

## Opis stanja, razvoj in varčevalna politika na področju energetike v črni metalurgiji

UDK: 620.91

ASM/SLA: W11g

Dušan Vodeb, J. Borštner,  
J. Bratina, Z. Erjavec

*Opisan je razvoj energetike v SFRJ in SRS. Iz prikaza je razvidno, da je črna metalurgija tudi sledila svetovnim tendencam razvoja. Varčevanje z energijo je najbolj realna osnova za prebroditev težav glede oskrbe in stroškov z energijo. Navajamo izhodišča za program varčevanja v železarni Ravne, organizacije teama, razmišljamo o realnosti prihrankov in upoštevamo omejitvene dejavnike pri uvajanju varčevalnih ukrepov v proizvodne procese. Na koncu so prikazani primeri, kako dolgoročno rešiti varčevanje z energijo pri karakterističnih metalurških agregatih.*

### 1. UVOD

Danes veliko razpravljamo o razvoju energetike, katere sestavni del je tudi racionalna proizvodnja, pretvorba in poraba energije. Zavedati se moramo, da smo globoko zabredli v navade in ugodnosti, ki si jih ustvarjamo s porabo energije. Pri tem moramo upoštevati, da energijo porabljamo zelo neracionalno in da se bomo tega težko odvadili. Iščemo različne poti, kako obvladati ta problem. Vsekakor ne z ukinitvijo vseh do sedaj pridobljenih ugodnosti, kar naj bi bil zadnji ukrep za podaljšanje življenja človeštva.

Varčevane z energijo v tej neugodni energetski situaciji dobiva vedno večjo veljavo. Potekati mora po programu in enotni metodologiji, ker bo le tako možno doseči postavljeni cilj.

Varčevalni program, ki je vodilo varčevanja, zajema tri faze. Prva faza zajema ukrepe varčevanja, za katere ni potrebna nikakršna investicija; v drugo fazo spadajo ukrepi, katerih inve-

sticija se amortizira v roku enega leta; v tretji fazi pa so večji investicijski posegi, ki se amortizirajo v nekaj letih.

Energetsko varčevanje je danes dejstvo. Stroški za energijo silovito naraščajo, energetski tokovi bodo morali biti usmerjeni na tista investicijska področja, ki lahko pokrivajo nastale stroške. Istočasno ugotavljamo velike notranje rezerve pri porabi energije, ki jih moramo izkoristiti v novih pogojih gospodarjenja. Svetovne zaloge klasičnih goriv so omejene. Po letu 2000 nafte ne bomo več uporabljali za ogrevanje, nove energetske vire pa šele intenzivno raziskujejo. Z varčevanjem goriva dajemo raziskovalcem več časa, da bodo lahko vsestransko proučili nove energetske vire.

### 2. OPIS SEDANJEGA STANJA

Energetika obsega široko področje, sedanje stanje pa moramo dobro poznati, če hočemo pravilno ukrepati. Naš namen je torej prikazati, kaj se na tem področju dogaja v svetu, doma in v črni metalurgiji.

V energetiki so naslednja obdobja:

*do leta 1970*

— cenena energija v neomejenih količinah, kar je osnova rasti industrializiranih držav

*od leta 1970—1980*

— soočanje z vse večjimi krizami, ki so odraz političnih monopolističnih pritiskov

*od leta 1980—1990*

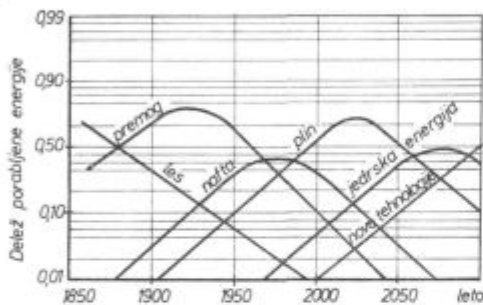
— dejanske težave, kako zadovoljiti vse potrebe po energiji, kljub povečani proizvodnji ener-

getskih virov. Soočali se bomo z omejitvenimi elementi: izkoriščenost virov, financiranje in varstvo okolja. Naša velika rezerva je: energijo začimno varčevati že danes!

po letu 1990

— vpeljava novih virov v najširšem smislu; spreminila se bo struktura porabe; uporabljali bomo nove tehnologije, kjer se maksimalno upošteva racionalnost.

Človek se je v svojem razvoju naslanjal na tisto primarno energijo, ki jo je na določeni stopnji tehnološkega razvoja lahko pripravil in uporabil. Gibanje deležev uporabe primarnih goriv je potekalo, kot je prikazano na sliki 1. Leta 1850 je bil v uporabi samo les, okoli leta 1920 je znašal delež premoga približno 60 %, leto 1980 pomeni vrh za nafto z deležem 35 %, vrh za plinasta goriva se napoveduje v letu 2025, ko bodo plin pridobivali iz naravnih virov in umetno iz premoga.<sup>1</sup>



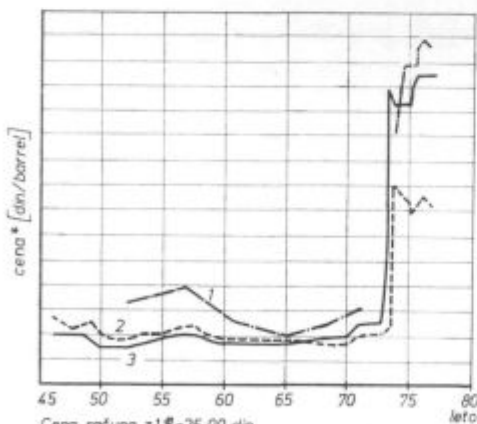
Slika 1

Delež uporabe primarnih goriv na svetu od leta 1850 dalje

Fig. 1

Portion of consumed primary fuels in the world since 1850

Iz slike 1 je razvidno, da ima vsak nosilec primarne energije svojo dobo razvoja in uvedbe, da ima svoj vrh in padec, ko ga je treba nadomeščati z drugimi energetskimi viri.



Cena računa z 1\$=25.00 din  
1 barrel = 1700 kWh  
1 rast cene nafte fco pristanišče izvoznik  
2 cena nafte v realnih dolarjih  
3 cena nafte preračunana na dolarsko vrednost 1977

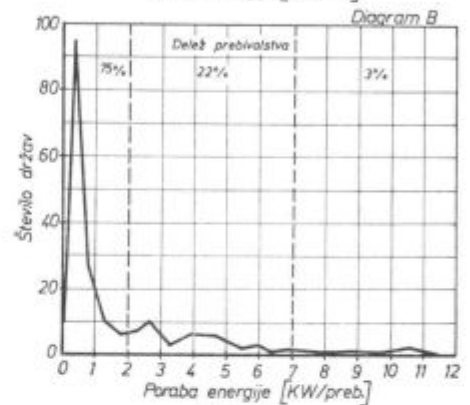
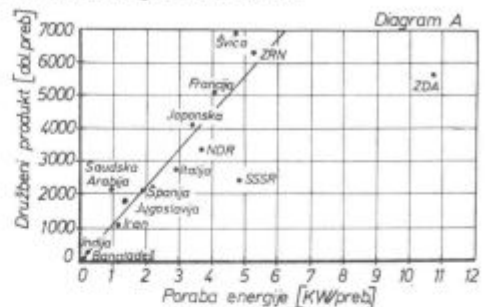
Slika 2

Svetovno gibanje cen nafte

Fig. 2

World prices of crude petroleum

Od leta 1945 industrija intenzivno uvaja nafto, ki je tudi osnova za porabo energije v široki potrošnji. Gibanje cen nafte, ki je danes najbolj iskan energetski vir, prikazuje slika 2, kjer je lepo viden skok cen po letu 1970.<sup>2</sup>

