

Kako odgovoriti na izazove očuvanja klime

G. Granić, H. Božić, D. Pešut i M. Karan

PRETHODNO PRIOPĆENJE

U radu je obrađena problematika dugoročnog planiranja energetskeg sustava Republike Hrvatske gdje se osim energetske-tehnološko-lokacijskih ograničenja nameće dodatno ograničenje na smanjenje emisija CO₂. U svrhu ostvarenja zadanih ograničenja provedene su analize dodatnih scenarija energetske potrošnje u kojima je razmatrano korištenje mjera energetske učinkovitosti i novih tehnologija za grijanje, potrošnu toplu vodu, hlađenje i netoplinske namjene u kućanstvima. Na temelju zaključaka analize postavljene su smjernice za ostvarivanje ciljane energetske politike i politike očuvanja klime u Republici Hrvatskoj.

Ključne riječi: sigurnost opskrbe energijom, otvoreno tržište, uloga države

1. UVOD

Dosadašnje planiranje razvoja energetskeg sustava temeljilo se na optimizacijskim ili simulacijskim modelima, u kojima su troškovi (diskontirana vrijednost), točnije njihova minimizacija, bili temeljna komponenta funkcije cilja, a ograničenja su proizlazila iz energetske-tehnološko-lokacijskih problema. Cijena energije je u zapadnom dijelu svijeta imala realnu ekonomsku vrijednost, a u istočnom socijalnu cijenu. U proteklih petnaestak godina cijene u zemljama bivšeg istočnog bloka postupno dosežu realnu tržišnu razinu, a u zemljama razvijene Europe financijske potpore se daju proizvođačima iz obnovljivih izvora energije i kogeneracijama radi smanjivanja emisija CO₂. I u jednom i drugom slučaju radi se o intervencionizmu koji utječe kako na tržište energije, tako i na stanje cijelog sektora. Niska cijena energije imala je pogubne posljedice za stanje i razvoj energetskeg sektora od kojeg će se bivše zemlje socijalističkog kruga oporavljati dugi niz godina. S druge strane intervencionizam na strani proizvodnje obnovljivih izvora energije i kogeneracije realno potiče izgradnju i korištenje tih postrojenja, ali stvara dva tržišta (poticano i slobodno) što je dugoročno neodrživo.

U vremenu koje dolazi očuvanje klime se nameće kao prioritetno pitanje, a prevedeno na potrebne mjere znači radikalno smanjenje emisija CO₂ i ostalih utjecaja na okoliš. U funkciju cilja osim do sada korištenih ograničenja koja proizlaze iz energetske-tehnološko-lokacijskih karakteristika postrojenja, uvodi se dominantno ograničenje - kumulativna prava na emisije stakleničkih plinova za svaku zemlju te druga ograničenja koja su vezana za tehnološke posebnosti pojedinih postrojenja. To nužno nameće promatranje dužeg vremenskog horizonta (najmanje do 2050. godine) i korištenje složenih optimizacijskih modela, koji mogu uzeti u obzir velikih broj varijabli i ograničenja.

Za očekivati je, prema dosadašnjim istraživanjima, da to ograničenje povećava cijenu energetske usluge od dva do tri puta u odnosu na sadašnje stanje ako se emisije žele reducirati za 50 posto. Pitanje koje se nameće je kako distribuirati te troškove u lancu država-energetske tvrtke-kupac, a da model bude ekonomski održiv. U ovom radu će biti prezentirani rezultati na primjeru

sektora kućanstava. Analizirane su mogućnosti primjene mjera energetske učinkovitosti korištenjem optimizacijskog linearnog modela MARKAL za dugoročno planiranje energetskeg sustava, pri čemu će se promatrati ukupni energetskeg sustav Republike Hrvatske do 2050. godine. Za predviđanje korisnih energetskeg potreba u svim sektorima potrošnje koristio se model MAED.

2. OSNOVNE POSTAVKE SIMULACIJE

Mjere energetske učinkovitosti i korištenje obnovljivih oblika energije (za proizvodnju električne energije i za grijanje prostora i PTV) modelirane su u energetskeg sustavu Republike Hrvatske za period od 2005. do 2050. godine korištenjem optimizacijskog modela MARKAL (MARKet ALlocation). Ovaj model koristi tehniku linearnog programiranja i uvjeta najmanjeg ukupnog troška sustava (engl. least cost) u pronalaženju optimalnog rješenja. Model MARKAL koristi se za prikazivanje kompleksnih energetskeg sustava na nacionalnoj, regionalnoj ili lokanoj razini planiranja. Ovakav računalni program sadrži tehničko-ekonomsku bazu podataka o tehnologijama, cijenama, zadanim potrošnjama energije i ostalim parametrima koji definiraju zadani sustav.

