



Željko Jurić
Energetski institut Hrvoje Požar
zjuric@eihp.hr

Mario Tot
Energetski institut Hrvoje Požar
mtot@eihp.hr

UTJECAJ PROTOKOLA IZ KYOTA NA RAZVOJ HRVATSKOG ELEKTROENERGETSKOG SEKTORA

SAŽETAK

U radu su ukratko predstavljene obveze koje slijede iz Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime i Kyotskog protokola. Prikazani su tzv. fleksibilni mehanizmi Protokola iz Kyota, pri čemu je veća pozornost posvećena trgovanju emisijama. Analizirane su aktivnosti koje je potrebno poduzeti za ispunjenje obveza koje slijede iz Kyotskog protokola te za priključenje EU sustavu trgovanja emisijskim dozvolama. Ključni korak je izrada Nacionalnog alokacijskog plana, u okviru kojeg će se dodijeliti prava na emisiju stakleničkih plinova termoelektranama Hrvatske elektroprivrede. Uključivanje HEP-ovih proizvodnih termoenergetskih objekata na EU tržište emisijskih dozvola bitno će utjecati na razvoj elektroenergetskog sektora, kroz odabir tehnologija za nove proizvodne objekte, cijenu primarnog energenta, cijenu električne energije te sigurnost opskrbe.

Simulirana su tri scenarija razvoja elektroenergetskog sektora do 2020. godine. Rezultati simulacija komentirani su sa stanovišta emisija stakleničkih plinova i uključivanja na EU tržište emisijskih dozvola.

Ključne riječi: Kyotski protokol, emisija stakleničkih plinova, termoelektrane, EU tržište emisijskih dozvola, Nacionalni alokacijski plan

IMPACT OF KYOTO PROTOCOL ON DEVELOPMENT OF THE CROATIAN POWER SECTOR

SUMMARY

The paper briefly describes the obligations set by the United Nation Framework Convention on Climate Change and by Kyoto Protocol. Flexible mechanisms of Kyoto Protocol are presented with emphasis on emission trading. The required activities for the fulfilment of the Kyoto Protocol obligation, as well as for joining to the EU Emission Trading Scheme (EU ETS) are analysed. The key step is preparation of National Allocation Plan, in which greenhouse gas emission allowances will be allocated for HEP's thermal power plants. The inclusion of thermal power plants in the EU ETS could have a substantial impact on the development of the power sector, having in mind different technologies for the electricity generation, prices of the primary fuels, electricity prices and security of electricity supply.

Three scenarios for the development of the Croatian power generation system until 2020 are considered. The results of simulations are commented from the point of view of greenhouse gas emissions and the process of joining to the EU ETS.

Key words: Kyoto Protocol, Greenhouse Gas Emission, Thermal Power Plants, EU Emission Trading Scheme, National Allocation Plan

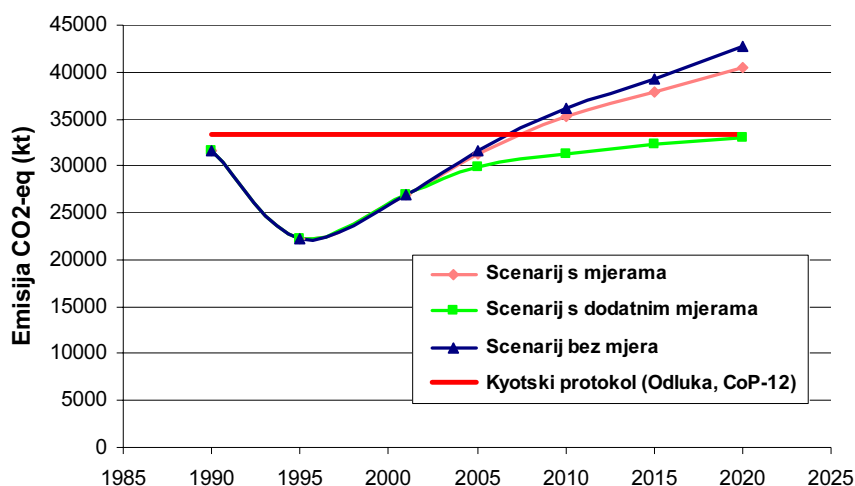
1. UVOD

1.1 Protokol iz Kyota

Pitanje promjene klime, odnosno globalno zagrijavanje uzrokovano povećanjem antropogenih emisija stakleničkih plinova, prepoznato je kao ozbiljan međunarodni ekološki i politički problem na Prvoj svjetskoj konferenciji o klimi 1979. godine. Kao odgovor na klimatski problem, osnovano je Međuvladino tijelo za klimatske promjene (*engl. Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*). Prvi IPCC-jev izvještaj, objavljen 1990. godine, potaknuo je donošenje Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) [1]. Konvencija je održana u Rio de Janeiru u lipnju 1992. godine, a stupila je na snagu u ožujku 1994. godine, nakon što ju je prihvatilo i potvrdilo 50 država stranaka Konvencije. Konvencija zahtjeva poduzimanje mjera u cilju stabilizacije koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi na razini koja neće nepovoljno utjecati na klimatski sustav. Hrvatska je potpisala i ratificirala Konvenciju i time se obvezala zadržati emisiju stakleničkih plinova na razini iz 1990. godine.

Protokol iz Kyota [2] prihvaćen je na 3. zasjedanju država stranaka Konvencije (CoP-3) u prosincu 1997. godine. Protokolom se propisuju obveze smanjivanja ukupne antropogene emisije stakleničkih plinova (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC i SF₆) od najmanje 5,2 posto strankama obuhvaćenih Prilogom 1 UNFCCC konvencije, računajući kao prosječnu emisiju u razdoblju od 2008. do 2012. godine, u odnosu na referentnu godinu. Protokol je stupio na snagu 16. veljače 2005. godine.

