



VREDNOVANJE ČVRSTOG FOSILNOG GORIVA

Sažetak

Čvrsto fosilno gorivo, zbog svojih neiscrpnih zaliha bit će u XXI. stoljeću stožerni oslonac energetskih sustava. Samo visokokalorična fosilna goriva imaju tržišnu vrijednost i sudjeluju u svjetskoj trgovini. Niskokalorična fosilna goriva (smeđi ugljen + lignit) su goriva koja se troše na licu mjesta i njihova vrijednost se posredno izražava putem proizvedenog kWh. Radi utvrđivanja realne vrijednosti jedne tone niskokaloričnog ugljena moraju se kriteriji za određivanje vrijednosti jedne tone ugljena (kamenog) dopuniti i dodatno vrednovati te tržišno ocijeniti.

Ključne riječi: čvrsto fosilno gorivo, vrijednost, niskokalorični ugljen, visokokalorični ugljen

EVALUATION OF HARD FOSSIL FUEL

Abstract:

Because of its inexhaustible supplies hard fossil fuel will represent the pillar of the power systems of the 21st century. Only high-calorie fossil fuels have the market value and participate in the world trade. Low-calorie fossil fuels (brown coal and lignite) are fuels spent on the spot and their value is indirectly expressed through manufactured kWh. For the purpose of determining the real value of a tonne of low-calorie coal, the criteria that help in establishing the value of a tonne of hard coal have to be corrected and thus evaluated and assessed at the market.

Key words: hard fossil fuel, value, low-calorie coal, high-calorie coal

UVOD

Svijet spremno očekuje daljnji ekonomski porast raspoložuci mnoštvom lako dostupnih izvora energije, više nego dostatnih za podmirivanje potreba ovog rasta. Liberalizacija energetskih tržišta povezana s pravilnim institucionalnim i zakonskim okvirom privlači značajna privatna ulaganja u podmirivanju energetskih potreba, ali trenutačna raspodjela ovih sredstava i odgovarajući njihov budući tijek prema energetskom sektoru daju razloga za zabrinutost.

Danas trećina svjetskog stanovništva nema pristup komercijalnim oblicima energije, a 20% svjetskog stanovništva troši 80% proizvedene svjetske energije. Zaključcima Svjetskog energetskog vijeća – WEC (1998.) moguće je očekivati povećanje potrošnje energije za 50% u idućih 20 godina. Trenutna energetska situacija, posebice u

proizvodnji električne energije u Europi, je prekapacitirana, što dovodi do naglog smanjenja vrijednosti toplinskih jedinica ugljena. Električna energija je postala roba koja podliježe zakonima tržišta. Može se očekivati održavanje ovakvog stanja idućih 5 – 10 god., kada će doći do zastarijevanja postojećih kapaciteta (velik dio postrojenja za proizvodnju el. energije star je 20. – 25. god., a što se posebice odnosi na zemlje u tranziciji). Izgradnja novih postrojenja je vrlo skupa i malen broj zemalja ima mogućnost da ih izgradi.

Kod donošenja stratejskih odluka oko izgradnje novih postrojenja o ovom čimbeniku se mora voditi računa. Čvrsta fosilna goriva danas su temeljni sustav za proizvodnju el. energije u mnogo zemalja, a razvitak tehnologije izgaranja ugljena kao i pretvorbe energije su jamstvo da će i u budućnosti imati zapaženu ulogu. Provedena istraživanja o korištenju prirodnih resursa pokazuju (World Coal Institute) da sadašnja zastupljenost energeneta, kao i predviđanja u doglednoj budućnosti daju prednost fosilnim energentima, među kojima ugljen prednjači.