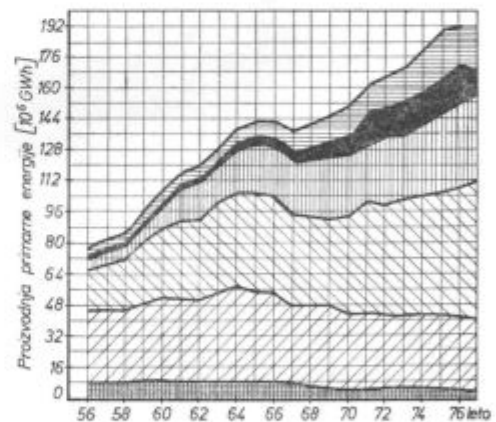


Slika 3

Svetovna specifična poraba energije na prebivalca in zveza z nacionalnim dohodkom države

Fig. 3

World specific energy consumption per capita and comparison with the national income for various countries

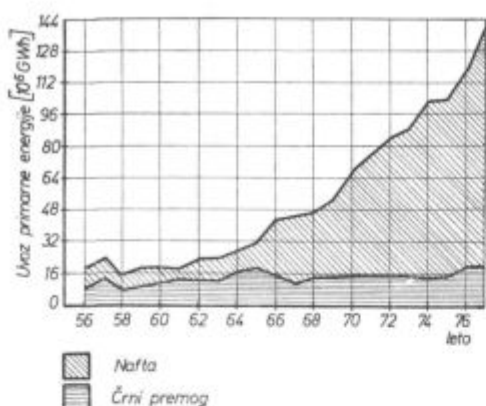


Slika 4

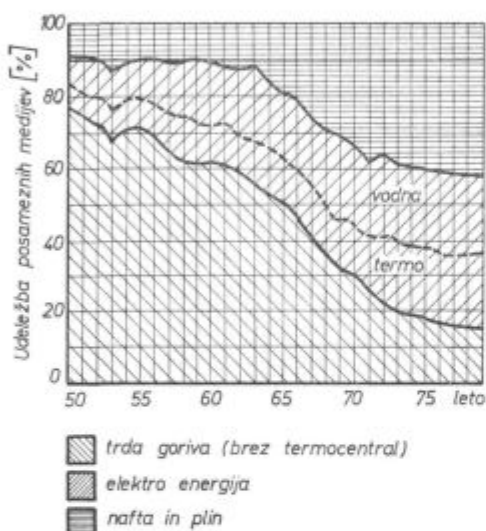
Proizvodnja primarne energije v SFRJ

Fig. 4

Yugoslav production of primary energy



Slika 5  
Uvoz primarne energije v SFRJ  
Fig. 5  
Yugoslav import of primary energy



Slika 6  
Izkoriščenost lastnih energijskih virov v SFRJ  
Fig. 6  
Efficiency of own energy sources in Yugoslavia

Razvoj naroda, nacionalnega gospodarstva neke države, je odvisen od porabe energije. Na sliki 3 je prikazana zveza med nacionalnim dohodkom na prebivalca in porabo energije na prebivalca, diagram A in B pa nazorneje kažeta, koliko je držav, kjer porabijo največ energije.

Razvoj energetike v Jugoslaviji prikazujemo na nekaj karakterističnih diagramih o proizvodnji in porabi energije v obdobju od leta 1958 dalje, ko se je začela intenzivna industrializacija države. Na sliki 4 je razvidna proizvodnja primarne energije, na sliki 5 je prikazan uvoz primarne energije v Jugoslavijo. Iz slike 4 in 5 vidimo odvisnost Jugoslavije od uvožene energije, saj uvozimo skoraj ves plin, nafto in črni premog, zelo malo pa smo naredili za boljše izkoriščanje lastnih virov, kar je vidno s slike 6.<sup>4</sup>

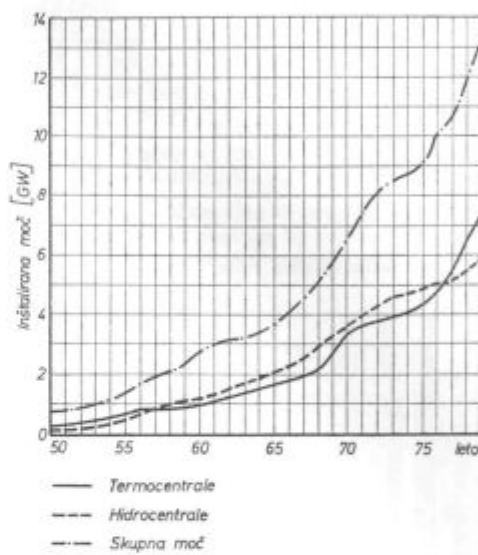
Za zagotovitev potreb po energiji so se razvijale tudi proizvodne kapacitete. Kot karakterističen podatek prikazujemo povečanje instaliranih

moči elektrarn v Jugoslaviji za obdobje od leta 1950 do 1979 (slika 7) in razvoj električne prenosne mreže (slika 8) kot najbolj razvitega energetskega sistema pri nas.<sup>5</sup>

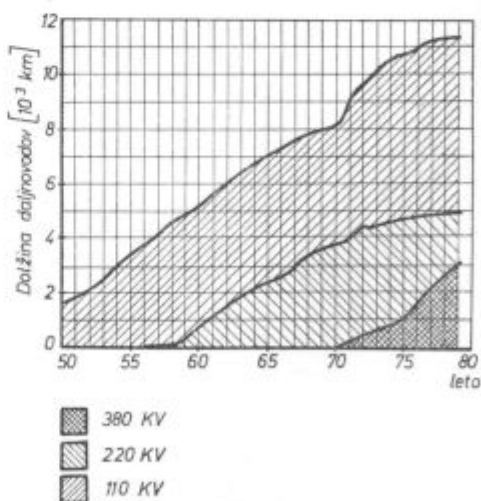
Poleg čisto energetskih podatkov so za prikaz stanja v energetiki SFRJ zanimivi tudi podatki o investicijskih vlaganjih v energetiko (slika 9) in o gibanju cen primarne energije (slika 10).

Podobno kot za SFRJ prikazujemo energetske slike za SRS na sliki 11. Slika združuje tri diagrame, ki kažejo od leta 1960 dalje slovensko proizvodnjo in porabo energije ter odvisnost naše republike na tem področju od uvoza.

Delež črne metalurgije v porabi energije v SRS prikazujemo na sliki 12, strukturo porabe v črni metalurgiji pa na sliki 13.



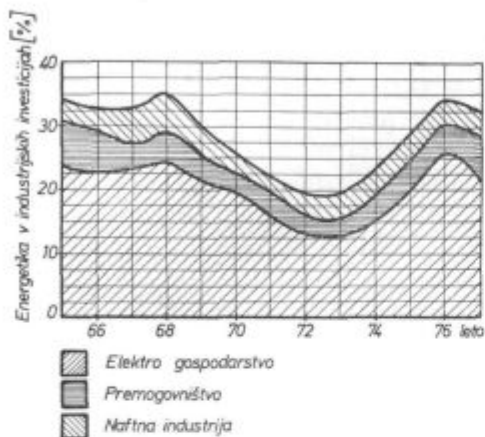
Slika 7  
Rast instaliranih moči elektrarn v SFRJ  
Fig. 7  
Growth of the increased power in Yugoslav power stations



Slika 8  
Razvoj električne prenosne mreže v SFRJ  
Fig. 8  
Development of Yugoslav electric network

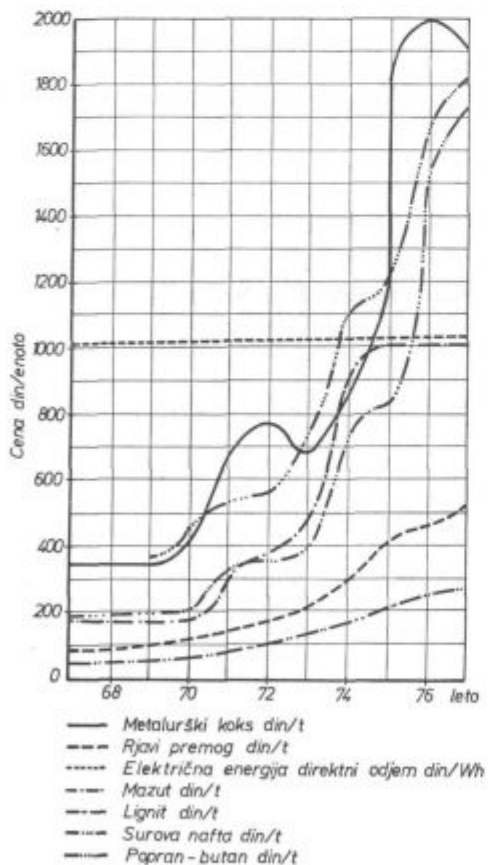
Ker nastopajo finančna vlaganja v energetiko kot omejitveni faktor, je zanimiv diagram na sliki 14, ki nam kaže, koliko smo v Sloveniji namenili sredstev za energetiko.

