

Prof. Ciril Rekar
ZP Slovenske železarne, Ljubljana

DK: 669.162.1:669.162.21:669.18.013.5
ASM/SLA: C21, D1, D2, D3, D5

Najnovejši razvoj železarstva, možnosti za slovenske železarne

IZVLEČEK ČLANKA

Navedene so prognoze svetovne in jugoslovanske proizvodnje surovega jekla. V proizvodnji treh slovenskih jeklarn pa naj bi delež elektro jekla do leta 1985 dosegel vsaj 700.000 ton od 1—1,1 milijona ton. Obravnavani so odnosi grodelj — staro železo, potrebe bodočega uvoza starega železa iz inozemstva, domače in svetovne zaloge rude, koksni in drugih črnih premogov.

Kratek oris karakteristik treh železarn ZP po-
udarja zlasti problematiko jeseniške železarne.

Opisu najnovejših ukrepov in možnosti za zni-
žanje porabe koksa in zvišanje proizvodnosti malih
plavžev sledijo ocene kisikovih konvertorjev LWS,
OBM, AOD in Uddeholmskega in možnost zamenja-
ve SM peči z LWS konvertorjem na Jesenicah.
IRSID-ovo kontinuirno žilavenje je navedeno kot
etapa v razvoju železarstva.

Položaj in razvoj elektrojeklarn v ZP narekuje
spremljanje »direktnih procesov«, proizvodnjo me-
taliziranih peletov ter razvojne koncepte mini žele-
zarn. Stroge kvalitetne zahteve uvajajo v jeklarne
dupleks in tripleks postopke, pri katerih se vedno
bolj uveljavljajo kot zaključni agregati indukcijske
peči za srednje in mrežne frekvence z evakuira-
njem in brez njega. Da je mogoče tudi najmanjše
železarne smiselno racionalizirati, kaže primer
mini železarne v Decazeville-u.

Proizvodnja koksa v Bakru po 1976, možnost
kvalitetne proizvodnje nizkoogljčnih jekel v kisi-
kovem konvertorju na Jesenicah priporočata, da
Jesenice tudi v bodoče obdržijo proizvodnjo grod-
lja. Primrežane so med seboj štiri tehnološke al-
ternative, ki kažejo, da je osnovno vprašanje jeseni-
ške železarne preskrba s kvalitetnim jeklom po
najugodnejših proizvodnih stroških in da ne bo
lahka odločitev za najboljšo alternativo.

Prognoza bodoče proizvodnje našega in svetov-
nega železarstva.

Z izgradnjo obstoječih železarn v Sisku, Zenici,
Nikšiću, Skopju in Smederevu — poleg obeh mini
železarn v Splitu in Kumrovcu — pada delež žele-
zarn Jesenice, Štoře in Ravne, združenih v ZPSŽ
v jugoslovanski proizvodnji od leta do leta, če gle-
gamo le na tone proizvedenega surovega jekla. Če
bodo po srednjeročnem načrtu vse naše železarne
v letu 1975 proizvedle cca 4,8 milijona ton suro-
vega jekla, slovenske pa le 800.000 ton, bo njihov
delež s 684.000 tonami v letu 1972 nasproti skupno
2.650.000 ton padel v letu 1975 od 25,8 % na 16,6 %.
Če pa bodo slovenske železarne proizvedle v letu
1985 1 ali 1,1 milijona ton nasproti optimistično
predvideni jugoslovanski proizvodnji za isto leto
11 milijonov ton, bo znašal delež proizvodnje suro-
vega jekla slovenskih železarn le še 9,0 ali 10 %.
Po vrednosti bo pa bistveno večji.

Ker bo proizvodnja surovega železa visokih
peči na Jesenicah v letu 1975 dosegla komaj 200
tisoč ton — pod pozneje obravnavanimi pogoji —
proizvodnja železarne Štoře pa se bo orientirala
na osnovi dosežkov zelo uspešne poskusne kam-
panje letos v februarju na specialne, eksportno in
komercialno interesantne grodlje, ki se bodo doma
in na tujih tržiščih mogli meriti z grodlji tipov
Sorel in Kugra, bo treba kupovati potrebno belo
surovo železo za naše tri elektrojeklarne, zlasti
v nam najbližje stoječem Sisku, ki bo po letu 1976
proizvajal okrog 1,0 do 1,1 milijona ton belega
grodlja, torej več kot ga bo ta železarna sama
potrebovala.

Za naše razmere je upravičen račun, da se bo
proizvedeno izgotovljeno jeklo vračalo od potrošni-
kov kot zbirno staro železo šele po 20 letih.¹

Za preskrbo naših jeklarn bo torej tudi še po
letu 1985 zaradi nezadostnih količin domačega sta-
rega železa potrebno uvažati največ za trdo valuto

velike količine starega železa — ali polizdelke — če ne bi manjkajoče železo sami proizvajali kot čisti metalizirani vložek in čisto tekoče surovo železo.

Če primerjamo proizvodnje, prognoze in rasti svetovne proizvodnje z našo, dobimo v sledeči tabeli navedene številke.

Tabela 1: Primerjava rasti surovega železa in jekla na svetu in v Jugoslaviji

	v milijon tonah in v %					
	Svetovna proizvodnja ²			Jugoslavija ¹		
	grodelj 10 ⁶ to	sur. jeklo 10 ⁶ to	%	grodelj 10 ⁶ to	sur. jeklo 10 ⁶ to	%
1952	147,9	208	—	0,27	0,44	—
1962	252,4	352	+ 69	1,03	1,57	+ 240
1972	446,0	629	+ 79	1,82	2,65	+ 69
1975	520	740	+ 17	3,0	4,8	+ 82
1985	720	1100	+ 49	6,9	11,4	+ 138

Prognoze možnosti svetovne proizvodnje (brez Kitajske) do 2000 kaže slika 1 (izračunane so za nekatere možnosti in verjetnosti).

Svetovna proizvodnja surovega jekla zadnjih 25 let dosti redno narašča vsakih 10 let za ca. 70—79 % in se bo ta rast proti 1985 začela krčiti, pozneje pa še bolj, kot kaže prognoza slike 1; tudi razmerje med grodljem (jeklarski, sivi, ferozlitine) in surovim jeklom je bilo do lani približno kon-

stantno 71:100, se bo pa pozneje verjetno pričelo zmanjševati zaradi večjega vračanja starega železa in ker proizvodnja železolitarn ne narašča tako močno kakor jeklarska.

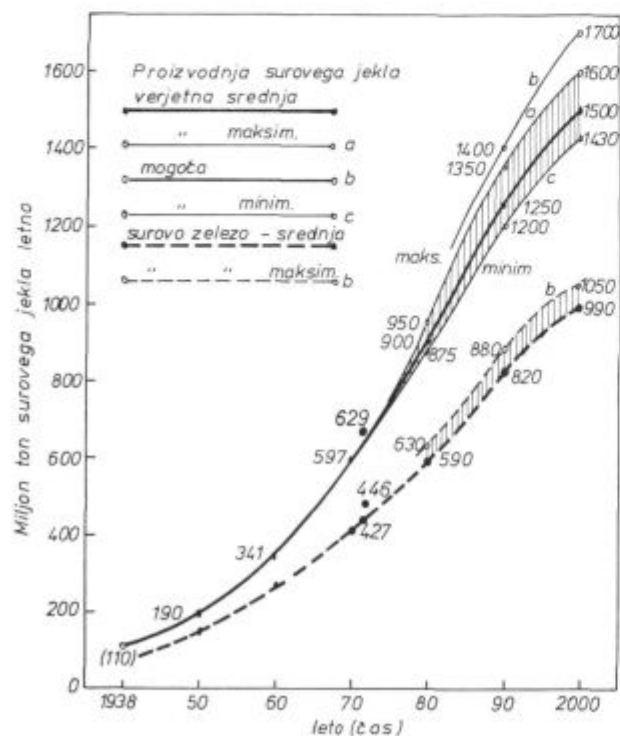
Precej drugačna je slika rasti jugoslovanske proizvodnje surovega jekla in grodlja. S startom 0,44 milijona ton surovega jekla v letu 1952 se je po izgradnji Zenice, Siska in deloma Nikšića, Jesenic in Raven sunkovito dvignila v l. 1962 za 240 % na 1,57 milij. ton in je dosegla lani 2,65 milij. ton — torej v obsegu normalne svetovne rasti za ca. 69 %. Po srednjeročnem načrtu pa naj bi zrasla v 3 letih do 1975 na 4,81 milij. ton, torej za 82 %, v sledečem desetletju do 1985 pa dosegla ca. 10,4 milij. ton, torej za 138 % več. Po predvidevanjih naj bi v istem razdobju zrasla svetovna proizvodnja le za ca. 50 % in dosegla letno proizvodnjo surovega jekla okrog 1.100 milij. ton. Na glavo prebivalca in leto je znašala 1972 svetovna proizvodnja 160 kg surovega jekla, jugoslovanska pa 123 kg. Leta 1962 pa so bili rekorderji proizvodnje jekla Japonska, ČSSR, ZRN in Švedska z 915, 873, 709, 642, medtem ko so si bile SSSR, Avstrija in ZDA slične s svojimi 509, 540 in 590 kg (Luxemburga s ca. 16000 in Belgije s ca 1500 kg s temi ne primerjamo).

Ocena prognoze za Jugoslavijo

Če bi hoteli uresničiti načrt, da bi proizvodnja surovega jekla zrasla od 2,65 milijona ton lanske proizvodnje na 11,4 milijona ton v letu 1985, bi rabili za teh dodatnih ca. 8,8 milijona ton (brez investicij v rudnike, energetiko, transport) — skromno računano — za vsako tona na leto ca. $8,8 \times 250$ USA dolarjev, torej ca. 2,2 milijardi \$. Upoštevajoč obstoječo zadolženost naše železarske industrije in gospodarstva sploh, mislim, da tak načrt ni realen. Realen je še toliko manj, ker taka proizvodnja ne more biti ustvarjena brez ostalih njo celo presegajočih paralelnih investicij.

Ne oziraje se na večkrat že izdelane in popravljene srednje in dolgoročne načrte jugoslovanskih železarn, bom poskusil sestaviti proizvodni načrt naših železarn, če upoštevam le tiste investicije, ki so v teku ali imajo možnost, da bodo izvedene pred letom 1985. V letu 1985 bi bila naša proizvodnja surovega jekla in surovega železa približno takale. (Naj bo dovoljeno odstopanje ± 10 % zlasti pri Zenici, Nikšiću in ZPSŽ. Mislim, da za leto 1985 še nismo upravičeni, da bi poleg močnejše Zenice s ca. 2,5 m. ton že delala »Železarna Prijedor« — s ca. 2,0 milij. ton začetne kapacitete).

Predpostavljam, da v letu 1985 visoke peči v Varešu ne bodo več obratovala, da bo »Železarnica Skopje« glavni del surovega železa proizvajala v visokih pečeh (po tehnologiji Aciéries de Normandie), da bosta Ilijaš in Store v svojih elektrodukcij-skih pečeh proizvajala kvalitetni sivi grodelj iz uvoženih hematitov in da bodo elektro jeklarne ca. 150.000 ton grodlja dobivale od viškov sedaj obstoječih plavžev. (Glej tab. II.)



Slika 1
Prognoza svetovne proizvodnje jekla in železa (brez Kitajske)

Tabela II:

Železarna	surovo jeklo v tonah	od tega elektro jeklo v tonah	surovo železo v tonah
ZPSŽ	1.100.000	700.000	260.000
Sisak	950.000	60.000	1.100.000
Zenica	2.500.000	120.000	1.650.000
Smederevo	950.000	20.000	590.000
Skopje	1.250.000	260.000	900.000
Nikšić	300.000	300.000	—
Split in Kumrovec	250.000	250.000	—
	7.300.000	1.710.000	4.500.000

Po mojih izračunih postavljeni proizvodni načrt je iz finančnega investicijskega gledišča močno optimističen, čeprav bi tedaj prišlo (ne upoštevajoč uvoz) na vsakega Jugoslavana in leto šele okrog 330 do 350 kg surovega jekla. Optimistična je tudi predpostavka, da bodo mogli biti paralelno izgrajeni energetske objekti in še ne obstoječa kovinska in strojna industrija, ki naj bi predelali dodatne — nove — cca 4,6 milijone ton surovega jekla.

Koristno si je ogledati nekaj statističnih podatkov zadnjih let o svetovni proizvodnji, porabi, uvozu (in seveda izvozu) Fe-rud, proizvodnji grodlja in v primerjavi te s proizvodnjo surovega jekla. Svetovna proizvodnja železovih rud, Fe v rudah, surovega železa, surovega jekla v 10^6 tonah — surovega železa in surovega jekla v kg na prebivalca in leto je bila v preteklih letih sledeča (tab. III.)

Tabela III:

Leto	Proizvodnja rude			Proizvodnja			
	povpr. ruda v % Fe	Fe v 10^6 ton	surovo žel. v 10^6 ton	žel. v kg/ pr. 2	sur. jeklo 10^6 ton	sur. jeklo v kg/ pr. 1	
1965	52,2	624	325	326	99	460	140
1970	54,8	763	418	427	118	597	164
1971	55,2	770	424	423	115	583	157
1972	55,2	759	418	446	119	629	160
1972 Jugosl.	38,9	3,49	1,35	1,76	85	2,65	128

V letu 1972 so nekateri veliki proizvajalci nakopali rude s povprečno 55,2 % Fe, uvozili rude, proizvedli grodlja v 10^6 tonah in v kg/prebiv. in leto na primer. (Gl. tab. III.)

Očitno je, da so potentni proizvajalci jekla tudi potentni proizvajalci grodlja, ne glede na to, ali imajo doma rude in ali so te bogate. Razen SSSR so med navedenimi vsi tudi veliki uvozniki bogatih rud.

Tabela IV:

Države	Proizvodnja			Uvoz		Proizv. grodlja kg/ preb./l
	rude	% Fe	10^6 ton Fe	10^6 ton Fe	10^6 ton	
OECD	127	41,5	53	48	112	298
SSSR	208	54,0	113	—	92	373
ostale SEV	11,5	21,1	3,3	20,0	26,1	249
Japonska	1,4	58,0	0,8	70,0	74	695
USA	76,3	58	44	23,0	80,6	385

Celo nasproti državam SEV brez SSSR je Jugoslavija s 85 kg grodlja proti 249 kg na prebivalca in leto v ozadju in za okrog 30 % pod svetovnim povprečjem (gl. vire pod 2 in 3.)

Ocena preskrbe z rudami ljubijskih rudišč

Proizvodnja surovega železa na Jesenicah, v Si-sku, Zenici in Smederevu gravitira k ljubijskim, Zenica še k slabšim vareškim rudam. Železarna Skopje bo izkoriščala zlasti rudnik Tajmište.

Ljubijske ($A+B+C_1+C_2$) rezerve rude so bile 31. 12. 1971 ocenjene (ugotovljene) za centralna, južna, vzhodna rudišča, za Vidrenjak in Omarsko na 307 milijonov ton, verjetno so pa blizu 470 milij. ton (vračunan brand in bazične revne rude). V letu 1972 je bilo iz ljubijskih rudnikov odpremljeno 2 milijona ton, v glavnem iz centralnega rudišča. V jeseni je tam pričela obratovati nova pralnica, ki daje dobro rudo s 53 % Fe, ima pa letno kapacitete le ca. 700.000 t pri izkoristku 81,5 %.

Čeprav je odkopna kapaciteta ljubijskih rudnikov danes pri ca. 4 milijonih ton letno, pa tako zvišanje proizvodnje v ljubijskih rudnikih ni v skladu niti z ugotovljenimi niti z domnevnimi rezervami, ki bi bile izčrpane v 30 ali v 20 letih. Tudi če bo proizvodnja belega grodlja narasla v železarnah, ki gravitirajo k Ljubiji od ca. 3,3 milijona ton na ca. 5,1 milijona ton, bodo te visoke peči želele dobiti ca 4,7 milijona ton Fe, predvsem v prani rudi, za kar bi bilo potrebno odkopati ca. 11 milijonov ton surove rude.

Če bo proizvodni načrt »Ljubije« za vseh pet rudišč realiziran, bo mogla »Ljubija« dobaviti v tisoč tonah⁴:

	v letu 1975/76	po letu 1976
surove rude	5,100	10,490
prane in sušene rude	4,475	9,115
Skupno bo od skopane rude	10,000	21,700

To pomeni, da naj bi »Ljubija« povišala odkop od lanskim (1972) ca. 2,0 milijonov ton najprej na čez 10,0 milijonov ton, za kar bi poleg investicij v rudnike morali zgraditi še do 6 pralnic in 2 sušil-

nici (za Tomašico), po tem obdobju pa naj bi se dvignil odkop na skoraj 22 milijonov ton in bilo bi zgrajenih še 5 pralnic in 2 sušilnice.

Predpostavljamo, da bo Zenica za skupno ca. 1.550.000 ton železa vsipala v svoje plavže varelške koncentrate s 350.000 ton železa, 1.200.000 ton železa pa kot surove ljubijske limonite in prane rude;

da bo Smederevo polovico potrebnih količin Fe (ca. 300.000 ton) prejemal kot prano rudo iz Ljubije z 52 % Fe, kar odgovarja ca. 700.000 ton odkopane rude.

Potem bi v smislu tabele II morali rudniki »Ljubija« odkopati:

za plavže v Zenici	3,1 milij. ton rude
za plavže v Sisku	2,4 milij. ton rude
za plavže na Jesenicah . . .	0,4 milij. ton rude
za plavže v Smederevu . . .	0,7 milij. ton rude

za navedene plavže vsega 6,6 milij. ton rude, katero bi bilo potrebno skoro 2/3 prati in s tem obogatiti.