1. VREDNOVANJE UGLJENA

1.1. Osnovne postavke

Društveno i ekonomsko vrednovanje je bitno za tehno–ekonomsku ocjenu ugljena, čiji se potencijal pretvara u električnu energiju spaljivanjem u termoelektranama. Ocjena i vrednovanje ugljena (ležišta u sklopu s termoelektranom) je složen i postupan postupak, u kojemu ležište čini jedan segment. Rudnik i na njegovu proizvodnju oslonjena termoelektrana su veoma skupi objekti s dugim vijekom trajanja pa su stoga i društveno ekonomske-posljedice dugoročne.

Osnovna postavka za vrednovanje ugljena je tehničko–tehnološka opravdanost dobivanja ugljena i njegovo spaljivanje u elektrani radi proizvodnje električne energije te uvjeti pod kojima se to može ostvariti. Mjesto i uloga ugljena u proizvodnji električne energije u svijetu je poznato. Opće i konkretne postavke za provjeru društveno–ekonomske opravdanosti izgradnje rudnika, a time i vrijednosti ugljena su:

- [1] da tehnološki razvitak rudnika i termoelektrana osigura prednosti koje nadilaze njihove nedostatke,
- [2] niskokalorični ugljeni, pored općih kriterija za ugljen, trebaju zadovoljiti još i minimalne zahtjeve spaljivanja u termoelektrani, a troškovi dobivanja i prijevoza moraju biti prihvatljivi,
- [3] prirodni uvjeti, zalihe, kvaliteta i tehničko–tehnološke mogućnosti dobivanja moraju osiguravati rentabilnu proizvodnju,
- [4] opravdanost otvaranja rudnika niskokaloričnog ugljena izravno je povezana s potrošačem (termoelektranom), koji mora biti u neposrednoj blizini, inače ležište ne ostvaruje društveno ekonomsku korist i ostaje samo energetski potencijal,
- [5] vrijednost niskokaloričnog ugljena može se prikladno iskazati samo kroz proizvodnju električne energije kao krajnjeg proizvoda, što se može ostvariti pod uvjetom da je ugljen prikladan za spaljivanje i da je proizvodna cijena ugljena kao najvažnijeg “inputa” u proizvodnji električne energije u potpunosti i dugoročno prihvatljiva.

1.2. Vrijednost visokokaloričnog ugljena (> 15 MJ/t)

Izravna povezanost ugljena kao glavnog izvora za proizvodnju električne energije s cijenom električne energije uvjetuje to da se posebno moraju razmotriti cijene električne energije. Elektroprivreda gospodari i upravlja elektroenergetskim sustavom u okvirima cijene električne energije koju određuje država (poslije 1990. god. sve manje, a u državama EU su tržišne cijene). Troškovi koji opterećuju cijenu električne energije nastaju u proizvodnji, prijenosu, distribuciji i potrošnji.

Cijena električne energije, odnosno način njenog formiranja, privlači pozornost mnogih subjekata, počevši od teoretičara (znanstvenika) do vlada. To je važno pitanje jer utječe na stabilnost elektroprivrede, a putem nje i na kompletan gospodarski sustav. Električna energija postaje roba koja se na tržištu slobodno prodaje. Ova izravna povezanost određuje i cijenu jednog GJ, a time i vrijednost jedne tone ugljena. Zemlje izvoznice ugljena i kretanje cijene tone ugljena u posljednjih deset godina (1986. – 1996.), utovareno u brod, dane su u tablici 1.