V posameznih tovarnah črne metalurgije so se v razvoju energetike soočili z naslednjimi težavami:

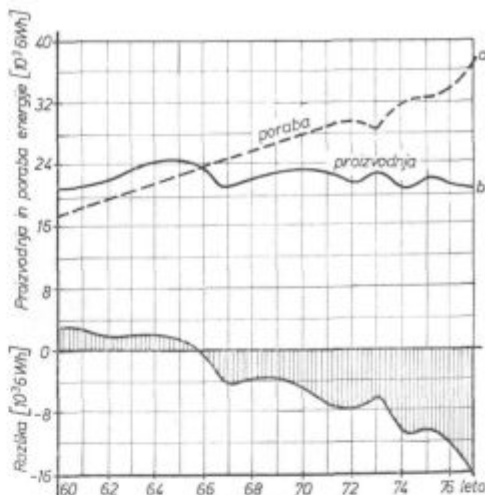


Slika 9  
Delež vlaganj v energetiko v SFRJ  
Fig. 9

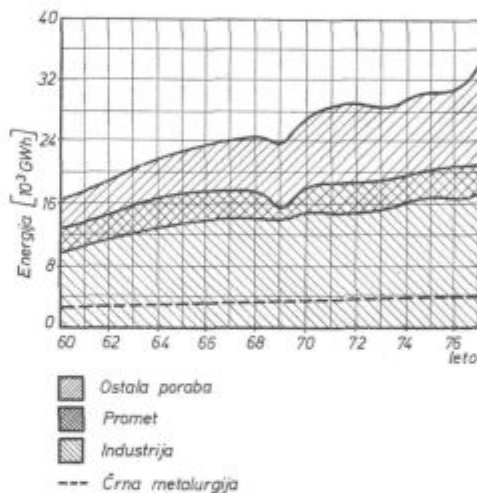
Portion of investments into Yugoslav energetics



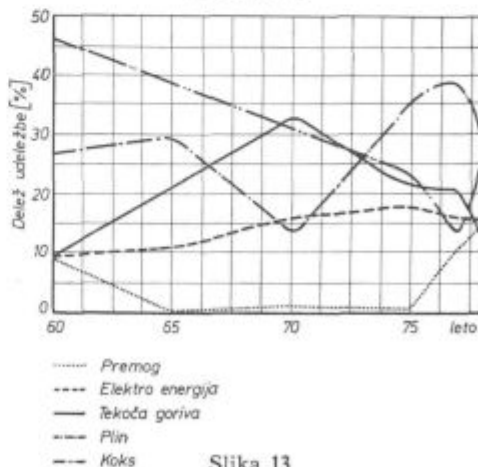
Slika 10  
Gibanje cen primarnih energijskih virov  
Fig. 10  
Prices of primary energy sources



Slika 11  
Odnos med proizvodnjo in porabo energije v SRS  
Fig. 11  
Relationship between the production and the consumption of energy in Slovenia

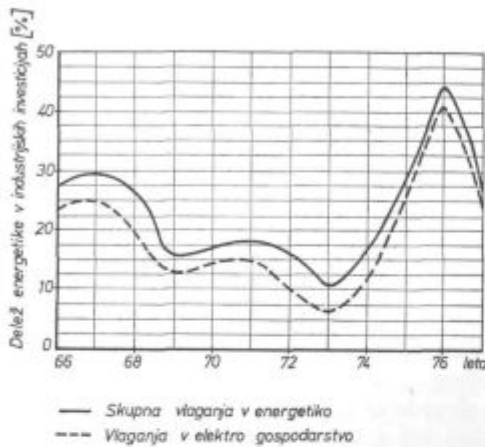


Slika 12  
Delež črne metalurgije v porabi energije v SRS  
Fig. 12  
Portion of ferrous metallurgy in the energy consumption in Slovenia



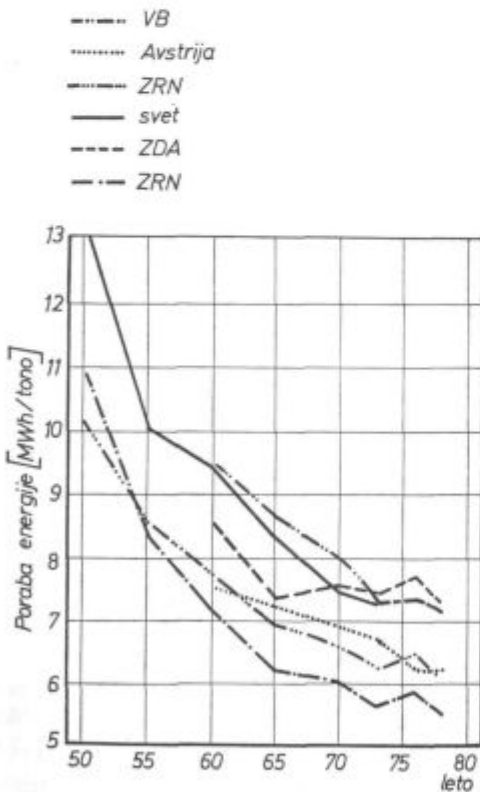
Slika 13  
Struktura porabe energije v črni metalurgiji v SRS  
Fig. 13  
Structure of the consumed energy in ferrous metallurgy of Slovenia

- stalna rast porabe energije,
- povečana skrb za varstvo okolja,
- omejenosti dobave energije,
- odpor ljudi proti novim energetskim napravam,
- naraščanje stroškov za energijo,
- vedno večja vlaganja za energetske naprave.



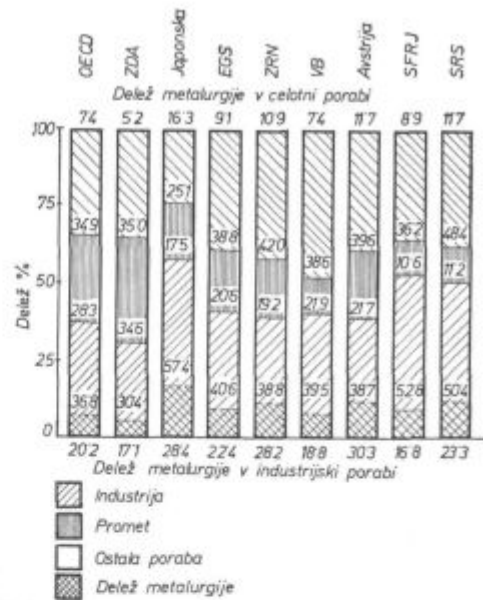
Slika 14  
Delež vlaganj v energetiko v SRS  
Fig. 14