Ko bo pozneje pričela rabiti rudo še projektirana železarna v Prijedoru, bi se ta količina dvignila v I. fazi za 3,1 na ca. 10,0 milijonov ton kopa letno. Za nadaljnje 3,1 milij. ton ali vsega na čez 13 milijonov ton bi morala Ljubija odkopati, če bi morala dodatno oskrbovati še projektirani drugi plavž z 2000 m³ v Smederevu. To pomeni, da bi Ljubija izčrpala svoje rezerve rude z nad 45 % Fe v ca. 25 letih.

Oddaljenost rudnikov Ljubija do Zenice znaša 308 km, do Siska le 104, do Jesenic 404, do Smedereva 539 km. Da se življenjska doba Ljubije podaljša, bi bilo upravičeno, da bi se Smederevo orientiralo na dovoz ruskih rud po Donavi, Jesenice pa na dovoz bogatih rud preko 228 km oddaljene, torej skoro za polovico bližje luke za rudo v Bakru.

Pri za 11 % zvišanih tarifah pride 1000 kg Fe v prani ljubijski rudi na 520 N din, v aglo-rudi s 45 % Fe na 485 N din, v Itabiri (baza 65,5 % Fe) na 550 N din. V Smederevu je ljubijska ruda proporcionalno dražja.

Pri vsipih le ljubijske rude v jeseniških plavžih bi znašale količine žlinder ca. 650 do 600 kg, pri ugodnih mešanih vsipih, npr. Itabira + Ljubija pa pod 400 kg na t grodlja; temperatura zraka in % O₂ bi morala biti višja, poraba koksa bi se zmanjšala od ca. 650 na 500–550 kg, to je za ca. 80 do 120 din (pri delu brez olja, katerega bi plavži sprejeli okrog 70 kg/tono). Proizvodnost bi proporcionalno zrasla in s tem bi se zmanjšali vsi ostali fiksni stroški topilniških in drugih obratov. Če bodo v Ljubiji hoteli zvišati proizvodnjo rude le za okrog 5,0 milijonov ton in če bodo zgradili prepotrebne pralnice itd., bo to zahtevalo za vsako tono na leto vsaj 100 \$ investicij. Pri 10-letnem odplačevanju in 10 % obrestih bi znašala odplačila in obresti ok. 370 din za 1000 kg Fe v rudi, 1000 kg Fe frco. Jesenice bi stalo: 520 + 370 = okrog 800 do 900 din.

To je za 40 do 45 % dražje kot stane 1000 kg Fe v Itabiri frco. Jesenice.

Elektroplavži v Iljašu, zlasti pa plavž v Štorah pri proizvodnji specialnega grodlja so odvisni od uvoza čistih Fe-rud z najnižjim % Mn, P in ostalih elementov.

Da bi se življenjska doba ljubijskih rudišč podaljšala, je torej utemeljeno, da se plavži v Smederevu, ki so daleč od Prijedora in ki imajo svojo lukko ob Donavi, oskrbujejo z rudami iz Ukrajine ali centralnih rudišč SSSR, — Jesenice pa deloma z bogatimi rudami iz Braziliije, Mauretaniije in podobno preko Bakra.

Oris naših treh železarn

Železarna Ravne, Štore in Jesenice so s svojo malo proizvodnjo posebno poglavje našega železarstva, zlasti velja to za Jesenice, ki so mogle začeti uveljavljati zelo pozno za današnji razvoj in možnosti potrebne obnove, modernizacije in veljavne ekonomske principe. Med seboj se te tri železarnice po zmogljivosti in proizvodnih programih razlikujejo, se pa tudi dopolnjujejo. V nekaj letih bodo mogle zares predstavljati logično in organsko celoto. Mimo tega ležijo na ozemlju, kjer znaša potrošnja predelovalne strojne industrije, obrti, gradbeništva in prebivalstva okrog 500 kg na leto in prebivalca. To se pravi — upoštevajoč še odjemalce preko Sotle in Kolpe — da njihova proizvodnja, zlasti če jo bodo izvozile velik del za potrebe tega okoliša, niti ne bo zadostovala.

Karakteristike teh treh železarn bi v glavnih črtah mogli takole orisati:

Ravne so se po osvobojenju s preiščlenimi in sistematičnimi investicijami razvile od neznatnega proizvajalca plemenitih jekel v važno podjetje s kvalitetnim programom. Železarna more proizvajati v svojih petih elektroobločnih in dveh indukcijskih pečeh letno do 220.000 ton jekla. To so v glavnem nizko, srednje, visoko legirana konstrukcijska, orodna, brzorezna jekla, ki bodo valjana, vlečena, kovana, ulita. Ravne kot jeklarna plemenitih jekel ima kapacitete, ki so za tovrstne proizvajalce zelo velike. Temu primerno imajo visoke prodajne cene in pri majhni tonaži je med vsemi tremi jeklarnami njihova prodajna realizacija relativno najvišja. V glavnem so Ravne že izgrajene. Investicijska sredstva potrebujejo, da bi znašal delež dokončnih izdelkov v celotni realizaciji vsaj 60 %.

Štore so z jeklarske strani mini-železarna, ki končuje gradnjo 40-tonske elektro obločne peči, štirižilni »Concast« livni stroj za gredice 100 do 140 Ø. Valjarna je že zgrajena, in sicer bo znašala njena kapaciteta z malimi dopolnitvami letno 150.000 ton žice, drobnih in srednjih profilov ter ploščatega jekla, zlasti peresnega. Tudi če bi ostala stara martinovka v obratu, bo v Štorah proizvodnja jekla postala za potrebe valjarne premajhna. Prej ali slej bodo morali dobiti drugo elektro peč.

Paralelno z jeklarsko proizvodnjo teče zelo važna livarska proizvodnja. Livarna kokil naj krije potrebe slovenskih železarn. Livarna valjev in nodularne litine imata velike možnosti za nadaljnji razvoj. To potrjuje predvsem dejstvo, da je elektro-redukcijska peč s kapaciteto 18.000 KVA v poskusni februarški kampanji letos dokazala, da more z uvoženim hematitom Itabira proizvajati specialne vrste surovega železa za nodularne ulitke, ki tem daje neposredno izredno ugodno in čisto feritsko strukturo, ne da bi bilo za to potrebno posebno žarjenje. V Jugoslaviji bo potreba tovrstnega grodlja znašala 25.000—30.000 ton, 25—20.000 ton pa bo lahko prodano v sosednje države za ceno, ki je približno za 1/3 višja od cene za hematitni grodelj. V zadnjih petih letih se je namreč proizvodnja nodularne litine v Evropi skoraj podvojila in dosegla ca. 1,4 milijone ton, v USA pa se je povečala za 2 in polkrat na preko 2 milijona ton. Njen delež je proti navadni litini v Evropi v razmerju 1:10, v USA že 1:5. Da bodo navedeni načrtani program mogli brez kvalitetnih nihanj izvesti, bo potrebno pri TH peči uvesti dupliciranje z mrežno indukcijsko pečjo, kjer naj se sestave grodljev korigirajo in prilagodijo željam kupcev. Brez uvedbe najhitrejših kemičnih analiz — za potrebe plavža in jeklarne — tak nenadni kvalitetni razvoj ne bo mogel uspeti. Primerni aparati (na primer analiza 36 elementov v 50") so dragi. V principu v Štorah ni osnovnih tehnoloških problemov. Potrebni bodo seveda še veliki napor, da se bodo »nove šture vhodile«. Gradnja nove jeklarne in dodatnih objektov je angažirala velika investicijska sredstva in bo trajalo nekaj let, da bodo najhujše finančne skrbi prebreedene.

Jesenice, nekdanja največja jugoslovanska, danes največja slovenska železarna, je po osvoboditvi povečala 5 obstoječih SM peči in postavila dve novi, postavila 2 elektropeči po 60/70 ton; plavža — nekoliko rekonstruirana — sta dobila 1969/1970 novo aglomeracijo in pa predvideni mnogo večji plavž, nove večje kauperje. Vendar novi večji plavž ni bil grajen, ostala sta oba prejšnja plavža neznatno rekonstruirana, s premerom talilnika 3,3 m. Potrebne pa bodo še rekonstrukcije v okviru rednih velikih remontov.

V aglomeraciji in pri plavžih bo potrebno odpraviti številne druge pomanjkljivosti. Poleg izboljšav in ukrepov za razširjenje proizvodnje je bila zgrajena nova vroča valjarna na Beli (bluming-Kvarto, Steckel-valjarna, žična valjarna, HO-profil, jeklovlek), ki jo morajo dopolniti s sodobnimi opremami za hladno valjanje vroče valjanih trakov in pločevin, kvalitetna mehka elektrojekla, slabo in srednje legirana jekla in nerjaveče pločevine. Enako potrebno je povečati kapacitete žičarne.

Tak program je izredno zahteven iz investicijskega in tehnološkega gledišča. Edino znatno povečanje letne proizvodnje — znatno glede obsega realizirane vrednosti — bo omogočilo hitrejši odpis bremen. Za to pa je predpogoj kvalitetno surovo

jeklo, katerega proizvodni stroški bodo odvisni od tehnološke poti, za katero se bo potrebno na osnovi treznih in objektivnih primerjalnih študij odločiti.

Preden pričnemo obravnavati, katere naj bodo te odločitve, si oglejmo, kaj je bilo v železarski tehnologiji v zadnjih letih novega, kar bi moglo biti za nas, posebno za Jesenice, sprejemljivo in koristno.

ŽELEZARSKÉ NOVOSTI

Za majhnost naših treh železarn so pomembne le tiste novosti in smeri razvoja, ki odgovarjajo njihovim proizvodnim in kvalitetnim programom in realnim možnostim.

Proizvodnja grodlja v plavžih

Pri projektiranju novih rekonstruiranj obstoječih plavžarskih obratov, pri vodenju plavžarske proizvodnje je glavna pozornost posvečena kvaliteti rude, odgovarjajoči pripravi rudnega vsipa in vsipa sploh.

Bogatenje, pranje, sušenje, po potrebi praženje, drobljenje, mletje, klasiranje se praviloma opravljajo pri rudnikih. Tam, kjer med temi operacijami nastane mnogo frakcij pod 200 do 400 mikronov (prevladujejo naj frakcije pod 100- μ) se opravlja proizvodnja in žganje peletov prav tako pri rudniku ali pred vkrcanjem. V železarnah proizvajajo pelete le, če so rudniki zelo blizu ali če je žganje kombinirano z metalizacijo ali s predredukcijo in za to obstojijo ugodni pogoji.

Stroj za sintranje vlažnih mešanic rud od 0—3 mm (0—5 mm), 4—5 % koksa 0—3 mm in apnenca 0—1 mm na rešetkah (običajno DW-Lloyd stroj) je postal najvažnejši agregat sodobnih plavžarskih obratov. Proizvedeni sinter mora biti trden, vsebovati vsaj 90 % Fe kot Fe_2O_3 , torej zelo redukcijski, mora biti toliko bazičen, da je vsip plavža samohoden. Odvisno od kvalitete in termostabilnosti surove ali pražene rude je običajno v vsipu plavžev 50—80 % sintra.

Ker je le pri fizikalno in kemično nespreminljajočih se sestavah vsipa mogoče doseči maksimalne proizvodnje plavžev brez motenj in zastojev, mora plavžar zahtevati najboljšo opremo za predpriprave, klasiranje, tehtanje in kemijske kontrole. Če so ti pogoji doseženi, postane plavž termični agregat z najmanjšo možno porabo koksa, oz. kalorij, ki dela z regularnostjo parnega stroja.

Sodobni Dwight-Lloyd »sinter trakovi« imajo naprave za nasutja od 350—500 mm višine, po potrebi v slojih, delajo z 20 mm debelim slojem 5—15 mm (5—20) sintra na rešetkah (»posteljica«), vžig nasutja je širok, globok in enakomeren. Ne uporabljajo več separatnih hladilnih trakov, ampak raje povečujejo celotno sesalno površino traku za ca. 30—35 % za ohlajenje in močnejšo oksidacijo sintra, ki ga po drobljenju in klasiranju z običajnimi trakovi transportirajo do silosov plav-

ža. Cone sesanja, preprihovanja, izkoriščanja toplote se z zasunki morejo regulirati. Na takih trakovih proizvedeni sintri imajo stopnjo oksidacije okrog 95 %, so trši, po drobljenju dajejo enakomernejše granulacije in bistveno manj povratka, v splošnem pod 20 %.

Tako opremljene in tehnološko vodene aglomeracije dajejo netto sintra z zrnom nad 15 mm skoro 40 ton na m² sesalne površine/24^h (na pr. Decazeville 14 m² sesalne, 3,5 m² centralne, 7 m² hladilne površine). Le pod takimi pogoji je tudi mogoče doseči, da rabijo mali plavži brez starega železa v vsipu in brez mazuta pri vsipu z 500—550 kg žlindre in temperaturi zraka okrog 950° C le 510 kg koksa (300 m³ — plavž v Decazeville).

V aglomeracijah se izogibajo delati sinter z bazičnostjo 1.1—1.3, ki je slabo reduktiven. Prevladujejo proizvodnje sintrov z $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 1.6—1.8$, tako

da pri odgovarjajočem deležu čiste, termostabilne kosovne — pražene ali surove rude — plavži delajo z žlindrami od 0,9—1,1 bazičnosti.

Izjema so siliko aluminatne rude, kjer z ekstremnim dodatkom pod 1 mm zmletga apnenca (90 % pod 500 mi) proizvajajo sinter z bazičnostjo 4,4—4,7, da iz FeO — silikoaluminatov nastanejo dobro reduktivni kalcijevi feriti (Mondeville: plavž 825 m³ kor. vol. — žlindre 1000 kg/tono. — zrak 1200°; žrelni plin 80—90° C, 16 % CO₂; 515 kg koksa + 72 kg mazuta in katrana/tono).

Ker imajo le Jesenice dva mala plavža s Ø 3,3 m in cel. volumni 162 m³ pri peči I in 143 m³ pri peči II, oziroma s površinama talilnikov po ca 8,6 m², velja le za te oceniti, koliko in pod katerimi pogoji bi ta dva plavža zmogla dati največjo možno količino grodlja na dan in uro. Jasno je, da se taki plavži ne morejo meriti glede specifičnih storilnosti in porab koksa z rekordnimi številkami, kot so na primer: plavži 14 m Ø — 10.000 ton gr/24^h — 300/350 kg žl., — 385 + 70 = 450 kg suhega koksa na tono grodlja — če računamo, da je razmerje kg koksa enak kg mazuta — temperatura zraka 1150—1250° C in sl. Mali plavži morejo sicer racionalno proizvajati grodelj, vendar pa bo ta vedno dražji kot ga dajejo sodobni veliki plavži. Že samo deleži osebnih, splošnih, vzdrževalnih in upravnih stroškov so bistveno višji. To pa more biti kompenzirano z odgovarjajočo kvalitetno jeklarsko proizvodnjo, za katero bo plačana proporcionalno višja cena: specialna jekla, specialni končni izdelki.

Pri plavžih je mogoče oceniti njihovo storilnost najboljše s količino koksa (koks + olje), ki more zgoreti pred šobami v talilniku in katerega ne sme biti več kot nastalega plina pred šobami talilnik prenese. Tega bo toliko manj, kolikor manj bo prišlo v talilnik goriva (koksa in olja), kolikor manj bo jalovega dušika (z O₂ obogaten zrak), kolikor manj bo žlindre (bogat vsip); vsip naj ne bo pregost, razdelitev plina naj bo enakomerna, granulacija vsipa enakomerna in primerna za pretok plinov pri kratki pogrezni dobi, količina žlindre

in grodlja po teži večja kot je aerodinamični pritisk plinov (temp. od 800—1000° C, pr ca. 0,6 atm), da ne pride do kipenja vsipa na poti navzdol v talilnik.

Pod optimalnimi in ne spreminjajočimi se pogoji moremo za peč I in II računati z 0,80 kg koksa na m² talilnika in uro — zrak 950°; O₂ v zraku do 23 %, 70 kg mazuta, obseg indir. redukcije = 50 % brez apnenca v vsipu — žlindre največ 380 do 400 kg. Pri porabi brutto koksa 600 kg (550 kg koksa + 50 kg olja) bi morali dati obe peči dnevno vsaj 550 ton grodlja ali do 190.000 ton grodlja letno. Iz čistih rud izdelan grodelj je plemenit, čist in tekoč vložek za predelavo v plemenita jekla.

Zaradi bistveno nižjih cen za težka olja so bili v zadnjih 10—15 letih opravljeni številni poskusi in študije⁵, kako zvišati vbrizgavanje olj in s tem znižati porabe koksa. Ker so obratovalni pogoji raznih plavžev, obseg reaktivne cone, izkoristek CO in podobno zelo različni, rezultati niso enotni. Faktorji zamenjave koksa z oljem variirajo od 0,9 do 1,5, količine olj pa se pri enostavnem vbrizgavanju v šobe gibljejo med 30—100 kg. So večje, če so temperature zraka višje, na pr. 1100 do 1250° C, če je zrak obogaten s kisikom — na 23, 25, 27 % O₂. Čeprav se s tem zvišajo izkoristki CO in H₂, se znižajo specifične proizvodnosti plavžev manj, kot bi pričakovali. Splošno je pri tem ovira količina saj, ki se pri večjih dodatkih olj zaradi nepopolnega izparevanja in zgorevanja pred šobami prične tvoriti, zavirati regularnost obratovanja in izkoristek CO; zlasti pa saje ovirajo čiščenje plina in delovanje čistilcev.