Republika Hrvatska je potpisala Kyotski protokol u ožujku 1999. godine. Hrvatski sabor je ratificirao Protokol iz Kyota 27. travnja 2007. godine. Time će Hrvatska postati punopravna stranka Protokola sa svim pravima i obvezama 90 dana nakon ratifikacije. Protokolom iz Kyota, Hrvatskoj je određeno smanjenje emisije stakleničkih plinova za 5 posto u razdoblju 2008.-2012. godine u odnosu na emisiju referentne 1990. godine. To je ozbiljna obveza jer je 1990. godine Hrvatska imala gotovo najmanju emisiju glavnog stakleničkog plina CO₂ po stanovniku u Europi (4,8 t/stanovnik), tj. dvostruko manju od razvijenih zemalja zapada. Temeljem fleksibilnosti koje se pružaju zemljama s ekonomijom u tranziciji, a prema članku 4.6. Konvencije, Hrvatska je podnijela zahtjev za povećanje emisije stakleničkih plinova u referentnoj 1990. godini. Glavno je stajalište Hrvatske da postojeća emisija stakleničkih plinova u 1990. godini, koja je izabrana kao referentna godina, ne odražava specifičnosti vezane za ulogu Hrvatske u zajedničkom ekonomskom i energetskom sustavu, a posebice elektroenergetskom sustavu u bivšoj Jugoslaviji. Pregovori o ovom zahtjevu završeni su na 12. zasjedanju Konferencije stranaka UNFCCC konvencije (CoP-12) u Nairobiju u studenom 2006. godine. Usvojena je Odluka [3] kojom se Hrvatskoj dopušta povećanje emisije referentne godine u iznosu od 3,5 mil. tona ekvivalentne emisije CO₂. Usvajanjem ove Odluke stvorene su pretpostavke za ratifikaciju Protokola iz Kyota i lakše ispunjavanje obveza prema Protokolu (slika 1).



Slika 1. projekcija emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj do 2020. godine [4]

Protokol iz Kyota uspostavio je tzv. fleksibilne mehanizme, kao instrumente za učinkovitiju provedbu smanjenja emisije stakleničkih plinova, i to: mehanizam zajedničke provedbe (*engl. Joint Implementation - JI*), mehanizam čistog razvoja (*engl. Clean Development Mechanism - CDM*) i

mehanizam međunarodnog trgovanja emisijama (*engl. International Emissions Trading - IET*). Primjena fleksibilnih mehanizama omogućuje članicama Protokola zadovoljenje dijela obveza smanjenja emisije ulaganjem u projekte koji doprinose smanjenju emisija stakleničkih plinova u drugim zemljama, u pravilu po nižem trošku od troškova provođenja "domaćih" mjera za smanjenje emisije.

1.2 Trgovanje emisijama u okviru EU ETS sustava

Svrha i cilj trgovanja emisijama stakleničkih plinova u nekoj zemlji usko su povezani s obvezom smanjenja emisije na teritoriju promatrane države, odnosno ispunjenjem obveza prema Kyotskom protokolu. Iako se izraz *trgovanje emisijama* uvriježio u praksi, zapravo se ne trguje emisijama, već pravima na emisiju. Pravo na emisiju jednako je dozvoli za emitiranje jedne tone CO₂-eq.

Sustav trgovine emisijama u zemljama Europske unije (EU ETS) definiran je Direktivom 2003/87/EC (tzv. *ETS direktiva*), a započeo je 1. siječnja 2005. godine. EU ETS se odvija u etapama. Prva etapa obuhvaća razdoblje 2005.-2007. godine. Druga etapa se poklapa s razdobljem u ispunjenja zahtjeva prema Protokolu iz Kyota, tj. od 2008. do 2012. godine. Nakon toga program se nastavlja provoditi u petogodišnjim etapama. Program obuhvaća svih 27 zemalja članica Europske Unije.

U okviru ETS-a države članice EU obvezne su ograničiti ukupne emisije stakleničkih plinova iz postrojenja obuhvaćenih ETS Direktivom, te svakom postrojenju dodijeliti dozvole za emitiranje točno određene količine stakleničkih plinova. Raspodjela prava na emisiju, odnosno emisijskih kvota ili emisijskih dozvola, na pojedina postrojenja određuje se u okviru Nacionalnog alokacijskog plana (NAP). Pojedino postrojenje na kraju svake godine unutar razdoblja trgovanja mora dokazati posjedovanje prava na emisiju i prijaviti stvarnu emisiju tijekom protekle godine. Raspodjela emisijskih kvota za pojedine proizvodne objekte HEP-a, bit će određena u okviru NAP-a temeljem 12 kriterija definiranih Direktivom (2003/87/EC). U NAP-u je potrebno rezervirati prava na emisiju i za nove objekte. Prava na emisiju su najčešće raspodijeljena na način da su postrojenja prisiljena ili smanjiti vlastitu emisiju stakleničkih plinova (primjenom mjera i zahvata na vlastitim postrojenjima) ili kupiti potrebnu količinu prava na emisiju na tržištu emisijskih dozvola.

EU ETS za sada obuhvaća emisiju ugljičnog dioksida, kao glavnog stakleničkog plina, iz četiri djelatnosti: proizvodnja energije i energenata (električna, toplinska, izravne emisije iz rafinerija nafte), industrija željeza i čelika, proizvodnja i obrada minerala (cement, staklo, keramika) i papirna industrija. U EU ETS sustav uključeni su objekti i postrojenja definirani Direktivom 2003/87/EC, što za djelatnost proizvodnje električne energije znači da se sve termoelektrane instalirane toplinske snage veće od 20 MW_t moraju naći u sustavu. Moguće je da pojedina zemlja proširi listu postrojenja koja ulaze u sustav trgovanja emisijama spuštanjem praga (npr. Slovenija - 10 MW_t). Osim ugljičnog dioksida, Direktiva navodi i ostale stakleničke plinove (CH₄, N₂O, HFC, PFC i SF₆) te ostavlja mogućnost zemljama članicama da i ove plinove uključe u ETS sustav nakon 2008. godine. Ukupni broj objekata i postrojenja koje EU ETS obuhvaća veći je od 13000. Obuhvaćeno je više od 40 posto emisije CO₂ cijele EU.