Modelom energetskeg sustava Republike Hrvatske posebno su analizirane mjere energetske učinkovitosti: izolacije u kućanstvima i uslužnom sektoru, korištenje novih tehnologija za grijanje i PTV u kućanstvima (biomasa, toplinske pumpe i sunčevi kolektori) i nove tehnologije u prometu (stlačeni prirodni plin, vodik i hibridni pogon)). Na strani proizvodnje električne energije pretpostavljen je pogon novih elektrana i nekih novih tehnologija (hidroelektrane, nuklearne elektrane, elektrane kandidati na ugljen i prirodni plin, sunčeve elektrane (koncentrirano Sunčevo zračenje), vjetroelektrane, geotermalne elektrane, elektrane na biomasu, elektrane s kombiniranim ciklusom uplinjavanja ugljena IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle) te elektrane na ugljen i prirodni plin s izdvajanjem i spremanjem CO₂ CCS (Carbon Capture and Storage)). Mogućnost uvoza električne energije postoji do 2015. godine, a nakon toga se potrošnja električne energije podmiruje isključivo proizvodnjom. Analize su naprav-

ljene s referentnim scenarijem cijena primarnih oblika energije, mjerama energetske učinkovitosti u kućanstvima i uslugama, posebnim diskontnim stopama za tehnologije i emisijama CO₂ (posebni scenarij s ograničenjem emisije).

Nacionalni energetske sustav je prikazan detaljno prema strukturi energetske bilance Republike Hrvatske tako da obuhvaća:

- energetske izvore odnosno domaću proizvodnju i uvoz ugljena, sirove nafte, prirodnog plina, vodnih snaga, ogrjevnog drveta, industrijskog otpada, derivata nafte, gradskog plina, električne energije, pare i vrele vode, obnovljivih izvora (energije vjetra i sunca), i u prometu stlačenog prirodnog plina, vodika i biodizela
- postrojenja za energetske transformacije (postojeća postrojenja i elektrane kandidate): hidroelektrane, termoelektrane, javne toplane i kotlovnice, industrijske toplane i kotlovnice, rafinerije nafte, degazolinažu i gradsku plinaru
- transport i distribuciju električne i toplinske energije, prirodnog plina i sirove nafte
- sve sektore potrošnje energije (kućanstva, usluge, industrija, promet, poljoprivreda, graditeljstvo, neenergetska potrošnja).

Moguća projekcija cijena pojedinih energenata s kojom su rađeni proračuni navedena je na slici 1. Pretpostavljen je rast cijena različiti za pojedini energent, zbog tržišnih i eksploatacijskih razloga.

Sve tehnologije za proizvodnju, uvoz, pretvorbu i potrošnju energije karakterizirane su tehničkim parametrima (učinkovitost procesa, veze između ulaza i izlaza iz tehnologije, odnos među oblicima energije na izlazu iz tehnologije), parametrima kapaciteta (početak pogona nove tehnologije, vrijeme života tehnologije, maksimalni porast ili maksimalni dodani kapacitet tehnologije po periodu, vrijednost preostale instalirane snage), parametrima troškova (investicijski troškovi, fiksni i varijabilni troškovi pogona i održavanja, troškovi dobave energije), parametrima raspoloživosti (prisilni ispadi iz pogona, održavanje) i emisijskim faktorima.

Za sve promatrane tehnologije, prema podacima iz literature, predviđeno je postupno smanjivanje cijene. Te parametre je teško realno predvidjeti s potpunom vjerojatnošću, ali ih je nužno pretpostaviti.

Sektor kućanstava je dodatno podijeljen na slijedeće kategorije potrošnje:

- obiteljske kuće s centralnim grijanjem
- obiteljske kuće sa sobnim grijanjem
- stanovi u zgradama s centralnim grijanjem
- stanovi u zgradama sa sobnim grijanjem

Osim sektora kućanstava, model obuhvaća i ostale sektore potrošnje:

- Sektor usluga - potrošnja korisne energije za grijanje i potrošnju toplu vodu (PTV), potrošnja električne energije za netoplinske namjene i hlađenje
- Sektor industrije – potrošnja korisne energije za direktnu i indirektnu toplinu, potrošnja električne energije za netoplinske namjene