Raziskovanja in poskusi, ki sta jih v zadnjih letih opravljali IRSID⁶ in ATH⁷, obetajo zamenjavo koksa z oljem po IRSID-u na tono grodlja za ca. 140 do 180 kg. S posebno šobo, podobno Venturi-cevi se vpihava vroč zrak, ki v dolgem cilindričnem delu, kjer se je presek zožil na ca 10 % vstopnega preseka dobi nadzvočno hitrost. V del, kjer se šoba začne širiti, se vbrizgava olje. Do 160 ali celo do 200 kg olja na tono grodlja je bilo mogoče pri poskusih vbrizgati in doseči popolno zgorevanje brez tvorbe saj. (»Tuyères à onde de choc«). Pri porabi 600 kg koksa na tono grodlja in zamenjanem faktorju samo 1,0 bi to pomenilo, da bi se mogla pri malih plavžih znižati poraba koksa n. pr. od 600 na 440 ali celo 400 kg/t.

V plavžu v Hagondange, ki ima 12 pihalnic, bodo opravljeni industrijski preizkusi s takimi šobami v teku daljše dobe. Dali naj bi vse parametre, potrebne za oceno in primerjavo proizvodnih stroškov, ki so kompleksni problem: cena koksa ali olja, dodatni stroški za zvišanje pritiska, za zvišani kisik, vprašanje optimalnih izkoristkov CO in H₂, optimalnih storitev, sestave žrelnih plinov ter njihovo kemično in ekonomsko oceno itd.

ATH na drugi strani še ni zaključila svojih poskusov, s katerimi je do sedaj dosegla popolno izparjanje in sežig mazuta s tem, da mazut kot emulzijo s paro (3 do 15 kg H₂O/t) vbrizga v vroči

zrak, doseže pop. izparenje in preko neštetihih »mikro eksplozij« popolno pretvorbo mazuta v CO in H_2 .

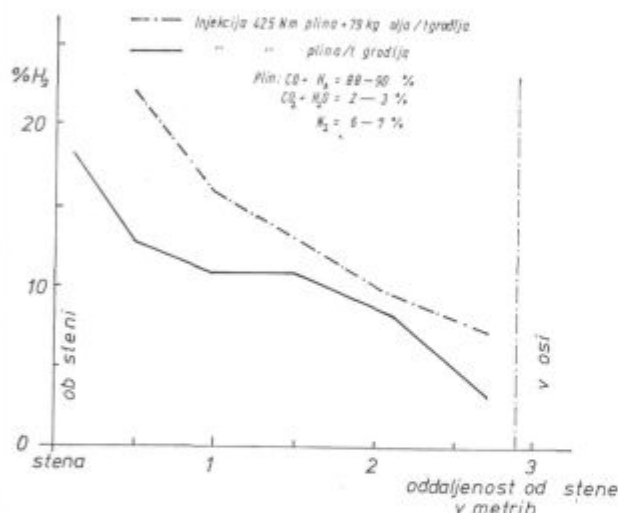
C. R. M. je ob koncu leta 1972 zaključil 8 mesecev trajajoče poskuse na plavžu tvrdke Cockerill v Seraingu⁸. Kot je razvidno že iz študije, citirane pod (5) bi bila najuspešnejša zamenjava koksa z gazifikacijo olj zunaj plavža in z vpihavanjem od $CO_2-H_2O-C_2H_4$ očiščenega in na 1000–1100°C pregretega plina v trebuh plavža. Po predposkusih v C. R. M. so bili leta 1971 industrijski poskusi izvršeni v plavžu s premerom talilnika 4,5 m, ki je normalno proizvajal okrog 450 ton Thomas-grodlja dnevno, pri porabi 545 kg koksa, 76 kg olja na tono, temperaturi zraka 800°C in z zamenjalnim faktorjem koks/olje ca. 1,02. Na razpolago so imeli na uro 8000 Nm³ plina z 88–90 % CO + H_2 ; z le 2–3 % $CO_2 + H_2O$ in z 6–7 % N_2 . Rudni vsip je pretežno mineta. Slika 2 kaže razdelitev plina, vpihovanega

Ostali podatki: koks z 85 % C, temp. zraka 800°C, zračna vlaga 10 g/Nm³ suhega zraka, (Si) — 0,5 %. Zaključna serija 4 je trajala prekratko, da bi mogel biti posplošen doseženi prihranek ca. 245 kg koksa, ki presega vse do sedaj znane rezultate. Umevno je, da po taki poti zvišan obseg indirektna redukcije zviša tudi proizvodnost.

Vpihovanje kisika v konvertorje skozi dno

Še nedavno se je zdelo, da bo žilavenje s kisikom v LD (LDAC oziroma LDOLP) konvertorju izpodrinilo vse Thomas konvertorje in vse SM in podobne ognjiščne peči. Zlasti so temeljile take napovedi na izredni storilnosti največjih LD in LDAC konvertorjev, kakovosti njihovih jekel, možnostih, da se ves proces žilavenja eksaktno kontrolira in avtomatizira⁹. Tedaj tudi ni kazalo, da se bo posrečilo vpihovanje kisika skozi dno, zlasti da bi rešili številne razmeroma majhne, vendar pa ekonomične Thomas jeklarne v minetnih področjih.

Napori francoskih in belgijskih jeklarjev po rojstvu LD-konvertorja v letu 1950/52, da bi izkoristili pri Thomas konvertorjih kisik za vpihovanje skozi dno, katerega bi hladili z vodno paro, s CO_2 in podobno, so pripeljali šele 1969. leta do uspeha. Za hlajenje so tedaj pričeli uporabljati najprej naravni plin, potem pa učinkovitejša kurilna olje. Število bakrenih šob so pri 24 t Thomas konvertorju št. 7 v Rombas zmanjšali od 300 na 6 — notranja bakrena cev Ø 20 mm za vpihovanje kisika 165 Nm³/min in 12 atm, zunanja železna s spiralnimi rebri za dovajanje hladilnega olja — 10 atm, 85,8 % C — 13,4 % H_2 in 3 l/t jekla (gl. sl. 3 in 4). — proces in konstrukcija konvertorja se imenuje LWS (po investitorjih — Creusot-Loire, de Wendel, Spruncks & Co.). Poročila o tem so obširna in detajlna¹⁰. — Ker je žilavenje skozi dno manj burno, je bilo mogoče zvišati nivo taline od 78,5 na 96 cm, težo pa od 24 t na 30 t. — Izdelana jekla so

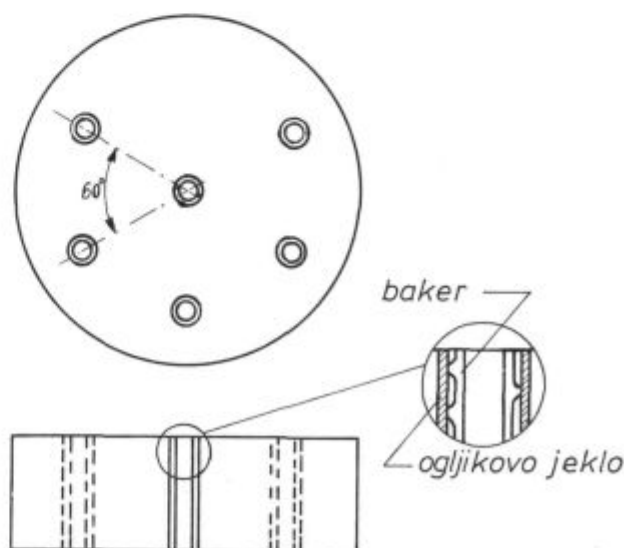


Slika 2
Razdelitev plina v plavžu Ø 4,5 m Séraing

brez olja in razdelitev plina, vpihovanega z 79 kg olja. Zlasti v tem primeru je mogoče ugotoviti, da je razdelitev plina proti sredini ugodna in da se vpihani plin in olje aditivno dopolnjujeta v svojem delovanju glede prihranka koksa. Rezultate navaja tabela V.

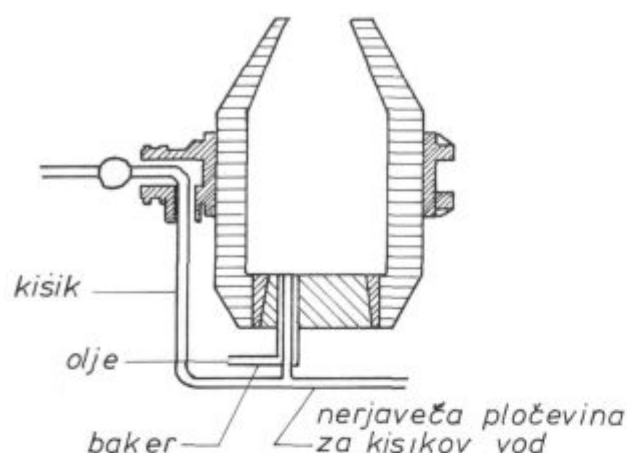
Tabela V.

	Preskusne periode			
	1	2	3	4
Koks ... v kg/t grodlja	545	523	439	310
Olje ... v kg/t grodlja	76	—	79	125
Reformiran plin v Nm ³ /t grodlja	—	412	425	425
Zamenjalni faktor kg koks/kg olje	1,02	—	1,02	1,02
Zamenjalni faktor kg koks/Nm ³ plina	—	0,24	0,24	



Slika 3
Razporeditev šob v LWS konvertorju

Shema LWS konvertorja



Slika 4
LWS konvertor v Rombas

imela C: 0,02—0,04 %, Mn: 0,03—0,07 %, P ca. 0,025 %, S ca. 0,015 %, N₂ ca. 0,0015 %, H₂ — 0,0004 do 0,0007 %, O₂: 0,08—0,10 %; temperatura se dvigne na 1615°C. Zlindra ima normalno sestavo Thomas žlinder s 17 % P₂O₅, % Fe je za 3 % višji, % MgO pa nižji. Obrabi dna in sten sta sinhronizirani in je poraba dolomita pri 500 šaržah ca 3—5 kg/t jekla. Proizvodni in časovni izkoristek sta se pri LWS konvertorju zvišala za okrog 67 %. — Zaradi razkroja olja znaša % H₂ 0,0005—0,0008, zato jeklo med 50—60" premešajo s CO₂ —, N₂ — ali Ar ter se H₂ zniža na 0,00025 do 0,00035 (2,8—3,9 cm³/100 gr).

Izdelane bilance kažejo, da je mogoče uporabljati znatne količine odpadkov ali metaliziranih peletov; pri grodlju s ca. 0,8—1,0 % Si, 4 % C in 0,6 % Mn bi bilo mogoče šaržirati teh v količinah 25—30 % kovinskega vložka. Namesto 64 Nm³ O₂ pri fosforjem grodlju in 30 % odpadkov se rabi pri jeklarskih grodljih ca. 52/60 Nm³ O₂; šarže se podaljšajo za ca 5' (žilavenje 15' mesto 10').

Ob ogledu prvega 24-tonskega Thomas-konvertorja za 30 ton v Rombas (junij 1973) po LWS postopku so se ob 400 talinah postopoma zatalile 3 šobe od šestih. Te tri so prevzele obremenitev s kisikom za vseh 6. Zelo uspelo je tudi vpihovanje na pod 500 mi zmlatega apna skozi šobe. Ena sama šoba prenese 1/3 vsega apna, ki je potreben za tvorbo fosfatne žindre. — Izplakovanje H₂ v jeklu vršijo z N₂ in z zrakom med zadnjimi 40—60" —. Ker so vse regulirne in deloma avtomatizirane instalacije pri tem prvem LWS konvertorju vidne, je le tu mogoče zasledovati delovanje črpalk za olje, pritiske, dodatke O₂ — zraka — dušika — potek žilavenja. — Preseneti zmanjšanje akustičnih efektov. LWS postopek je nov, velik uspeh v jeklarstvu.

V minetnih revirjih začenjajo predelovati obstoječe Thomasove na LWS-konvertorje: kvaliteta

jekla je enaka jeklom LD, oziroma LDAC konvertorjev; brez spremembe notranjih dimenzij se zviša teža talin za okrog 30 %, proizvodnost pa za 25—30 %; zdržnost obzidja je večja; lažje je avtomatizirati proces. Ni še rešeno vprašanje enostavnega čiščenja plinov brez zgorevanja, ker zvišani % H₂ v plinu razširi eksplozijsko področje in bo verjetno, zlasti pri manjših konvertorjih, potrebno vžgati plin pod kotli s prebitki zraka, podobno kot v prvi fazi razvoja LD konvertorjev.

Ker so proizvodni stroški SM-jekel previsoki celo tam, kjer imajo odveč koksarniškega plina in katranov, jeklarne so pa zadosti visoko grajene, se SM peči podirajo in zamenjujejo z LWS konvertorji. V jeklarni v Hagondange so na primer v 5 mesecih porušili 1 SM-peč za 170 ton in 4 SM peči za 120 ton. 2 Thomas konvertorja za 45 ton predelujejo v LWS za 60 ton in bo en sam zmozel proizvodnjo, ki bo za ca. 20 % večja kot je bila proizvodnja 4 SM peči. Prav tam bodo v LWS konvertorja predelali še 2 Thomas za 25 ton. To se dogaja tudi v ostalih Thomas jeklarnah, gradijo se pa tudi novi objekti in konvertorji za 60, 100, 120 ton, ki so grajeni kot simetrične, centrične LD hruške.

OBM konvertor¹⁾ je tehnološko in konstruktivno podoben LWS konvertorju. U. S. Steel Corp. in Maxhütte so v letih 1970/71 razvile svoj prvi 40-tonske konvertor, kjer O₂ prav tako vpihajo skozi dno, le da je tu hladilno sredstvo naravni plin. Ta sicer manj učinkovito hladi šobe, vendar zadostno. Po zaključnem izplakovanju in premešanju z N₂ — Ar odpravijo tudi tu v jeklu raztopljeni H₂ do zahtevanih najmanjših ppm.

V Franciji, Luksemburgu in Belgiji je nujno zamenjati Thomas konvertorje z LWS — in ustaviti drage SM jeklarne. Na področju OBM konvertorja pa naj ta predvsem omogoči ustavitev SM peči kapacitet od 80 do 250 ton.

Za LWS in OBM konvertorja lahko rečemo, da sta na pohodu in se z njima začne renesansa že na smrt obsojenega Thomas konvertorja, pa tudi postopno odmiranje SM peči po 100 letih njene dominacije v proizvodnji kvalitetnih jekel, ki pa je nasproti O₂ — konvertorskim jeklom predraga. Ta dva konvertorja bosta gotovo postala nevarna tekmeča LD in LDAC konvertorjem.

Ce jeseniški železarji dosežejo in obdržijo proizvodnjo surovega železa pri 200.000 ton letno, bi z vložkom 70 % tekočega grodlja in 30 % lastnih odpadkov, starega železa, metaliziranih peletov mogli s proizvodnjo 35-tonskega LWS konvertorja ustvariti letno ca. 260.000 ton (2 zaporedni talini po 35 ton), pri zvišani proizvodnji ca. 300.000 ton grodlja pa 400—450.000 ton kvalitetnega O₂ - konvertorskega jekla, zlasti mehkih silicijevih in visokolegiranih kvalitet, kjer naj bo % C pod 0,02 %. SM peči 1—5 bi bile porušene, SM peči 6 in 7 bi mogli biti za rezervo. Ker LWS-konvertor namesto naravnega plina rabi kurilno olje — pride predvsem v poštev. Kot kaže študijski predprojekt, bi mogla biti po-

stavljena v obstoječo martinarno taka konvertorska instalacija brez večjih konstrukcijskih sprememb in posegov.

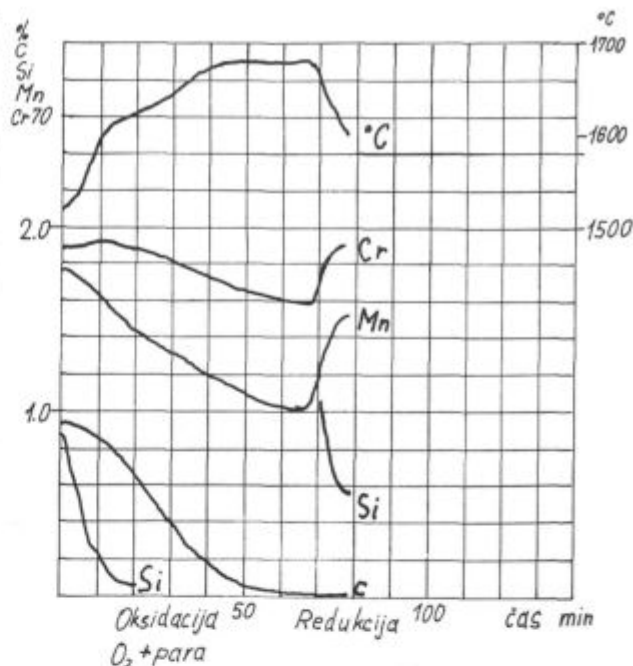
Zelo ugodno je hitro zaporedje konvertorskih šarž tam, kjer se vlivajo jekla na »konti-strojih«. Ti so Železarni Jesenice potrebni in so tudi predvideni. Več o teh možnostih pozneje.

Linde Division od UNION-CABIDE — Corp. in Joslyn so 8 let razvijali **AOD-konvertor**, ki je bil namenjen s kapaciteto 17 ton za proizvodnjo Cr in CrNi nerjavnih in visokotemperaturnih jekel¹².