Portion of investments into Slovenian energetics



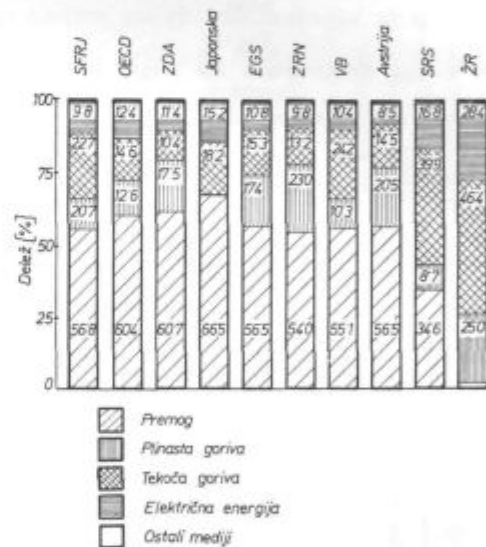
Slika 15  
Specifična poraba energije na enoto proizvedenega jekla za nekatere države

Fig. 15  
Specific energy consumption per unit of produced steel in some countries



Slika 16  
Delež porabe energije v črni metalurgiji v nacionalnih gospodarstvih za leto 1977

Fig. 16  
Portion of energy consumption in ferrous metallurgy for some national economies in 1977

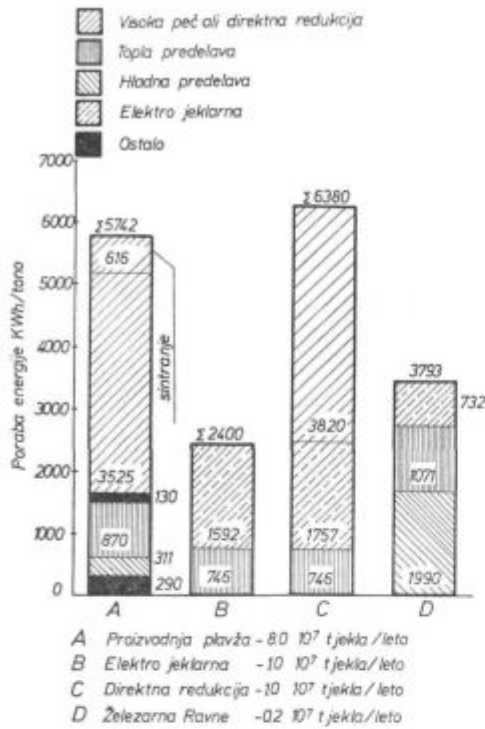


Slika 17  
Struktura porabljenega energije v črni metalurgiji za nekatere države v leto 1977

Fig. 17  
Structure of consumed energy in ferrous metallurgy for some countries in 1977

Različnost dosedanjega razvoja in trenutnega stanja na področju energetike prikazujemo v obliki primerjave med razvitimi državami in nami.

Najbolj reprezentativen podatek o porabi energije je specifična poraba energije na enoto proizvoda (slika 15), na kateri prikazujemo specifično porabo energije na enoto proizvodnje jekla v posameznih državah.<sup>6</sup>

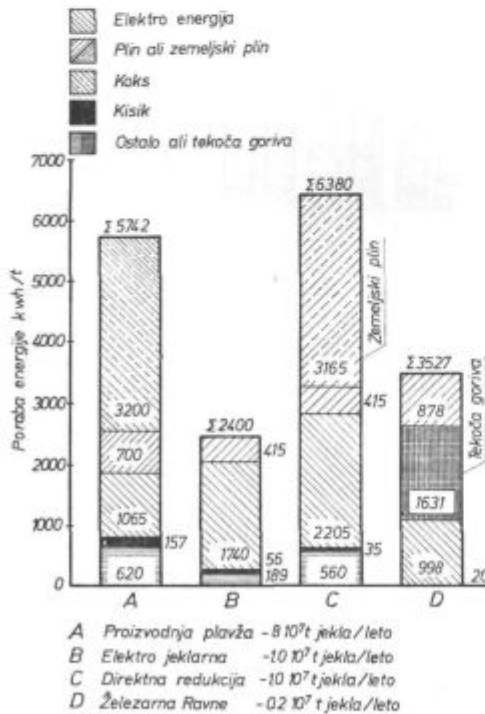


Slika 18

Specifična poraba energije za posamezne faze predelave jekla

Fig. 18

Specific energy consumption for single stages of steel working



Slika 19

Vrste uporabljene energije za posamezne tipe železarn

Fig. 19

Forms of applied energy in single types of steelworks

Delež porabljene energije v črni metalurgiji nacionalnih gospodarstev je viden na sl. 16. Zanimiva je primerjava strukture porabe energije v črni metalurgiji (slika 17).

Delež energije v posameznih fazah predelave jekla je prikazan na sliki 18, kjer primerjamo porabo energije po modelih, ki jih je izdelala komisija ISII za različne tipe jeklarn z železarno Ravne. Na sliki 19 je prikazana udeležba raznih energetskih virov za iste modele in železarno Ravne.

### 3. VARČEVALNI UKREPI V ČRNI METALURGIJI

Z varčevalnimi ukrepi moramo obravnavati vse možnosti, s katerimi lahko privarčujemo energijo ali spremenimo neugodno energetsko porabo.

Racionalna energija pomeni:

1. Ukrepi za zmanjšanje porabljene energije v določenem delu proizvodnje, izboljšanje izkoristka dovedene energije v procesu, kar je vezano na stalno izboljšanje efekta porabe energije.

2. Vračanje dela energije nazaj v proces ali tovarno. To je vezano na sisteme z daljinskim ogrevanjem, pridobivanje pare ali celo električne energije. Ta potencial lahko izkoristimo le, če imamo naprave, v katerih nimamo regenerativnega iskoriščanja toplote, ki zapišča proces.

3. Sprememba strukture porabe energije, da dosežemo prilagodljivost na energetsko situacijo in zagotovimo varno energetsko oskrbo.

V železarni Ravne se ravnamo po naslednjih ukrepih, ki spadajo v prejšnje tri skupine — tabela 1:

Varčevalni ukrepi v železarni Ravne

Tabela 1

št. ukrep	vračilni potencial kWh/tono vložka
<b>1. skupina ukrepov</b>	
1 predgrevanje zgorevalnega zraka	70—92
2 pregrevanje vložka za elektropeči	58—80
3 zvečanje stopnje izkoriščenosti peči	48
4 uvedba procesnega računalnika na peč	22—48
5 izboljšanje stanja peči (izol, vlek)	18
<b>2. skupina ukrepov</b>	
1 izkoriščanje odpadne toplote plinov	250
2 uvedba plinske turbine v dimne pline	70
3 izkoriščanje toplote žlindre	117
<b>3. skupina ukrepov</b>	
1 dvo- ali večkomponentno kurjenje	
2 kurjenje z dodatkom kisika	
3 optimizacija porabe plinske energije v sistemu železarne	

#### 4. OSNOVE VARČEVALNEGA PROGRAMA ENERGIJE

Vsako energetska varčevanje mora izhajati iz zaključkov ali analize nekega stanja in usmerjeno voditi k točno določenim ciljem.

Energetsko varčevanje v industrijskem obratu ima naslednje dobre lastnosti:

- znižanje obratovalnih stroškov,
- zmanjšanje energetske odvisnosti,
- povečanje življenjske dobe naprav,
- izboljšanje kvalitete porabe energije.

Ima pa tudi slabe strani:

- razširitev problema povečanja produktivnosti,
- relativno visoke dodatne investicije,
- negotovost uspeha,
- relativno dolga doba amortizacije naprav,
- človekovo soočenje s konfortom in navadami.

Pravo vrednost energetskega varčevanja dobimo, če ga gledamo širše, to je, kaj pomeni za skupnost. Posega na tri področja: izboljšanje ekonomike, varnost preskrbe in zaščita okolja.