- Sektor prometa – potrošnja energije u putničkom (gradskom i međugradskom) i teretnom prometu
- Sektor poljoprivrede i graditeljstva – potrošnja električne energije, potrošnja energije za termalne potrebe i potrošnja motornih goriva

3. SCENARIJI

Analiza mjera energetske učinkovitosti u sektoru kućanstava provedena je postavljanjem sljedećih scenarija:

- Referentni scenarij (RS)
- Scenarij s posebnim diskontnim stopama za tehnologije (DS)
- Scenarij s ograničenom emisijom CO₂ (ES)
- Scenarij analize poticaja (PS)

Svi scenariji definirani su s baznom 2000. godinom, s periodom od pet godina i periodom planiranja do 2050. godine. Za baznu godinu su korišteni podaci iz energetske bilance Republike Hrvatske, podaci iz baze tehnologija za grijanje i PTV (investicijski troškovi, troškovi pogona i održavanja, učinkovitost, snaga, trajanje pogona) i cijene finalne energije. Za promatrani period do 2050. godine korišteni su rezultati proračuna modela MAED za finalne i korisne potrošnje energije u svim sektorima potrošnje (kućanstva, usluge, promet, industrija, poljoprivreda i graditeljstvo), zajedno s projekcijama cijena finalne energije po oblicima energije.

Model MAED (Model for Analysis of Energy Demand) spada u grupu normativnih (engl. end-use) modela i temeljen je na MEDEE metodologiji (Model for Energy Demand Evaluation) tj. matematičko-tehničko-ekonomskom modelom za dugoročno predviđanje potrošnje finalne energije. Ova metoda omogućava relativno jednostavno uvažavanje utjecaja svih relevantnih odrednica energetske potrošnje kao što su rast i struktura domaćeg proizvoda, demografski rast, stambeni standard, mobilnost stanovništva, specifičnost klime, promjene učinkovitosti korištenja energije, navike i običaje, koji na temelju scenarija razvitka društveno-ekonomskih odrednica potrošnje, daju odraz (sliku) potrošnje.

Za ovaj je scenarij definiran i pod-scenarij ulaska u pogon elektrana kandidata i izlaska iz pogona postojećih postrojenja u elektroenergetskom sektoru (hidroelektrane, termoelektrane, nuklearne elektrane), kao i postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije (mikro kogeneracije u kućanstvima, javne i industrijske toplane) i postrojenja za proizvodnju toplinske energije (javne i industrijske kotlovnice). Referentni scenarij uključuje i čitav niz mjera energetske učinkovitosti u sektoru kućanstava, koje su prikazane u tablici 1.

4. REZULTATI ANALIZE

4.1 Referentni scenarij (RS)

Referentni scenarij je temeljen na referentnim cijenama primarnih oblika energije, s mjerama energetske učinkovitosti u kućanstvima i uslužnom sektoru i bez ograničenja na emisiju CO₂.

Tablica 1. Popis mjera energetske učinkovitosti u sektoru kućanstava

Mjera	Namjena
Izolacija (obiteljske kuće s centralnim grijanjem) ¹	grijanje
Izolacija (obiteljske kuće sa sobnim grijanjem)	grijanje
Izolacija (zgrade s centralnim grijanjem)	grijanje
Izolacija (zgrade sa sobnim grijanjem)	grijanje
Perilice suda	netoplinske namjene
Perilice rublja	netoplinske namjene
Sušilice rublja	netoplinske namjene
Ostalo	netoplinske namjene
Hladnjaci	netoplinske namjene
Zamrzivači	netoplinske namjene
Hladnjaci sa zamrzivačem	netoplinske namjene
Škrinje	netoplinske namjene
Smanjenje gubitaka električne energije zbog stanja pripravnosti (Stand-by power)	netoplinske namjene
Niskoenergetske kuće	grijanje
Kondenzacijski plinski bojler (kuće)	grijanje/PTV
Kondenzacijski plinski bojler (stanovi)	grijanje/PTV
Toplinske pumpe (električna energija)	grijanje/hlađenje/PTV
Toplinske pumpe (prirodni plin)	grijanje/hlađenje/PTV
IC motori (mikro kogeneracija) na prirodni plin	grijanje/PTV i proizvodnja električne energije
IC motori (mikro kogeneracija) na UNP	grijanje/PTV i proizvodnja električne energije
IC motori (mikro kogeneracija) na lako loživo ulje	grijanje/PTV i proizvodnja električne energije
IC motori (mikro kogeneracija) na biodizel	grijanje/PTV i proizvodnja električne energije
Gorive ćelije (mikro kogeneracija) na vodik	grijanje/PTV i proizvodnja električne energije
Gorive ćelije (mikro kogeneracija) na prirodni plin	grijanje/PTV i proizvodnja električne energije
Stirling motor (mikro kogeneracija) na prirodni plin	grijanje/PTV i proizvodnja električne energije
Učinkovita rasvjeta - halogena	rasvjeta
Učinkovita rasvjeta - CFL ²	rasvjeta
Učinkovita rasvjeta - LED ³	rasvjeta
Termostatski radijatorski ventili (TRV)	grijanje
Sobni termostati	grijanje
Individualni mjerači potrošnje topline (radijator)	grijanje
Sunčevi kolektori (sunčeva/električna)	PTV
Sunčevi kolektori (sunčeva/električna)	grijanje/PTV
Sunčevi kolektori (sunčeva/peleti)	grijanje/PTV
Fotonaponski sustavi (kuće)	proizvodnja električne energije
Područno grijanje i PTV na pelete (mala kogeneracija)	grijanje/PTV
Bojleri s peletima	grijanje/PTV