Žilavenje v konvertorju v elektro-obločni peči preostalega surovega jekla poteka z O_2 in Ar, katerih razmerje se menja od 3:1 na 2:1 in končno na 1:2. Po fazi odžvepljanja, legiranja, dezoksidacije sledi še izplakovanje z Ar. Na tono jekla porabijo 15–25 m³ O_2 in 18–23 m³ Ar. Tako tehnologijo uporablja tudi jeklarna v ILSSA-Viola, ki proizvaja letno za 40.000 ton takih jekel, spada pa k C. M. I.

Princip prvotno s paro hlajenega LWS konvertorja sta za proizvodnjo Cr-CrNi-nerjavnih jekel za **Uddeholm** v jeklarni Degerfors razvila O. Johnson in A. Eriksson¹³. Shema poskusnega konvertorja in potek štirih faz procesa — oksidacija Si — oksidacija C — dezoksidacija in redukcija s Fe Si — izplakovanje vodika z Ar brez vakuum — kaže ta sliki 5 in 6. Poraba Ar je znižana na ca. samo 1 Nm³/t jekla ter se zniža % H_2 na 5 ppm. 70-tonski konvertor je v gradnji.

V kateremkoli kisikovem konvertorju iz čistega grodlja in čistih odpadkov izdelano jeklo je kvalitetno, je tudi kvalitetnejše kot so ogljična in nizko



Slika 6

Potek žilavenja po Uddeholm postopku

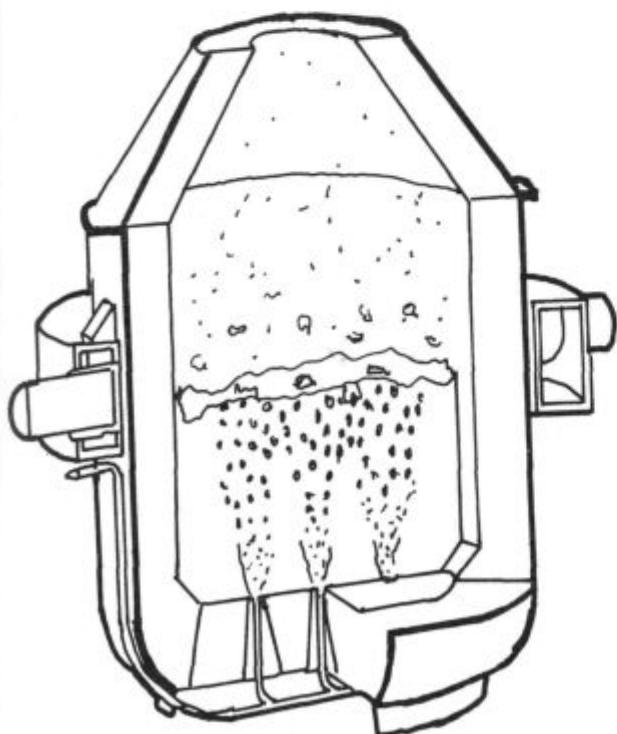
legirana martinska in elektrojekla. Konvertorji LWS in OBM so torej določeni za proizvodnjo kvalitetnih jekel, zlasti tistih z zelo nizkim C. Žilavenje je mirnejše, obraba sten in dna enakomerna, vzdržnost zelo velika, proizvodni stroški ugodni.

Zaradi nižjih višin so tudi gradbeni in investicijski stroški manjši. To pa so prednosti, ki so pomembne pri sodobnih malih proizvodnih enotah, ne pa toliko pri kapacitetah jeklarn od 4 do 10 milijonov ton surovega jekla.

IRSID-ovo kontinuirno žilavenje

Istočasno, ko so se francoski metalurgi trudili rešiti problem vpihavanja kisika skozi dno konvertorjev, je IRSID v svojem institutu v Maizières lès Metz razvijal tehniko in instalacijo za kontinuirno žilavenje grodlja¹⁴. Mala industrijska naprava za žilavenje ca. 25 ton grodlja na uro je bila nato grajena od 1969 do 1971 v bližnji Thomas jeklarni v Hagondange. Ob zaključku dvoletnega kampanjskega obratovanja je bilo v začetku decembra 1972 predvajano delovanje te naprave za »affinage continu« pred številno mednarodno strokovno publiko, ki je mogla ugotoviti uspešnost tega postopka in veliko specifično storilnost majhnega in nizkega reaktorja, katerega je tudi mogoče postaviti v vsako SM- ali Thomas jeklarno.

Izredno intenzivna specifična storilnost je dosežena z dejstvom, da skozi kratko kopje vpihavana kisik in zmleto apno na neprekinjeno dotekajoče surovo železo povzročata penečo se emulzijo grodlja — žilindre — plina. V zelo kratkem času tako žilavljena emulzija jekla s ca. 0,04–0,06 % C preko



Slika 5

Projekt konvertorja za Uddeholm postopek

praga odteka v dekantator, kjer se žilindra in jeklo ločita in vsak po svojem koritu neprekinjeno odteka. Izžiljavljeno jeklo doteka v 40-tonsko peč z indukcijskim kanalom za mrežno frekvenco in 800 KVA moči, kjer jekla dezoksidirajo, po potrebi naogljčijo, legirajo in po ca. eni uri odlijejo v šaržno ponev. Za to rabijo na tono jekla 8 Kwh. Obe nagibni ponvi, ki dobivata iz mešalnika grodelj, reaktor z dekantatorjem, industrijska indukcijska kanalna peč kot zaključni agregat — so kot celota in vsak zase metalurško in tehnično dognani in zanimivi.

Slika 7 kaže shemo te naprave, slika 8 prerez LD jeklarne in slika 9 prerez jeklarne po IRSID-u, obe za 750.000 ton surovega jekla letno. Evidentno je, da je slednja cenejša v gradbenih stroških, za katere računajo, da so za ca. 1/3 nižji od odgovarjajoče LD-jeklarne za isto kapaciteto. Bistveno pocenitev pomeni čiščenje plina z enostavnimi mokrimi čistilci. To je mogoče zaradi dejstva, da penjenje emulzije v reaktorju v glavnem absorbira Fe_2O_3 -aerosole, ki pri LD-konvertorjih zahtevajo izdatne investicije za čistilne naprave.

Hlajenje je mogoče s starim železom, metalizirano rudo ali s surovo rudo.

Navajamo primer za delo s starim železom:

V reaktor pride na tono jekla:

785,5 grodnja z 4,5 % C, 0,7 % Si, 0,17 % S, 0,7 % Mn — temperatura je 1300° C; 42,2 Nm³ O₂, 58,3 kg apna, 280,8 kg starega železa, 6,3 kg rude (ki je ekvivalentna 6,3 × 4,5 — ca 28,5 kg starega železa).

Iz reaktorja odhaja:

65 Nm³ plina z 80 % CO + 20 % CO₂ z fiz. in kem. toploto ca 193.000 kcal; 129,5 kg žlindre z bazičnostjo

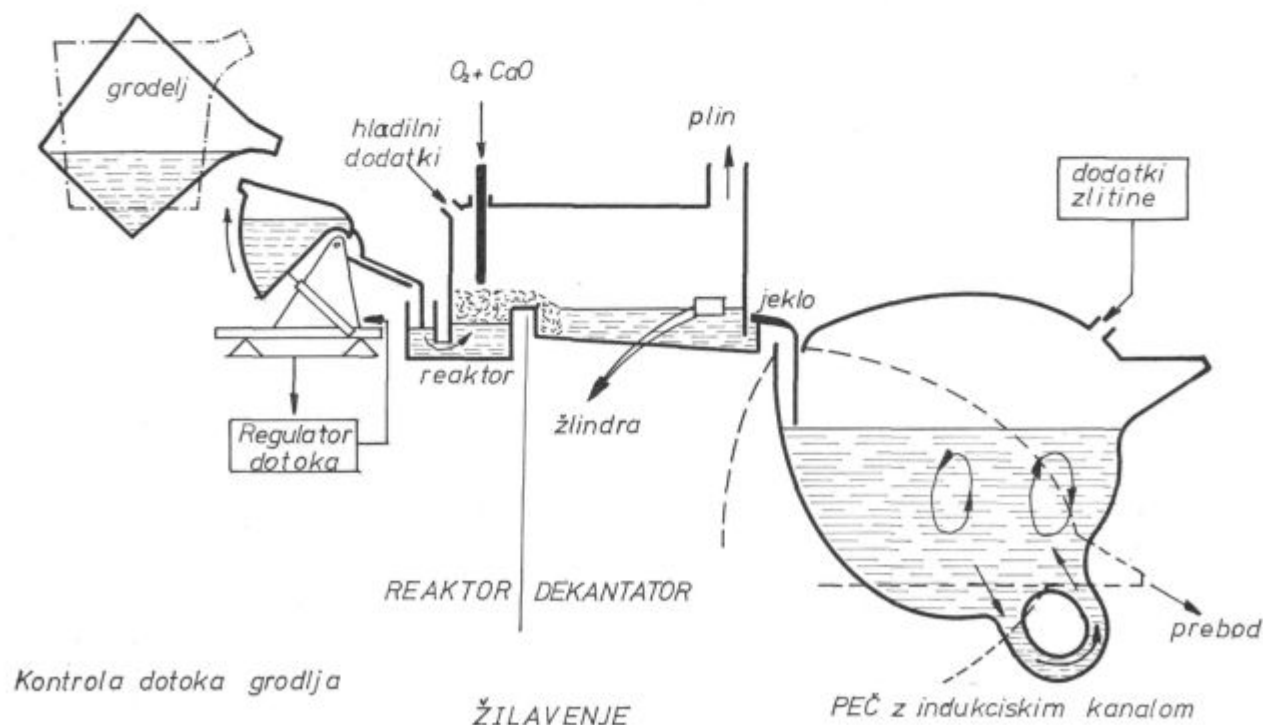
$$\frac{\% \text{ CaO} + \text{MgO}}{\% \text{ SiO}_2 + 5,0\% \text{ Fe}} = 3,5 \text{ in } 20 \% \text{ Fe}$$

1000,0 kg jekla z ca 0,06 % C, 0,015 % P, 0,15 % Mn in s temperaturo $t = 1600^{\circ}\text{C}$. Izkoristek Fe ca 97 %.

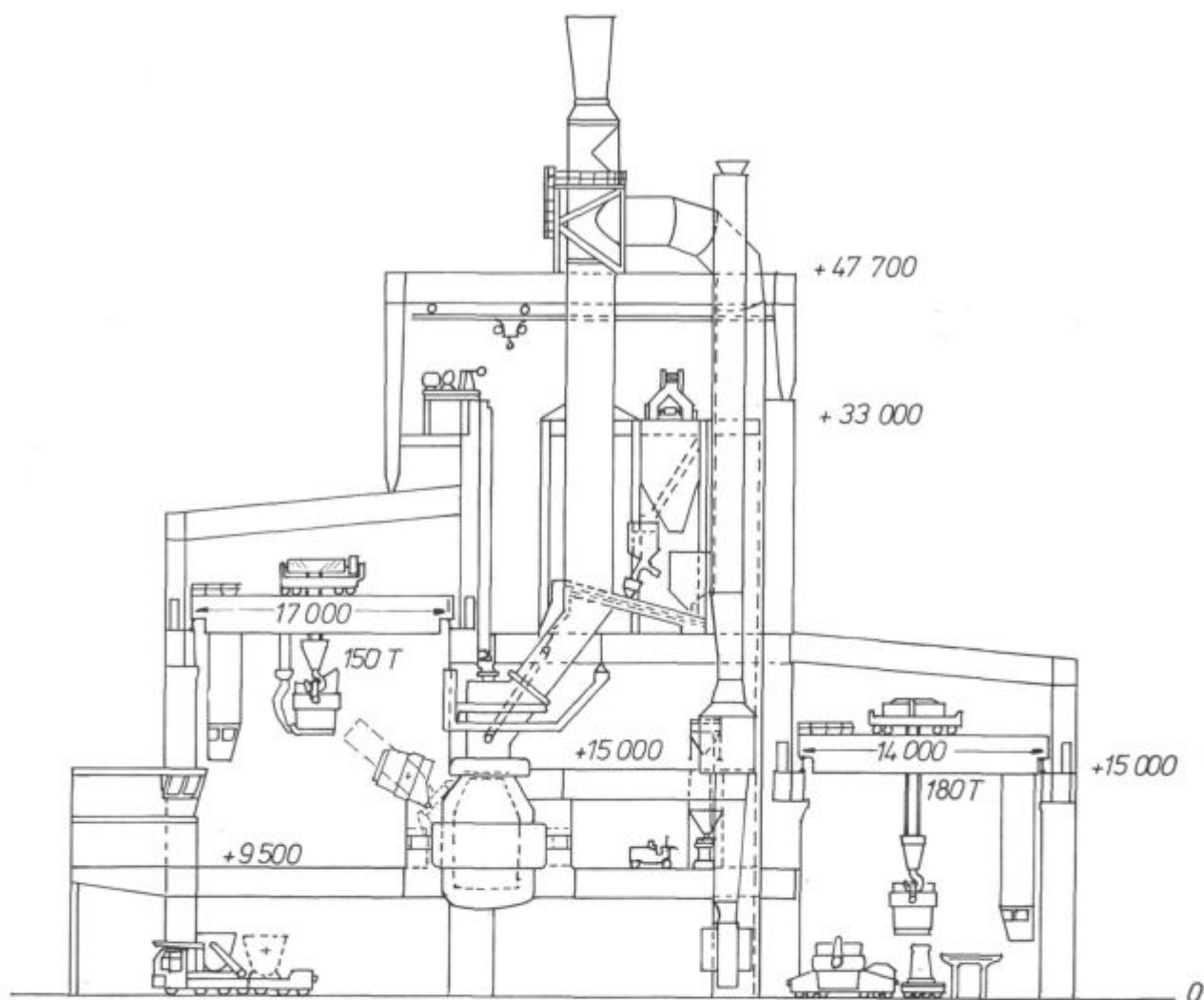
Energetska bilanca kaže, da pride v reaktor in se razvije v njem 441.700 kcal/to, — porabi in odhaja ista količina, ne upoštevajoč kalorično vrednost 52 Nm³ CO. Čeprav so na tono jekla sestava, količina in temperatura odhajajočih plinov konstantna, izkoriščanje plina na pr. za proizvodnjo pare v projektih še niso predvideli.

Med številnimi drugimi poizkusi, kako priti do kontinuirnega žilavenja grodlja (BISRA, VÖEST, WORCRA in dr.) je IRSID-ov postopek najbolj dognan. Njegovo predvajanje je dokazalo, da bi ta postopek nekoč mogel postati industrijsko pomemben. Potrebno pa je ugotoviti, da bi njegov razvoj zahteval še veliko dela in denarja.

Nizka višina IRSID-ove instalacije, ki ima za veliko proizvodnjo zaradi svojih minimalnih višin prostora na mestu vsake podrte SM-peči, pa je dobila tekmeča v danes že preizkušanih OBM, LWS-konvertorjih, ki prav tako ne zahtevajo višin. Razvoj IRSID-ovega kontinuirnega žilavenja je prišel torej nekaj let prepozno ali pa kakih 10 let prezgodaj spričo naporov za računsko vodenje in avtomatiziranje kompleksnih proizvodnih procesov.



Slika 7
Shema kontinuirnega žilavenja IRSID



Slika 8
Osnutek jeklarne LD — za 750.000 t jekla — 1973

Elektroobločne peči

Visoka storilnost elektro-obločnih peči, bodisi da so to HP ali UHP, omogoča veliko proizvodnjo. Nekdaj določena za proizvodnjo specialnih in legiranih jekel, je postala elektro-obločna peč agregat za masovno proizvodnjo. Kratko trajanje šarž se lepo usklajuje s tehniko kontinuirnega vlivanja. O njih so bila napisana številna poročila, predavanja na kongresih ter primerjaj material pod (15).

