

VAŽNOST DONOŠENJA STANDARDARDA ENERGETSKE EFIKASNOSTI RADI POVEĆANJA NACIONALNIH ENERGETSKIH UŠTEDA

Mr. sc. Vesna K o l e g a, Zagreb

UDK 620.9.351.64
PREGLEDNI ČLANAK

U članku su prikazana svjetska iskustva kao potvrda važnosti uvođenja standarda energetske efikasnosti kućanskih uređaja i uredske opreme radi smanjenja energetske potrošnje u stambenom i javnom sektoru zgrada na nacionalnom nivou, s posebnim osvrtom na važnost provođenja međunarodne i regionalne harmonizacije standarda energetske efikasnosti, energetske oznake i test procedura. Nadalje, opisana su dva osnovna pristupa etabliranju standarda energetske efikasnosti: statistički i inženjersko-ekonomski.

Ključne riječi: standardi energetske efikasnosti, test procedure, međunarodna harmonizacija, statistički pristup, inženjersko-ekonomski pristup.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Standarde energetske efikasnosti kućanskih uređaja i uredske opreme čini niz procedura i propisa koji definiraju radne karakteristike (radni učinak) proizvedenog uređaja s obzirom na energiju koju troši. Uređaji koji su energetske neefikasniji od nekog minimuma propisanog standardom moraju biti povučeni s tržišta do određenog datuma.

U većini razvijenih zemalja svijeta standardi energetske efikasnosti su neizostavni dio nacionalne energetske politike s ciljem smanjenja energetske potrošnje i emisije štetnih tvari.

Preliminarna je faza u postupku donošenja standarda energetske efikasnosti provesti sve potrebne analize koje će dati zadovoljavajuće odgovore na četiri ključna pitanja:

1. Koje su posljedice uvođenja standarda energetske efikasnosti na raspoloživost i kvalitetu energetske opreme uređaja?
2. Kakav je ekonomski utjecaj (analize troškova i koristi, eng. cost-benefit analysis) standarda na potrošače, proizvođače, nacionalno gospodarstvo i zaštitu okoliša?
3. Pod kojim je uvjetima i uolikoj mjeri potrebna intervencija Vlade na tržištu energetske opreme uređaja?
4. Kako upravljati procesom donošenja i provedbe standarda energetske efikasnosti?

Strana iskustva pokazuju da se 3. pitanje pokazalo vrlo spornim i da je još uvijek bez pravog odgovora. Dok za-

govornici smatraju da se intervencijom Vlade jednostavno modificiraju pravila na slobodnom tržištu u korist svijeta, oponenti tvrde da uplitanje Vlade negira slobodu i konkurentnost tržišta.

2. PODJELA STANDARDARDA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Prema načinu donošenja i provedbe standardi energetske efikasnosti se dijele u dvije osnovne grupe:

1. nametnuti od strane relevantnih državnih institucija – mandatni standardi (eng. mandatory standards);
2. standardi doneseni konsenzusom između zainteresiranih strana (udruga potrošača, proizvođača i Vladinih institucija) – dobrovoljni standardi (eng. voluntary standards).

Podjela prema formi standarda je na dva glavna tipa:

1. standarde koji uvjetuju radni učinak uređaja (performanse uređaja) (eng. performance energy efficiency standards);
2. standarde koji zahtijevaju određeno svojstvo (opciju) uređaja (npr. standardom je propisano da perilice rublja moraju imati opciju hladnog ispiranja) ili uklanjanje opcije uređaja (npr. u plinskim sušilicama rublja ne smiju biti nikakva kontrolna svjetla) (eng. prescriptive energy efficiency standards).

Zahtijevani radni učinak energetske opreme uređaja može biti definiran kao:

1. minimalna dozvoljena energetska efikasnost uređaja;
2. maksimalna dozvoljena energetska potrošnja uređaja.

Zahtijevane veličine se određuju test procedurama u ispitnim laboratorijima. Test procedure su niz precizno definiranih protokola koji rangiraju energetske radne karakteristike proizvedenih uređaja zabranjujući izlaz na tržište uređajima koji su energetske neefikasniji od nekog zadanog minimuma.