Direktivom 2004/101/EC (tzv. *Linking direktiva*), uspostavljena je veza između ETS-a i projekata provedenih u okviru fleksibilnih mehanizama Protokola iz Kyota (JI i CDM). Svako smanjenje emisije koje se postigne realizacijom JI (*eng. Emission Reduction Units - ERU*) ili CDM (*eng. Certified Emission Reduction - CER*) projekta znači dodjelu iste količine emisijskih dozvola. Na taj način se pruža gospodarskim subjektima dodatni poticaj da se uključe u provedbu takvih projekata. Ovim povezivanjem želi se omogućiti da sudionici tržišta zadovolje propisanu razinu emisije uz najniži trošak, a također se potiče prijenos znanja i tehnologije između zemalja. Međutim, nije moguće ostvariti cjelokupno potrebno smanjenje emisije izvan zemlje, kroz JI i CDM projekte. Udio jedinica smanjenja emisija određuje se u okviru Nacionalnog alokacijskog plana.

Preduvjeti za uključivanje Hrvatske u EU ETS su uz ratifikaciju Kyotskog protokola (travanj 2007.), postojanje Nacionalnog sustava za inventarizaciju stakleničkih plinova, izrada Nacionalnog alokacijskog plana, uspostava Registra stakleničkih plinova te donošenje potrebne zakonske regulative.

1.3. Aktivnosti u Hrvatskoj na primjeni odredbi UNFCCC konvencije i Kyotskog protokola

Hrvatska je započela proces usklađivanja nacionalnog zakonodavstva iz područja zaštite okoliša i energetike s pravnom stečevinom EU, te usklađivanje politike i mjera koje pridonose ublažavanju klimatskih promjena.

Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva pokrenulo je aktivnosti osposobljavanja sustava i izgradnje institucionalnih, zakonodavnih i organizacijskih kapaciteta, kroz projekt "Osposobljavanje za provedbu Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime i Protokola

iz Kyota u Republici Hrvatskoj". Projekt je sufinanciran od strane programa Europske komisije "LIFE – Treće zemlje". Projekt provodi EKONERG – Institut za energetiku i zaštitu okoliša. Radi se o vrlo opsežnom projektu, koji obuhvaća sve ključne sastavnice osposobljavanja sustava za provedbu Konvencije i Protokola, od procjene potreba za osposobljavanje sustava i izrade nacrtu podzakonskih propisa za provedbu Konvencije i Protokola, preko izrade Strategije i akcijskog plana za ublažavanje klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj, do izrade tehno-ekonomskih smjernica za pripremu sektorskih operativnih programa za smanjivanje emisija stakleničkih plinova, uspostave mehanizama za praćenje emisija stakleničkih plinova i osposobljavanja za primjenu fleksibilnih mehanizama Kyotskog protokola.

Paralelno sa završnom fazom LIFE projekta, pokrenut je projekt "Tehničke pomoći Hrvatskoj za implementaciju Kyoto protokola", u kojem će se izraditi studija izvodljivosti uključivanja Hrvatske u EU ETS te analizirati prihvatljive domaće mjere za smanjenje emisija. Projekt je financiran od Europske komisije, a zamišljen je kao suplementaran prethodno spomenutom LIFE projektu. Projekt povodi austrijska tvrtka KWI, uz pomoć stručnjaka iz Energetskog instituta Hrvoje Požar.

Sredinom 2007. godine predviđen je početak CARDS projekta "Pomoć Hrvatskoj u daljnjem usklađivanju regulative u području zaštite okoliša s pravnom stečevinom EU". U okviru ovog projekta izradit će se Nacionalni alokacijski plan (NAP) i uspostaviti Registar stakleničkih plinova. U okviru NAP-a dodijelit će se emisijske kvote, između ostalih, i za termoenergetska postrojenja HEP-a. Očekuje se da bi hrvatski NAP mogao biti izrađen i odobren od Europske komisije do kraja 2008. godine. U cilju osiguranja točnosti i pouzdanosti podataka o emisijama i emisijskim dozvolama potrebno je uspostaviti mehanizme praćenja i izvještavanja i Registar za praćenje emisije stakleničkih plinova. Registar bilježi dodijeljeni iznos emisije (*engl. Assigned Amount Unit*) te promjene dodijeljenog iznosa (nakon obavljene transakcije).

2. EMISIJE CO₂ IZ TERMOELEKTRANA HEP-A

2.2. Postojeće emisije CO₂

Potpunim izgaranjem fosilnih goriva u termoenergetskim objektima nastaje emisija uglavnom CO₂, a tek manjim djelom i CH₄ i N₂O uz druge onečišćujuće plinove. Budući da je doprinos CH₄ i N₂O ukupnoj emisiji stakleničkih plinova iz termoelektrana gotovo zanemariv, tj. manji od 1 posto, razmatrat će se samo emisije najznačajnijeg stakleničkog plina - CO₂.

Emisija CO₂ ovisi o količini i vrsti potrošenog goriva. Najveća emisija nastaje pri izgaranju ugljena, zatim tekućeg goriva te prirodnog plina. Orijentacijski omjer nastale emisije pri izgaranju energetski jednake količine goriva navedenih fosilnih goriva je 1 : 0,75 : 0,55 (ugljen : tekuća goriva : prirodni plin).