¹ Ukupna izolacija ovojnice, stropa i prozora

² Compact Fluorescent Light

³ Light Emitting Diode

Na slici 3. je prikazana finalna potrošnja energije u kućanstvima do 2050. godine po vrstama energije. Od mogućih mjera energetske učinkovitosti u kućanstvima, prema rezultatima optimizacije u referentnom scenariju isplati se uvođenje sljedećih mjera:

Obiteljske kuće s centralnim grijanjem i PTV

- Izolacija
- Termostatski radijatorski ventili
- Sobni termostati
- Kondenzacijski plinski bojleri
- Sunčevi kolektori za grijanje i PTV

- Bojleri s peletima
 - Mikro kogeneracijski sustavi (Stirlingov motor)
 - Toplinske pumpe za grijanje i hlađenje (prirodni plin)
- Obiteljske kuće sa sobnim grijanjem i PTV
- Izolacija
 - Toplinske pumpe za grijanje i hlađenje (električna energija)
 - Toplinske pumpe za grijanje i hlađenje (geotermalna energija)
 - Toplinske pumpe za grijanje i hlađenje (prirodni plin)
- Stanovi s centralnim grijanjem i PTV
- Izolacija
 - Termostatski radijatorski ventili
 - Sobni termostati
 - Individualni mjerači potrošnje topline (elektronski razdjelnici)
 - Kondenzacijski plinski bojleri
 - Mikro kogeneracijski sustavi (IC motor s unutarnjim sagorijevanjem na prirodni plin i lako loživo ulje)
- Stanovi sa sobnim grijanjem i PTV
- Izolacija
 - Toplinske pumpe za grijanje i hlađenje (električna energija)
- Najveći potencijal uštede energije imaju izolacije u kućanstvima, s udjelima u odnosu na ukupnu finalnu energiju u kućanstvima u iznosima od 4,5 posto (2015. godine), 22,7 posto (2030. godine) i 41,6 posto (2050. godine). Najveće potencijale izolacije tj. moguće uštede energije za grijanje i PTV imaju kuće i stanovi s centralnim grijanjem, tj. kućanstva s najvećim prihodima i velikom potrošnjom energije za grijanje.

Budući da su rezultati ovog proračuna dobiveni matematičkom analizom (modelom) u kojem je pretpostavljeno da svi potrošači imaju jednake uvjete i mogućnosti potrošnje svih oblika energije, potrebno je naglasiti da neki rezultati neće odgovarati stvarnoj potrošnji. Kao primjer se može navesti potrošnja prirodnog plina 2010. godine, koja će stvarno biti manja nego je prikazano na slici 3. zbog toga što svi potrošači u Republici Hrvatskoj neće imati pristup distributivnoj plinskoj mreži (Dalmacija).

4.2 Scenarij s posebnim diskontnim stopama za tehnologije (ds)

Optimizacijski model MARKAL u računima najmanjeg ukupnog troška sustava koristi ulazni podatak o veličini

diskontne stope, koja se može zadati jedinstveno za sve tehnologije u sustavu (kao što je to bio slučaj u referentnom scenariju) ili se za pojedine tehnologije mogu zadati posebne vrijednosti minimalnih očekivanih stopa povrata (engl. hurdle rate). Korištenje ovih dodatnih stopa opravdano je činjenicom da se pomoću njih u modelu MARKAL modelira ponašanje potrošača, odnosno neekonomski parametri koji određuju ponašanje potrošača, poput posebnih sklonosti prema potrošnji određenog proizvoda ili usluge, postojanja tržišnih i administrativnih barijera, nedostatka marketinga itd.

