

ISSN br. 0354-8651

ees

List Saveza energetičara
Broj 1/ Godina VII / Maj 2008.
UDC 624.8

energija

■ ekonomija ■ ekologija



energija



ekonomija ■ ekologija

Energija/Ekonomija/Ekologija

Broj 1, maj 2005.

Osnivač i izdavač
Savez energetičara

Predsednik SE
Prof. dr Nikola Rajaković

Sekretar SE
Nada Negovanović

Glavni urednik
Prof. dr Rajko Tomanović

Odgovorni urednik
Dušan Rašeta

Adresa redakcije
Savez energetičara
11000 Beograd
Knez Mihailova 33
tel. 011/183-315
faks 011/639-368

Kompjuterski prelom
Dragoslav Ješić

Štampa
„Akademska izdanja“,
Beograd

Godišnja pretplata
- za Jugoslaviju 6.000,00 dinara
- za inostranstvo 12.000,00 dinara

Tekući račun SE
broj 355-1006850-61

Rešenjem Ministarstva za informisanje Republike Srbije Časopis je upisan u Registar sredstava javnog informisanja pod brojem 2154.

Prema mišljenju Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije Časopis je publikacija od posebnog interesa za nauku i oslobođen je poreza na promet

Sva prava zadržana. Radovi su štampani u izvornom obliku uz neophodnu tehničku obradu. Autori odgovaraju za svoje stavove i saopštene podatke u radovima. Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovana, presnimani ili prenošen bez prethodne saglasnosti Izdavača.

IZDAVAČKI SAVET

Radmir Naumov, ministar rudarstva i energetike
Dr Aleksandar Popović, ministar za nauku i zaštitu životne sredine
Dr Slobodan Milosavljević, predsednik PKS
Jeroslav Živanović, predsednik UO JP EPS
Miloš Tomić, predsednik UO JP NIS
Dr Vladimir Đorđević, gen. dir. JP EPS
Željko Popović, gen. dir. JP NIS
Dr Radomir Milović, izvršni dir. EP CG
Pantelija Dakić, gen. dir. EP R. Srpske
Drago Davidović, predsednik SE R. Srpske
Prof. dr Nikola Rajaković, predsednik SE
Marko Pejović, potpredsednik SE
Dr Tomislav Simović, gen. dir. Montinvest
Dragan Vignjević, dir. JP Elektroistok
Igor Korac, dir. NIS-Naftagas
Boško Buha, dir. JP TENT
Dragan Stanković, dir. HE Đerdap
Kosta Ilić, dir. NIS Rafinerija nafte Pančevo
Vladan Pirivatrić, gen. dir. HK Energoprojekt
Miodrag Božović, gen. dir. JKP Beogradske elektrane
Milutin Prodanović, dir. NIS Energogas
Prof. dr Đorđe Bašić, Tehnički fakultet Novi Sad
Milorad Marković, predsednik HK Minele
Mr Goran Jakšić, dir. NIS Rafinerija nafte Beograd
Miodrag Nikolić, dir. Femana
Radiša Kostić, zam. dir. JP Elektroistok
Vitomir Kravarušić, dir. JP Panonske elektrane
Branislav Đorđević, dir. JP Elektrovojdina
Dr Dragan Kovačević, dir. Instituta "Nikola Tesla"
Slavko Vukašinović, dir. TE Pljevlja
Dragoljub Bažalac, zam. dir. JP EPS
Zoran Manasijević, zam. dir. JP EPS
Srdan Dabić, Lukoil
Mr Jovan Radaković, dir. HK Sever
Dragan Nikolić, dir. Tigar Pirot
Nikola Pavičić, dir. Sintelona
Dragan Tomić, dir. RB Kolubara
Bojan Živanović, TE Kostolac
Mr Nenad Pavlović, dir. Agencije za energetsku efikasnost
Ljubo Macić, dir. Direkcije JP EPS
Dragoljub Laković, Kopovi Kostolac
Tomislav Papić, zam. dir. Elektrovojdine
Tomislav Bjelogrića, gen. dir. Lola-Utva
Dr Vladimir Živanović, SE
Goran Radovanović, dir. JP EDB
Rodoljub Marković, dir. JP Elektro Srbija
Lazar Vasiljević, gen. dir. Prva petoletka
Milomir Kuzmanović, gen. direktor Termoelektro A.D.
Dr Vladan Batanović, gen. dir. Instituta "Mihajlo Pupin"
Prof. dr Branko Kovačević, dekan Elektrotehničkog fakulteta
Dr Zlatko Rakočević, dir. Insituta Vinča
Zoran Radoković, gen. dir. "Grupa Zastava"

Dmitar Šegrt, gen. dir. IGM "Toza Marković"
Milan Nikolić, gen. dir. "Simpo" Vranje
Dragoslav Radovanović, gen. dir. Goša Hoding
Dr Vojislav Mitić, gen. dir. El Korporacije Niš
Prof. dr Radovan Petrović, gen. dir. Fabrike vagona Kraljevo
Dejan Popović, dir. JP "Rembas"
Miloš Bugarin, gen. dir. PKB Korporacije
Prof. dr Milun Babić, Mašinski fakultet
Miljan Vuksanović, dir. Hotela "Interkontinental"
Mr Dobrosav Vasiljić, Galenika A.D.
Ivan T. Savčić, dir. JP Elektrošumadija
Srdan Dimitrijević, dir. "FOM-a"
Andrija Jovičić, Privredni savetnik A.D.