Zboljšanje ekonomike se odraža v plačilni bilanci republike ali države in ima posreden vpliv na ceno nafte, ker se zniža povpraševanje po njej. Varnost oskrbe je posledica podaljšanja izrabilnosti energetskih rezerv. Zavedati se moramo, da pomeni privarčevana ena enota pri porabniku prihranek od 2 do 10 enot pri energetskem viru, odvisno od energetskega medija in transformacije energije.

Zaščita okolja je tesno povezana z uporabo energije, saj vsak energetski poseg pomeni istočasno tudi ekološko ugodnejšo sliko, čistejše dimne pline, nizko temperaturo hladilne vode, znižanje sevanja na okolico in drugo.

V začetni fazi priprav za energetska varčevanja si moramo razjasniti naslednje možnosti, ki lahko nastopijo pri izvajanju varčevanj: dejansko, negativno, vprašljivo in učinkovito varčevanje. Dejansko varčevanje je tisto varčevanje, ko z ukrepom dosežemo željeni efekt, pri tem pa ne vplivamo na pogoje v procesu, vodenje optimalne temperature v peči, znižanje temperature v sobi z 20 °C na 18 °C. Negativno varčevanje je posledica prevelikega poudarka glede prihranka energije, popolna ugasnitev gorilnikov na peči med odmorom: znižanje temperature v sobi od 20 °C na 16 °C ima za posledico dodatno kurjenje z električno pečko.

Vprašljivo varčevanje je tisto, pri katerem se pojavijo močni stranski efekti in se ne da točno vrednotiti učinka, optimalno ogrevanje vložka glede na zahteve po kvaliteti. Učinkovito varčevanje je vezano z več istočasnimi pozitivnimi efekti: regulacija atmosfere v peči s kisikovo sondo, boljše zgorevanje in znižanje izgub zgorevanja.

Med stranskimi efekti, ki pa so pomembni za uspešno izvedbo varčevalnega programa, je tudi psihološki vidik, ki izhaja iz narave človeka, da naredi samo tisto, kar je zahtevano. Zato je uspeh varčevalnega programa odvisen od tega, kako ljudem prikažemo nujnost varčevanja, kar pa pomeni, da se mora ustvariti team, ki izpolnjuje naslednje pogoje:

- vodja projekta in sodelavci morajo verjeti v projekt in upati v uspeh,
- vedno znova se mora ponavljati prednost varčevalnega programa,
- ukrepati je potrebno takoj, ko se pojavijo odstopanja, ki vplivajo na spremembo ciljev varčevanja.

Varčevanje se ne more obravnavati ločeno od skupnosti, v kateri živimo. Delovna organizacija mora uskladiti svojo energetska politiko skladno s težnjami republike in države. Pri tem mora priti do obojestranskega sodelovanja in pomoči.

Energetski program v delovni organizaciji se mora izvesti v štirih fazah, kjer posamezne faze določimo po investicijskih vlaganjih in časovni realizaciji programa. Pristop k razdelitvi in izvedbi programa za posamezno fazo razbijemo na deset stopenj. Velja splošen princip, da se mora obvezno izvesti vsaka faza in stopnja, ker le tako je zagotovljen uspeh varčevalnega programa.

Varčevalni program delovne organizacije obsega naslednje faze:

1. faza: Organizacijski posegi, čas izvedbe v manj kot enem letu.
2. faza: Investicije se amortizirajo v enem letu, čas trajanja investicije do dveh let.
3. faza: Investicije, ki se amortizirajo v daljši dobi, do 10 let, čas izvedbe investicije do dveh let.
4. faza: Konsolidacija, ki traja od začetka delovanja naprej.

Prva faza ne zahteva nobenega investiranja in jo je praviloma možno izpeljati takoj. Ti ukrepi posegajo na področje porabnikov in proizvajalcev energije in prihranek dosežemo samo z organizacijskimi in obratovalnimi posegi. Če nam uspe posluževalca peči prepričati, da stalno bdi nad pečjo, spremlja pravilnost delovanja regulacije, zapiranje odprtih na peči in kontrolo, nam je zagotovljen prihranek do 5 % dovedene energije, odvisno od vrste in stanja peči.

Druga faza zajema že tiste ukrepe, za katere moramo nekaj investirati. Ločimo dva primera teh ukrepov: ukrepi, ki zahtevajo minimalne investicije, in ukrepi, ki prinesejo velike prihranke energije, ker se nam oboji amortizirajo v zelo kratkem času. Zamenjava ročne regulacije na peči z avtomatsko spada v prvo skupino, dodatna toplotna izolacija stavbe pa v drugo.

Tretja faza pomeni spremembo določenega energetskega sistema ali dograditev dodatnih naprav. Za takšne investicije je potrebno veliko sredstev in dobro izdelan program, kako upravičiti

gradnjo. Zadnja faza pomeni v bistvu ohranjanje ali izboljševanje dobljenega energetskega stanja.

Velja pravilo, da varčevanje opravljamo postopno, od prve do zadnje faze z vso strpnostjo, eksaktnostjo in dobro pripravljenostjo. Pri tem pa sta prva in zadnja faza odločujoča za naš uspeh. V prvi pripravimo ljudi na varčevanje, v zadnji pa moramo ljudi obdržati na strokovno in delovno višji stopnji.

Vsako fazo praviloma razbijemo na naslednje stopnje:

a) Definiranje projektne naloge:  
 — opis ukrepa, določitev začetka energetskega programa,  
 — določitev mej ukrepa, pozitivni prihranki in slabosti,  
 — definicija ciljev programa in potek vračanja kapitala ustrezne investicije za energetske program.

b) Izbira teama:

- vodja projekta in inženirji,
- vodje obratov in uporabniki,
- pomoč zunanjih sodelavcev.

c) Analiza obstoječega stanja:

- obdelava podatkov o porabi energije,
- ugotovitve o delu naprav in ljudi,
- primerjava s sorodnimi napravami po specifični porabi ali učinku.

d) Ovrednotenje ciljev:

- določitev kratkotrajnih in dolgotrajnih ciljev,
- nova določitev pogojev, normativov.

e) Preizkus varčevalnih ukrepov:

- uporaba testirnih listov,
- razgovor o rezultatih,
- ne zajeti samo velike prihranke; mali prihranki nam pomenijo pogoj za večji uspeh.

f) Oceno prihranka:

- praviloma se naj prihranek energije ocenjuje v prihranku energije in ne dinarski vrednosti,
- realnost ocenitve prihranka, ker se pri več sočasnih efekti prihrank ne seštevajo.

g) Ocena investicije:

- upoštevati vse konsekvence,
- ocenitev učinka na produkt, osebe in okolico,
- realnost investicij, ker se za kompleksnejši varčevalni ukrep investicije ne seštevajo.

h) Določitev prednosti:

- potrditev prednosti, določenih v projektni nalogi,
- določitev kratkoročnega in dolgoročnega programa.

i) Izvedba programa varčevanja:

- priprava varčevalnega programa,
- priprava porabnikov na spremembe,
- možnost fleksibilnosti pri izvedbi programa.

j) Zasedovanje prihrankov:

- ugotovitev učinkovitih prihrankov in stroškov,
- primerjava s cilji,
- prehod na naslednjo stopnjo v programu,
- skrb, da se ohranja dobljeno stanje.