Literatura ukazuje da su očekivane minimalne stope povrata na energetski učinkovite tehnologije najčešće minimalno 10 postotnih bodova više od očekivanih stopa povrata na investicije u konvencionalne tehnologije, odnosno tržišne kamatne stope za kreditiranje i štednju (kao referentne minimalno prihvatljive stope povrata na načelnoj razini, tj. kao mjera oportunitetnog troška investicije per se).

Navedeni fenomen koji je u kontradikciji s dominantnom neoklasičnom ekonomskom teorijom, uzevši u obzir tržišne specifičnosti energetski učinkovitih tehnologija (koje se na taj način modeliraju u MARKAL-u), može se objasniti sljedećim tezama:

- Cijena, odnosno inicijalna investicija, energetski učinkovitih tehnologija je u toj mjeri visoka da investitor/potrošač zahtijeva da takva vrsta investicija, uzevši u obzir premiju rizika, ima visoku stopu povrata, a time i kraće razdoblje povrata, kako bi investitor/potrošač uopće dobio inicijativu da „prijeđe preko prepreke (hurdle)“ visoke inicijalne investicije. Bihevioralna ekonomija ukazuje na fenomen vremenske preferencije novca uslijed koje svaki pojedinac puno više preferira novac koji posjeduje danas od novca koji bi mogao generirati kroz buduće razdoblje, čime u slučaju investiranja više preferira investiciju s kraćim razdobljem povrata i višom diskontiranoj neto sadašnjom vrijednosti
- Kupac/investitor se ponaša racionalno spram visoke cijene energetski učinkovitih tehnologija i očekuje visoku stopu njihova povrata s obzirom na ireverzibilnu prirodu takvih investicija. Naime, teško da investitor navedene tehnologije može koristiti za neku drugu namjenu. Osim toga radi se o tehnologijama koje se intenzivno razvijaju i čijim razvojem učinak tehnologije raste a cijena pada (kao računala i mikroelektronike općenito). Zato racionalni investitor očekuje da će takvu investiciju brzo vratiti jer će u protivnom razvoj tehnologije koji uzrokuje pad cijene, a time i pad granične korisnosti distorzirati isplativost investicije
- U vrijeme kada je cijena energije u većini zemalja (umjetno i nerealno) niska, kupcu/investitoru treba veliki „poticaj“ (u vidu kratkog roka povrata koji proizlazi iz visokih stopa očekivanog povrata) da bi investirao u energetski učinkovitu tehnologiju

- Radi se o klasičnom problemu nefunkcionalnosti tržišta, tzv. principal-agent problemu, koji se svodi na manjak informacija o koristima /nedostacima skupih tehnologija u kombinaciji s, gore navedenim, umjetno niskim cijenama energije, čime se iskrivljuje realan odnos prosječne i granične (marginalne) cijene investicijskih opcija

Ovakve posebne stope mogu se primijeniti za nove tehnologije u svim sektorima potrošnje (kućanstva, usluge itd.), kao i za nove tehnologije za proizvodnju električne energije poput vjetroelektrana, mikro kogeneracija, fotonaponskih sustava i slično. Iznosi ovih stopa veći su od standardne diskontne stope (8%) koja se definira za energetski sustav u cijelosti. Za potrebe ove analize korištene su sljedeće vrijednosti minimalno prihvatljivih stopa povrata za tehnologije:

- Izolacije u kućanstvima i uslugama - 15%
- Toplinske pumpe (geotermalna energija) za grijanje i PTV u kućama s centralnim grijanjem i PTV - 15%
- Mikro kogeneracijski sustavi u kućama i stanovima za proizvodnju električne i toplinske energije - 25%
- Mjerači potrošnje topline u stanovima s centralnim grijanjem - 15%
- Fotonaponski sustavi u kućama za proizvodnju električne energije - 25%
- Sunčevi kolektori u uslugama i kućanstvima za grijanje i PTV i za PTV - 15%.

Ukupni potencijal izolacije u odnosu na ostale oblike finalne potrošnje energije u kućanstvima u scenariju s posebnim diskontnim stopama za tehnologije (DS) prikazan je na slici 4. Ukupni potencijal izolacije u kućanstvima u odnosu na ukupnu finalnu energiju iznosi 3,4 posto (2015. godine), 18,0 posto (2030. godine) i 21,6 posto (2050. godine), što predstavlja smanjenje u odnosu na referentni scenarij.