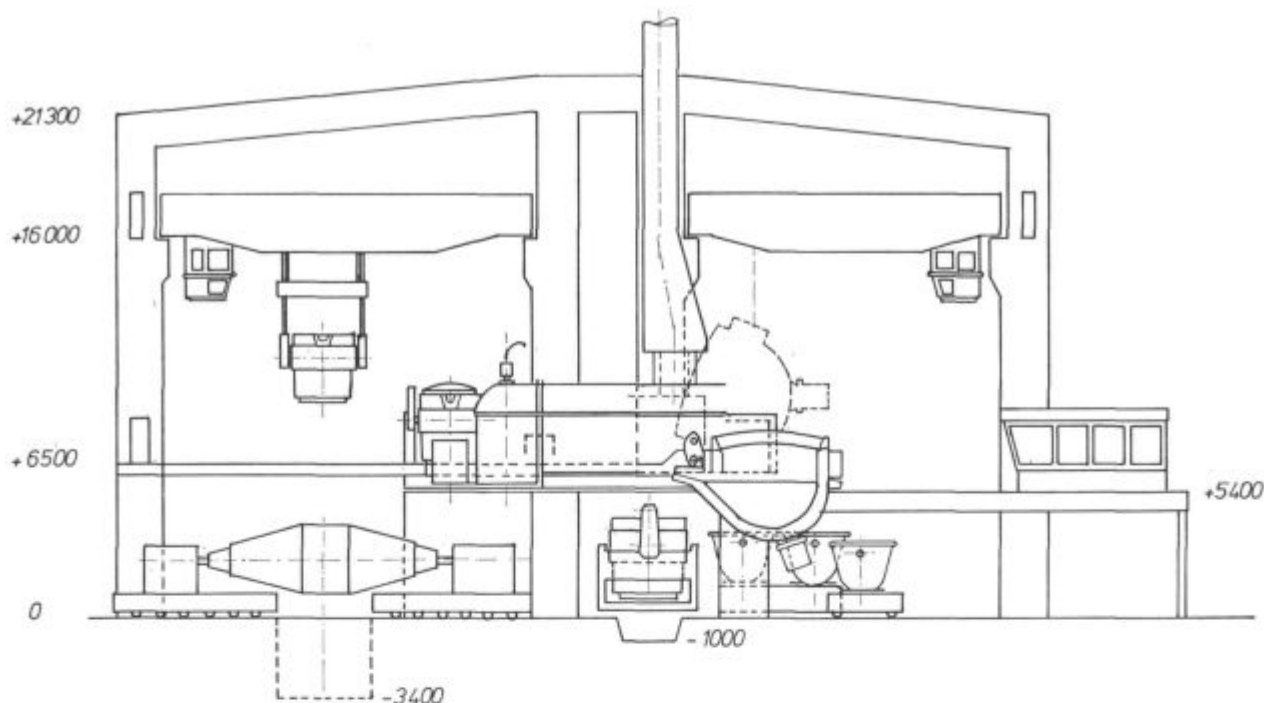
Ob v začetku navedeni proizvodni prognozi jugoslovanskih železarn za leto 1985 je delež elektro-jekla predviden z okrog 23 %, od tega je delež slovenskih železarn okrog 2/3. Kolikor bolj se manjša zaradi previsokih proizvodnih stroškov količina v SM pečeh izdelanega jekla, toliko večji bo moral biti delež elektro-obločne peči v jeklarski proizvodnji, ki je prvenstveno agregat za pretaljevanje starega železa. Če računamo, da bo leta 1985 na razpolago ca 480 kg starega železa na tono surovega jekla, od tega ca 200 kg zbirnega starega železa, 280 kg pa svežih odpadkov (od lastne predelave in

finalizacije), bo število elektro-obločnih peči moralo še naprej rasti, večale se bodo tudi njihove storilnosti in kapacitete. L. Füge in sodelavci (16) navajajo sledeče specifične porabe starega in svežega železa na tono surovih ingotov za posamezne postopke v letu 1972:

kisikovi LD, LDAC konvertorji	248 kg/t
SM-peči	760 kg/t
elektroobločne peči	930 kg/t
Thomas-konvertorji	100 kg/t
Skupno	405 kg/t

Ker so možnosti, da kisikovi konvertorji, zlasti velikih kapacitet, zvišajo delež odpadkov, starega železa ali Fegobe na 300, s predgrevanjem celo na 400—450 kg/t, moramo vseeno računati s tem, da bo delež elektro jekla v svetovni proizvodnji rasel in da se bo gibal okrog 25 %. Naše železarne bodo torej s 23 % približno v isti vrsti.

Ceprav ima elektro-obločna peč že dolgo tradicijo, je pa vendar še dosti pomanjkljivosti ener-



Slika 9
IRSID Osnutek jeklarne za kontinuirno žilavenje 750.000 ton jekla — 1973

getskega značaja, vzdržnosti zidovja in obokov (17), zlasti kadar gre za peči velikih storilnosti (HP in UHP-peči). Pojavljajo se tehnološke novosti, ki naj delo elektropeči omejijo le na fazo taljenja (glej poglavje o kombinaciji agregatov in postopkov).

V vsakem primeru pa delo elektro-obločne peči zahteva, da so izpolnjeni nekateri pogoji, kot so na primer:

Razvrščanje starega železa in svežih odpadkov po kvalitetah in vsebini kvarnih oligoelementov; priprava vložka s sodobnimi specialnimi stroji, da bi dosegli teže vložka od 1—3 ton/m³, za kar pa so potrebne znatne investicije, ki so najprimernejše kot centralizirane priprave v velikih zbiralnih in potrošniških okoliših.

Elektrojeklo ima višje odstotke N in H kot SM-jeklo, kjer imamo neprekinjeno splakovanje s CO vse do preboda; še čistejša so LD jekla. To zahteva dodatne operacije za splakovanje in evakuiranje z natega, s pretakanjem, z raznimi dupleks in tripleks postopki. Pravzaprav je tehnologija proizvodnje čistih elektro jekel še v razvoju. Primeri vpihovanja dodatkov apna, apna jedavca, apna — grafita, CaC₂ — SiC, FeSi, CaSi ali po IRSID-u apna s kisikom skozi kopje v staljeno kopel kažejo, koliko možnosti je in koliko dela še čaka elektro-jeklarne.

Velika ovira za večji razmah elektrojeklarstva je v Evropi in v svetu naraščajoče pomanjkanje elektroenergije, ki bo toliko dražja, kolikor manj je bo in kolikor večje bodo zahteve po konstantni in kvalitetni dobavi. Ta je mogoča le, če so na razpolago primerne rezerve za termo in nuklearne

centrale za kritje sezonskih in dnevnih konic, za dobe remontov. Take zadostne rezerve močno podražijo investicije, ki so toliko večje, kolikor večja je poraba električne energije.

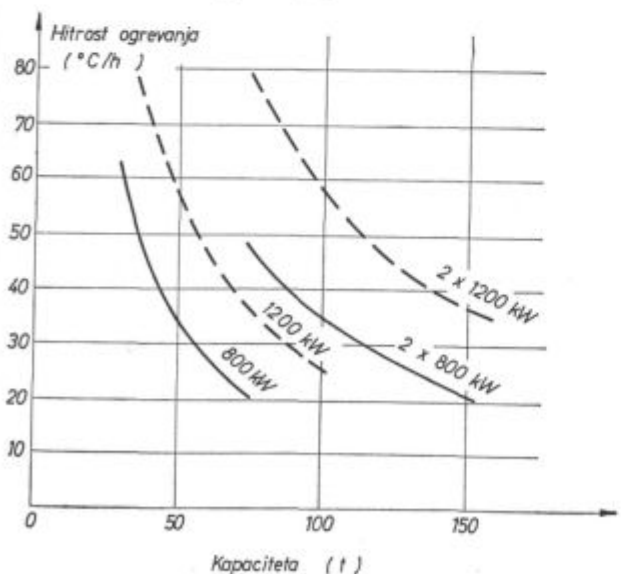
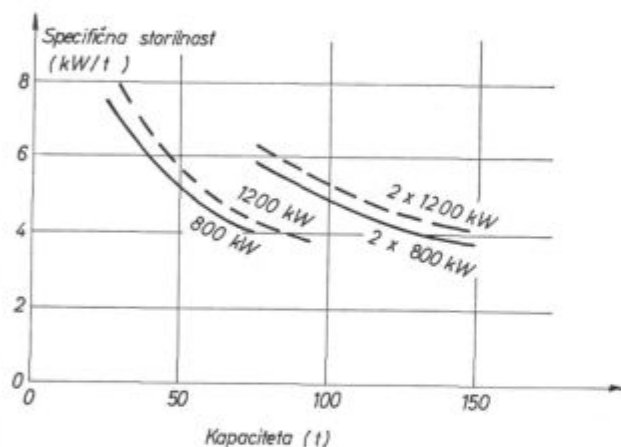
Pričakovano konstantno pomanjkanje električne energije — in pričakovati je pomanjkanje energij vseh vrst — bo trajalo vse do tedaj, ko bodo smeli in mogli mimo »petih velikih« vsi »mali« proizvajati električno energijo v vročih plutonij-skih reaktorjih. Ni verjetno, da se bo to zgodilo že v prihodnjih 25 letih. Še mnogo bolj odmaknjena je možnost izkoriščanja neizčrpane sončne energije za proizvodnjo električne energije.

Večja proizvodnja elektro jekla bo zahtevala večji uvoz grafitiranih elektrod s premeri 400—550 mm. Pri porabi povprečno 5 kg elektrod na tono elektro jekla bomo morali uvoziti za ZPSŽ 3.500, oz. 5.000 ton letno, za proizvodnjo 1.700.000 ton elektro jekla ca 8—9.000 ton. Za navedene dimenzije in količine tovarna v Sibeniku ni opremljena. Če bi te količine proizvajali doma v za to zgrajeni novi tovarni, so za njo potrebne znatne investicije in bi ta proizvodnja zahtevala še dodatnih 100—120 milijonov kwh letno. To je vprašanje, o katerem bo UJŽ morala razmišljati.

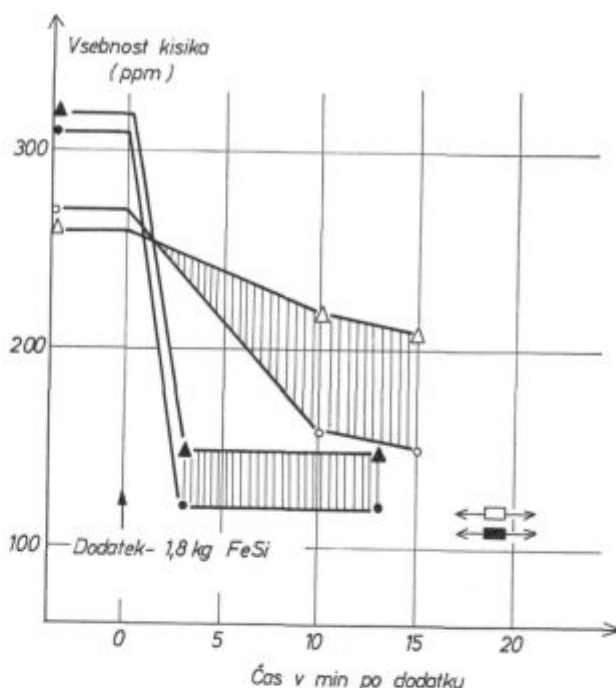
Indukcijske peči

Jeklarske indukcijske peči, grajene za srednje frekvence od 1000—3000 Hz (5000), imajo funkcijo pretaljevanja legiranih jekel, ferozlitin, nikla in drugih dragih zlitin in kovin. V kvalitetnih železo livarnah uporabljajo indukcijske peči za mrežno frekvenco, največkrat z indukcijskim kanalom, ki prevzamejo od kupolk železo, da uravnajo kemično

sestavo z zlitinskimi dodatki in njihovo temperaturo. — V novjšem času peč z indukcijskim kanalom za mrežno frekvenco dobiva pomen v Thomas, LDAC, v LD in elektro jeklarnah, da razbremenijo drage glavne talilne agregate zaključnih operacij: desoksidacija, legiranje, uravnavanje livne temperature. Sl. 10 kaže diagram (a) za porabo Kwh/t jekla za peči z enim induktorjem á 800 ali 1100 Kw, da obdrže nivo temperatur za kapacitete peči od 25 do 75 ton, oziroma z dvema induktorjema á 800 oz. 1100 Kw za kapacitete peči 75—150 ton, diagram (b) za gornje pogoje pa hitrost pregrevanja v °C na uro, če se na pr. dodajo desoksidanti FeMn, FeSi. Diagram Sl. 11 daje primerjavo padca kisika v ppm po pomirjenju z 1,8 kg FeSi/t v elektroobložni peči (6 t) in peči z indukcijskim kanalom. IRSID-ova poročila o razvoju tehnologije mrežne indukcijske peči kot dopolnilnemu agregatu zaboljšanje kvalitete (znižanje vključkov, P, S, N) in proizvodnih stroškov ogljičnih in legiranih jekel so šele deloma dostopna (18). Taka peč, opremljena za evakuiranje, je razvita šele za do 20 ton kapacitete.



Slika 10
Termične karakteristike industrijske peči s kanalskim induktorjem



Vsebnost O	Total	Raztop.	V ravnotežju
Obložna peč (6 t)	Δ	o	◀—▶
Peč s kanalom (8 t)	▲	•	◀—▶

Slika 11

Primerjava dezoksidacije s FeSi v obložni in kanalski peči

Metalizacija rud — direktni procesi

Pri proizvodnji le 1 milijona ton surovega jekla potrebujejo vse tri jeklarne 1,1 milijona ton vložka. Ker bodo šore v bodoče proizvajale le specialne vrste livarskih grodljev, Jesenice pa edine dale letno 200.000 ton jeklarskega surovega železa, bodo vse tri jeklarne rabile letno skoro 1 milijon ton lastnih odpadkov, odpadkov od industrijske predelave in finalizacije ter zbirnega in uvoženega starega železa. Računajmo, da rabi 700.000 ton elektro jekla ca 50.000 ton surovega železa, 400.000 ton SM-jekla pa 200.000 ton surovega železa, potem bo potrebno računati z vložkom:

ca 30 % lastnih odpadkov ali	300.000 ton
jugosl. zbirno staro železo	200.000 ton (?)
kupljeno surovo železo za el. jekl.	50.000 ton
povratek od domače finalizacije	100.000 ton
	od tega ca 15.000
	ostružkov)
tekoče surovo železo	200.000 ton
	750.000 ton
uvoz starega železa	350.000 ton
	oz. 365.000 ton

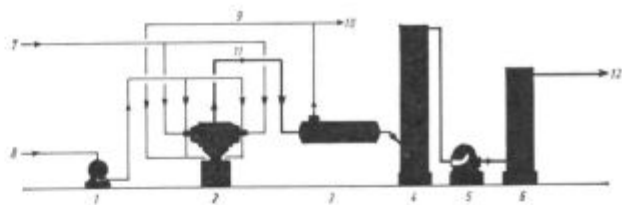
Ta količina starega železa bi mogla biti v celoti ali deloma krita z uvoženimi ali doma proizvedenimi metaliziranimi peleti ali briketi. Če pa raču-

najo naše železarnice na izvoz vsaj 100.000 ton valjanih ali doma neobdelanih proizvodov, se od teh ne bodo vračali odpadki predelave in finalizacije, tudi ne po povprečno računanim vračanju po 20 letih. Se ostreje se postavlja vprašanje uvoza Fe substance, če bodo naše jeklarne v bodoče pri intenzivnejšem izkoriščanju svojih kapacitet za 1.100.000 surovega jekla rabile ca 1.220.000 ton vložka in bo pri boljših tehnoloških ukrepih padla količina lastnih odpadkov pod 30 %. Primorani bomo dnevno uvoziti ali izdelati 1000 do 1100 ton Fe-surovin, sposobnih za neposredno pretaljenje in žilavenje.

Naše tri železarnice bi torej potrebovale ca. 350.000 do 400.000 ton v »direktnem procesu« izdelane metalizirane rude, peletov ali briketov. Ta količina bi zrasla še za okrog 200.000 ton, če bi pogasili plavže na Jesenicah in bi se orientirali na izključno proizvodnjo elektrojekla.

Direktni procesi zahtevajo za metalizacijo žganih peletov redukcijska plina CO in H_2 , ki ju normalno proizvajajo s katalitično konverzijo predvsem naravnega plina po postopkih, ki so na prodaj. Plin CO in H_2 pa je mogoče proizvajati tudi iz trdnih goriv, kot so nekoksni, črni premogi ali tudi domači tipa Zagorje. Svetovne zaloge nekoksnih črnih premogov so izredne in bodo za dolgo preživele nafto in naravni plin.

Postopki, kakršen je na pr. Koppers-Totzekov, bi dal na tono zagorskega premoga ca. 1000 m^3 očiščenega plina s ca. 66 % CO, 31 % H_2 , 3 % CH_4 , N_2 , CO_2 ¹⁹. Plinski generator za tak plin je grajen za zmlete premege ali za mazut. Izdatki za glavne surovine za gazifikacijo goriv s paro in O_2 , za el. energijo, vodo, bi po približnih računih bili za proizvodnjo 1 tone Fe-gobe pri ceni 226 din za 1 tono Zagorskega, 400 din za tono črnega premoga, 560 dinarjev za tono mazuta (olje S) in 800 din za 1000 Nm^3 naravnega plina na 736, 950 oz. 1600 din. Pri ceni 260 din za 1000 Nm^3 naravnega plina, katerega dobiva danes Železarna Sisak, bi prišli ti izdatki na ca. 890 din/tono Fe gobe. V primeri s premogom bi 1000 Nm^3 naravnega plina ne smelo stati več kot 220 din. Pri taki ceni in pri ceni 540 din za 950 kg Fe v surovi Itabiri frco vagon Bakar, bi stala 1 tona Fe-gobe z ostalimi izdatki okrog 1380 do 1450 din. To je pa cena, katero je mogoče plačati le, kadar je zahtevan zelo čist in bogat Fe-vložek. Izbirati in odločiti se je potrebno za: racionalno proizveden grodelj s 30 % železarskih odpadkov, žilavljen s ca. 55–60 Nm^3 kisika v LWS (ali LD) konvertorju, ali pa staro železo — metalizirani



Slika 13

Proizvodnja redukcijskega plina po K. T. z vplinjanjem olj.

peleti z 0,5–1,0 % C — 500–550 kwh in 5–6 kg elektrod. Taka alternativa se postavlja za Jesenice, ne pa za Ravne in Store.

Industrijsko preizkušeni in dognani so nekateri postopki, med katerimi je predvsem vredno omeniti: SLRN postopek s trdnimi gorivi, zlasti pa Purofer postopek (ATH — Oberhausen, za 500 ton na dan) in Midrex-postopek, katerega je razvil Korf do industrijskega in veleindustrijskega obsega.

Ti postopki rabijo 3,2–3,5 mega kalorij za tono Fe-gobe. Poleg cen za rude ali žgane pelete določajo stroške in cene torej predvsem cene za uporabljane reducente, zlasti za naravni plin.

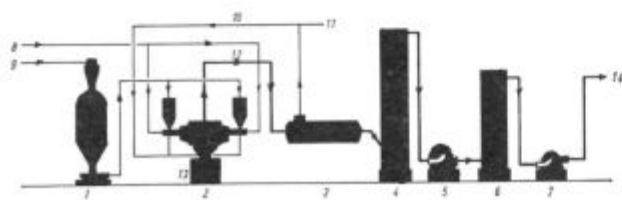
Primerjajoč Purofer in Midrex-Korf postopka in naprave, je mogoče ugotoviti, da, čeprav sta oba dognana, ima pa Midrex-Korf z 2, oz. 3 napravami, zlasti pa z gradnjo objekta za 4 milijone ton metaliziranih peletov v SSSR pred »ATH-Purofer« napravo, velik naskok.