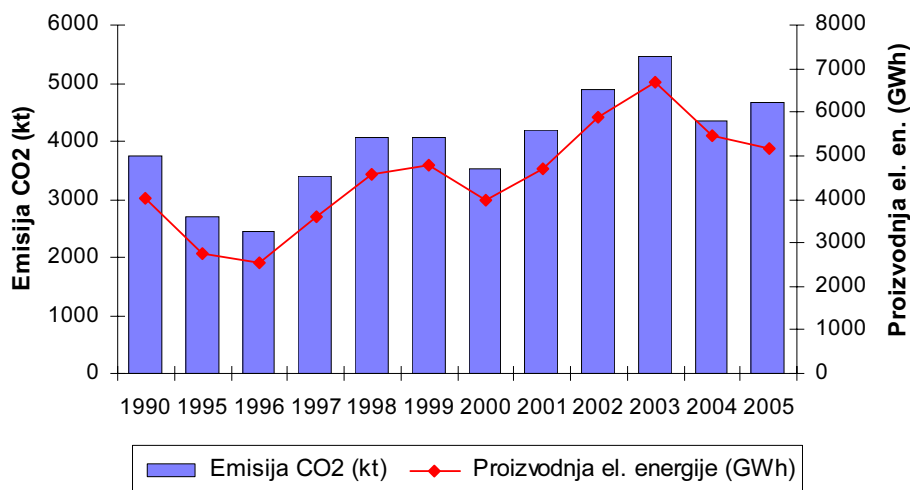
U tablici I prikazana je emisija CO₂ iz termoelektrana HEP-a za 1990. godinu i razdoblje od 2000. do 2004. godine [5]. Emisije su izračunate primjenom IPCC metodologije i odgovarajućih faktora emisije.

Tablica I. emisija CO₂ (kt) iz termoenergetskih postrojenja HEP-a

	1990.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
KTE Jertovec	95	12	9	78	48	8
PTE i TE-TO Osijek	156	212	219	214	221	160
TE Plomin 1 i 2*	630	1347	1489	1903	2045	1878
TE Rijeka	692	450	578	864	981	451
TE Sisak	1368	708	961	750	916	546
EL-TO Zagreb	327	372	400	388	404	423
TE-TO Zagreb	483	421	543	487	862	854
UKUPNO	3750	3522	4199	4684	5476	4320

* uključene su emisije CO₂ iz TE Plomin 2

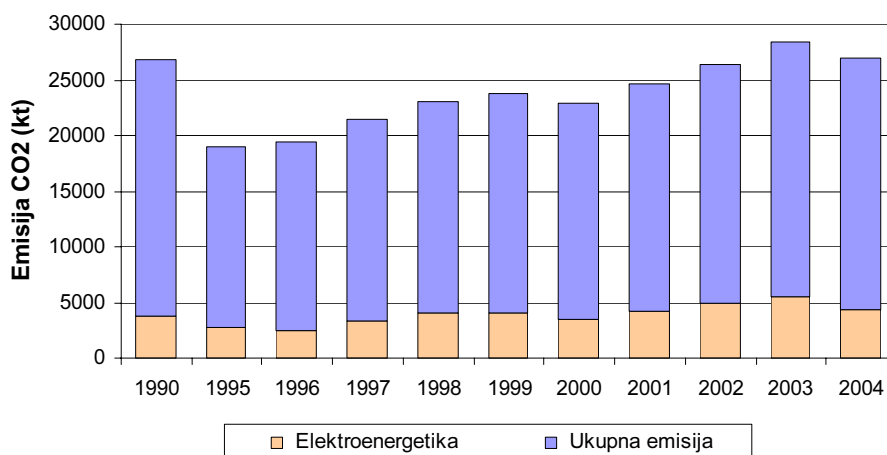
Emisija CO₂ u 2004. godini bila je niža od emisije u prethodnoj godini, kao posljedica smanjene proizvodnje električne energije u termoelektranama HEP-a (smanjenje za oko 20 posto). Razlog smanjenoj proizvodnji električne energije, te nižim emisijama, je veća proizvodnja hidroelektrana zbog povoljnih hidrometeoroloških uvjeta u 2004. godini. Emisije CO₂ iz termoelektrana na području Hrvatske i odgovarajuća proizvodnja električne energije iz termoenergetskih objekata prikazane su na slici 2.



Slika 2. emisija CO₂ iz termoelektrana HEP-a

Prema HEP-ovom godišnjem izvješću za 2005. godinu [6], emisija CO₂ u 2005. godini iznosila je 4672 kt. To je za 8 posto više u odnosu na 2004. godinu, što je rezultat veće potrošnje ugljena za 4 posto i loživog ulja za 23 posto. Specifična emisija po ukupno proizvedenoj električnoj energiji u 2005. godini iznosila je 325,7 gCO₂/kWh.

Karakteristika hrvatskog elektroenergetskog sektora je da je više od 65 posto potrošnje električne energije bez izravnih emisija stakleničkih plinova i drugih onečišćujućih tvari u zrak (hidroelektrane, NE Krško i uvoz). Zbog svega navedenog, udio emisije iz termoelektrana HEP-a u ukupnim nacionalnim emisijama CO₂ (slika 3) je relativno mali (14-24 posto).



Slika 3. udio emisije CO₂ iz termoelektrana u ukupnim nacionalnim emisijama

2.2. Projekcija emisija CO₂

2.2.1. Očekivana potrošnja električne energije do 2020. godine

Pretpostavljena potrošnja električne energije za 2007., 2010., 2015. i 2020. godinu prikazana je u tablici II. Očekivana potrošnja električne energije ne odstupa bitno od višeg scenarija potrošnje prema Master planu HEP-a [7].