Tablica 1. Uvozne cijene kamenog ugljena u EU iz zemalja izvan EU, CIF, \$/t

	Australija [\$/t]	USA [\$/t]	J.Afrika [\$/t]	Poljska [\$/t]	Kina [\$/t]	Kolumbija [\$/t]	Rusija ¹⁾ [\$/t]	Prosjek [\$/t]
1986.	45,41	52,19	38,04	54,26	49,23	42,26	39,77	45,92
1987.	40,43	51,79	32,77	72,96	38,11	37,20	41,57	41,49
1988.	43,66	54,18	37,39	51,92	39,74	39,22	34,62	51,33
1989.	48,04	53,49	42,76	56,61	46,86	47,39	41,76	48,69
1990.	51,85	54,52	45,13	60,52	49,57	52,40	41,65	51,27
1991.	48,89	51,67	45,32	58,10	47,64	49,82	40,68	49,67
1992.	50,11	50,70	42,38	53,98	45,32	49,68	36,52	47,62
1993.	38,89	47,01	32,79	36,44	45,69	35,43	23,21	40,76
1994.	40,71	46,02	36,18	41,42	41,75	39,66	36,65	39,95
1995.	45,07	49,75	43,76	46,42	45,30	43,69	42,54	46,18
1996.	48,27	48,26	42,20	46,44	46,18	41,85	42,41	45,02

Napomena:

¹⁾ Bivši SSSR do 1991.

²⁾ Toplinska vrijednost kamenog ugljena kod zemalja izvoznica je u granicama 24 000–29 000 kJ/kg.

³⁾ Pod pojmom novčane jedinice \$ (dolar) podrazumijeva se USA \$.

U tablicama 1. i 2. prikazana je ostvarena i procijenjena cijena uvoznog kamenog ugljena po GJ, odnosno po metričkoj toni iz zemalja izvan EU u zemlje članice EU, za razdoblje do 2040. godine. Predviđaju se vrlo stabilne cijene za dulji vremenski period s godišnjim prirastom cijena do 1 posto, najviše u Španjolskoj i Portugalu (razdoblje od 2000. do 2040.).

Cijene kamenog ugljena za rujun 1998. godine iznosile su:

1,6 – 1,8 \$/GJ = 2,88 – 3,24 DM/GJ (1,77 DM = 1 \$)

Ostvarene cijene su nešto manje od cijena prikazanih u tablici 2., ali su u realnim okvirima. U 1999. god. dolazi do naglog pada cijena ugljena, tj. vrijednosti toplinske

jedinice i to za više od 25 posto. Aktualna energetska situacija pokazuje nagli pad cijena energenata, što se odrazilo na cijenu kamenog ugljena.

Cijena kamenog ugljena u svibnju 1999. god. je iznosila:

1,18 – 1,33, \$/GJ = 2,17 – 2,44 DM/GJ (1,84 DM = 1 \$)

Prema trendu cijene ugljena pretpostavljena cijena od 2000. do 2040. vidljiva je iz tablice 2.

Tablica 2. Procjena kretanja cijene uvoznog kamenog ugljena u zemlje EU do 2040. [1]

	Procjena cijena za 2000. \$/GJ		Indeks za 2010.	Indeks za 2020.	Indeks za 2030.	Indeks za 2040.
	Belgija	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Danska	2,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Finska	1,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Francuska	1,90	1,00	1,08	1,18	-	-
Njemačka	1,70	1,00	1,05	1,10	1,16	-
Italija	2,00	1,00	1,03	1,06	1,08	1,11
Nizozemska	2,60	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10
Portugal	2,00	1,00	1,14	1,32	1,52	1,76
Španjolska	2,50	1,00	1,13	1,22	1,35	1,49
Švedska	2,40	1,00	1,04	1,06	1,06	1,06
Engleska	2,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Prosjek	2,11	1,00	1,05	1,09	1,13	1,17

Ovako velik pad cijene ugljena za 9 mjeseci (25 %) može se tumačiti samo usporenim privrednim porastom u zemljama uvoznicama energenata i privrednom recesijom koja zahvaća zemlje proizvođače energije. Realno je očekivati postupan porast cijena energenata nafte i plina, što će se odraziti i na cijenu kamenog ugljena, a time neizravno i niskokaloričnog ugljena. Ovakvom stanju doprinijelo je otvaranje tržišta u sklopu EU i slobodna trgovina električnom energijom, kao i predimenzioniranost proizvodnih kapaciteta za proizvodnju električne energije u pojedinim državama koje su u tranziciji i putem električne energije smanjuju svoje trgovinske debalanse (Rusija, Ukrajina). Pretpostavke iznesene u tablici 2. treba uzimati s rezervom, iako se ni današnje stanje ne može smatrati realnim. Tržišni uvjeti od 1993. god. do danas su se bitno izmijenili.