Najmanjša ekonomična enota naj proizvaja vsaj 1000 ton Fe gobe dnevno kot pelete ali brikete. To bi odgovarjalo potrebam naših elektrojeklarn. Za 330.000 ton metaliziranih peletov letno bi bilo potrebno uvoziti skoraj pol milijona ton žganih peletov z vsaj 95 % Fe_2O_3 . Žgani ali metalizirani peleti so pa tudi hladilno sredstvo za kisikove konvertorje, do ca. 30 % rudnega vsipa so dobrodošli plavžarjem. Če so predreducirani, se še dodatno zniža poraba koksa v plavžih. Če ne bodo v bodoče države latinske Amerike in zahodne Afrike dobavljale le žgane pelete, ampak jih bodo tiste, ki imajo tudi naravni plin, na mestu metalizirale, potem v naših uvoznih lukah, Bakru ali Koprui ali tudi ob največjem potrošniku, ne bo potrebno graditi redukcijskih naprav.

Drugeče bi bilo postavljeno vprašanje, če bi šlo za izkoriščanje silnih odvečnih toplot v hitri plutonijski nuklearni centrali, če bi taka bila zgrajena pri nas.

Kombiniranje agregatov in postopkov

Že pred precej desetletji so bili opuščeni dupleks postopki, kot so žilavenje v kislem konvertorju in rafinacija ter dokončanje taljin v SM ali elektroobločnih pečeh, predžilavenje v aktivnem mešalcu in dokončanje v SM peči in podobno. Dupleks ali celo tripleks postopki so sami po sebi dragi, upravičeni le takrat, kadar se z njimi bistveno izboljša kvaliteta ali z relativno manjšimi inve-



Slika 12

Proizvodnja redukcijskega plina po K. T. iz premogovega prahu

sticijami bistveno dvigne proizvodnja, kar opraviči višje prodajne cene ali zniža proizvodne stroške zaradi večjih realizacij.

IRSID-ovo kontinuirno žilavenje je primer za nujnost vključenja drugega finalnega agregata. To bo potrebno tudi pri vseh drugih kontinuirnih žilavilnih procesih, ki so danes šele v fazi razvoja.

Rafinacija, naogljčenje, legiranje in dezoksidacija nekvalitetnega Thomas jekla v 40-tonski indukcijski peči za mrežno frekvenco je afirmacija take peči za številne kombinacije, zlasti ker znaša njena nabavna cena le 1/4 do 1/3 cene za indukcijske peči ali indukcijske opreme za srednje frekvence za enake namene.

Te cenene peči se morejo uspešno vključiti v delo malih in srednje velikih obločnih peči, da prevzamejo od njih vse zaključne operacije, ki rabijo po raztaljenju vložka za rafinacijo, legiranje in izdelavo talin le še 1/4 do 1/5 toka, katerega jim dajejo njihovi transformatorji, grajeni za velike talilne storilnosti. Elektroprenosnim podjetjem so dobrodošli diagrami enakomernega odvzema toka brez velikih periodičnih nihanj.

Če so take zaključne peči opremljene še za evakuiranje izdelanega jekla, je to dodatna možnost za poboljšanje kakovosti. Indukcijsko dodatno gretje ponev razširja in poboljšuje »metalurgijo ponev« in se po kateremkoli postopku vršijo v ponvah: izplakovanje z Ar, N₂, legiranje, dezoksidacije, evakuiranje velikih kovaških ingotov, evakuiranje z natega, s pretakanjem in podobno.

Indukcijske peči, ali samo tuljave za srednjo frekvenco, v katerih se jeklo dokonča v vanje nameščenih amagnetnih ponvah z vakuumom ali brez njega, postajajo že redna dopolnitev žilavenja v kisikovih konvertorjih, zlasti tedaj, ko gre za izredno mehka in močno legirana jekla. Seveda so kombinacije dveh ali celo treh agregatov, na pr. po postopku ASEA-SKF, ASEA-MR drage in upravičene le tam, kjer naj se poboljša in dvigne proizvodnja specialnih in plemenitih jekel.

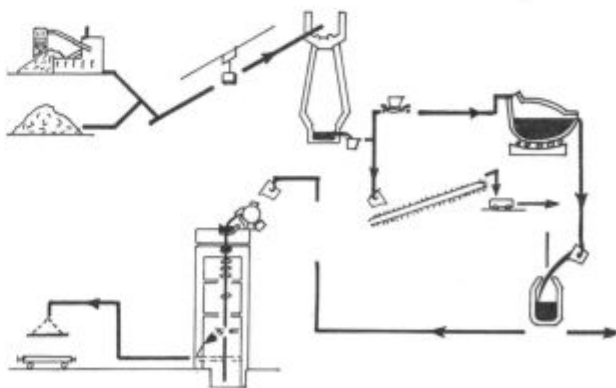
Upoštevalo kvalitete v kisikovitih konvertorjih do skrajnosti razogljčenih nerjavnih, visokotemperaturnih elektro jekel, realizirajo elektrojeklarne tudi zaporedje: elektro-obločna peč — kisikov konvertor — vakuumska indukcijska peč ali ponev. Sicer se pa prebije kot kvalitetna dupleks tehnologija: kisikov konvertor — indukcijska peč za mrežno ali srednjo frekvenco, z evakuiranjem ali brez.

V skupino dupleks postopkov moramo šteti tudi pretaljevanje legiranih jekel pod žlindro, zlasti tistih visokolegiranih, ki neugodno kristalizirajo v navadnih kokilah. Vsestranske preiskave jekel, pretaljenih v številnih **EPŽ pečeh** na svetu in v 1- do 2-tonski na Ravnah, bodo omogočile primerjave raznih dupleks in večstopenjskih postopkov med seboj, dale odgovore na vprašanja, za katere vrste jekel so posamezni postopki najprimernejši in glede proizvodnih stroškov najugodnejši.

ASEA-Stora (ASP) — postopek, o katerem so prvič poročali l. 1970²⁰, je sestavljen iz serije operacij: razpršenje jekla v kapljice, ki se na dnu recipienta pod zaščitno atmosfero strdijo, v drugi posodi z vibriranjem med seboj stisnejo, nato v mrzlem stanju izostatično kompaktirajo v cilindrične sirovce pri 4000 atn., oblikovanci segrejejo na 1150° in pri tej temperaturi pod izostatičnim pritiskom 1000 atn. dokončno izdelajo kot konvencionalni ingot za nadaljnjo vročo predelavo. Tako kombinacija granuliranja tekočega jekla z operacijami prašne metalurgije da seveda brzorezna jekla in druga z močnimi segregacijami v kvalitetah, katerih strukture so v vseh smereh pop. homogene.

Primer miniželezarne v Decazeville

Ta v centralni Franciji ležeča železarnica je poučen primer sodobnega koncepta, po katerem je bil zgrajen ta objekt, predvsem iz lokalnih, socialno-ekonomskih razlogov, leta 1969²¹. Dejstva, da so morali okoliški premovalniki in železovi rudniki zmanjševati proizvodnje, da naj 80 km oddaljena koksarna še naprej dobavlja koks malemu plavžu s 300 m³ volumna, ki pa je mogel le majhen del hematitnega grodlja prodati lastni livarni in šibkim okoliškim livarnam, ni pa več mogel dobiti rentabilnih cen za večje količine in na večje razdalje — vse to je grozilo, da bi še bolj nazadovalo gospodarstvo tega centralnega dela Francije, ki velja za »nerazvit okoliš«. Neposredni sosed plavžu je ne velika valjarna valjanih cevi (obrat skupine Vallourec), ki rabi kvalitetna, ogljična in srednje-legirana jekla kot okroglice s premerom 85 do 160 mm, zlasti za APJ in podobne kvalitetne cevi. Čistost domačih rud Batère za obstoječi plavž, pomanjkanje starega železa v okolici, kvarni oligoelementi v njem so narekovali, da se v projektu izključi proizvodnja elektro jekla. Slika 14 kaže shemo železarne v Decazeville, ki naj bi proizvajala od začetnih 90.000 ton končno 150.000 ton surovega jekla, predvsem za sosednjo valjarno cevi. Na razpolago so dobili za to izgradnjo ca 300 ffr. za tona jekla in leta.



Slika 14
Proizvodna shema železarne v Decazeville

Zgrajena je bila DW-LI aglomeracija za 500 do 600 ton bogatega bazičnega ($1,7-1,8 = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$) sintra s ca. 60 % Fe na dan. Ker ni zadosti lastne rude, uvažajo preko Bordaux-a še hematite Nimba in Itabira (65–60 % Fe), iz Bilbao pa tamkajšnje čiste piritne izpražke. Pred aglomeracijo se praženje lastne rude, drobljenje in klasiranje opravljajo pri rudniku; kosovna ruda z 8–40 mm gre neposredno v silose za vsip, ostale — 8 mm frakcije se zmeljejo in sintrajo na DW-LI traku, ki ima 14 m² sesalne površine, 3,5 m² izenačevalne in 7 m² hladilne. Dobijo 41–45 ton sintra na m²/dan, frakcije pod 12 se vračajo, ostalo gre v plavž, ki dela brez starega železa, brez olja in O₂, s temperaturo zraka od 950°C in porabi za 1 tono grodlja (4,3 % C, 2,3–2,5 % Mn, 0,50 Si) 510 kg koksa (11 % pepela).

Ta grodelj konvertirajo v mehko jeklo v LD-konvertorju z le 15–18 ton kapacitete. Zaradi nesoglasja kapacitet plavža — konvertorja — livnih strojev, je pred konvertorjem 300-tonske mešalec — za konvertorjem pa pred 3 stroji za kontinuirno vlivanje 3 18–20-tonske CEM-BBC indukcijske

peči s kanalskim induktorjem, ki so opremljene za evakuiranje jekel. Peči imajo instalirano moč 900 kVA, 240 V, 50 Hz, kondenzatorska baterija 1110 KVAR. 800 kw pregreva 18 ton jekla, z 0,8°C na minuto. Za temperaturo 1650° in taline 18 ton rabijo 21 kwh/tono. Evakuiranje dosežejo na 0,3 Torr pri storilnosti 25 kg zraka na uro. Jeklo se vlija v treh vertikal. konti-strojih. Dotočne vmesne ponve imajo vsebino 800 kg, zapore so drsne. Iz razdelilcev teče jeklo tangencialno v kristalizatorje, ki se pa po postopku CLE vrtijo s 50–150 obrati na min. (norm. ca. 100), oscilirajo sinusoidno ter so tipa monoblok s 300 — 500 mm dolžine. Dolžine okroglic 4–6 m se režejo po dogovoru z valjarno (sl. 15). Brezhibna površina in eksaktnost premera omogočajo valjarni prihranek dveh egalizacijskih operacij.

Ali niso razlogi, ki so določili tehnološki koncept in investicijski program za to mini železarno, kjer sta obstajala le plavž in mala livarna, zelo podobni položaju in pogojem, v kakršnih se nahajajo dostikrat stare železarne? Če računamo le 14 % za amortizacijo in obresti vloženega kapitala 45 milij. fr. frankov, ki bremenijo sedanjo skromno proizvodnjo, se mora taka obdržati na meji rentabilnosti le s specializirano proizvodnjo kvalitetnih jekel.

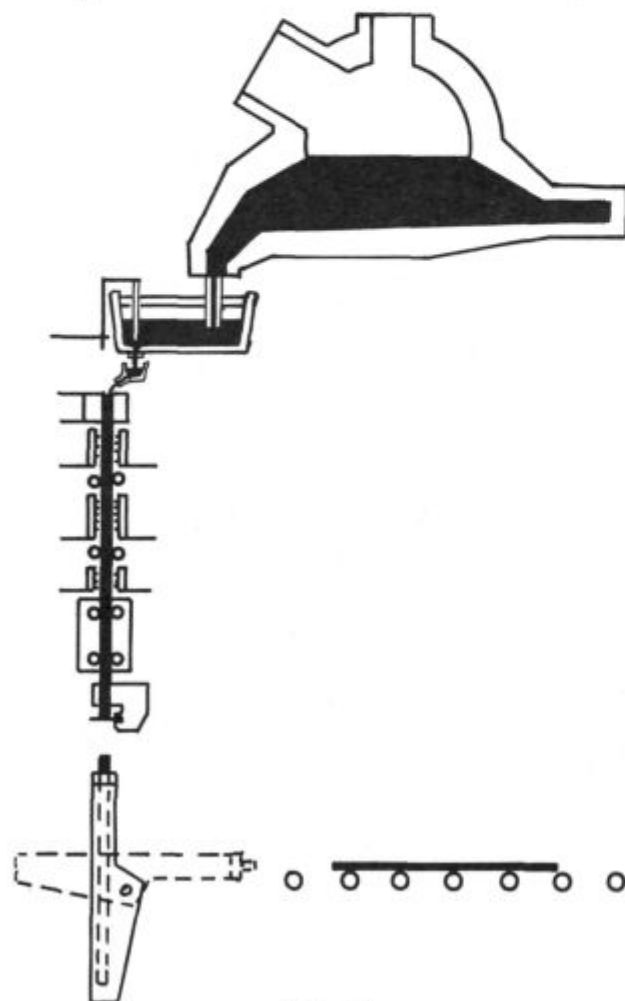
Proizvodne alternative

Zaradi nizke porabe jekla v Jugoslaviji v zadnjih 25 letih in počasnega naraščanja potrošnje in proizvodnje bo tudi še po obdobju 1985/1990 našim jeklarnam na razpolago premalo starega železa. Čistost starega železa in vložka sploh je važna zlasti za proizvodnjo mehkih jekel in jekel z najnižjimi odstotki ogljika, ki so in bodo na Jesenicah približno polovica proizvodnje. Potreben bo nakup velikih količin starega železa zunaj.

Po S. Čopu²² bodo železarne UJŽ pri planirani strukturi in proizvodnji in boljšem zbiranju morale uvoziti 1975. leta 0,380 milijonov ton, 1985. leta pa 1,1 ali celo 1,5 milijona ton starega železa. Železarne ZP naj bi proizvedle v letu 1985 1.000.000 ton jekla, od tega skoraj 700.000 ton elektro jekla — iz vložka 70.000 surovega železa in 700.000 ton lastnih svežih odpadkov in starega železa.

Predpostavimo, da bo pri bodočih strukturah naših železarn 25 % lastnih in predelovalnih odpadkov, to je 250.000 ton, zaradi povečanega izvoza gotovih produktov le 80.000 ton vrnjenih od domačih predelovalcev, od UJŽ bi kvota od zbiranja dala največ 200.000 ton starega železa, plavža na Jesenicah še 200.000 ton grodlja, 70.000 ton pa kupljenega. Naše jeklarne bodo torej rabile po tem načrtu iz uvoza ca. 300–350.000 ton starega železa in metaliziranih peletov ali briketov.

Uvoz starega železa je odvisen od deviznih dovoljenj, cene so visoke, nihajo, kakovosti večinoma ne odgovarjajo potrebam, volumnske teže so majhne. Nečistih surovin pa ne prenese kvalitetni proizvodni program naših železarn.



Slika 15

Konti stroj z vrtečo kokilo in indukcijsko pečjo v jeklarni Decazeville

Izredno velike zaloge koksnih in črnih premogov na svetu, cene bogatih železovih rud, nizki prevozní stroški v veleladjah, so v veliki meri jamstvo, da bodo potrebne količine koksnih premogov, črnih premogov, bogatih rud, žganih ali celo metaliziranih peletov dohajale redno, da bodo cene racionalne in ne bodo presegale redne inflacijske rasti.

Razvoj elektrojeklarn ZP nasprotuje razvoju našega elektro gospodarstva. Gradnja novih hidro, termo in nuklearnih central zamuja in zdi se, da se naša republika tudi leta 1985 pri potrebah ca. 12.000 gwh ne bo mogla izogniti stalnemu primanjkljaju električne energije, od 20 do 10 %, konkretno 1.000 do 2000 gwh letno. To bo najprej zadelo elektrojeklarne in ostale elektrometalurške proizvodnje. Bodoča participacija velepotrošnikov — to so tudi železarne — bo dražila električno energijo. Po sedanjem programu izgradnje bo morala samo jeseniška železarna participirati pri izgradnji novih energetskih in prenosnih kapacitet s svojim deležem za okrog 50 instaliranih in njej konstantno potrebnih MW.

Spričo takšnih perspektiv smatram, da za naše tri železarne 70 % delež elektrojekla v celotni proizvodnji že presega zgornjo mejo za konstantnost in s tem ekonomičnost proizvodnje. Vprašanje, ali naj bo vse jeklo proizvedeno v elektroobločnih pečeh — Ravne in Štore drugače tako že ne moreta — ali pa naj bo še 300—400.000 ton jekla proizvedenega na Jesenicah iz grodlja žilavljenege v kisikovem konvertorju, je za Jesenice, ki morajo zaradi previsokih proizvodnih stroškov svoje martinovke ustaviti, povečati proizvodnjo ogljikovih, nizko, srednje legiranih, konstrukcijskih, elektrojekel ter mehkih jekel z najnižjim ogljikom, legiranih s Si (elektrokvalitete) s Cr, Cr-Ni in sl., — poboljšati kakovost, zvišati dobiček, znižati proizvodne stroške za jeklo.

Postavljam za Jesenice med mnogimi le štiri alternative in variante, za katere naj bodo izračunani proizvodni in investicijski stroški za surovo jeklo in polne lastne cene za gotove izdelke.