Za razliku od referentnog scenarija (RS), u scenariju s posebnim stopama za tehnologije (DS) najveće potencijale izolacije, tj. moguće uštede energije za grijanje i PTV imaju kuće s centralnim grijanjem i stanovi sa sobnim grijanjem.

4.3 Scenarij s ograničenom emisijom CO₂ (es)

U scenariju s ograničenom emisijom CO₂ (ES) pretpostavljene su iste vrijednosti minimalno prihvatljivih stopa povrata za tehnologije kao u scenariju DS, uz dodatni uvjet da emisija CO₂ u 2020. godini iznosi 12 posto emisije CO₂ u 2005. godini; ovaj udjel raste do iznosa od 50 posto u 2050. godini (ovo ograničenje postavljeno je u skladu s preporukama direktive 2009/29/EZ)⁴.

Na slici 5. su prikazane srednje vrijednosti udjela izolacije u ukupnoj potrošnji finalne energije za grijanje i PTV u kućanstvima u svim scenarijima. Primjena minimalno prihvatljivih stopa povrata za tehnologije u scenariju DS imalo je za posljedicu smanjenje potencijala izolacije u kućanstvima, dok je postavljanje

⁴ Direktiva 2009/29/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. travnja 2009. godine kojom se poboljšava i proširuje shema trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova unutar Zajednice definirana Direktivom 2003/87/EZ.

ograničenja na emisiju CO₂ (s posebnim diskontnim stopama za tehnologije) u scenariju ES imalo za posljedicu povećanje potencijala izolacije.

Rezultati svih do sada analiziranih scenarija su matematičke prirode tj. optimizacije prema načelu najmanjeg troška sustava. Prema rezultatima proračuna može se postaviti konačni zaključak: da bi se zadovoljio uvjet za smanjenje emisije CO₂ za 47% u 2050. godini (u odnosu na 2005. godinu), od 2040. godine više neće biti potrošnje fosilnih goriva u kućanstvima. Ovu bi potrošnju nadomjestile čiste tehnologije na pelete, toplinske pumpe s pogonom na električnu energiju (električna energija proizvedena iz čistih tehnologija poput vjetroelektrana, nuklearnih, sunčevih i plinskih elektrana s tehnologijom spremanja ugljika) i mikro kogeneracija. Dodatni doprinos i razlog smanjenja potrošnje prirodnog plina u kućanstvima bio bi veliki udjel izolacije u svim tipovima kućanstava i grijanja, što direktno pokazuje da bi se od svih mjera energetske učinkovitosti najviše isplatilo ulaganje u poboljšanje izolacije u zgradama i time smanjenje potrošnje korisne energije za grijanje i hlađenje.

4.4 Scenarij analize poticaja (Ps)

Analiza potrebnih poticaja, tj. subvencija na investicijski trošak tehnologije napravljena je za sve izolacije i za sunčeve kolektore u kućanstvima. Investicijski trošak je smanjen od 10 do 70 posto za odabrane tehnologije (mjere), a rezultat optimizacije (udjel tehnologije u ukupnoj finalnoj potrošnji određene potražnje za energijom) uspoređen je s udjelom dobivenim u scenariju s ograničenom emisijom CO₂ (ES).

Udjeli izolacije u ukupnoj finalnoj energiji za grijanje po tipovima kućanstava i grijanja, s obzirom na veličinu poticaja na investicijski trošak izolacije, ovisna je o tipu kućanstva, tj. o platežnoj moći i potrošnji energije. Bogatija kućanstva koja troše više energije (kuće s centralnim i sobnim grijanjem) imaju veći potencijal uštede energije uvođenjem izolacije i za njih potreban iznos poticaja iznosi 30 posto do 2020. godine i 70 posto od 2020. godine do 2050. godine. Kod stanova s centralnim grijanjem je potreban manji iznos poticaja od 10 do 20 posto od 2015. godine, dok je kod stanova sa sobnim grijanjem potreban poticaj od 50 posto u 2020. godini i od oko 70 posto u periodu od 2030. do 2040. godine.