## 5. VARČEVALNI PROGRAM V ŽELEZARNI RAVNE

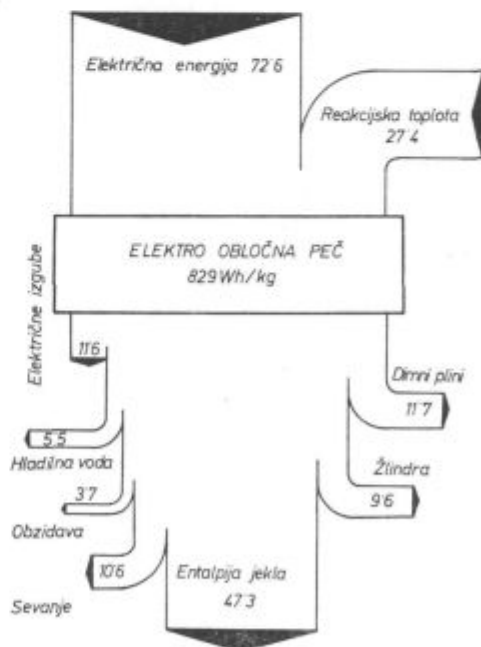
Praktična izvedba varčevalnega programa v delovnih organizacijah zahteva širši pristop obravnavanja te problematike, ker je potrebno poleg reševanja tehničnih problemov upoštevati še samoupravno dogovarjanje in informiranje.

V železarni Ravne imamo naslednje karakteristične porabnike različne kvalitete energije, za katere bomo prikazali velikost energetskega prihranka, kot primer pestrosti reševanja energetike v črni metalurgiji.

Kot tipične predstavnike izberemo 40-tonsko elektropeč, ogrevno peč, kurjeno z mazutom, in ogrevanje hale.

Za 40-tonsko elektropeč prikazujemo na sliki 20 potek energije; podatki so dobljeni na osnovi meritev.<sup>7</sup>

Dovedena energija je elektroenergija in reakcijska toplota v razmerju 3/4 proti 1/4. Odvedeno



Slika 20  
 Tok energije za 40 t elektro peč  
 Fig. 20  
 Energy flowsheet for 40 ton electric arc furnace



energijo razdelimo v tri skupine: koristno energijo, odpadno energijo, ki se da dalje izkoriščati ter odpadno energijo, ki se ne da koristno uporabiti. Koristno dovedena energija je toplota, ki zapusti proces z izlivom jekla, te je 47,3 %. Izkoristljiva odpadna energija je energija dimnih plinov 11,7 % in energija hladilne vode 5,5 %, medtem ko tretjo skupino tvorijo energija žlindre 9,6 %, sevalne izgube 10,6 % in izgube toplote skozi steno 3,7 %.

Toploto dimnih plinov je možno koristno uporabiti za predgrevanje vložka. Z vodenim pretokom dimnih plinov skozi vložek se le-ta predgreje za okoli 300 °C, kar pomeni približno 50 % izkoriščenost energije dimnih plinov. Hladilna voda se da izkoristiti za ogrevanje higienske tople vode, izkoriščanje nizkotemperaturnega potenciala energije. Pri 75 % izkoriščenosti izmenjave toplote ogrejemo higiensko toplo vodo za potrebe jeklarne za 60 °C.

Energija žlindre je izguba, ki jo tehnično težko koristno znižamo, medtem ko na sevalne izgube lahko vplivamo z boljšo organizacijo dela. Če nam uspe skrajšati čase odprtja za 25 %, to pomeni znižanje izgub za 2,9 %.

Zadnje izgube, izgube skozi stene, so odvisne od kvalitete izolacije. Z znižanjem zunanjih temperatur sten peči za 100 °C dobimo za 2,0 % manjše izgube.

Na sliki 21 prikazujemo novi diagram, kako poteka energija z upoštevanjem varčevalnih posegov. Iz diagrama je viden prihranek pri elektroenergiji, ki znaša 10 %.

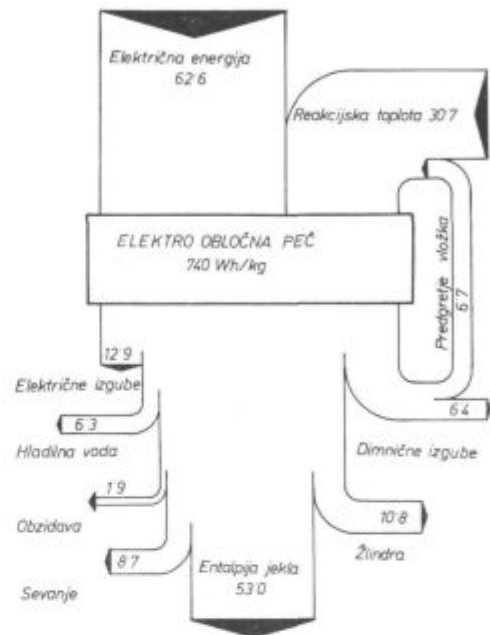
Potek energije za OFAG peč, kurjeno s tekočim gorivom, prikazujemo na sliki 22.<sup>8</sup>

Dovedena energija sestoji iz energije goriva 90,0 %, entalpije goriva 0,4 % in zraka 1,7 % ter energije, ki jo dovedemo z vložkom 0,7 %. Precejšen delež dovedene energije predstavlja oksidacijska toplota 7,2 %. Koristni del odvedene toplote je energija vložka 43,0 %, toplotne izgube pa so entalpija dimnih plinov 46,9 %, izgube skozi stene in strop 4,4 %. Pri samem delu peči imamo tudi izgube zaradi nasesavanja dodatnega zraka skozi odprtine, kar nam tudi slabša izkoristek peči, ni pa direktno merljiv. V tem primeru lahko koristno uporabimo toploto dimnih plinov, znižamo toplotne izgube skozi stene in strop in vplivamo na zmanjšanje deleža nekontroliranega nasesavanja zraka.

Z vgraditvijo toplotnih izmenjevalcev v dimne kanale izkoristimo toploto odpadnih dimnih plinov za pridobivanje mokre vodne pare in delno predgrevanje zraka. Iz navedenega sistema se prenese 60 % energije na mokro paro, 25 % za predgrevanje zraka in samo 15 % so izgube dimnih plinov.

S kvalitetnejšo izolacijo je možno znižati zunanjo temperaturo sten peči in s tem izgube skozi stene. Pri izolaciji, ki nam zniža temperaturo zu-

nanjih obodnih sten na 80 °C in stropa na 100 °C, se zmanjšajo izgube toplote skozi stene za 25 %. Delež nekontroliranega zraka je izredno visok in nam povzroča zniževanje temperature peči, ker se mora določen del dovedene energije porabiti za ogrevanje te količine zraka, kar v toplotni bilanci ni direktno zajeto.

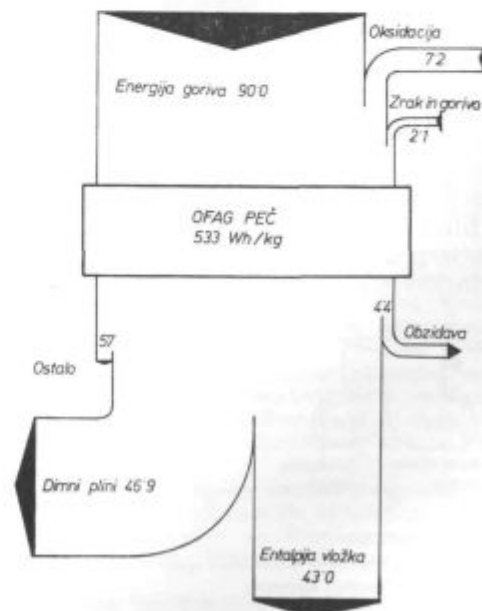


Slika 21

Tok energije za 40 t elektro peč z upoštevanjem varčevalnih posegov

Fig. 21

Energy flowsheet for 40 ton electric arc furnace, considering the saving measures



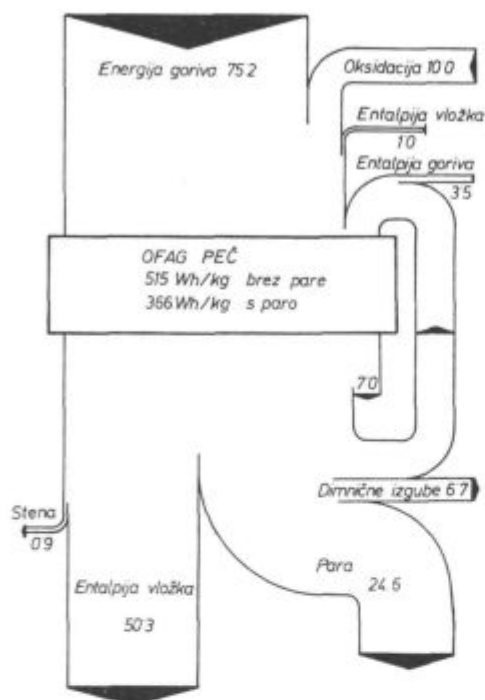
Slika 22

Tok energije za OFAG peč

Fig. 22

Energy flowsheet for OFAG furnace

Direktni prihranek dovedene energije znaša 8,3 %, medtem ko je celotni prihranek 52,1 %, gledano na celotno porabo v železarni, ker se nam zaradi pridobljene pare zniža v parnih kotlih poraba mazuta. Potek energije je viden na sliki 23.



