RAISING PRODUCTION EFFICIENCY

Summary

This article deals with some problems concerning the reducing the cost price of electric power as one of the possibilities of raising the efficiency of social production. The reducing the cost of electric power is an important task for the electrification of our country, which will lead to a rise of profitability in all branches of the industry.

The main way in the development of the equipment as well as in the reducing the cost price of electric power is the growth of power and steam parameters of the units. But, evidently, at the burning of Estonian oil shale that growth seems now impossible because of the intensive pollution and high-temperature corrosion of the firing surfaces of boiler plants. Several problems connected with the use of the Estonian oil shale in furnaces of boilers have to be solved, as yet.

The limited possibilities of an essential rise of beneficial use of electric power at utilizing the fuel under the conditions of present-day production technology force us to look for other ways of reducing the cost of electric power. In this respect wide vistas are envisaged by atomic power stations and methods of an immediate conversion of chemical energy into electricity.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Economics*

Received
Dec. 2, 1970