REDAKCIONI ODBOR

Dr Miroslav Ignjatović, potpredsednik SE
Dr Ozren Očić, NIS RNP
Dragomir Marković, zam. dir. JP TENT
Dr Vojislav Vuletić, NIS Energogas
Dr Aca Marković, pom. dir. Direkcije EPS
Prof. dr Nešo Mijušković, pom. dir. JP Elektroistok
Vera Ražnatović, PKS
Dr Branislava Lepotić, Ministarstvo za rudarstvo i energetiku
Dr Maja Đurović, Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine
Mr Miško Marković, pom. dir. EP CG
Stevan Knežević, dir. Proizvodnje EP CG
Dr Dušan Nestorović, NIS RNP
Mladen Simović, Energoprojekt - Entel
Svetislav Barbuzan, dir. Prerada RNP
Dr Danilo Šuković, dir. Instituta za društvene nauke
Dr Predrag Stefanović, Institut Vinča
Tomislav Mićović, NIS dir. za odnose sa javnošću
Srdan Bošnjaković, NIS-Gas
Filip Grujić, JUGOROS GAS
Nebojša Lemajić, pom. dir. NIS-Gas
Prof. dr Nenad Đajić, RGF
Ivica Ristović, Podzemna eksploatacija Resavica
Vojin Trkulja, pom. teh. dir. JKP Beogradske elektrane
Slobodan Mitrović, pom. dir. Direkcije za proizvodnju uglja
Dr Dušan Unković, JP NIS
Miroslav Sofronić, JP TENT
Dr Stevan Živojinović, JP EPS
Mr Aleksandar Katančević, HSE
Mr Igor Srejić, dir. Elektrodistribucije Subotica
Dr Josif Spirić, dir. Distribucije Leskovac
Mile Danilović, dir. Termoelektro "ENEL"
Milutin Prodanović, dir. NIS Energogas
Prof. dr Ilija Vujošević, ETF Podgorica
Prof. dr Miloš Grujić, RGF
Branislav Ignjatović, zam. dir. JP HE "Đerdap"
Prof. dr Branislav Tomašević, pom. dir. Elektroistoka
Miodrag Lečić, Udruženje toplana Srbije
Roman Mulić, SE
Dobrica Filipović, NIS Inženjering
Milena Babić, RTS
Toplica Pavlović, pom. gen. dir. Holding "Kablovi"
Prof. dr Petar Đukić, TMF
Prof. dr Vera Šijački, Mašinski fakultet
Dragan Nedeljković, novinar
Mr Nebojša Radovanović, dir. Direkcije EDB
Miroslav Nadaški, pom. direktora JKP Novosadska Toplana
Zoran Jovanović, dir. "Zastava Energetika"

Sadržaj

- [005] N. Rajaković
Savez energetičara: juče, danas, sutr
- [008] M. Babić, D. Milovanović, N. Jovičić, D. Gordić, M. Despotović, V. Šušterčić, N. Pavlović
Ekološke koristi od sprovođenja Glavnog plana za gradnju malih hidrocentrala u Srbiji
- [013] P. Đukić
Energetika Srbije (ponovo) na prekretnici
- [017] N Arsenijević
Energetska efikasnost zgrada programski paket BEEP
- [020] V. Rajaković, Lj. Rajaković
Monitoring životne sredine u JP EPS - Primer: JP RB Kolubara
- [027] S. Drecun-Nešić, Z. Burzić, A. Milosavljević, R. Prokić-Cvetković
Ispitivanje uticaja režima termičke i termomehaničke obrade i dinamičkog opterećenja na eksploatacijska svojstva legure 8090 u cilju povećanja efikasnosti energetskog sistema
- [031] A. Katančević
Pregled energetskih tržišta
- [035] K. Kosorić
Osnovni principi funkcionisanja berze električne energije
- [039] O. Ocić
Naftna industrija Srbije - stanje i perspektive
- [044] D. Marković, V. Stanojević
Izazovi Strategije razvoja energetike
- [048] I. Škokljević, M. Apostolović
Deregulacija elektroenergetskog sektora
- [056] V. Šijački Žeravčić, G. Bakić, M. Đukić, D. Milanović, B. Anđelić
Pouzdanost u radu termoenergetskih postrojenja
- [060] M. Grujić
Neki aspekti uticaja potrošnje energije na životnu sredinu pri transportu uglja
- [062] D. Filipović, Đ. Basić, K. Štajner, B. Perković
Mogućnost primene "Repowering" tehnologije za postojeću TE-TO Novi Sad
- [066] M. Ignjatović
Strategija snabdevanja Evrope energijom
- [069] R. Dimitrijević, J. Manasijević, M. Živković, T. Pavlović, R. Prokić Cvetković, A. Milosavljević
Povećanje efikasnosti distributivnih transformatora primenom materijala poboljšanih svojstava za izradu magnetnog kola
- [074] M. Mehandžić
Predgasifikacija naselja mešanim gasom
- [077] M. Tešić, M. Bukurov, M. Brkić
Biogas u Srbiji - stanje i perspektive
- [082] R. Mulić
O kvalitetu biodizela
- [085] R. Vorkapić
Predlog rešenja problema čvrstog ugljovodoničnog otpada (guma i plastika) reciklovanjem do tečnih goriva i čađi
- [086] M. Pavlovski
Nuklearna industrija- izazovi globalnog terorizma
- [091] Predrag Batinić
Primena domaće pameti u regeneraciji izolacionih i drugih naftnih ulja