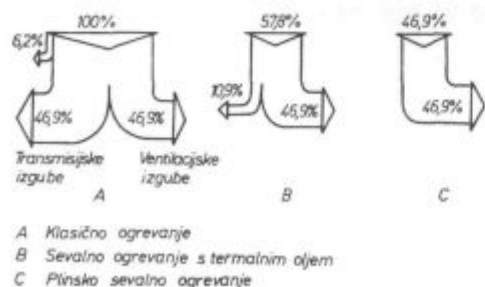
Slika 23

Tok energije za OFAG peč z upoštevanjem varčevalnih posegov

Fig. 23

Energy flowsheet for OFAG furnace, considering the saving measures

Na koncu si oglejmo specifičen primer ogrevanja hale, v kateri so delovna mesta zelo dispergirana. Hala je namenjena za metalurško dejavnost. V splošnem moramo pokrivati pri ogrevanju hale transmisijske in ventilacijske izgube, ki so v našem primeru zaradi tehnološkega odvoda zraka skozi filtre zelo visoke, tako da je potrebna dovedena energija sestavljena iz 50 % transmisijskih izgub in 50 % ventilacijskih izgub.



Slika 24

Tok energije za različne načine ogrevanja metalurške hale

Fig. 24

Energy flowsheet for various methods of heating the plant building

Za take primere imamo dve možnosti ogrevanja hale, klasično s kaloriferji in sevalno, kjer lahko uporabljamo kot ogrevani medij mazut, oziroma zemeljski plin. S klasičnim načinom ogrevanja moramo pokriti oboje toplotne izgube, kar je 100 % porabe primarne energije.

Z drugima dvema načinoma pokriva samo transmisijski del izgub, toplota s sevanjem se dovaja na točno določeno mesto tako, da ni treba ogrevati tudi mrtvih in tehnološko nefunkcionalnih delov hale. Pri sevalnem načinu ogrevanja, kjer je prenosni medij termalno olje, ki se ogreva v posebnem kotlu, moramo upoštevati izkoristek kotla in izgube toplote v cevovodih, tako da znaša poraba primarnega goriva 57,8 % klasičnega sistema. Najugodnejša varianta je plinsko sevalno ogrevanje, pri katerem znaša poraba primarnega goriva samo 46,9 % klasične variante. Primerjava je vidna na sliki 24.

Funkcija varčevalnega programa je iz navedenih primerov jasno opredeljena in usmerjena po prej opisanih točkah. Varčevalni program v delovni organizaciji železarne je zasnovan na samoupravnem dogovoru o ukrepih in aktivnostih za zagotovitev racionalnega pridobivanja, pretvarjanja, transporta in porabe energije, ki so ga po samoupravni poti sprejele vse temeljne organizacije.

Sestavna dela sporazuma sta varčevalni program in vsakoletna analiza porabljene energije. Z varčevalnim programom so določene dolgoročne naloge, ki jih vsako leto glede na možnosti in stanje v energetiki še podrobneje opišemo, to je delovni varčevalni program za določeno leto. Letna analiza porabljene energije nam pove, kako smo realizirali zastavljene naloge v tekočem letu.

Začetni rezultati kažejo tendenco zniževanja porabljene energije, kar je odraz določenih ukrepov v obratih. Pravi rezultati zastavljenega programa bodo vidni v nekaj letih, ko bo na razpolago več podatkov, s katerimi bo možno realno oceniti prihranek energije.

## 6. ZAKLJUČEK

Reševanje energetskih problemov v železarni je vezano na splošno energetska situacija v Jugoslaviji in Sloveniji. Z vse večjim poudarkom na varčevanju energije je potrebno tem akcijam dati pravo mesto in vlogo v oblikovanju energetske politike.

Izhodišče varčevanja je dosedanja razvojna pot energetike, kar smo prikazali na začetku. Tako v SFRJ kot SRS smo intenzivno uvajali nafto, oziroma njene derivate. S tem se je večala uvozna odvisnost, kar je še posebno izrazito pri slovenski črni metalurgiji, ki je velik porabnik energije. Taka usmeritev je bila do določene dobe popolnoma upravičena, saj se je uvajala nova učinkovitejša tehnologija, za katero je bila na razpolago ceneno

gorivo in je omogočala večjo storilnost agregatov. Zelo se je izboljšala ekološka slika okolice, v primerjavi s premogom pa ima enostavnejšo dobavo, skladiščenje in izvedbo uporabe na posameznih agregatih.

Podobne usmeritve imajo tudi ostale države, oziroma njihova črna metalurgija, z določenimi odstopanji, ki so posledica njihove tradicionalnosti. Sedaj smo prišli v tako fazo razvoja energetike, ko se zavedamo, da se tako ne bo možno več razvijati. Ponovno se bo začel uvajati premog in nove tehnologije. Realnost njihove uvedbe se napoveduje okoli leta 2000, do takrat pa je potrebno v delovnih organizacijah storiti vse, da bo njihova uvedba čim bolj učinkovita.

Varčevanje z energijo v najširšem smislu je začetek akcije uvedbe novih tehnologij, ker nam omogoča z manjšo porabo primarne energije daljšati dobo trošenja klasičnih goriv, hkrati pa v proizvodne procese uvaja racionalnejše in zahtevnejše sisteme izkoriščanja primarne energije.

Energetsko varčevanje mora biti zasnovano z dolgoročno jasnimi cilji, pri tem pa je potrebno upoštevati specifično delovanje naprave ali tehnološkega procesa, za katerega delamo program energetskega varčevanja. Preden se lotimo izdelave programa za energetske varčevanje, moramo pretehtati vse možne učinke, ki lahko nastanejo, izdelan pa mora biti po določeni metodologiji, njegova uvedba pa se mora izvesti v fazah. Za železarno

Ravne smo opisali nekaj karakterističnih porabnikov energije in možnosti znižanja porabe primarne energije. Osnova varčevalne akcije je samoupravni dogovor o racionalni porabi energije, v katerem smo določili dolgoročne ukrepe. Letni kratkoročni ukrepi se definirajo na osnovi začrtane dolgoročne poti glede na omejitvene dejavnike: doseženo stanje, finančne možnosti, kritičnost oskrbe in možnost izvedbe.