Tablica II. očekivana godišnja potrošnja na razini javne mreže i vršno opterećenje

Godina	Potrošnja (GWh)	Vršno opterećenje (MW)
2007.	17965	3124
2010.	19741	3435
2015.	22454	3906
2020.	24783	4309

Očekuje se nastavak rasta potrošnje električne energije, ali nešto sporijim tempom. U razdoblju 1995.-2005. godine potrošnja električne energije je rasla s prosječnom godišnjom stopom od 3,9 posto. Očekivana prosječna godišnja stopa rasta potrošnje u razdoblju od 2007. do 2020. godine iznosi 2,5 posto. To znači da bi potrošnja električne energije po stanovniku s oko 3710 kWh u 2005. godini narasla na oko 5510 kWh do 2020. godine.

2.2.2. Scenariji razvoja elektroenergetskog sektora

Za izradu optimalnog plana izgradnje elektrana, korišten je programski paket WASP IV razvijen pod sponzorstvom Međunarodne agencije za atomsku energiju iz Beča [8].

Ovisno o pretpostavljenoj dinamici ulaska u sustav novih hidroelektrana, termoelektrana i vjetroelektrana, definirana su tri scenarija razvoja elektroenergetskog sektora - Referentni scenarij, Viši scenarij (veće emisije CO₂) i Niži scenarij (manje emisije CO₂). U svim scenarijima pretpostavljena je jednaka dinamika izgradnje hidroelektrana (326 MW) do kraja promatranog razdoblja. U scenarijima jednaka je i dinamika ulaska u pogon termoelektrana do 2012. godine.

Specifičnosti pojedinog scenarija prikazane su u tablici III. Za svaku elektranu navedena je vrsta i gorivo (TE-P - kombi-plinska termoelektrana; TE-U - termoelektrana na ugljen; HE – hidroelektrana; VE - vjetroelektrana), instalirana snaga u MW i godina ulaska u pogon. Za hidroelektrane je navedena i lokacija.

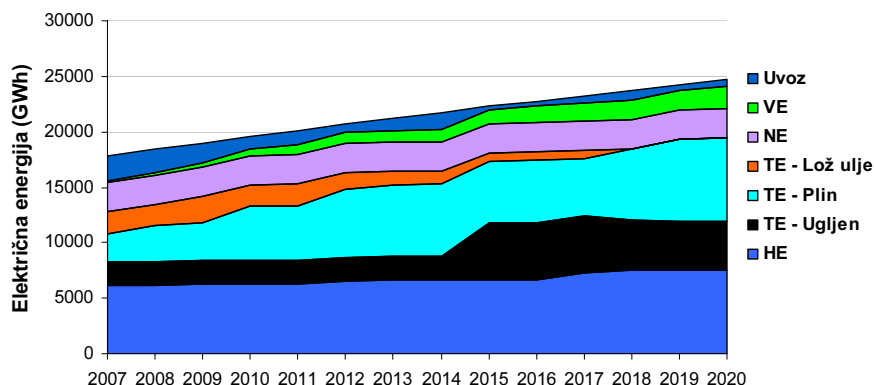
Tablica III. rezultati simulacija - raspored ulaska u pogon novih elektrana za tri razmatrana scenarija

Godina	Referentni scenarij	Viši scenarij	Niži scenarij
2007.	VE (50)	VE (50)	VE (50)
2008.	TE-P (103) + VE (50)	TE-P (103)	TE-P (103) + VE (50)
2009.	HE Lešće (40) + VE (100)	HE Lešće (40) + VE (50)	HE Lešće (40) + VE (150)
2010.	TE-P (250) + VE (100)	TE-P (250) + VE (50)	TE-P (250) + VE (200)
2011.	VE (100)		VE (50)
2012.	HE Podsused (44) + TE-P (250) + VE (50)	HE Podsused (44) + TE-P (250) + VE (50)	HE Podsused (44) + TE-P (250) + VE (100)
2013.	HE Drenje (39) + VE (50)	HE Drenje (39) + VE (50)	HE Drenje (39) + TE-P (250) + VE (100)
2014.	VE (50)		VE (100)
2015.	TE-U (480) + VE (50)	TE-U (480) + VE (50)	VE (100)
2016.	VE (100)		TE-P (250) + VE (100)
2017.	HE Novo Virje (140) + VE (50)	HE Novo Virje (140) + VE (50)	HE Novo Virje (140) + VE (100)
2018.	HE Ombla (63) + TE-P (250) + VE (50)	HE Ombla (63) + TE-U (480) + VE (50)	HE Ombla (63) + TE-P (250) + VE (100)
2019.	TE-P (250) + VE (50)	VE (50)	VE (100)
2020.	VE (50)		VE (50)
Ukupno (MW)	2809	2339	3029

TE-P - kombi-plinska termoelektrana; TE-U - termoelektrana na ugljen; HE – hidroelektrana, VE - vjetroelektrana

U Referentnom scenariju pretpostavljeno je da će do 2010. ući u pogon 300 MW novih vjetroelektrana, a do 2020. godine 900 MW. Pretpostavljena je sadašnja razina cijene prirodnog plina (12,6 EURc/m³). Do 2020. godine u pogon ulazi 5 kombi-plinskih elektrana (1003 MW) i jedna

termoelektrane na ugljen (480 MW). Proizvodnja električne energije za različite tipove elektrana i uvoz prikazani su na slici 4.



Slika 4. struktura potrošnje električne energije za Referentni scenarij

U Višem scenariju simulirana je sporija dinamika ulaska novih vjetroelektrana (450 MW do 2020. godine) i viša cijena prirodnog plina (21,9 EURc/m³). Do 2020. godine u pogon ulaze dvije termoelektrane na ugljen (2x480 MW).

U Nižem scenariju optimistički je pretpostavljena vrlo intenzivna dinamika razvoja vjetroelektrana (1350 MW do 2020. godine) i sadašnja razina cijene prirodnog plina. Uz navedene pretpostavke u Nižem scenariju termoelektrana na ugljen nije konkurentna. Uz zadane hidroelektrane i vjetroelektrane u pogon ulaze samo kombi-plinske elektrane.