1.3. Vrijednost niskokaloričnog ugljena (< 15 MJ/t)

Niskokalorični ugljeni nisu predmet svjetske trgovine (Velika količina pepela i vode čini ih nepogodnim za transport, tona takvog ugljena ima malu energetska vrijednost.), njihova potrošnja se obavlja na licu mjesta i u svjetskoj razmjeni sudjeluju posredno putem cijene jednog kWh.

Radi dobivanja relevantnih parametara promatrane su cijene jednog GJ dobivenog iz kamenog ugljena, koji sudjeluje u svjetskoj razmjeni energenata, unoseći korekcije specifične za niskokalorične ugljene. Radi izjednačavanja eksploatacijskih troškova i

investicijskih ulaganja u termopostrojenja visokokaloričnih i niskokaloričnih ugljena, korektno je kod niskokaloričnih ugljena cijenu jednog GJ umanjiti.

Ekspertize rađene na temelju usporedbe cijene kamenog ugljena i ekvivalentne cijene niskokaloričnog ugljena pokazuju sljedeće (određeni parametri uzeti su za luke Jadranskog mora, kao i troškovi koji nastaju tijekom investiranja i eksploatacije termoenergetskih postrojenja):

- [1] kameni ugljen, fco brod u Jadranskom moru -----1,26 \$/GJ
 [2] srednja toplinska vrijednost ugljena-----25 120 kJ/kg
 [3] cijena tone ugljena -----31,65 \$/t
 [4] pretovar ugljena iz broda (luka Rotterdam 3,0 \$/t)----- 4,0 \$/t
 [5] transport, luka – termoelektrana -----1,5 \$/t
 [6] (pretpostavka je da je termoelektrana izgrađena uz more)
 [7] stupanj iskorištenja, kod termoelektrana na kameni ugljen----- $\eta = 40 - 41\%$
 pretpostavljeno iskorištenje kod termoelektrana na niskokalorični ugljen $\eta = 39,8\%$,
 iskorištenje manje 0,7%
 [8] veća investicijska ulaganja u termoelektrane na lignit
 [9] (kapitalne investicije - anuitet) 8%, povećani troškovi tijekom 20-godišnjeg rada i
 pretpostavljenih efektivnih sati rada od 7000)-----190 000 \$/MW

Usporedbom prognoziranih cijena ugljena (tablice 1. i 2.) službenih institucija [1] i vrijednosti MJ, svibanj 1999. god., vidljiv je velik pad koji nije bio predviđen ni od jedne službene institucije. Moguće obrazloženje ovako nastalog stanja već je izneseno.

Vrednovanje tone ugljena (7 500 kJ/kg, 9 000 kJ/kg, 12 000 kJ/kg, 15 000 kJ/kg) na temelju kriterija njegove toplinske moći i ostalih troškova koji terete tonu ugljena (dodatni troškovi investicijske i eksploatacijske faze rada termoelektrane) daje podatke za sljedeću tablicu. Sadašnja cijena kamenog ugljena i usporedne veličine niskokaloričnog ugljena dane su u tablici 3.

Tablica 3. Usporedne veličine cijena kamenog i niskokaloričnog ugljena, svibanj 1999., vrijednost MJ/t = 1,26 \$