#### Literatura

1. P. Penczynski: Energie — Voraussetzung für wirtschaftliche und soziale Entwicklung  
Elektrowärme in Technischen Ausbau, 3 B (1980) Nr. 1.
2. Kiss N., Mahon H., Leimer H.: Energiesparen jetzt!  
Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, 1978.
3. Olson E.: Energie und Transporte, Asea Zeitschrift, 1980 25, H 2.
4. Statistični koledar SFRJ.
5. Razvoj energetike Jugoslavije, posvetovanje, Opatija 1980.
6. Hiebler H.: Angebot, Bedarf und Einsatz von Energie für die Eisen- und Stahlherstellung, Oesterreichischen Eisenhüttenfestes 1980, Leoben.
7. Pavlin F. s sodelavci: Studija meritev in regulacij toplotničnih veličin pri avtomatizaciji metalurških peči. Poročilo MI, Ljubljana, I. del, 1978, Ljubljana.
8. Pavlin F. s sodelavci: Studija meritev in regulacij toplotnotehničnih veličin pri avtomatizaciji metalurških peči. Poročilo MI, Ljubljana, II. del, 1979, Ljubljana.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Lösung der Energiewirtschaftlichen Probleme ist von der allgemeinen energiewirtschaftlichen Lage in Jugoslawien und in Slowenien abhängig. Mit immer grösserer Bedeutung der Energiesparkunst ist dieser Tätigkeit eine richtige Rolle beim Kreieren der Energiewirtschaftlichen Politik zu geben.

Der Ausgangspunkt der Sparkunst ist der bisherige Entwicklungsweg der Energiewirtschaft, was am Anfang gezeigt wird.

Sowohl in der SFRJ wie auch in der SRS hat man intensiv Erdöl bzw. deren Derivate eingeführt. Dadurch war die Einfuhrabhängigkeit immer grösser, was ausgesprochen für die Slowenische Hüttenindustrie als grossen Energieverbraucher massgeblich ist. Eine solche Richtung war bis zu einer gewissen Zeit vollkommen berechtigt, denn sie ermöglichte die Einführung neuer Technologie auf Grund der billigen Brennstoffe und hatte eine Leistungssteigerung der Anlagen zur Folge. Die Umweltbedingungen haben sich verbessert und im Vergleich mit der Kohle waren besonders die Zulieferung, die Lagerung und die Anwendung an einzelnen Anwendungsplätzen einfacher.

Ähnliche Entwicklungsrichtungen gelten auch für andere Staaten bzw. für ihre Hüttenindustrie mit bestimmten Abweichungen die mehr oder weniger eine Folge der Tradition sind. Wir befinden uns nun in einer solchen Entwicklungsphase der Energiewirtschaft, wo uns klar geworden ist, dass ein solcher Entwicklungsweg nicht mehr möglich ist. Kohle und neue Technologie wird wieder eingeführt. Die Einführung dieser Technologie wird

wie vorausgesagt real um die Jahrtausendwende möglich. Bis dahin wird es nötig in den Betrieben alles zu tun um die Einführung effektiv zu machen.

Energiesparen im weitesten Sinne ist der Anfang der Tätigkeit der Einführung neuer Technologien, da sich einerseits durch kleineren Verbrauch der Primärenergie der Zeitraum der Anwendung klassischer Brennstoffe verlängern wird, und andererseits werden die Produktionsprozesse rationaler und anspruchsvoller dem System der Ausbeutung der Primärenergie angepasst.

Energiesparen soll auf langfristigen klaren Zielen basieren, jedoch muss dabei spezifische Arbeitsweise der Anlage oder des technologischen Prozesses berücksichtigt werden, für welchen ein Programm für Energiesparen gemacht wird.

Bevor wir uns auf ein Sparprogramm einlassen, müssen alle möglichen Effekte gründlich durchdacht werden, das Programm muss nach einer bestimmten Methodologie ausgearbeitet werden und seine Einführung soll in Phasen erfolgen.

Für das Hüttenwerk Ravne werden einige charakteristischen Energieverbraucher und die Möglichkeit der Verminderung des Verbrauches an Primärenergie beschrieben. Die langfristigen Massnahmen sind bestimmt worden.

Die jährlichen kurzfristigen Massnahmen sind auf Grund der geplanten langfristigen Massnahmen in Abhängigkeit von den Begrenzungsfaktoren, des erreichten Zustandes, der finanziellen Möglichkeit, der kritischen Versorgung und Ausführungsmöglichkeiten bestimmt worden.

## SUMMARY

Solution of energy problems in closely connected to the energy situation in Yugoslavia and Slovenia. All greater emphasis on the energy economy must be the basis for the actions inside the energy economy politics.

Basis for the economy is the development in energetics till now which is presented in the beginning of the paper. Fuel oils were intensively applied in Yugoslavia and in Slovenia. Thus the degree of the dependence on import increased which is especially pronounced in Slovenian ferrous metallurgy being a big consumer of energy. Such a trend was quite justified to a certain period since it enabled the introduction of more effective technology based on cheap fuel and thus higher outputs were achieved. Also environmental protection was improved. Supply, handling, storing and applying fuel oil is simpler than the same operations with coal.

Similar trends were evident also in the other countries or in their metallurgy with some variations as the consequence of their traditionality. Now such a stage of development in energetics was reached that the past trend cannot be continued. Again coal and new technologies will be introduced. Reality of their introduction can be

expected about year 2000 but in the meantime working organizations must prepare conditions for their effective introduction. Energy economy in the broadest sense means the introduction of new technologies which will consume less energy and will be more rational, and thus the reserves of primary energy will last longer.

Energy economy must be based on long-term and clear aims taking in account the characteristics of the operation of equipment and of the technological processes which are to be economized.

Before starting with the energy economy program, all the effects must be considered, methodology must be chosen, but the introduction must take place in stages.

Some characteristic energy consumers in Ravne Steelworks were described with the possibility to reduce the consumption of primary energy introducing long-term measures.

Short-term yearly measures are to be defined inside the planned long-term development trend based on limiting factors, achieved state, financial possibilities, possible supplies, and possibilities of the realization.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение энергетических проблем находится в общем в непосредственной связи с общей энергетической ситуацией в Югославии и в Словении. Необходимо подчеркнуть важность сбережения энергии и, в с этим связи мерами выставить в первую очередь значение отн. роль энергетической политики.

Исходной пункт экономики представляет существовавший до сих пор путь развития энергетики. В ФНРЮ, а также в ФР Словении это выражалось в интенсивном введении нефти отн. ее дериватов. Таким образом увеличивалась зависимость от импорта, что особенно выражалась при черной металлургии Словении, которая представляет собой крупного вспомогательного потребителя энергии. Такая ориентация была до определенного периода времени вполне оправдана, так как вводилась новая более эффективная технология, для которой было в распоряжении дешевое топливо, которое давало возможность увеличить мощность агрегатов. Значительно улучшалась экологическая картина, а при сравнении с углем облучена поставка, хранение на складе выпаление применения жидкого топлива на отдельных точках.

Подобные ориентации имеют также остальные страны, отн. их черная металлургия с некоторыми отступлениями, которые происходят из ихней традиционности. Теперь же мы находимся в такой фазе развития энергетики, что продолжение существующего развития больше неприемлемо. Снова будет введен уголь и новая технология. Повидимому реализация этих изменений произойдет около — 2000 года. До того времени надо будет во всех организациях труда приготовить все необходимое, чтобы их применение было чем эффективнее.

Экономия энергии в широком смысле представляет начало акций для введения новой технологии, так как с одной стороны это нам даст возможность уменьшить расходы первичной энергии и с этим продолжить период затраты классического горючего, с другой же стороны вести отн. вводить процессы производства более требовательные и более рациональные в системе использования первичной энергии.

Экономия энергии должна быть разработана на основании ясных долгосрочных целей; надо иметь во внимании специфичность агрегата, также особенности технологического процесса, для которого разрабатывается программа для сбережения энергии.

Прежде чем приступить к приготовлению программы сбережения энергии надо учитывать все возможные влияния, которые могут возникнуть; программа же должна быть разработана по определенной методике, а ее реализация должна выполняться по фазам.

В отношении металлургического завода Железарна Равне дано описание некоторых типичных потребителей энергии и возможности уменьшения расхода первичной энергии, причем определены долгосрочные меры.

Годовые краткосрочные меры определяются на основании долгосрочной программы, зная во внимание обстоятельства ограничения, полученную ситуацию, денежные средства, отн. возможности финансирования, критичность снабжения и возможности выполнения программы.