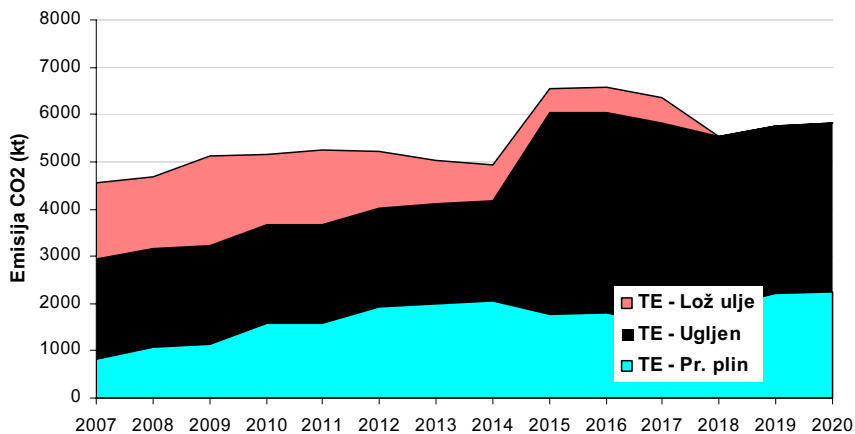
2.2.3. Emisija CO₂ za pojedine scenarije

Projekcija potrošnje fosilnih goriva, uz primjenu odgovarajućih faktora emisije preporučenih IPCC metodologijom omogućile su određivanje emisije CO₂ (tablica IV).

Tablica IV. projekcije emisije CO₂ iz elektroenergetike za tri razmatrana scenarija

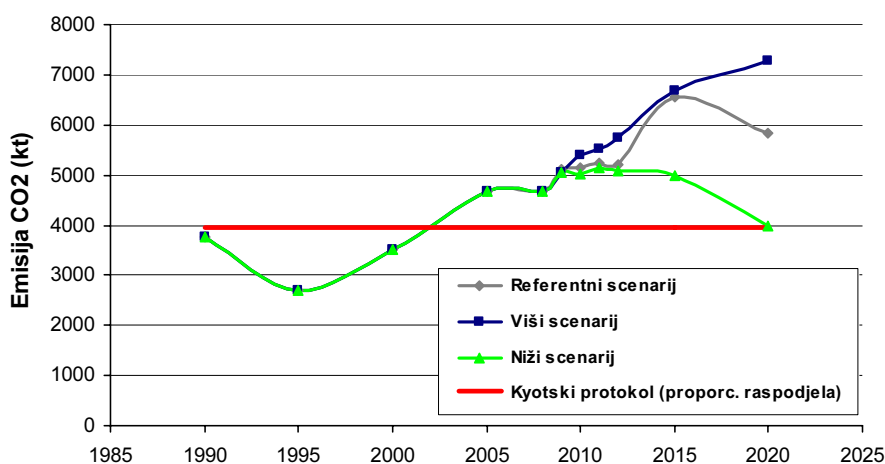
Emisija CO ₂ (kt)	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.	2020.
Referentni scenarij	3750	2691	3522	4672	5149	6544	5828
Viši scenarij	3750	2691	3522	4672	5398	6675	7268
Niži scenarij	3750	2691	3522	4672	5014	4978	3989

Interesantno je prikazati doprinos pojedinog tipa termoelektrane ukupnim emisijama CO₂ (slika 5). Iako termoelektrane na ugljen u 2010. godini sudjeluju u proizvodnji električne energije sa svega 11 posto, doprinos ukupnoj emisiji iz elektroenergetskog sektora je veći od 40 posto.



Slika 5. projekcija emisije CO₂ za Referentni scenarij

Emisija CO₂ analiziranih scenarija prikazana je i na slici 6. Pretpostavljeno je da će se obveze iz Kyota raspodijeliti proporcionalno na sve sektore i sve plinove, tj. da će elektroenergetski sektor imati obvezu smanjiti emisiju CO₂ za 5 posto. Krajem 2006. godine usvojena je Odluka kojom se Hrvatskoj dopušta povećanje emisije referentne godine u iznosu od 3,5 mil. tona ekvivalentne emisije CO₂ [3]. Ovo povećanje je također proporcionalno raspodijeljeno na sve sektore i sve plinove. U tom slučaju kvota za elektroenergetski sektor iznosi oko 4 milijuna tona.



Slika 6. projekcija emisije CO₂ iz elektroenergetskog sektora za tri razmatrana scenarija

Prema Referentnom scenariju emisija CO₂ u 2010. godine iznosi oko 5,1 mil. tona, što je 30 posto više od pretpostavljene obveze iz Kyotskog protokola. Sukladno Višem scenariju emisije bi u 2010. godini bile 36 posto veće, dok bi prema Nižem scenariju emisije bile 27 posto veće od pretpostavljenog Kyotskog limita (proporcionalna raspodjela obveze smanjenje emisije po svim sektorima i plinovima).

Činjenica je da je Hrvatska 1990. godine bila u sastavu bivše Jugoslavije te da su za potrebe hrvatskog konzuma građeni elektroenergetski kapaciteti izvan Hrvatske. Radi se o 650 MW instaliranih u termoelektranama na lignit i/ili mrki ugljen u Bosni i Hercegovini (TE Tuzla IV – 200 MW, TE Kakanj IV – 50 MW i TE Gacko I – 100 MW) te Srbiji (TE Obrenovac VI – 300 MW). Navedene termoelektrane su 1990. godine isporučile Hrvatskoj 3,3 TWh i za tu proizvodnju emitirale 4,3 mil. tona CO₂ [9]. To je bio temelj za pokretanje pregovora oko povećanja kvote u referentnoj godini. Stoga je realno očekivati da bi dozvoljena kvota emisije CO₂ elektroenergetskog sektora mogla biti veća od 4 milijuna tona.