Vrsta ugljena	\$/t kam.ugljen SKE	\$/t kam. ugljen SK	\$/t lignit	\$/t lignit	\$/t lignit	\$/t mrki ugljen
1. Toplinska moć [MJ/t]	1t SKE = 29308	1t SK = 25120	1t = 7 500	1t = 9000	1t = 12000	1 t = 15 000
2.Cijena ugljena \$	36,93	31,65	9,46	11,36	15,13	18,93
3.Cijena transp. \$	1,75	1,50	0,45	0,53	0,71	0,89
4.Pretovar uglj. \$	4,67	4,00	1,20	1,43	1,91	2,39
5.Stupanj iskorištenja ¹⁾			- 0,066	- 0,079	- 0,105	- 0,132
6.Povećanje invest. ulaganja \$ ²⁾			-2,27	-2,27	-2,27	-2,27
7.Ekvivalentne cijene ugljena \$	43,35	37,15	8,77	10,97	15,37	19,80
8.Tečajne promj. \$ i DM, 10% od bazne cijene	-3,93	-3,15	-0,94	-1,13	-1,51	-1,89

9. Ekvivalentna cijena ugljena \$	39,42	34,00	7,83	9,84	13,86	17,91
10. Srednja ekvivalentna cijena ugljena \$	41,38	35,57	8,30	10,40	14,61	18,85

Napomena:

¹⁾ Stupanj iskorištenja kod termoelektrana na kameni ugljen iznosi 40 – 41 %, kod termoelektrana na niskokalorične ugljene je manji, pretpostavljeno 39,8 %, što stvara razliku od 0,7 % ili izraženo u dolarima daje negativni efekt i umanjuje vrijednost tone ugljena od:

– 0,066 \$/t, - 0,079\$/t, - 0,105\$/t, - 0,132\$/t.

²⁾ Investicijska ulaganja u termoelektrane na kameni ugljen su manja za 190,8 \$/kW od ulaganja u termoelektrane na lignit.

Povećane investicije u termoelektrane na lignit-----190 800 \$/MW
(metodologija Laubag – Consulting)

Izračun rađen pod pretpostavkom da je:

- [1] cijena kapitala-----8 %
 [2] vijek trajanja termoelektrane----- 20 god.
 a. anuitet za povećane investicije-----19 400 \$/MW
 [3] efektivan godišnji rad-----7 000 h
 [4] cijena kapitala po satu-----2,78 \$/MWh
 [5] potrošnja lignita po MWh-----1,23 t/MWh
 (za ugljen toplinske moći 7 500 kJ/kg)
 [6] povećanje investicijskih ulaganja po toni lignita-----27 \$/t
 (povećanje investicijskih ulaganja u termoelektrane osmatrano je statično)

³⁾ Srednja cijena između 7) i 9)

Prihvaćajući današnje stanje (svibanj 1999.) kao privremeno, jer se može očekivati povećana potražnja za električnom energijom (iz razloga navedenih u uvodnom dijelu rada) i pretpostavljajući porast cijena ugljena na iznos od 1,70 \$/MJ [1], procijenjen prema pretpostavkama za Njemačku u 2000. god., dobiva se tablica 4.

Tablica 4. Usporedne veličine cijena kamenog i niskokaloričnog ugljena, optimistička vrijednost 2000. – 2010., MJ/t = 1,70 \$

Vrsta ugljena	\$/t kamni ugljen SKE	\$/t kameni ugljen SK	\$/t lignit	\$/t lignit	\$/t lignit	\$/t mrki ugljen
1. Toplinska moć MJ/t	1 t SKE = 29 308	1 t SK = 25 120	1 t = 7 500	1 t = 9 000	1 t = 12 000	1 t = 15 000
2. Cijena uglj. \$	49,28	42,70	12,75	15,30	20,40	25,50
3. Cijena transp. \$	1,75	1,50	0,45	0,53	0,71	0,89
4. Pretovar ugljena \$	4,67	4,00	1,20	1,43	1,91	2,39
5. Stupanj iskorištenja			- 0,089	- 0,107	- 0,142	- 0,364
6. Povećanje inves. ulaganja			- 2,27	- 2,27	- 2,27	- 2,27
7. Ekvivalentne cijene ugljena \$	55,70	48,20	12,04	14,88	20,60	26,35
8. Tečajne promj. \$ i DM, 10% od bazne cijene	- 4,92	- 4,27	- 1,27	- 1,53	- 2,04	- 2,55
9. Ekvivalentna cijena ugljena \$	50,78	43,93	10,77	13,35	18,56	23,8
10. Srednja ekviv. cijena ugljena \$	53,24	46,06	11,40	14,11	19,58	25,07

Napomena:

S obzirom na kretanje cijena ugljena i vrijednost jednog MJ (svibanj 1999) nerealno je očekivati skok cijena predviđen tablicom 4., pogotovo u 2000. god.