Rezultati analize pokazali su da je, i uz velike poticaje od 70 posto na investicijski trošak sunčevih kolektora za grijanje i PTV u kućama s centralnim grijanjem, udjel kolektora još uvijek znatno manji od rezultata iz scenarija s ograničenim emisijama CO₂ (ES). Ova činjenica može se objasniti na dva načina. Prvi je da su rezultati scenarija ES matematički. Drugi je u skladu sa stručnom procjenom i činjenicom da su rezultati scenarija s poticajima (PS) realni, tj. poticaj od 70 posto u periodu od 2015. do 2020. godine dovoljan je da se postigne tržišni udjel sunčevih kolektora od oko 15 posto u kategoriji kuća s centralnim grijanjem (za iznos poticaja od 30% taj bi udjel iznosio oko 10%). Iz rezultata optimizacije u scenariju s poticajima (PS) za sunčeve kolektore za PTV u kućama sa sobnim grijanjem, realni tržišni udjel kolektora uz poticaje od 70 posto u periodu

od 2020. do 2025. godine iznosio bi 12 posto, a u periodu od 2030. do 2040. godine oko 45 posto.

5. KOMENTARI REZULTATA

Rezultati opisanih scenarija dobiveni su primjenom optimizacijskog modela MARKAL pa se mogu tumačiti kao rezultat matematičke analize. To se posebno odnosi na scenarij s ograničenim emisijama CO₂ (ES) u kojem dolazi do velike promjene u strukturi potrošnje finalne energije u kućanstvima i uslugama, s naglaskom na prestanak potrošnje fosilnih goriva od 2030. godine (najveći dio ukupne potrošnje čine električna energija i ušteda energije zbog izolacije).

Rezultati analize scenarija s minimalno prihvatljivim stopama povrata za tehnologije (DS) pokazali su da primjena ovih stopa koje predstavljaju sve tržišne, administrativne i druge barijere koje se javljaju prilikom ulaska nove tehnologije na tržište, utječe na razinu izolacije u kućanstvima i uslugama kao i na korištenje ostalih mjera energetske učinkovitosti. Primjenu minimalno prihvatljivih stopa povrata za tehnologije u scenariju RS treba uzeti kao primjer iz literature, jer za Republiku Hrvatsku ne postoje posebne analize koje bi prikazale stvarne vrijednosti ovog parametra.

Analiza scenarija s poticajima (PS) pokazuje kolike je poticaje potrebno osigurati za provođenje izolacija i korištenje sunčevih kolektora u kućanstvima. Ovi rezultati približno odgovaraju očekivanim rezultatima dobivenim iskustvenim analizama.

Kao jedinstveni rezultat svih analiza proizlazi da je povećanje energetske učinkovitosti prvi prioritet strategije i energetske politike svake zemlje, u cijelom procesu od proizvodnje, transformacije, transporta/prijenosa, distribucije i potrošnje kod konačnog kupca energije. Proizvoditi, transformirati, transportirati, distribuirati i trošiti manje energije za iste učinke i kvalitetu usluge je strateški cilj. Povećanje energetske učinkovitosti je mjera koja se sama po sebi nameće, ima ekonomsku opravdanost i daljnji rast cijena samo će učvršćivati njenu važnost. Prioriteti su tamo gdje se mogu napraviti velike uštede, prije svega u zgradarstvu, ali i u drugim procesima gdje postoje potencijali za smanjenje potrošnje energije.

6. KONSTATACIJE

Radikalne redukcije emisija CO₂ i ostalih stakleničkih plinova bitno mijenjaju odnose u energetskom sektoru. Za ostvarivanje ciljeva redukcije stakleničkih plinova potvrđuje se potreba povećanja energetske učinkovitosti, ali se mijenja struktura energetske potrošnje jer se na svakom mjestu proizvodnje, transformacije i potrošnje ne mogu na jednaki način smanjiti emisije stakleničkih plinova. Dolazi do procesa napuštanja korištenja tehnologija u kućanstvima koje koriste fosilna goriva uz proizvodnju CO₂ i drugih stakleničkih plinova, a zamjenjuju ih tehnologije bez emisija. Korištenje fosilnih goriva se koncentrira na mjestima gdje je moguće njihovo izdvajanje i skladištenje, a to su velika postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije. Znatno će rasti potrošnja električne energije (proizvodnja iz tzv. čistih tehnologija), koja će kod krajnjih kupaca supstituirati druge oblike energije. Ovi

rezultati i pokazuju da je postavljeno ograničenje na emisiju CO₂ u iznosu od 50 posto u 2050. godini u odnosu na 2005. godinu, s obzirom na veličinu, stupanj razvijenosti i ekonomsku snagu Republike Hrvatske te potrebna ulaganja u nove tehnologije, visoki domet za energetske sustav Republike Hrvatske i posljedično na cijelo gospodarstvo Hrvatske. Za zemlje u razvoju, kao što je Hrvatska, od važnosti je da dogovor o obvezi očuvanja klime bude pravedan i dugoročno održiv te da obveze svake zemlje budu jednake po svakom stanovniku.