**Prof. dr Milun Babić, prof. dr Dobrica Milovanović,
doc. dr Nebojša Jovičić, doc. dr Dušan Gordić,
doc. dr Milan Despotović, dr Vanja Šušterčić**

Mašinski fakultet, Regionalni evro centar za energetska efikasnost, Kragujevac
Mr Nenad Pavlović

Republičke agencije za energetska efikasnost, Beograd

UDC 621.311.21 : 502.174(497.11)

STRUČNI RAD

Ekološke koristi od sprovođenja Glavnog plana za gradnju malih hidrocentrala u Srbiji

U toku priprema za izradu Elektronskog katastra lokacija za gradnju malih hidrocentrala (MHC) i Glavnog plana za gradnju MHC, Regionalni evro centar za energetska efikasnost u Kragujevcu (REEECK) i Agencija za energetska efikasnost Republike Srbije (SEEA) uradili su jednu obimnu predstudiju sa ciljem da upoznaju stručnu javnost sa tehnokonomskim i ekološkim mogućnostima organizovanog pristupa gradnji MHC u Srbiji.

Predstudija je, kao polazna, imala u vidu sledeće dve činjenice:

- u Srbiji su donete neophodne političke i administrativne odluke i u toku su pripreme za deregulaciju tržišta električne energije;
- Elektroprivreda Srbije (EPS) ovladala je relevantnim metodama i alatima i već prisupila svom restrukturisanju.

Pri izradi predstudije imalo se, takođe, u vidu da opseg tekućih i predstojećih aktivnosti još nije u potpunosti i/ili dovoljno jasno prezentovan javnosti, kao i to da će se elektroenergetski sistem Srbije uskoro suočiti sa potrebom:

- da kompletira i uspostavi svoju novu korporativnu strukturu;
- da u uslovima konkurencije unapredi svoje poslovne performanse;
- da uspostavi optimalni koncept upravljanja aktivom srbijanske elektroenergetike kako u pogledu održavanja opreme i energetskih objekata, tako i u pogledu reinvestiranja aktive u nova postrojenja sa više investitora, jer će to deregulisano tržište električne energije sve više nametati.

Posebno treba istaći da će nadležni državni organi i privatni investitori veoma insistirati na razvoju nove aktive u obliku MHC za energetska eksploataciju nacionalnih hidroresursa kao važnom načinu za postizanje boljih ekonomskih

Rezime

U radu su izloženi rezultati numeričke simulacije ekoloških koristi koje mogu proistići u toku realizacije Glavnog plana za gradnju malih hidrocentrala u Srbiji, i to za slučaj deset mogućih scenarija sprovođenja Plana.

Primenom razvijenog softvera, čija je namena - određivanje optimalnog scenarija realizacije Glavnog plana, samo na slučaj sagledavanja ekoloških koristi koje on donosi, može se videti koliko će njegova uspešna realizacija smanjiti emisiju CO_x, SO_x, NO_x i pepela, i kolika se finansijska korist na taj način ostvaruje.

Ključne reči: cena struje, CO_x, ekološke koristi, ekonomske koristi, mala hidrocentrala, master plan, matematičko modeliranje, NO_x, optimalni, pepeo, redukovanje emisije, scenario, SO_x, tempo gradnje.

Abstract

In this paper numerical results of simulation of ecological benefits which can be achieved from realization of the Master plan for building of small power plants in Serbia, and that is for the case of ten possible scenarios of that Plan, are presented.

By application of the developed software, which assignment is to define optimal scenarios of the realization of the Master plan, in case of consideration ecological benefits only which it produces, can be seen its successful realization of decrease of pollution with the CO_x, SO_x, NO_x and ashes, and how high financial benefit is.

Key words: costs of the electricity, CO_x, ecological advantages, economical advantages, small power plant, master plan, mathematical modeling, NO_x, optimization, ash, reduction of the emission, scenario, SO_x, pace of the building.

rezultata i radi ojačavanja tržišne ravnoteže, a posebno zbog smanjenja emisije produkata sagorevanja, jer je značajan deo aktuelnog zagađenja životne sredine vezan za proizvodnju električne energije u termocentralama.

Bazirajući se na postojećim saznanjima o broju i energetskim mogućnostima istraženih lokacija za gradnju MHC, pokušali smo, imajući u vidu obaveze koje Kjoto protokol nalaže svim državama potpisnicama, da u ovom radu izložimo samo procene ekoloških koristi koje se mogu ostvariti realizacijom Glavnog plana za gradnju MHC.