3. STRANA ISKUSTVA U DONOŠENJU I PROVEDBI STANDARDA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

3.1. Povijest donošenja standarda energetske efikasnosti

Prvi standardi energetske efikasnosti na području Europe datiraju iz šezdesetih godina. Najraniji standardi za čitav niz električnih uređaja doneseni su u Poljskoj 1962., ali nikad nisu implementirani u praksu. Francuska je još 1966. donijela prvi mandatni standard energetske efikasnosti za hladnjake, koga je slijedio standard za zamrzivače donesen 1978. godine. Niti jedan od njih nije zaživio u praksi.

Generalni zaključak o prvoj legislativi ovog područja na europskom tlu je da je bila nezadovoljavajuća, nedjelotvorna i nije se implementirala u praksu.

U Sjedinjenim Američkim Državama, prvi standardi energetske efikasnosti doneseni su u Kaliforniji, 1978. godine, a u sljedećim godinama standarde donose i ostale američke države. Godine 1987. američki je Kongres usuglašene standarde svih država objedinio u Nacionalni dokument o energetske efikasnosti uređaja (National Appliance Energy Conservation Act, NAECA) kao jedinstveni federalni standard.

Harmonizaciju standarda su potaknuli proizvođači energetske opreme kojima je bilo puno jednostavnije i isplativije poštovati jedan jedinstveni nego četrdesetak različitih standarda.

Prvi doneseni standardi u sklopu NAECA bili su oni za hladnjake, zamrzivače, grijalice vode i klimatizacijske uređaje [1].

3.2. Globalni pregled

U 90-tim godinama 20. stoljeća, užurbano se donose prvi ili modificiraju postojeći standardi energetske efikasnosti kućanskih uređaja i uredske opreme. U svijetu su, u ovom trenutku, najrasprostranjeniji mandatni standardi energetske efikasnosti (sl. 1. i tabl. 1).

Posljednjih su nekoliko godina provedene brojne analize i procjene globalnog energetskeg potencijala koje pokazuju da su moguće uštede uvođenjem standarda energetske efikasnosti u kućanstvima i uslužnom sektoru vrlo velike (tabl. 2) [2]. U studiji nije analizirana individualna potrošnja neke zemlje, već prognoza ukupne globalne potrošnje u stambenom i uslužnom sektoru, koja uzima u obzir tehnološka dostignuća, razne programe poticanja i promocije energetske efikasnosti i upravljanja potrošnjom, uvođenje označavanja i standarda energetske efikasnosti za građevinske materijale i elemente, te cjelokupnu energetske opremu unutar zgrade.

Analiza energetskeg potencijala stambenog i uslužnog sektora pokazuje da 1990. godine 41% ukupne svjetske potrošnje električne energije otpada na spomenute sektore.



Slika 1. Globalni prikaz zastupljenosti standarda energetske efikasnosti za kućanske uređaje

Tablica 1. Status standarda energetske efikasnosti kućanskih uređaja prema regijama i državama

Država/regija	Mandatni /dobrovoljni	Uređaji*	Komentar
Australija	M	H/Z, GV	na snazi od 1999.
Brazil	D	H/Z	
Kanada	M	svi	slični SAD-ovim standardima
Kina	M	H, PR, SKU	potrebna revizija
Europska unija	M	H/Z	na snazi od 1999.
Indija	D	H, SKU, CKU	potrebna revizija
Japan	D	CKU	
Koreja	M	H, CKU	
Meksiko	M	H/Z, SKU	slični SAD-ovim standardima
Filipini	M	CKU	
SAD	M	svi	

* Uređaji su: hladnjaci (H), zamrzivači (Z), kombinirani hladnjaci (H/Z), perilice rublja (PR), perilice posuđa (PP), sušilice rublja (SR), grijalice vode (GV), štednjaci (Š), sobni klima uređaji (SKU), centralizirani klima uređaji (CKU)

Tablica 2. Globalna potrošnja u 1990. godini i prognoza energetske uštede u zgradama (stambeni + uslužni sektor) (EJ)

(EJ)	1990.	2010.	2020.	2050.
Električna energija	51	69	79	109
Ostali energenti	62	83	95	152
Ukupna potrošnja bez standarda i oznaka	112	151	174	261
Ukupna potrošnja sa standardima i oznakama	112	128	138	137

U prognozi za 2050. pretpostavljena su značajna tehnološka dostignuća u odnosu na 2020. godinu.