Zaštita klime u projektu smanjenja emisija CO₂ i drugih stakleničkih plinova je ostvariv projekt, koji se mora temeljiti na međunarodnom dogovoru i odgovornosti svih zemalja. Projekt je ostvariv uz realnu cijenu energije koja uključuje i troškove zaštite okoliša. Dodatna pretpostavka je znatno veće usmjeravanje financijskih sredstava i sinergijski učinak u znanstvenim istraživanjima i tehnološkom razvoju. Na kraju kao treća pretpostavka treba što prije započeti te procese.

Izbor tehnologija kojima će se ostvariti postavljeni ciljevi sigurnosti opskrbe uz smanjenje emisija CO₂ ovisit će o cijenama i teško je predviđati što će se događati s pojedinim tehnologijama i u kojem će vremenskom periodu pojedina tehnologija postati od cjenovno nedostupne do cjenovno široko dostupne tehnologije. Naravno, dinamika implementacije ovisi i promjenama cijena energije, kao i brzini razvoja tržišta. U proteklih 10 godina svjedoci smo da cijena pojedinim tehnologijama pada i po nekoliko puta.

Smanjenje potrošnje energije u zgradarstvu osim energetske i dimenzije zaštite okoliša, ima i poslovnu dimenziju. Godišnje bi za rekonstrukciju stambenih i poslovnih zgrada, koje su građene između 1945. i 1990. godine, trebalo investirati između 7 – 10 milijardi kuna, s ciljem da se u 20 godina sanira postojeće stanje loših izolacija u zgradama.

Povećanje korištenje obnovljivih izvora neposredno kod kupaca energije u sadašnjem stupnju tehnološkog razvoja i odnosa cijena traži financijsku pomoć i do 70 posto. U osnovi se može smatrati da će se uključivanjem cijene troškova zaštite okoliša, a prije svega troškova smanjenja emisija CO₂, umjesto financijske pomoći, financijska konkurentnost tehnologija vrednovat prema realnim cijenama energije.

Za ostvarivanje ciljeva očuvanja klime i obveza redukcije CO₂ i drugih stakleničkih plinova, potrebno je imati u vidu dugoročnu viziju svih procesa i obveza najmanje do 2050. godine, kako bi se jednoznačno mogli postavljati dugoročni i kratkoročni ciljevi i mjere. Za Hrvatsku, kao i za sve zemlje u EU potrebno je izraditi strategije razvoja energetskog sektora za period najmanje do 2050. godine, poželjno i duže.

Potrebno je postaviti ukupni okvir za ostvarivanje ciljane energetske politike i politike očuvanja klime u Hrvatskoj, koja uključuje zakonodavni okvir, financijska sredstva, racionalne procedure i odgovarajuću edukaciju na svim razinama za sljedeće prioritete:

1. Kao temeljno načelo buduće energetske politike treba uzeti da u svim energetskim procesima od proizvodnje, transformacije, transporta/prijenosa,

distribucije i potrošnje kod konačnog kupca energije: proizvoditi, transformirati, transportirati, distribuirati i trošiti manje energije za iste učinke i kvalitetu usluge

2. Povećanje energetske učinkovitosti u zgradarstvu
3. Povećanje energetske učinkovitosti u svim tehnološkim procesima
4. Poduprijeti uvođenje jedinstvenog vrednovanja troškova zaštite, prije svega emisija CO₂
5. Destimulirati upotrebu svih tehnologija i energetske rješenja koje povećavaju razine emisija CO₂, a stimulirati sva energetska i tehnološka rješenja koja su dugoročno održiva sa stanovišta ciljeva očuvanja klime
6. Stvoriti sve potrebne uvjete za kontinuirano povećanje korištenja obnovljivih izvora energije
7. Sustavno poticati tehnološki razvoj radi povećanja energetske učinkovitosti, korištenja obnovljivih izvora energije i naprednih tehnologija korištenja nuklearne energije.



Authors:

Goran Granić, DSc., Energetski institut Hrvoje Požar

Helena Božić, DSc., Energetski institut Hrvoje Požar

Damir Pešut, MSc., dipl. ing., Energetski institut Hrvoje Požar

Marko Karan, dipl. oec., Energetski institut Hrvoje Požar

UDK : 620.97 : 504 : 628.5 : 551.58

620.97	energetika, energija
504	ekologija, zaštita okoliša, utjecaj na klimu
628.5	zaštita od zagađenja
551.58	klimatologija