Kratak opis razloga za plansku gradnju MHC i osnovne karakteristike Glavnog plana

Zakon o energetici¹ je po prvi put u Srbiji institucionalizovao MHC i zakonski utvrdio energetska značaj malih vodotokova. Povoljnosti koje je Zakon dao MHC predstavljaju izazov za poslovne ljude i kapital kojim oni raspolažu, ali da bi do organizovanog i masovnog pristupa eksploataciji ovih

¹ Zakon o energetici usvojen je 2004. godine u Narodnoj skupštini Srbije

energija

obnovljivih energetskegih potencijala moglo doći neophodno je, pored tog prvog - zakonskog, učiniti još niz vrlo usmerenih i od nadležnih državnih organa podržanih koraka.

Ono što sadašnje i buduće investitore u gradnju MHC interesuje jeste:

- gde su lokacije za gradnju, kakva je mogućnost fizičkog pristupa lokaciji, kolika se električna snaga na svakoj od njih može instalirati i stanje vlasničkih odnosa vezanih za zemljište na kome će se graditi MHC;
- koliko će koštati gradnja, koliki je rok otplate ukupne investicije i procena profita koji se može ostvariti u toku eksploatacionog veka hidrocentrale;
- geomorfološke karakteristike terena i hidrološke karakteristike vodotoka;
- metodologija, uslovi i rokovi za dobijanje koncesija od nadležnih državnih organa zbog korišćenja opšteg dobra;
- pozicija čvora prenosne elektroenergetske mreže na koji se hidrocentrala može priključiti;
- tehnički i ostali uslovi i rokovi za priključivanje hidrocentrale na tu čvornu tačku;
- potencijalne projektne organizacije, proizvođači MHC i servisi za njihovo tekuće održavanje, itd.

Navedeni podaci pokazuju da proces gradnje MHC ne može biti stihijski i da

mora biti pod nadzorom države, jer su, s jedne strane, mnogi u njenoj nadležnosti, a s druge strane, ona ne sme da dopusti da u elektroenergetskom sistemu Srbije izraste destabilizirajući, ekološki neosmišljen i neprofitabilan podsystem, koji će, umesto da podstiče i unapređuje procese deregulacije elektroprivrede, biti smetnja njegovom poslovanju na deregulisanoj evropskoj tržištu.

Zbog toga su REECK i SEEA u svojoj predstudiji razvili koncept Glavnog plana za gradnju MHC u Srbiji, uradili originalan, obiman, i prema korisniku veoma prijateljski orijentisan softver za energetske-ekonomsko-ekološko vrednovanje mogućih scenarija implementacije Glavnog plana, i izvršili niz simulacija koje su imale za cilj da utvrde njegove optimalne parametre. Strukturno gledano, Glavni plan je veoma slojevit projekat kako po vrsti poslova koje treba uraditi, tako i po posledicama koje će imati na očuvanje životne sredine i ograničenih rezervi fosilnih goriva, i realizovaće se u četiri faze.

U toku *prve faze* izvršiće se ažuriranje i evaluacija postojećih podataka za više od 800 lokacija za gradnju MHC koje su istražene pre dvadesetak godina. Kao rezultat ove evaluacije pojavice se određen broj lokacija aktuelnih za detaljnije studije i buduću gradnju, i baza podataka koja će, uz odgovarajuće elektronske vizualizacije na geodetskoj

elektronskoj mapi Srbije, biti postavljena kao portal na sajtu SEEA. Ta baza podataka biće, uz nadoknadu, putem Interneta, dostupna svim potencijalnim investitorima.

Druga faza biće posvećena pitanjima investiranja na lokacijama koje po svojim investicionim i eksploatacionim karakteristikama imaju najviši prioritet, a koje su izdvojene iz ukupnog broja lokacija u toku prve faze.

Treća faza obuhvata nastavak istraživanja novih lokacija, izvan do sada detektovanih. Prema našim procenama, vodoslivovi na području Srbije pružaju znatne mogućnosti za gradnju hidrocentrala koje se nazivaju mini i mikrohidrocentralama. Broj takvih dodatnih lokacija iznosi oko 1100.

Četvrta faza predstavlja nastavak druge, odnosno treće faze i odnosi se na gradnju MHC prema prioritetoj listi lokacija utvrđenoj u toku prve, druge i traće faze.

Završetkom četvrte faze biće izgrađen kompletan sistem od oko 1900 MHC.

Prve tri faze obavice se u roku od 24 meseca, a četvrta faza trajaće 15 godina.

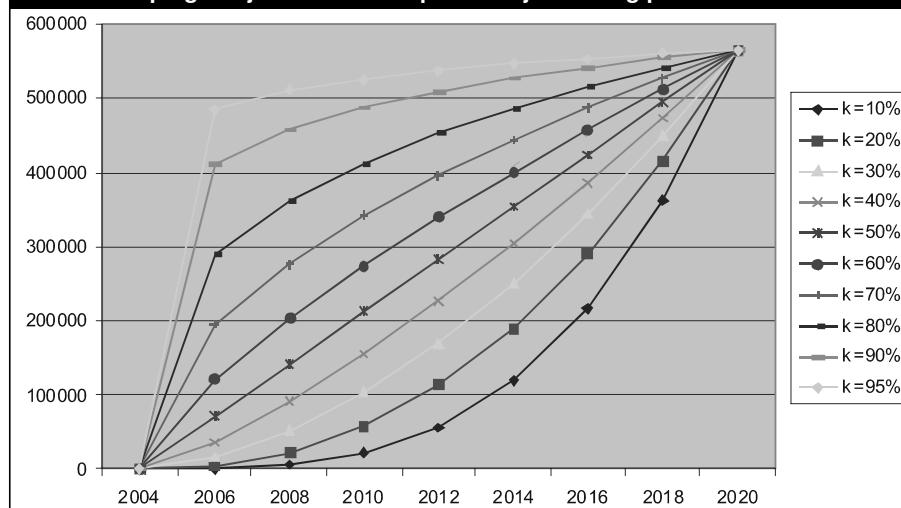
Osvrt na metodologiju modeliranja ekoloških učinaka u toku sprovođenja Glavnog plana