U razdoblju između 1995. – 2010. godine očekuje se rapidni porast potrošnje električne energije u tranzicijskim zemljama zbog korištenja sve većeg broja energetskih uređaja u zgradama, koji će zahtijevati prosječne godišnje investicije u nove proizvodne i distribucijske kapacitete u iznosu od cca 97 milijardi USD [3].

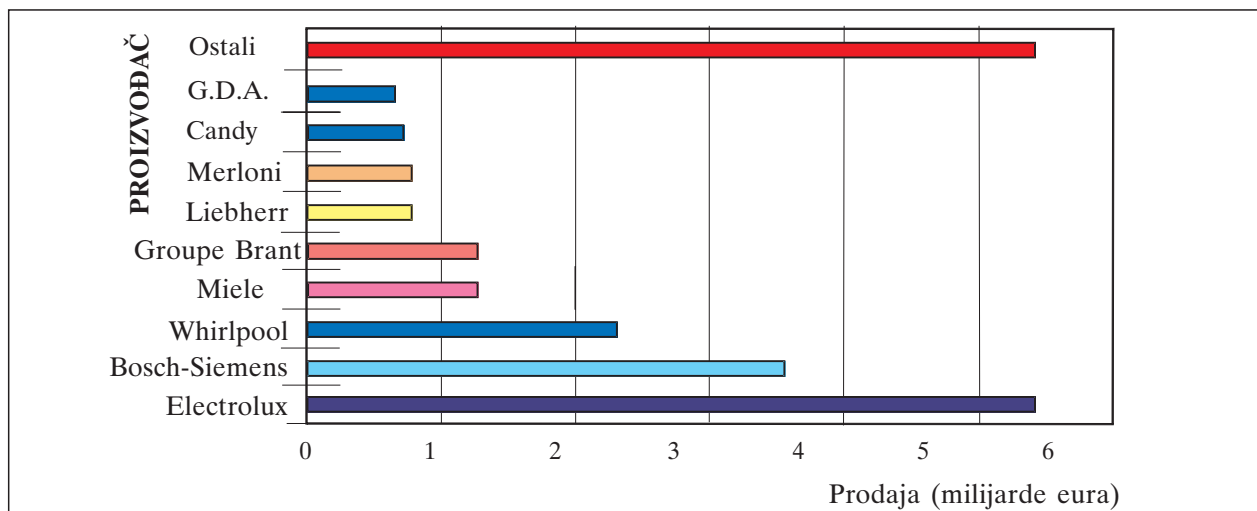
Koliko je to značajan iznos, najbolje je vidljivo iz činjenice da je 1992. godine na svjetskom tržištu, na kućanske uređaje (hladnjake, zamrzivače, perilice rublja, perilice posuđa i mikrovalne pećnice) potrošeno ukupno 67 milijardi USD. Realno je za očekivati da će do 2005. godine taj iznos porasti na više od 85 milijardi USD [4]. Procjenjuje se da će svjetsko tržište hladnjaka i klimatizacijskih uređaja, koje je 1997. godine iznosilo 40-45 milijardi USD, do 2005. porasti na preko 50 milijardi USD [5].

Na slici 2. prikazana je ukupna dobit velikih europskih proizvođača od prodaje bijele tehnike u 1994. godini.

U tablici 3. dana je prognoza udjela kućanskih uređaja (hladnjaci, zamrzivači, perilice rublja, perilice posuđa, sušilice rublja, razne vrste štednjaka uključujući i mikrovalne pećnice) po svjetskim regijama [4].