Stvarna kvota za elektroenergetski sektor, odnosno raspodjela emisijskih kvota za pojedine proizvodne objekte, bit će određena u okviru Nacionalnog alokacijskog plana. Projekcije emisija su jedan od kriterija koji će se razmatrati pri dodjeli prava na emisiju, a vodit će se računa i o potrebi ulaska novih elektroenergetskih proizvodnih objekata.

2.3. Potencijalne uštede zbog smanjenja emisije CO₂

Nakon početnih relativno visokih cijena na EU tržištu emisijskih dozvola tijekom 2005. godine (13-14 EUR/t CO₂) slijedile su skokovite promjena cijene (od 7 do 30 EUR/t CO₂), što se objašnjava početnim oblikovanjem tržišta. Sadašnja vrlo niska razina cijena emisijskih dozvola ispod 1 EUR/t CO₂ (0,52 EUR/t CO₂; 7.05.2007.) ukazuje na to da je u prvom razdoblju primjene europskog sustava trgovine emisijama (2005.-2007.) ponuda emisijskih dozvola premašila potražnju. Za drugo razdoblje trgovanja emisijama (2008.-2012.) cijena terminskih ugovora je na razini od 15 do 20 EUR/t CO₂.

U namjeri da se ekonomski vrednuje utjecaj Protokola iz Kyota na analizirane scenarije razvoja elektroenergetskog sektora uspoređen je Referentni i Niži scenarij iz perspektive emisija CO₂ i potencijalnih ušteda zbog smanjenja emisija. Uz pretpostavljeni iznos cijene emisije CO₂ na EU tržištu emisijskih dozvola od 15-20 EUR/t CO₂ (vrijednost za razdoblje 2008.-2012.), primjenom Nižeg scenarije umjesto Referentnog scenarija dobiva se moguća značajna godišnja novčana ušteda zbog smanjene emisije CO₂ (tablica V).

Tablica V. potencijalne uštede zbog smanjenja emisija CO₂

Godina	Smanjenje emisija CO ₂ kao razlika Referentnog i Nižeg scenarija (kt)	Ušteda zbog smanjenja emisije CO ₂ , uz cijenu od 15 EUR/t (1000 EUR)	Ušteda zbog smanjenja emisije CO ₂ , uz cijenu od 20 EUR/t (1000 EUR)
2008.	0,0	0	0
2009.	51,8	777	1036
2010.	135,0	2025	2700
2011.	93,9	1409	1879
2012.	130,0	1951	2601
UKUPNO	410,8	6162	8216

Ovo su dakako samo teorijska razmatranja vrednovanja smanjenih emisija, s obzirom na mogućnost trgovanja emisijama CO₂ koja će postojati uključivanjem u EU sustav trgovanja emisijama. Iznosi emisija koje će biti potrebno kupiti ili će se moći prodati na tržištu ovisit će o dodijeljenom iznosu (kvoti) u okviru Nacionalnog alokacijskog plana (NAP) i ostvarenim emisijama.

3. UTJECAJ PROTOKOLA IZ KYOTA NA RAZVOJ TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Protokol iz Kyota i sustav trgovine emisijama utječu na razvoj elektroenergetskog tržišta i tržišta drugih roba i usluga. Ovaj utjecaj očituje se na nekoliko načina:

- utjecaj na konkurentnost, tj. na odabir i razvoj tehnologija za proizvodnju električne energije i zadovoljenje potreba,
- utjecaj na odabir primarnog energenta,
- utjecaj na cijenu primarnih energenata i električne energije,
- utjecaj na sigurnost opskrbe potrebnim oblicima energije te
- utjecaj na općenita gospodarska kretanja unutar pojedine države/regije kao posljedica novih odnosa na tržištu roba i usluga.

Nabrojani utjecaji su uzročno-posljedično povezani i potrebno ih je zajedno promatrati i proučavati. Zadovoljenje odredbi Protokola iz Kyota i trgovanje emisijama predstavljaju dodatnu nesigurnost na tržištu električne energije i utječu na razinu sigurnosti opskrbe. Utjecaji su kratkoročni (npr. promjena vrste goriva i prelazak na prirodni plin ili alternativna goriva – biogoriva i otpad, promjena proizvodnog portfelja) i dugoročni (investicije u tehnologije s niskim ili nultim emisijama ugljičnog dioksida). Pri tome treba imati u vidu da je plansko razdoblje u elektroenergetici veoma dugačko imajući u vidu vrijeme potrebno za izgradnju objekata, životni vijek objekata i vrijeme potrebno za povrat investicije. S druge strane neizvjesnost u pogledu budućih dogovora za smanjenja emisije stakleničkih plinova, nakon isteka prvog obvezujućeg razdoblja u okviru Kyotskog protokola, unosi dodatni rizik u poslovanje sektora. Postojeći okvir na snazi je do kraja 2012. godine i još uvijek je neizvjesno kakav će biti naredni korak i koliko smanjenje emisije će biti postavljeno za cilj. Europska unija navodi u svojim strateškim dokumentima, ciljano smanjenje emisija stakleničkih plinova u iznosu od 20 posto pa čak 30 posto [10] u 2020. godini u odnosu na referentnu godinu. Što to znači za elektroenergetski sektor za sada nije u potpunosti jasno.

Novi sporazum uključit će vjerojatno i zemlje koje trenutno nisu obveznice Protokola iz Kyota, poput Kine i Indije. Sporazumi na globalnoj razini bit će ključni za uspjeh smanjenja emisije u narednom razdoblju. Međutim, oklijevanje s preciznim odlukama može izrazito negativno utjecati na cijene energenata, sigurnost opskrbe i razvoj gospodarstva.