Prva alternativa: oba plavža ostaneta s premerom 3,3 m, le med rednimi remontu naj bosta profila poboljšana, znane pomanjkljivosti (število pihalic, žrelne zapore, razdelitev vsipa) odpravljene. Predpostavka je še, da bo s pomočjo znanih ukrepov delo aglomeracije omogočilo plavžema optimalne vsipne in redukcijske pogoje. Vsip za plavža naj bo bogat, samohoden, žlindre okrog 400 kg, tehnika dodajanja mazuta naj omogoči popolno razpršenje in vžig v CO + H₂ pred pihalicami, granulacija sintra in kosovne rude enakomerna in za hitri prenos toplote primerno drobna.

Vsip, ki bi omogočil dnevno proizvodnjo ca. 600 ton grodlja, oziroma letno okrog 210.000 ton, porabo koksa pa znižal ob dodatku ca. 70 kg mazuta vsaj na 500 kg/t, bi mogel biti sestavljen na primer: 1130 kg aglomerata (580 Itabire s 64 % Fe, 330 kg ljubijske aglorude prane, ca. 350 kg apnenca zmletega pod 1 mm; v njem bi bilo torej ca.

550 kg Fe) — 570 kg prane kosovne ljubijske rude s ca. 300 kg Fe — 100 kg ostružkov s ca. 90 % Fe. — Stroški za vsip in predelavo bi po odbitku dobropisa za plin in žlindro pri današnjih cenah bili okrog 1300 din/t grodlja.

210.000 t tekočega grodlja in okrog 90.000 ton odpadkov in metaliziranih peletov bi dalo iz kisikovega konvertorja kapacitete 35 ton letno ca. 270.000 ton visokokvalitetnega jekla.

Tehnološki ukrepi v elektrojeklarni bi mogli zmanjšati porabo električne energije na tono jekla od 650 na 550, kar bi dvignilo proizvodnjo jekla od 162.000 ton (1972) na ca. 200.000 ton, porabo elektrod pa znižalo na okrog 1.000 ton.

Po tej alternativu bi torej jeklarne na Jesenicah letno proizvedla 270.000 konvertorskega in 200.000 ton elektrojekla. Skupno torej 480.000 ton jekla letno ali približno toliko kot ga proizvaja danes z 2 (3) elektropečmi in 4—5 SM pečmi.

Pod predpostavko, da bo polovica jekla vlita na konti-strojih bo lastnih odpadkov le ca. 17 % ali ca. 80.000 ton; od predelave naj bi se vrnilo ca. 50.000 ton, dobava starega železa naj bi bila 80.000 ton; skupno bi bilo torej na razpolago doma 210.000 ton. Potrebno bo torej uvoziti za to proizvodnjo 90—100.000 ton starega železa iz inozemstva (95.000 ton) ali ekvivalentno količino metaliziranih peletov.

Druga alternativa naj upošteva zvišanje proizvodnje jekla na 650.000 ton, od tega elektrojekla nespremenjeno 200.000 ton, konvertorskega jekla 450.000 ton. Polovica jekla naj bo vlita kontinuirno, polovica v kokile. Proizvodnja grodlja naj bi znašala ca. 370.000 ton ali tekom 350 obratovalnih dni ca. 1060 ton dnevno. Lastnih odpadkov, onih od predelave in železa od zbirnih podjetij bi bilo na razpolago ca. 110.000 ton + 85.000 + 80.000 ton ali skupno ca. 275.000 ton. Potreben bi bil uvoz okrog 190.000 ton po možnosti metaliziranih peletov (briketov) z vsaj 95 % Fe; uvoz Itabire (Nimbe) bi znašal ca. 220.000 ton, elektrod 1000 ton. Za 1060 ton grodlja dnevno ali ca. 44 ton/h bi potrebovali v plavžu na uro 2.160 koksa in ca. 360 mazuta. Tolikšna proizvodnja grodlja bi zahtevala nov plavž, kakršnega so že pred nekaj leti projektirali, (Poljski projekt), — aglomeracija je bila za tako proizvodnjo grajena, GHH in BBC vetrili bi skoraj zmogli pri paralelnem delu potrebno količino zraka z 9 % O₂ vključno izgube, in bi mogli biti rezerva za novo vetrilo za maksimalno kapaciteto ca. 100—110.000 m³/h in nekaj višji tlak.

Nov plavž s 5,2—5,5 m premera talilnika s pripadajočimi močnejšimi agregati (Cowperji, vetrilo, polnjenje s tlakom) pomeni veliko investicijo.

Da bi se tej izognili vzemimo **varianto II. b:**

Zgradi se med pl. I in II — tretji plavž. Vsi trije naj delajo vskladu z že obstoječo kapaciteto kauperjev in vetril ter bi dali dnevno do 750 ton grodlja. 750 ton grodlja, 320 ton odpadkov ali 340 ton metaliziranih peletov bi dalo ca. 970 ton

konvertorskega jekla. Iz 200.000 ton starega železa in 10.000 ton surovega železa bi dve elektropeči dali 200.000 ton elektrojekla. Obe preostali SM peči (ki bi pozneje enkrat mogli biti zamenjani s popolnejšo elektropečjo, če bi energetska stiska minila?) bi delali v glavnem z mrzlim vložkom in bi letno mogli dati 150.000 ton surovega jekla. Plavži bi dali letno skoro 40.000 ton grodlja, ki bi bil na razpolago elektro in SM-pečem, če bi O_2 -konvertor delal le 300 dni oziroma proizvedel le 300.000 ton jekla. — Uvoz bi po tej varianti obsegal ca. 160.000 Itabire, ca. 100.000 ton starega železa, 120.000 ton metaliziranih peletov in 1.000 ton elektrod.

Mogoče je izdelati še več variant za to drugo alternativo, pri kateri je poudarek na zvišani proizvodnji grodlja in konvertorskega jekla — brez novih elektroobločnih peči. Vsaka varianta se bo od drugih razlikovala glede investicijskih izdatkov in končnih proizvodnih stroškov za 1 tono surovega jekla, predvsem pa glede neposrednih deviznih izdatkov za uvožene surovine.

Tretja alternativa upošteva mišljenje tistega kroga jeseniških metalurgov, ki predlagajo, da se ustavi proizvodnja grodlja in SM-peči zamenjajo z elektroobločnimi pečmi. Vložek naj bi bilo poleg domačih odpadkov in starega železa, uvoženo staro železo in metalizirani peleti, (še boljši bi bili briketi Fe-gobe s ca. 95 % Fe z volumsko težo 5.5 in nasipno 4 t/m³).

— Vsled prešibkega prenosnega omrežja in elektroenergetskega »zaledja« — UHP-enote ne bi prišle v poštev. Za 650.000 ton jekla letno — to je ca. 700.000 ton vložka, bi slično kot po prejšnjih alternativah — 1/2 jekla vlitega kontinuirno, 1/2 v kokile — imeli na razpolago od domačega nakupa 65.000 ton grodlja, svežih odpadkov in starega železa ca. 340.000, nabaviti bi bilo potrebno ca. 150.000 starega železa in 150.000 ton briketirane Fe-gobe iz uvoza. Uvoz elektrod bi znašal ca. 3.300 ton. Elektrojeklarna bi morala dobiti vsaj še 3 elektroobločne peči kapacitete po 70 ton in s transformatorji po ca. 24/25 MVA — torej dodatno trafo postajo za ca 80 MVA.

Dejstvo, da se gradi v Bakru koksarna z začetno kapaciteto 750.000 ton, v drugi fazi 1,5 milijonov ton, da je na Jesenice iz Bakra 228 km, iz Lukavca pa 570 km — je faktor, ki marsikatero dosedanje poglede spreminja.

Vendar pa samo investicijski računi in izračuni proizvodnih stroškov in polnih lastnih cen za iz 470.000 oziroma 650.000 surovega jekla izvaljanih gotovih produktov smejo odločiti katera alternativa, katera varianta je za jeseniško železarno najugodnejša, da bo redno oskrbljena s kvalitetnim surovim jeklom. Za vse tri železarnе more biti tak globalni račun napravljen v ZP.

Izbor najboljše alternative ne bo niti enostaven niti lahek. Če sami devizni zneski za glavne surovine, katere bi morala železarna plačevati po eni ali drugi alternativni in varianti kažejo, kolikšna odgovornost, premišljenost, strokovni kontakti in posvetovanja v odkritih dialogih bodo potrebna, preden bo padla odločitev, ki naj da Železarni Jesenice osnovo, ki ji danes manjka.

Za izračun deviznih sredstev, potrebnih samo za uvoz glavnih surovin, so vzete sledeče cene v \$ za tono frco meja ali cif najbližja luka: staro železo — 85 \$ (rezane ladje bodo stale 130 do 150 \$ za tono); Itabira s 64–65.5 % Fe — 17.3 \$ Bakar; metalizirani peleti s 95 % Fe — 85 \$, briketi 88 \$ cif Bakar, grafitirane elektrode 1.100 \$ frco meja.

Varianta II. a, ki zahteva najmanj deviznih sredstev za uvoz, je investicijsko najdražja, je pa rešitev, ki bo omogočila že čez nekaj let konstantno in najcenejšo proizvodnjo najkvalitetnejšega jekla. Varianta I. ni glede deviznih izdatkov daleč od nje, vendar je proizvodnja le 470.000 ton surovega jekla prešibka, da bi nosila ostale, Jesenicam potrebne investicije. Ne more biti to kompenzirano niti z ekvivalentnim nakupom gredic, po 180 \$/t. Varianta II. b daje manj konvertorskega jekla pa zadrži nekaj proizvodnje dragega SM-jekla. Varianta III. je kakovostno, stroškovno in energetsko najneugodnejša.

Ta članek naj da našim železarjem vzpodbudo da bi se poglobili v izdelavo dolgoročnega načrta razvoja naših treh železarn, ki se ne bo ustavil že leta 1985. Vsa tehnika — in z njo tudi metalurgija — se nenehno razvija in pogosto zahteva korekturo marsikatero izkušnje in spoznanja. Taki primeri s področja metalurgije so v članku navedeni. So opomin, da moramo stalno zasledovati sodobni razvoj in biti v živem kontaktu s tistimi kolegi doma in izven naših meja, ki gredo pred razvojem.

Alternative	I.		II. a		II. b		III.	
v 10 ³	10 ³		10 ³		10 ³		10 ³	
ton \$	t	\$	t	\$	t	\$	t	\$
staro železo	—	—	—	—	100	8500	150	13.500
metal. peleti/briketi	95	8300	100	8600	120	10.200	150	12.800
ruda Itabira	120	2080	215	3720	160	2770	—	—
elektrode	1	1100	1	1100	1	1100	3.3	3.630
S k u p a j	216	11.480	216	13.420	381	22.570	303.3	29.930
na t sur. jekla \$	24,4		20,7		34,9		46,0	

Literatura

1. Problem Relating to Iron and Steel Scrap — UVO-ECE.-NY 1971
W. Cordes — Se 1971 — str. 793/801
O. Oelsen Entwicklungstendenzen der internationalen Altschrott als Schrottversorgung — (ATH — interno) Rohstoff zur Stahlerzeugung (Juni 1972-ATH) Der Schrottbetrieb (1972-H.11 — str. 4/6)
2. Gl. St. u. E.-106 — 1973 — str. 254/55; St. u. E.-106 — 1972 str. 268/69
3. UJZ — sept. 1972 »Plan razvoja preduzeća do 1985 god.« (v ponovni predelavi)
4. Problemi obogaćivanja ruda rudnika Ljubija — M. Vu. kovojač, M. Malbašić — Zenica 1966; elaborati UJZ — 1961; B. Koželj — 1966; Zavod za rudarstvo Sarajevo 1966; J. Purić in drugi 1966; M. Malbašić — Čelik 29 — 1971
5. D. Schutz — D. Bülter — St. u. E. št. 23 — 1972 — str. 1179/1188
6. C. I. T. — št. 4 — 1972 — D. Borgnat in B. Eyglunet str. 951/988
7. ATH — privatni podatki
8. C. R. M. — Metallurgical Reports No 29 — Dec. 1971
C. R. M. — Metallurgical Reports No 33 — Dec. 1972
9. Glej zbornik Congres international sur les Acieries a l'Oxygene — Sept. 1963
10. P. Leroy, M. Gombert, H. Poissonier, A. Delaven, C. Beutinet: le procédé LWS — Revue de Metallurgie: Mars 1971 — str. 181/193 in Mars 1972 str. 187/195
P. Leroy — Iron and Steel Engineer — Oct. 1972 — str. 51—55
11. Gl. St. u. E. — 108 — 1970 — str. 374
J. Metals 24 — 1972 — str. 6
12. Iron Steel Engineer — Oct. 1968, str. 137—138; — S. Fabbri — Modern Refining Technics 1970 — 41 — str. 42—46; E. E. Hodges, R. L. Chapple — M. R. T. — 1970 — str. 47—51
13. Glej — Metals and Materials — str. 15—16
14. Gl. poročilo avtorja o obisku v Rombas. Primerjaj poročila IRSID-a — avtorjev Denier, Berthet, Rouanet, Vayssière, Trentini:
Octobre 1971, R. J. — 228 — Janv. 1972, P. 155 — Mars 1972 Thyssen Forschung — 1969/2 — Th Kootz — H. Schmiedel str. 49—60
N. ACI. 5704 — May 1972; N. DWL 687 — Nov. 1972, J. I u. SI — June 1969
15. Mednarodni kongres o elektrojeklarnah v Cannes-u, junij 1972
Posvetovanje elektrojeklarjev, Zürich, Okt. 1972
Posvetovanje o elektropečeh — UJZ — nov. 1972
16. H. Gotheil in sodel. — St. u. E. 1973 — 713/20
L. Füge in sodel. — St. u. E. 1973 — 725/731
Primerjaj vire pod 1.
17. St. u. E. — 1973 — K. Konopicki — 721 do 724 Radex — Rundschau — 1973 — zv. 3—6 člankov str. 519 do 567
St. u. E. — 1973 — K. Bretthauer in sodel. — str. 761 do 765
18. R. Alberny, J. Antoine, G. Bianchi — Poročilo IRSID — 170 — Octobre 1972
K. M. Brokmeyer: Induktives Schmelzen — BBC — 1966
19. Industrial Heating — July 1972 — str. 1250/54
H. Koppers: Synthesegas durch Vergasung von Bremsstoffen jeder Art Nach Koppers — Totzek — Essen 1965.
20. Steel Times, Sept. 1970, str. 623 do 628
Steel Times, July 1973, str. 543 do 544
21. Revue de Metallurgie — Okt. 1972 — L. Lambert in soavtorji — str. 663—678
22. S. Čop — Že. Zb — 1973, št. 1 — str. 19—22
S. Čop — interna »Studija o staremu železu« — 4. 4. 1973

ZUSAMMENFASSUNG

Prognose für die künftige Produktion der slowenischen Eisenhüttenwerke zeigt im Vergleich zu den anderen nach dem langfristigen Jahresplan der UJZ (Verein jugoslawischer Eisenhüttenwerke) einen Produktionsfall von 25,8 % im 1972 auf 9 bis 10 %.

Im Vergleich zu der gesamten Weltstahlproduktion wird die jugoslawische auch nach dem Jahre 1985 noch unbedeutend sein, wenn auch der scheinbare jährliche Rohstahlverbrauch pro Einwohner von 128 kg auf rund 500 kg ansteigen wird. Die zur Verfügung stehenden Investitionsmittel sind, nach der Meinung des Autors zu knapp für eine Erhöhung der Rohstahlproduktion auf die geplanten 11 Mill. t. Der langfristige Investitionsplan für die Erhöhung der jugoslawischen Rohstahlerzeugung sollte deshalb auf etwa 7,2 Mill. t. reduziert werden, wovon wenigstens 1,6 Mill. t. Elektro Stahl sein sollten.

Die statistischen Daten zeigen, dass grosse Rohstahlerzeuger auch grosse Mengen Eisenerz einführen und ebenso grosse Mengen Stahlrohisen produzieren. Für die zentralen und westlichen Hüttenwerke ist die einheimische Eisenerzbasis das Ljubija Revier, dessen Reserven am 31. 12. 1971 auf 307 Mill. t. Erz (über 45 % Fe) geschätzt worden sind, und zusammen mit den armen Erzen 470 Mill. t. betragen. Wenn jährlich 6—7 Mill. t. und nach dem Jahre 1985 10 oder sogar 13 Mill. t. Erz abgebaut würden, wären diese Reserven in 25 bis 30 Jahren erschöpft. Wenn man bedenkt, dass 1000 kg Fe in eingeführten Erzen billiger ist als in den aufbereiteten Ljubija Erzen, wäre es zweckmässig, wenigstens einen Teil der reichen Erze oder gebrannte, vielleicht schon reduzierte Pallets einzuführen, um die Lebensdauer Ljubijas zu verlängern.

Die geographische sowie die Rohstofflage der Slowenischen Hüttenwerke verlangt eine Produktionsorientierung zu den teureren Stahlqualitäten, sowie zu einem grösseren Anteil der Fertigprodukte, womit die höheren Rohstahl-

produktionskosten kompensiert werden können. Dieses wird von allen drei Hüttenwerken beschleunigt verwirklicht. Die Hüttenwerke können folgend kategorisiert werden: das Hüttenwerk Ravne ist mit seiner Produktionskapazität von 220.000 Tonnen und seinem Produktionsprogramm ein grosses Edelmühlwerk, welches den Anteil der Fertigprodukte auf wenigstens 60 % erhöhen sollte; Store ist ein Ministahlwerk, wenn man nur die Stahlproduktionsseite betrachtet, bedeutend aber als Graugussartikelproduzent; Jesenice ist nach seiner technologischen Einrichtung und bunter Produktion nicht ein Mini- und nicht ein grosses Stahlwerk und steht zurzeit vor einer schwierigen Aufgabe, wie das eigene Produktionsprogramm mit den anderen zwei zu koordinieren.