Tablica 3. Prognoza udjela pojedine regije na svjetskom tržištu bijele tehnike (%)

Regija	1992.	2005.
Zapadna Europa	39,9	38,4
Sjeverna Amerika	25,0	21,1
Jugoistočna Azija	20,2	23,6
Istočna Europa	6,8	7,2
Južna Amerika	1,8	2,6
Srednji Istok	1,9	2,5
Australija i Pacifik	1,6	1,6
Ostalo	2,8	3,0

**Slika 2. Ukupna dobit velikih europskih proizvođača od prodaje bijele tehnike**

Iz tablice 3 je vidljivo da 1992. godine 85% svjetskog tržišta bijele tehnike čine tri velike svjetske regije: Zapadna Europa, Sjeverna Amerika i Jugoistočna Azija.

U periodu do 2005. godine udjeli spomenutih regija na svjetskom tržištu bijele tehnike će stagnirati ili blago padati, dok se porast očekuje u Južnoj Americi, Srednjem Istoku, Jugoistočnoj Aziji i Istočnoj Europi (tim redoslijedom).

U tablici 4. prikazana je prognoza porasta prodaje pojednog kućanskog uređaja izražena u USD prema maloprodajnoj cijeni uređaja iz 1992. godine [4].

Tablica 4. Prognoza porasta prodaje pojednog kućanskog uređaja na svjetskom tržištu (u milijunima USD)

Uređaji	1992.	2005.	Porast (%)
Hladnjaci	26 738	32 208	20,5
Perilice i sušilice rublja	18 592	20 623	10,9
Štednjaci	11 154	12 116	8,6
Mikrovalne pećnice	6 817	7 353	7,9
Perilice posuda	3 826	4 671	22,1
Ukupno	67 127	76 971	14,7

Najveći porast prodaje očekuje se za perilice posuda (u 1992. godini ih je bilo brojčano znatno manje nego ostalih uređaja) i hladnjake (svi tipovi hladnjaka i zamrzivača, kombinirani hladnjaci i dr.).

Globalna analiza provedena 1996. godine za Svjetski energetske kongres (World Energy Congress, WEC) pokazala je da izrazito ekološki scenarij u odnosu na konzervativni (eng. business as usual scenario) smanjuje potražnju za energijom za 6-16% u zemljama članicama Organizacije za ekonomsku kooperaciju i razvitak (OECD), kojoj pripadaju Europska unija, Australija, Japan, Koreja, Meksiko, Novi Zeland i SAD. Izrazito ekološki scenarij polazi od pretpostavke da će globalni problem stakleničkog efekta i koncept održivog razvitka na svjetskoj razini već do 2010. godine osjetno djelovati na porast primjene energetske efikasne tehnologije i obnovljivih izvora energije. U tranzicijskim zemljama smanjenje energetske potražnje iznosi između 24 i 44%, pri čemu je veliki dio ušteda postignut uspješnom provedbom standarda energetske efikasnosti [6].

Osim energetske ušteda, važnost standarda energetske efikasnosti je i u njihovu ekološkom učinku. Spomenute analize, prognoziraju za 2005. godinu, kao direktnu posljedicu provedbe standarda energetske efikasnosti, smanjenje emisije CO₂ za 107 milijuna tona (što je 2% ukupne emisije CO₂ u SAD), NO_x za 286 000 tona i SO₂ za 385 000 tona [7]. Ovdje treba naglasiti da je u 1995. godini, 25–30% globalne emisije CO₂ bilo iz sektora zgradarstva.

Brojni međunarodni ugovori o zaštiti okoliša i reduiranju emisija CO₂ inzistiraju na uvođenju energetske

oznaka, standarda energetske efikasnosti, te njihovu međunarodnoj i regionalnoj harmonizaciji kao dokazano djelotvornim mjerama zaštite okoliša.

4. MEĐUNARODNA I REGIONALNA HARMONIZACIJA STANDARDA ENERGETSKE EFIKASNOSTI, ENERGETSKIH OZNAKA I TEST PROCEDURA

Činjenica da energetske uređaji proizvedeni prema vrijedećim standardima jedne zemlje, nisu kompatibilni sa standardima drugih zemalja ograničava potencijalno zajedničko tržište državnim granicama.