Metologija modeliranja ekoloških učinaka sprovođenja Glavnog plana polazi od

Tabela 1 Scenario gradnje MHC zasnovan na pretpostavci koliko će procenata od ukupno raspoložive snage svih mogućih MHC na teritoriji Republike Srbije početi da se koristi do 2012.

	1(k=10%)	2(k=20%)	3(k=30%)	4(k=40%)	5(k=50%)	6(k=60%)	7(k=70%)	8(k=80%)	9(k=90%)	10(k=95%)
Snaga izgrađenih MHC u toku tekućeg perioda [kW]	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
	607	4558	15288	36188	70646	122055	193804	289284	411886	484417
	5685	22627	50871	90415	141261	203407	276854	361602	457650	509913
	21748	57954	102848	154513	211879	274238	341081	412019	486743	525444
	56500	113000	169500	226000	282500	339000	395500	452000	508500	536750
	118550	189702	249740	303537	353123	399593	443622	485664	526043	545687
	217241	289685	342786	386263	423747	457058	487257	515023	540826	553099
	362547	414364	448035	473570	494373	512047	527481	541227	553648	559444
	565000	565000	565000	565000	565000	565000	565000	565000	565000	565000

Slika 1 Tempo gradnje MHC u toku sprovođenja Glavnog plana



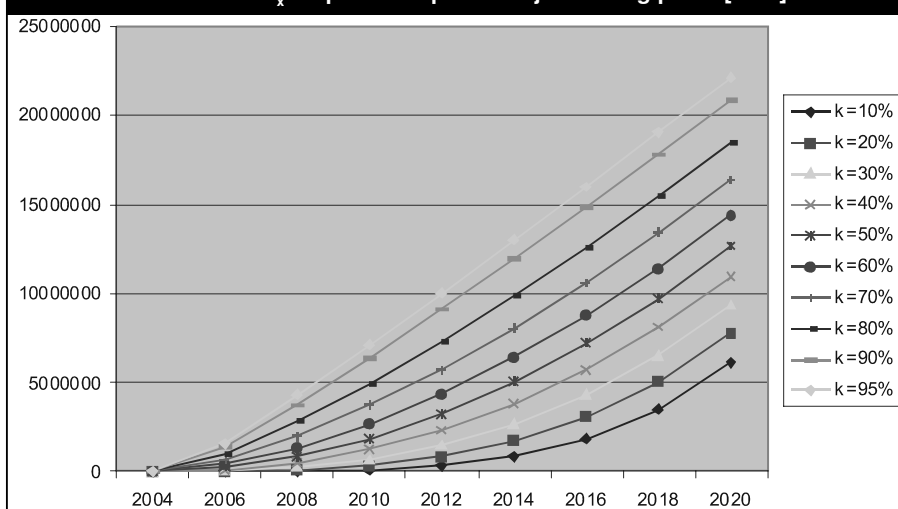
mogućeg scenarija tempa gradnje MHC, od kojih samo jedan može biti optimalan s obzirom na energetske-ekonomsko-ekološke koristi koje može doneti. S obzirom na to, usvojeno je da se tempo gradnje može dovoljno dobro opisati troparametarskim stepenim izrazom, pri čemu su parametri tog izraza varijable optimizacionog procesa u toku koga se utvrđuje optimalni energetske-ekonomsko-ekološki scenario sprovođenja Glavnog plana. Interperetacija mogućeg tempa gradnje MHC, za različite vrednosti parametara koji se izračunavaju u toku optimizacionog procesa, izložena je u tabeli 1 i na slici 1.

Simulacija ekoloških dobitaka podrazumeva, pored mogućeg tempa

Tabela 2 Scenario gradnje MHC zasnovan na pretpostavci koliko će procenata od ukupno raspoložive snage svih mogućih MHC na teritoriji Republike Srbije početi da se koristi do 2012.