Die neueste Entwicklung in der Hochofentechnologie ist angegeben, welche die Roheisenerzeugung der Hochöfen in Jesenice rationalisieren und erhöhen könnte. Bei so kleinen Hochöfen ist es möglich mit Massnahmen, wie verstärktes Injizieren von Öl und das Einblasen von durch die Vergasung von Öl oder Kohle erzeugtem CO + H₂ in den Bauch, nach dem Versuchsmuster in Seraing, die Produktion zu erhöhen und zu verbilligen.

Die LWS, OBM, AOD, und Uddeholm Konverterverfahren sind beschrieben. Die Möglichkeit der Stahlerzeugung im Sauerstoffkonverter in Jesenice wird behandelt, insofern die Hochöfen beibehalten werden.

Als Beispiel für die kontinuierliche Stahlerzeugung ist das IRSID Verfahren »affinage continu« angegeben.

Die Stahlerzeugung in Lichtbogenöfen verlangt, wenn es sich um »reine Stähle« handelt, auch einen reinen Einsatz. Behandelt werden das Midrex-Korff und Purofer Verfahren, welche auch bei uns angewendet werden könnten, wenn die Reduktionsgase aus Öl oder Kohle erzeugt würden. Eine grobe Rechnung zeigt, dass das Erdgas für diesen Zweck nicht teurer als 220 din/1000 Nm³ sein dürfte, und

dass es eine reale Möglichkeit besteht die Reduktionsgasse aus Braunkohle Zagorje nach dem Koppers-Totzek Verfahren zu erzeugen.

Der Grund für die bestehenden Entwicklungstendenzen in der Stahlerzeugung im gesamten Weltraum sind die grossen Vorräte reicher Eisenerze (263 Md. t, davon 72 Md. t mit über 55 % Fe). Neue Milliarden werden jährlich entdeckt. Auch wegen der Koks-kohle (ca 870 Md. t) braucht man sich noch keine Sorgen zu machen. Grössere Transporteinheiten verringern die Transportkosten den am Meer oder an Wasserwegen liegenden übergrossen Hüttenwerken. Ministahlwerke von 100.000 bis 300.000 Tonnen Jahreskapazität werden in Debiten aufgestellt, wo ringsum viele kleine Abnehmer und auch Schrott zur Verfügung sind. Der technologische Weg ist: Lichtbogenofen (Schrott-Eisenschwamm), Stranggiessen und Walzwerke mit spezialisiertem Walzprogramm.

In Edelstahlwerken und auch anderen werden in immer grösserem Masse Duplex oder gar Triplex Verfahren eingeführt: Lichtbogenofen — Sauerstoffkonvertor — Induktionsofen (Mittel oder Netzfrequenz) als Endagregat welcher auch entgast werden kann; oder Sauerstoffkonvertor (wenn flüssiges Roheisen zur Verfügung steht) — Induktionsofen mit oder ohne Entgasung.

Das Ministahlwerk in Decazewille mit Sauerstoffkonvertor, Induktionsöfen, Stranggussanlagen für die Erzeugung von Rohlingen für Röhrenwerke ist beschrieben. Es wird eine kurze Marktentwicklung über die Anschaffung von Schrott, Eisenerzen, gebrannter oder reduzierter Pellets, Koks, Energie und Elektroden für Lichtbogenöfen gegeben. Diese Entwicklungstendenzen diktieren, dass die

künftige Entwicklung unserer Hüttenwerke besonders des Hüttenwerkes Jesenice kritisch analysiert und die möglichen Alternativen vom qualitativen, technologischen, vom Kostenaufwand und Investitionsstandpunkt miteinander verglichen werden. Dabei ist mit der Produktion von Koks in Bakar im Jahre 1976 zu rechnen.

Es wird nicht leicht sein im Rahmen der Vereinigten slowenischen Hüttenwerke für das Hüttenwerk Jesenice die beste technologische Lösung zu finden. Drei alternative Möglichkeiten sind angegeben, nach denen alle drei Hüttenwerke rund 1 Mill. t. Rohstahl jährlich erzeugen. Nach der ersten sollte ungefähr die jetzige Produktionsstruktur beibehalten werden, das fehlende Eisen würde für die Elektrostahlwerke als Schrott importiert. Nach der zweiten sollte eine vergrösserte Produktion der Hochöfen in Jesenice etwa 270 bis 300.000 t Roheisen für das Frischen in 35 t Sauerstoffkonvertern geben; aus den eingeführten gebrannten Pellets würde Eisenschwamm erzeugt für Elektrostahl, dessen Anteil etwa 60 % der Gesamtstahlproduktion betragen würde. Die dritte Alternative gilt für den Entschluss, wenn in Jesenice die Hochöfen stillgesetzt werden; und das gesamte Rohstahl in Elektroöfen erzeugt wird, welche mit Eisenschwamm und Schrott vom Import versorgt werden.

Nach der zweiten Alternative sind die Unkosten für die Einfuhr des Reproduktionsmaterials am niedrigsten, nach der (dritten) am höchsten. Alle drei beweisen es, dass es dringend ist, so schnell wie möglich objektive Studien und Vergleiche auszuarbeiten, um nicht für die künftige Entwicklung des Hüttenwerkes Jesenice schon im voraus einen falschen Entschluss zu fassen.

SUMMARY

Prognosis of future production plans of the three Slovene ironworks show that their portion in Yugoslavia will be reduced from the last year 25,8 % to about 9 to 10 % according to the longterm UJ2 program. Yugoslav production will mean only a very small portion of the world production also after year 1985 though apparent yearly consumption of raw steel per capita will increase from 128 kg to 500 kg. Available investments suggest, according to the author's opinion, that the long term plan of Yugoslav ferrous metallurgy should be reduced from about 11 million tons of raw steel to about 7,2 million tons with at least 1,6 million ton of steel made in electro-furnaces.

Statistics show that big steel producers are also big ore importers and big pig iron producers.

Ore basis for central and west ironworks is Ljubija region which reserves discovers till 31th December 1971 contained 307 million tons ore with over 45 % Fe, and 470 million tons of all ore together. If 6 to 7 million tons are exploited per year with the increased output from 10 to even 13 million tons after the year 1985, the available reserves will be exhausted in 25 to 30 years. Because 1000 kg Fe in reach imported ores are cheaper than in enriched Ljubija ore, it is convenient that our ironworks should in future at least partially import reach ores or calcines, perhaps even reduced pellets to prolong the life of Ljubija mine.

Geographical situation and raw materials demand that Slovene ironworks have to orientate to production of more expensive steel qualities and the portion of final products should be greater thus compensating the higher production costs of steel. The three Slovene ironworks intensively follow this trend, and their program is:

Ravne ironworks with output of 220,000 tons quality steel are according to their production program great steelworks for special steels and their amount of final product should be increased for 60 % at least; Store ironworks are a mini steel plant but important for their foundry activities; Jesenice ironworks are neither small nor big ironworks according to their technological equip-

ment and variety of production, and they are before a difficult task how to reach the capacity of 700,000 ton steel and simultaneously adjust their own production program with the programs of the other two ironworks.

The newest development of that blast furnace technology which could rationalize and increase the pig iron production of Jesenice blast furnaces is presented. In such small blast furnaces the production can be increased and the prices reduced if the amount of oil injection is increased and CO + H₂ obtained by gasification of oils and coal is injected in the bosh according to tests made in Seraign.

LWS, OBM, AOD, and Uddeholm variant are described together with the converter technique of blowing O₂ — water vapour through the bottom. The possibility of converting pig iron to steel in the oxygen converter is treated if Jesenice ironworks will retain the blast furnaces.

As an example for continuous refining of pig iron the IRSID process «affinage continu» is cited.

Development of electric arc furnaces and their technology demands pure charge when «pure steel» is to be produced. Midrex-Korf process and Purofer process are analyzed as the possible ones for our conditions if reduction gas will be produced from oils or coal. Raw calculations show that natural gas for this purpose should not be more expensive than 200 din/1000 Nm³, and that the possibility of production of reducing gas from Zagorje coal by Koppers-Totzek process is realistic.

Great reserves of rich iron ores (263 milliard tons, 72 milliard tons of them with Fe over 55 %) cause the existent trend of development of the world ironmaking. New milliards are discovered yearly. Also coals for coking (about 870 milliard tons) do not cause anxiety. Bigger transporting units reduce transport costs to big ironworks on sea coasts and other water ways. Small ironworks with capacities 100,000 to 300,000 ton are built in areas where is a great number of small consumers and scrap iron is available. Technological scheme is: electric arc furnace (scrap iron, Fe-sponge) — continuous casting — rolling mill with the most specialized program.

In the steelworks for special steels and other quality steels duplex and triplex process are the most applied: electric arc furnace — oxygen converter — induction furnace for medium or line frequency as the end set-up which is usually also equipped with a vacuum apparatus; or oxygen converter (where molten pig iron is available) — induction furnaces with vacuum or without it.

Steelworks in Decazeville as a mini ironworks with oxygen converter, induction furnaces, continuous casting machines for rounds used for tubes are described.

Short treatment of market trends on purchase of scrap iron, iron ores, calcined and metallized pellets, coke, electrical energy, and electrodes for electric arc furnaces dictates that the future development of our ironworks, especially of the Jesenice ironworks, must be critically analyzed, and possible production alternatives compared from the viewpoints of products, technology, investments, and costs. Beginning of the coke production in Bakar is planned for the year 1976.

As an example that the best technological and production solution for Jesenice ironworks in the union of

United Slovene Ironworks will be a very difficult task, three alternatives are cited, according to which all the three ironworks will produce about 1,000,000 ton raw steel per year. The first one proposes the existing production structure, the lack of iron, mainly for needs of electro-steelworks will be compensated by importing scrap iron. According to the second one the extended blast furnace production in Jesenice should give 270,000 to 300,000 tons pig iron for refining in 35 ton oxygen converter; from the imported calcined rich pellets pure Fe sponge should be produced — about 60 % steel is to be steel from electric furnaces. The third alternative suggests closing down the Jesenice blast furnaces, the raw steel should be produced in electric furnaces from the Fe sponge and some imported scrap iron.

According to the second alternative the costs for the imported reproduction material are the lowest, and according to the first one the highest. But all the three alternatives prove that many objective studies and comparisons must be made as soon as possible in order to avoid wrong planned development, especially of the Jesenice ironworks.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогноз будущего производства трёх словенских металлургических заводов нам указывает, что доля металлургической промышленности Словении, в сравнении с производством этой отрасли в остальных республиках Югославии, на основании долгосрочного плана Объединения югославских металлургических заводов, уменьшится с 25,8 % прошлого года на всего 9—10 %. При сравнении с всемирным производством, производство стали в Югославии, даже и после 1985 года будет ещё незначительно, несмотря на то, что кажущиеся годовое потребление стали на жителя повысится с 128 кг. проба. на 500 кг. По мнению автора необходимо, взяв в учёт имеющиеся в распоряжении средства для инвестирования, уменьшить в долгосрочном плане югославской чёрной металлургии 11 милл. т. стали проба. на 7,2 милл. т., при чём производство электростали не должно быть меньше 1,6 милл. т.

Статистика указывает, что большие производители стали в свою очередь также большие импортеры железной руды и большие продуценты чугуна. Для нейтральных и металлургических заводов в западных пределах Югославии как сырьевая база железной руды представляют реверсы рудника Любни. На основании геологических исследований 31.12.1971 г. запасы железной руды с содержанием железа свыше 45 %, оценены на 307 милл. т.; вместе с низкокачественной рудой запасы представляют 470 милл. т. При годовой раскопки в количестве 6—7 милл. т., а после 1985 г. 10 милл. а возможно даже и 13 милл. т. в год, запасы железной руды в Любни будут выработаны в течение 25—30 лет.

Так как 1000 кг. железа в импортной железной руде обходится дешевле от обогащенной железной руды из рудника Любни, то уместно для наших металлургических заводов часть богатой или обогащённой руды, также возможно и редуцированные окатыши, импортировать. Исполняя эту цель, можно продолжить существование рудника Любни.

Географическое и, что касается сырья, расположение словенских металлургических заводов, требует ориентировку производства более дорогих качеств стали. Необходимо также увеличить долю конечных продуктов при чём будет дана возможность возместить высокие расходы производства стали. Эту цель три словенские металлургические заводы постепенно проводить в жизнь. Категоризация словенских металлургических заводов следующая: металлургический завод Ране с производственной мощностью 220.000 т/г высококачественной стали должен бы в программе производства специальной стали повысить квоту конечных изделий не менее 60 %. Шторе, завод мини-металлургического типа что касается производства стали, имеет значение как большой центр антейного производства. Наконец, металлургический завод Есенице по своему технологическому оборудованию и разнообразности производства, нельзя рассматривать как на завода большой мощности а также не как мини-металлургического типа. Завод Есенице находится перед тяжёлой задачей, как согласовать собственную программу производства в отношении с остальными двумя упомянутыми металлургическими заводами Словении.

Рассмотрено самое новейшее развитие технологии доменного производства, которая бы могла рационализировать, увеличить и придать значение производству чугуна доменных печей в Есеницах. Увеличить и удешевить производство доми такой малой ёмкости можно только увеличением впрыскивания жидких топлив а также смеси газов CO + H₂, полученных газификацией жидких топлив или угля, вдуванием в распор домы в согласии опытов, которые состоялись в Сераингу.

Рассмотрены способы LWS, OBM, AOD и способ из Uddelholm'a, варианты и техника продувки с смесью O₂-пар через дно конвертора. Описана возможность переработки чугуна в сталь в конверторе вдуванием кислорода в металлургическом заводе Есенице, в случае если производство чугуна в этом заводе будет продолжаться. Приведён способ «affinage continu», IRSIDA, как пример установки который даёт возможность вести непрерывное фришование чугуна. Отмечено, что развитие электродуговой печи и технологии производства стали, когда вопрос о «чистой стали», требует чистую шихту. Дано описание способов производства стали Midrex-Korf и Purofer. При рассмотрении этих способов можно заключить, что есть возможность применить эти способы в наших металлургических заводах, под условием, если бы из жидких топлив или из угля производили редуцированный газ. Грубый подсчёт указал, что для этой цели природный газ не должен быть дороже 220 дин/1000 м³; указано, что производство редуцированного газа по способу Koppers-Totzek у реална из бурого угля рудника Загорье. Причины существующих направлений развития всемирной металлургии железа это большие запасы железной руды. Эти запасы оцениваются пока на 263 милл. т.; при чём больше чем 72 мл. т. руды содержат свыше 55 % железа. Каждый год вскрывают новые залежи железной руды в малых т-ах. Также нет недостатка что касается угля для коксования; известные пока залежи ценятся на проба. 870 милл. т.

Все более крупные транспортные единицы уменьшают расходы транспорта металлургических заводов-гигантов, расположение которых на берегу моря или водных путей. Мини-металлургические заводы ёмкости 100—300.000 т. строятся в районах где находится большое число потребителей и достаточное количество железного скрапа.

Технологическая линия производства следующая: электродуговая печь (скрап, губчатое железо) — непрерывная разливка-прокатный стан, с чем более специализированной программой.

В сталеплавильных заводах в которых производится специальная сталь, а также и в заводах качественной стали, всё больше вводят в употребление дуговое, даже и триплексные способы, т. е. электродуговая печь — O₂ конвертор — индукционная печь для средней частоты или частоты сети как конечный агрегат, в котором обыкновенно оборудован для эвакуирования. Другая варианта дугового способа представляет: O₂ конвертор (там где в распоряжении расплавленный чугун) — индукционная печь, с или без эвакуирования.

Дано описание сталеплавильного завода в Decaseville, модели мини-металлургического завода с кислородным конвертором, индукционными печами, с оборудованнием для непрерывного производства заготовок для стальных труб. Рассмотрение рыночных трендов, что касается снабжения с скрапом, железной рудой, обожжёнными и металлургическими окатышами и коксом, электрической энергией и электродами для электродуговой печи, нас указывает, что будущему развитию наших металлургических заводов, в особенности заводу Есенице необходимо подвергнуть критическому анализу. Необходимо сравнить между собой возможные альтернативы производства с точки зрения на качество, на технологию производства, инвестирования и что касается затраты средств. Можно ожидать, что 1976 года начать с производством кокса коксовый завод в Бакре. Так как в Объединении словенских металлургических заводов будет для завода Есенице не легко выбрать самое лучшее технологическое решение, то как пример, рассмотрены три альтернативы, на основании которых все три завода дадут в год прибл. 1 милл. т. сырой стали.

По первой альтернативе теперешняя структура производства сохраняется, импортируется только недостаток скрапа, главным образом для электро-сталеплавильных заводов. По второй альтернативе завод Есенице увеличивает производство чугуна для фризирования на 270—300.000 т в 35 т-ом кислородном конверторе. Из импортных богатых железом обожжённых окатышей произвели бы чистое губчатое железо; продукт переработки представлял бы не менее чем 60 % электростали. Третья альтернатива находится перед решением прекратить производство чугуна в доменных печах Есенице и перенести производство сырой стали в электродуговые печи, перерабатывая чистое губчатое железо при импорте небольшого количества скрапа.

Расходы для ввоза репродукционного материала ниже всего по второй альтернативе, а выше всего по первой. Все три альтернативы доказывают, что необходимо чем раньше выполнить не малое количество объективных исследований и сравнений, чтобы не причинить ущерб в особенности будущему развитию металлургического завода Есенице.