Uvrštenje cijene emisijskih dozvola u trošak poslovanja znatno više utječe na rad termoelektrana na ugljen u odnosu na plinske termoelektrane i dolazi do promjena u ekonomskom redoslijedu angažiranja elektrana (kratkoročni utjecaj). Cijena emisijskih dozvola utječe na odluke o investicijama te dugoročno dolazi do povećane izgradnje termoelektrana na plin i povećanja potražnje za plinom što može uzrokovati povećanje cijena plina i općenito probleme u opskrbi plinom, osobito ako se uzme u obzir činjenica da se najveći dio plina uvozi izvan teritorija EU.

Povećanje cijene proizvodnje električne energije iz termoelektrana koje koriste fosilna goriva kao posljedica sustava trgovine emisijama pozitivno utječe na razvoj tehnologija s niskim ili nultim emisijama stakleničkih plinova. To se prije svega odnosi na razne vrste obnovljivih izvora energije (energija vjetra, biomasa, geotermalna energija) i nuklearne elektrane. Međutim ne treba zanemariti ulogu fosilnih goriva

čije zalihe su značajne i koja zadovoljavaju najveći dio svjetskih potreba za energijom. U razvoju su tehnologije koje omogućuju upotrebu fosilnih goriva bez emisije ugljičnog dioksida (*eng. Zero Emission Fossil Fuel Power Plants*), uz primjenu izdvajanja i skladištenja ugljičnog dioksida. Jedna mogućnost je odvajanje CO₂ od ostalih sastojaka u dimnom plinu, a drugi način je uklanjanje ugljika iz goriva (npr. iz prirodnog plina) prije izgaranja. U pogonu je niz testnih projekata s ciljem smanjenja utroška energije i cijene izdvajanja CO₂. Cilj ovih projekata je omogućiti komercijalizaciju i sniženje troškova ulaganja i pogona. Najveća nepoznanica i problem ove tehnologije je pronalaženje stabilnih geoloških struktura koje su sposobne zadržati ugljični dioksid u dovoljno dugom razdoblju. Opcija je skladištenje CO₂ na velikim dubinama na dnu oceana. Kao potpora razvoju „čistih“ tehnologija razmišlja se o uspostavi zakonskog okvira u EU, kojim bi se obvezali investitori novih termoelektrana na fosilna goriva (nakon 2020. godine) na ugradnju sustava za izdvajanje i skladištenje CO₂, dok će se za postojeće elektrane vjerojatno definirati rok za instalaciju takvog sustava.

4. ZAKLJUČAK

Razina utjecaja Protokola iz Kyota i trgovine emisijama na elektroenergetski sektor ovisi prije svega o raspodjeli prava na emisiju na razini postrojenja u okviru Nacionalnog alokacijskog plana (NAP). Utjecaj se ogleda kroz utjecaj na konkurentnost, tj. na odabir i razvoj tehnologija za proizvodnju električne energije, utjecaj na odabir i cijenu primarnog energenta, utjecaj na cijenu električne energije, na sigurnost opskrbe potrebnim oblicima energije te na općenita gospodarska kretanja. Jedna od pozitivnih posljedica navedenih utjecaja je ubrzani razvoj i sve šira primjena energetske efikasne tehnologije i tehnologije obnovljivih izvora energije, ali i razvoj tehnologija kojima je moguća upotreba fosilnih goriva bez emisije ugljičnog dioksida, primjenom postupaka izdvajanja i skladištenja ugljičnog dioksida.

Sukladno rezultatima simulacije razvoja elektroenergetskog sektora, očekivana emisija CO₂ u 2010. godini, iznosi od 5,0 do 5,4 milijuna tona, ovisno o razmatranom scenariju (Referentni, Niži i Viši scenarij). Ukoliko bi se razvoj odvijao po Nižem scenariju, emisije CO₂ bi bile znatno manje u odnosu na Referentni scenarij. Analizirajući obvezujuće razdoblje prema Kyotskom protokolu (2008.-2012.), emisije CO₂ bi kumulativno za svih pet godina promatranog razdoblja prema Nižem scenariju bile manje za 411 kt u usporedbi s odgovarajućim emisijama Referentnog scenarija. Znajući da su cijene emisijskih dozvola prema terminskim ugovorima za navedeno razdoblje na razini 15 do 20 EUR/t CO₂, može se govoriti o znatnim potencijalnim uštedama (6,2-8,2 milijuna EUR). Priključivanjem Hrvatske na EU sustav trgovanja emisijskim dozvolama, nedvojbeno je da će se pri izboru elektrane kandidata za ulazak u pogon trebati voditi računa i o emisijama stakleničkih plinova.

5. LITERATURA

- [1] UNFCCC, "Convention on Climate Change", Climate Change Secretariat, May 1999
- [2] UNFCCC, "The Kyoto Protocol to the Convention on Climate Change", Climate Change Secretariat, October 1998
- [3] UNFCCC, "Decision -/CO.12, Level of emission for the base year of Croatia", November 2006
- [4] Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, "Drugo, treće i četvrto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime", studeni 2006.
- [5] Hrvatska elektroprivreda, "HEP i okoliš 2003. - 2004.", EKONERG, veljača 2006.
- [6] Hrvatska elektroprivreda, "Godišnje izvješće 2005.", lipanj 2006.
- [7] Hrvatska elektroprivreda, "Potrebna izgradnja elektroenergetskih objekata u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2001. do 2020. godine (Master plan)", Energetski institut Hrvoje Požar, rujan 2001.
- [8] International Atomic Energy Agency, "Wien automatic system planning (WASP) package", IAEA, Beč, 2001
- [9] V. Jelavić, M. Šestić, Z. Stanić, Ž. Jurić, "Određivanje referentne godine za bilanciranje emisije stakleničkih plinova HEP-a prema Kyoto protokolu", 7 forum HED-a - Budućnost energije nakon Kyota, Zbornik radova, Zagreb, Hrvatska, prosinac 1998., br. strane 149-154
- [10] Commission of the European Communities, "Communication from the Commission to the European Council an Energy Policy for Europe", January 2007