Tablica 5. Usporedne veličine cijena kamenog i nisko kaloričnog ugljena, realna vrijednost 2000. – 2010. god. MJ/t = 1,50 \$

Vrsta ugljena	\$/t kam.uglj. SKE	\$/t kam. uglj. SK	\$/t lignit	\$/t lignit	\$/t lignit	\$/t mrki ugljen
1.Toplinska moć MJ/t	1 t SKE = 29 308	1 t SK = 25 120	1 t = 7 500	1 t = 9 000	1 t = 12 000	1 t = 15 000
2.Cijena uglj. \$	43,90	37,68	11,25	13,50	18,00	22,50
3.Cijena transp. \$	1,75	1,50	0,45	0,30	0,71	0,89
4.Pretovar ugljena \$	4,67	4,00	1,20	1,43	1,91	2,39
5.Stupanj iskorištenja			- 0,078	- 0,094	- 0,126	- 0,157
6.Povećanje inv. ulaganja			-2,27	-2,27	-2,27	-2,27
7.Ekv. cijene ugljena \$	50,32	43,18	10,55	13,09	17,23	23,35
8.Tečajne promj. \$ i DM, 10% od bazne cijene	- 4,39	- 3,76	-1,12	-1,35	-1,80	- 2,25
9.Ekv. cijena ugljena \$	45,93	39,42	9,43	11,74	15,43	21,10
10.Srednja ekv. cijena ugljena \$	48,12	41,30	9,99	12,41	16,33	22,22

Napomena:

Za strategijske odluke o izgradnji budućih energetske postrojenja ovo se smatra realnim vrijednostima, ukoliko se tržišni uvjeti ne promjene.

Na temelju analize i usporedbe cijena ugljena realno je očekivati blagi porast cijena poslije 2000. god. Predviđa se da vrijednost jednog MJ oko 2005. god. dosegne 1,5 \$. Slijedom ovakvih spoznaja izrađena je tablica 5., pod istim pretpostavkama kao i tablice 3. i 4.

Tablica 6. Proizvodnja el. energije prognozirana od strane Deutscher Braunkohlen-Industrie Verien (DEBRIV)

Bruto proizvodnja el. energije (TWh)	1989.			1997.			2010.		
	1989.	1997.	2010.	1989.	1997.	2010.	1989.	1997.	2010.
Hydroenergija i drugi	41,5	39,3	54,0	6,9	9,8	14,0			
Nafta	11,0	6,0	7,0	171,1	195,4	198,0			
Prirodni plin	34,7	48,0	70,0	77,5	101,8	108,0			
Nuklearna energija	161,7	170,4	148,0	60,3	63,4	55,0			
Kameni ugljen	130,6	144,0	167,0	78,6	69,7	70,0			
Niskokalorični ugljen	180,4	139,5	150,0	120,2	54,3	54,0			
Ukupno	559,9	547,2	596,0	514,6	494,4	499,0			

Napomena:

Smanjenje proizvodnje el. energije između 1989. i 1997. god. može se objasniti gospodarskim preustrojem nastalim ujedinjenjem Njemačke. Bruto proizvodnja el. energije (TWh) iz čvrstih fosilnih goriva blago se povećava, a na temelju tih prognoza očekuje se porast cijena ugljena.