	1(k=10%)	2(k=20%)	3(k=30%)	4(k=40%)	5(k=50%)	6(k=60%)	7(k=70%)	8(k=80%)	9(k=90%)	10(k=95%)
Redukovani CO ₂ od početka sprovođenja Glavnog plana [tona]	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232
	2340	15491	51200	120749	235423	406503	645274	963019	1371019	1612392
	22536	100399	252714	497909	854415	1340660	1975073	2776084	3762121	4330284
	106891	340951	702193	1202670	1857244	2681993	3693651	4909351	6346495	7153598
	340751	839144	1483031	2280424	3243928	4388131	5728694	7281930	9064589	10047271
	854348	1708609	2671375	3766877	5014478	6432409	8038576	9850804	11886920	12994514
	1827152	3072463	4338481	5692051	7168904	8795630	10595091	12588333	14795419	15985258
	3491522	5061958	6551948	8082126	9707213	11462962	13377433	15474940	17777744	19012742
	6135880	7815526	9376483	10960479	12629411	14422410	16369412	18495889	20824872	22072088

Slika 2 Redukovani CO₂ od početka sprovođenja Glavnog plana [tona]



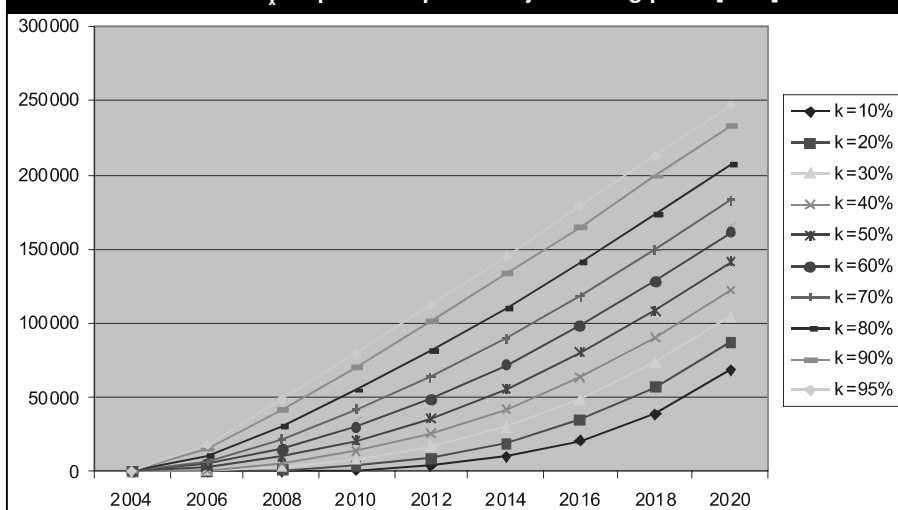
gradnje MHC prikazanog na slici 1 i niz drugih pretpostavki. Pored ostalih, koje ovde neće biti prikazane, usvojeno je:

- da se proizvedenom električnom energijom u MHC redukuje potrošnja lignita "Kolubara", koji ima sledeće karakteristike: C=23,28%, H=2,28%, O=9,82%, N=0,62%, S=0,26%, A=10,96%, W=52,80% i $H_d=7771$ [kJ/kg];
- da prilikom sagorevanja u kotlu, sa koeficijentom viška vazduha, produkti sagorevanja lignita „Kolubara“ imaju sledeći sastav i karakteristike: $(CO_2)_g=14,48\%$, $(CO_2)_w=11,14\%$, $(H_2O)_w=23,56\%$, $(O_2)_w=3,79\%$, $V_{RS}=3,006$ [m³/kg]; $V_{RV}=3,918$ [m³/kg]; $V_L=3,065$ [m³/kg];

Tabela 3 Scenario gradnje MHC zasnovan na pretpostavci koliko će procenata od ukupno raspoložive snage svih mogućih MHC na teritoriji Republike Srbije početi da se koristi do 2012.

	1(k=10%)	2(k=20%)	3(k=30%)	4(k=40%)	5(k=50%)	6(k=60%)	7(k=70%)	8(k=80%)	9(k=90%)	10(k=95%)
Redukovani SO ₂ od početka sprovođenja Glavnog plana [tona]	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	26	173	572	1349	2629	4540	7207	10755	15312	18008
	252	1121	2822	5561	9542	14973	22058	31004	42017	48362
	1194	3808	7842	13432	20742	29954	41252	54830	70880	79894
	3806	9372	16563	25469	36229	49008	63980	81327	101237	112212
	9542	19082	29835	42070	56004	71840	89778	110018	132758	145128
	20406	34314	48454	63571	80065	98233	118330	140591	165241	178530
	38995	56534	73175	90264	108414	128023	149404	172830	198549	212342
	68528	87287	104720	122411	141050	161075	182820	206569	232580	246510

Slika 3 Redukovani SO₂ od početka sprovođenja Glavnog plana [tona]