Pretpostavke blagog rasta potrošnje električne energije, a time i ugljena, potvrđuju istraživanja obavljena u Njemačkoj (promatran je samo niskokalorični ugljen). Ukupna proizvodnja niskokaloričnog ugljena u Njemačkoj je 1997. god. iznosila 177 200 000 t ili, izraženo u ekvivalentnim jedinicama, 53 600 000 t SKE. Od niskokaloričnog ugljena proizvedeno je 139,5 TWh električne energije ili 25,5% od ukupno proizvedene količine (ukupno je proizvedeno 547,2 TWh). Njemačka je veliki potrošač električne energije i kod

njih se vrlo detaljno pokušava predvidjeti buduća potrošnja. (Prognozirane veličine su u tablici 6.)

2. ZAKLJUČAK

Preliminarna analiza vrednovanja ugljena (kamenog i niskokaloričnog) pokazuje svu kompleksnost ove problematike. Cijene energenata podložne su, osim tržišnim uvjetima, i političkim stavovima i odnosima koji vladaju između zemalja proizvođača energenata i potrošača, tako da je vrlo teško znanstveno i argumentirano predvidjeti buduća kretanja. Ovakvo stanje upućuje sve zemlje da maksimalno razvijaju vlastite energetske izvore i da se u svom stratezijskom razvitku oslanjaju na više energetske izvora. Vrednovanjem ugljena za stratezijski razvitak energetske izvora za period 2005. – 2010. god. smatra se realnim pretpostaviti blagi porast cijena ugljena. Električna energija proizvedena izgaranjem ugljena, s obzirom na razvitak rudarske tehnologije, tehnologije izgaranja, kao i uvođenje novih *tehnologija (Clean Coal Technologies)* bit će i u prvoj polovici XXI. stoljeća stožerni sustav, jer je stabilan izvor, sve manje opasan za okoliš (pod pretpostavkom primjene svih poznatih zaštitnih mjera).

LITERATURA

- [1] IEA/OECD - OECD/IEA, NEA - Projected Costs of Generating Electricity, 1993.
- [2] Tvrtković, I.(1999.): Vrijednovanje ugljenog resursa "Kongora" kod Tomislavgrada. Magistarski rad. RGN fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- [3] Živković, S. (1992): Istraživanje osnovnih parametara kompaktnog rotornog kompleksa i tehnologije njegovog rada u složenim rudarsko–geološkim uslovima. Disertacija. RG fakultet
- [4] Integralni projekt rudnika i termoelektrane "Kongora" (1998): Predizvedbena studija. Rheinbraun Engineering und Wasser GMBH. Köln
- [5] Statistički godišnjak (1990.): Rudarski institut. Zemun.
- [6] Braunkohle international (mai 1998): Die wichtigsten Förderstaaten im Überblick. Rheinbraun informiert
- [7] Saus, T. Schiffer, H-W. (1997.): Lignite International. Braunkohle Surface Mining. Nr. 4. 1997.
- [8] Expertise "Kongora" (1999.): Lausitzer Braunkohle aktiengesellschaft Laubag – Consulting
- [9] Živković, S.; I. Galić (1999.): Rudarski strojevi. Rudarsko–geološko–naftni fakultet, Sveučilišta u Zagrebu
- [10] Živković, S.; Nuić, J.; Tvrtković, I.; Galić, I. (1998.): Energetski potencijal ležišta ugljena "Kongora", Tomislavgrad. Rudarsko–geološki glasnik br. 2. Mostar
- [11] Živković, S.; Nuić, J.; Čavar, R.; Tvrtković, I. (1997.): Energetski potencijal ležišta lignita "Kongora", Tomislavgrad, s osnovnim karakteristikama ležišta i ugljena. Rudarsko–geološki glasnik br. 1. Mostar
- [12] World Coal Institute (1997.): Second edition. London. Velika Britanija
- [13] Energy in Europe, 1993. – Annu Energy Review, CEC 1994.
- [14] Deutscher Braunkohlen – Industrie Verien (DEBRIV)