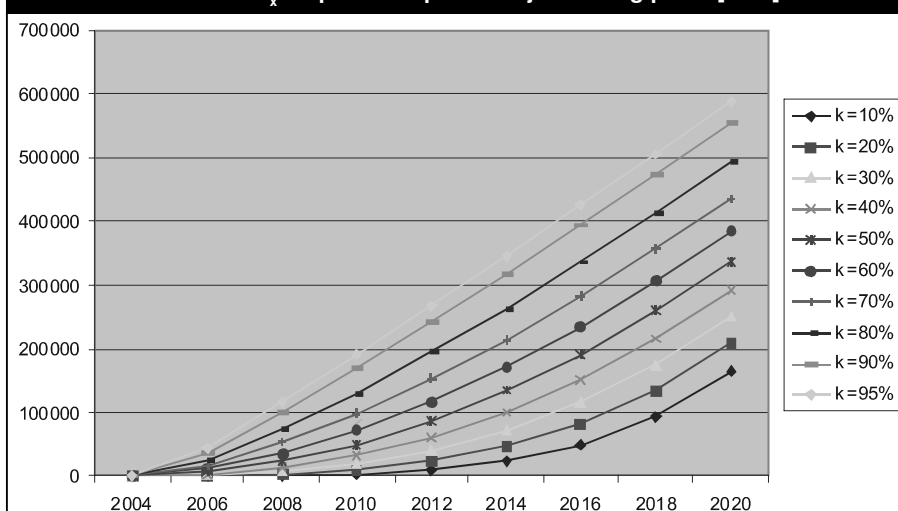


- da prosečni stepen korisnosti domaćih termoelektrana iznosi η_{TE} ;
- da važi ekvivalencija: 1 [MWh proizvedene elektr. energije] $\approx 1,654$ [tona ekvivalentnog domaćeg lignita];
- da se prilikom proizvodnje električne struje u termoelektrani koja koristi domaći lignit mora, u cilju zaštite životne sredine, iz produkata sagorevanja izdvojiti:
 - 0,385 [kgCO₂/kWh proizvedene električne energije],
 - 0,0102 [kgNO_x/kWh proizvedene električne energije],
 - 0,0043 [kgSO_x/kWh proizvedene električne energije] i
 - 0,1813 [kg pepela/kWh proizvedene električne energije];

Tabela 4 Scenarij gradnje MHC zasnovan na pretpostavci koliko će procenata od ukupno raspoložive snage svih mogućih MHC na teritoriji Republike Srbije početi da se koristi do 2012.

	1(k=10%)	2(k=20%)	3(k=30%)	4(k=40%)	5(k=50%)	6(k=60%)	7(k=70%)	8(k=80%)	9(k=90%)	10(k=95%)
Redukovani NO _x od početka sprovođenja Glavnog plana [tona]	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	62	413	1364	3216	6270	10826	17185	25647	36513	42942
	600	2674	6730	13260	22755	35705	52601	73934	100194	115325
	2847	9080	18701	32030	49463	71428	98370	130747	169022	190517
	9075	22348	39497	60733	86393	116866	152568	193935	241411	267582
	22753	45504	71145	100321	133547	171310	214086	262350	316576	346074
	48661	81827	115544	151592	190924	234248	282172	335256	394036	425724
	92987	134812	174493	215246	258525	305285	356272	412133	473462	506353
	163413	208145	249717	291903	336350	384102	435955	492588	554614	587831

Slika 4 Redukovani NO_x od početka sprovođenja Glavnog plana [tona]



- da cena redukcije CO_x iz dimnih gasova iznosi 8,5 [EUR/toni CO_x];
- da cena redukcije NO_x iz dimnih gasova iznosi 19,3 [EUR/toni NO_x];
- da cena redukcije SO_x iz dimnih gasova iznosi 13,5 [EUR/toni SO_x];
- da cena redukcije pepela iz dimnih gasova iznosi 12,3 [EUR/toni pepela].

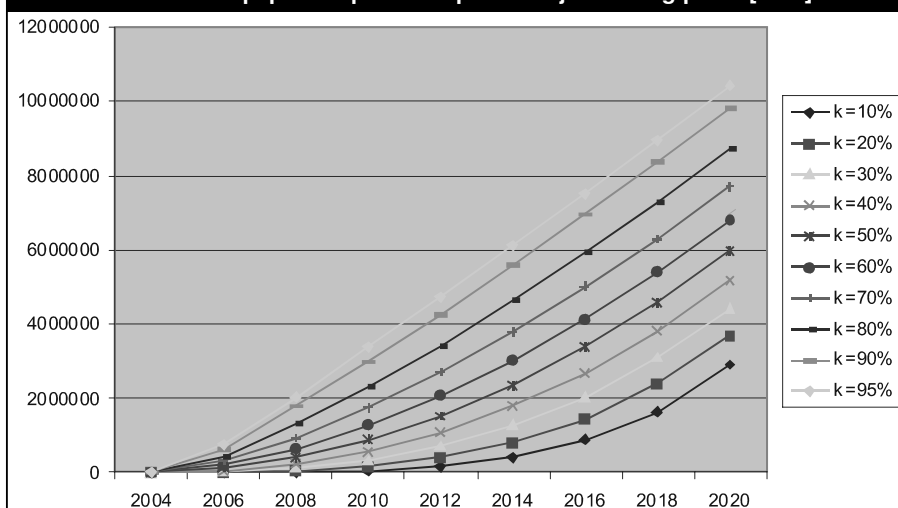
Prikaz dela ekoloških dobitaka koji predstavljaju posledicu sprovođenja Glavnog plana

Korišćenjem razvijenog softvera, uz uslove navedene u tački 3. ovog rada, dobijeno je niz interesantnih rezultata, od kojih su neki prikazani u tabelama 2 - 6 i na dijagramima slika 2 - 6.

Tabela 5 Scenarij gradnje MHC zasnovan na pretpostavci koliko će procenata od ukupno raspoložive snage svih mogućih MHC na teritoriji Republike Srbije početi da se koristi do 2012.

	1(k=10%)	2(k=20%)	3(k=30%)	4(k=40%)	5(k=50%)	6(k=60%)	7(k=70%)	8(k=80%)	9(k=90%)	10(k=95%)
Redukovani pepeo od početka sprovođenja Glavnog plana [tona]	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
	1102	7293	24104	56848	110835	191378	303789	453380	645463	759099
	10610	47267	118975	234411	402250	631170	929845	1306954	1771171	2038656
	50323	160516	330586	566206	874373	1262657	1738935	2311275	2987869	3367845
	160422	395061	698197	1073602	1527210	2065890	2697014	3428263	4267521	4730159
	402219	804396	1257658	1773409	2360768	3028316	3784484	4637664	5596247	6117692
	860206	1446486	2042515	2679763	3375051	4140898	4988067	5926466	6965541	7525706
	1643775	2383121	3084594	3804987	4570062	5396652	6297967	7285453	8369591	8951016
	2888713	3679475	4414358	5160088	5945805	6789932	7706562	8707687	9804150	10391327

Slika 5 Redukovani pepeo od početka sprovođenja Glavnog plana [tona]



Dobijeni rezultati pokazuju da sprovođenje Glavnog plana za gradnju MHC u Srbiji, gledajući samo kroz neposredne ekološke koristi, može rezultovati značajnim smanjenjem zagađenja životne sredine, ali i uštedom nezanemarljivih finansijskih sredstava koja bi se morala utrošiti na eliminaciju štetnih produkata sagorevanja ako bi se umesto sprovođenja Glavnog plana gradile termoelektrane odgovarajuće instalisane snage.

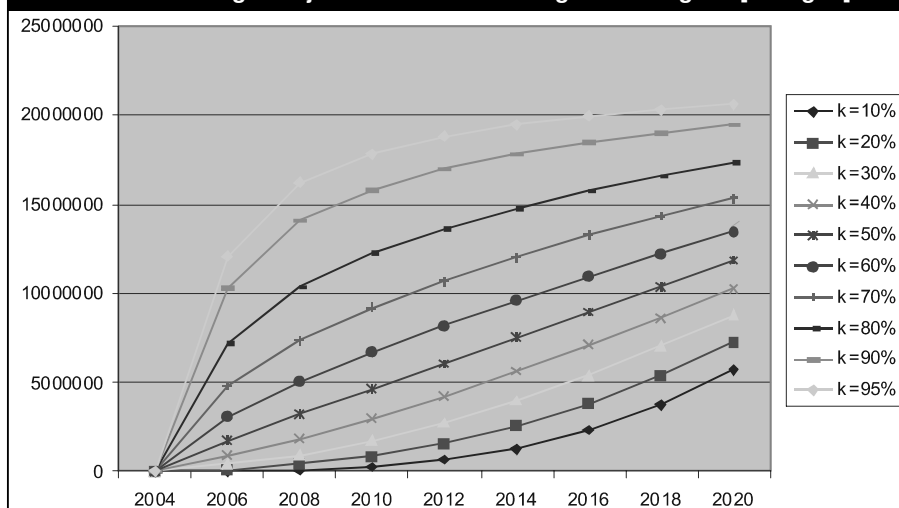
Zaključak

Cilj rada nije bio da izloži postupak određivanja optimalnog scenarija za sprovođenje Glavnog plana, jer je za to, pored ekoloških dobitaka,

Tabela 6 Scenario gradnje MHC zasnovan na pretpostavci koliko će procenata od ukupno raspoložive snage svih mogućih MHC na teritoriji Republike Srbije početi da se koristi do 2012.

	1(k=10%)	2(k=20%)	3(k=30%)	4(k=40%)	5(k=50%)	6(k=60%)	7(k=70%)	8(k=80%)	9(k=90%)	10(k=95%)
Prosečna godišnja ekološka ušteda zbog zamene lignita [EUR/god]	3471	3471	3471	3471	3471	3471	3471	3471	3471	3471
	17501	115840	382860	902934	1760433	3039731	4825199	7201211	10252138	12057061
	84260	375379	944864	1861620	3194550	5012559	7384551	10379430	14066100	16190389
	266433	849848	1750275	2997755	4629335	6685091	9206731	12236965	15819165	17830937
	637012	1568727	2772433	4263109	6064320	8203337	10709434	13613112	16945680	18782744
	1277720	2555309	3995174	5633552	7499402	9619988	12022091	14732369	17777481	19433943
	2277165	3829185	5407012	7093955	8934544	10961920	13204572	15688733	18439406	19922292
	3729818	5407436	6999118	8633730	10369729	12245307	14290442	16531103	18991073	20310360
	5735321	7305318	8764373	10244964	11804946	13480895	15300794	17288452	19465396	20631192

Slika 6 Prosečna godišnja ekološka ušteda zbog zamene lignita [EUR/god]



neophodno tretirati i druge važne parametre kao što su, na primer:

- cena gradnje MHC,
- cena električne energije,
- način finansiranja gradnje MHC,
- način eksploatacije i održavanja MHC koje se grade u toku sprovođenja Glavnog plana,
- prihodi od pratećih delatnosti (turizam, uzgoj ribe i sl.) itd.

Literatura

Milun Babić, *Glavni plan za izgradnju malih hidrocentrala u Srbiji*, Agencija za energetska efikasnost Republike Srbije - Regionalni evro centar za energetska efikasnost Kragujevac, Kragujevac - Beograd, decembar 2004.