Proizvođači energetske opreme, iz potpuno razumljivih razloga, poduzimaju brojne aktivnosti radi usklađivanja standarda energetske efikasnosti, test protokola i energetske oznaka, koje bi rezultiralo liberalizacijom tržišta.

Proces harmonizacije standarda energetske efikasnosti, energetske oznaka i test procedura na regionalnoj osnovi, u velikom je zamahu u Europskoj uniji, Sjevernoj Americi i Australiji/Novom Zelandu.

Međunarodna harmonizacija je teže provediva od regionalne zbog daleko većih klimatskih, kulturoloških i brojnih drugih razlika između zemalja sudionica.

Neke od glavnih barijera procesu harmonizacije su:

- teško usuglašavanje test procedura;
- klimatske razlike;
- razlike u tehnološkim i radnim karakteristikama energetske uređaja;
- velike varijacije u cijeni energenata;
- kulturološke razlike;
- razlike u snazi i profilu proizvođača u raznim zemljama.

Definiranje test procedura je vrlo složen i skup proces. Test procedure jako variraju od države do države što rezultira potrebom za opširnim i značajnim modifikacijama i prilagodbama radi iznalaženja što optimalnijeg rješenja za sve zemlje uključene u proces harmonizacije. Nadalje, za uređaje čija je energetska efikasnost jako ovisna o klimatskim uvjetima (prvenstveno toplinski i klimatizacijski uređaji) proces međunarodne harmonizacije se dodatno komplicira do te mjere da u nekim slučajevima postaje jednostavno neprovediv.

Razlike u tehnološkim i radnim karakteristikama uređaja u različitim zemljama je teško i usporediti i uskladiti. Između ostalog, i same dimenzije jako variraju, pa su tako kućanski uređaji proizvedeni u SAD generalno većih dimenzija od onih proizvedenih u Europskoj uniji.

Velike varijacije u cijeni energenata su gotovo nepremostiva barijera, jer su zemlje sa socijalnim cijenama manje zainteresirane za donošenje standarda energetske efikasnosti, što njihovu eventualnu harmonizaciju čini bespredmetnom. Može se zaključiti da ekonomska

opravdanost uvođenja standarda energetske efikasnosti u velikoj mjeri ovisi o cijeni energenata u nekoj zemlji.

Kulturološke razlike širom svijeta su tolike da je između nekih zemalja i regija, zbog brojnih razloga, jednostavno nemoguće provesti harmonizaciju.

Međunarodna i regionalna harmonizacija je, u posljednjih desetak godina, glavna tema brojnih konferencija, seminara i sastanaka širom svijeta.

Sredinom 1995. godine, u organizaciji Međunarodne energetske agencije (International Energy Agency, IEA) održan je jedan od važnijih sastanaka stručnjaka na temu harmonizacije test procedura i standarda energetske efikasnosti.

Okosnicu sastanka činila su izlaganja sljedećih referata:

- Generalni pregled standarda energetske efikasnosti u svijetu [8];
- Standardi energetske efikasnosti za hladnjake i zamrzivače [9];
- Standardi energetske efikasnosti uredske opreme [10].

Nakon izlaganja sudionici su podijeljeni u dvije radne grupe:

- za kućanske uređaje;
- za uredsku opremu.

Osnovni ciljevi sastanka bili su:

- istražiti i analizirati zatečeno stanje;
- okupiti jezgru stručnjaka za pripremu radnog plana harmonizacije u budućem razdoblju;
- identificirati kategorije uređaja za koje je internacionalna harmonizacija tehnički izvediva i ekonomski isplativa;
- odrediti ulogu Međunarodne energetske agencije u procesu internacionalne harmonizacije.

Glavni zaključci Radne grupe za kućanske uređaje bili su sljedeći:

- nakon detaljne analize kućanskih uređaja (hladnjaci, zamrzivači, perilice rublja, perilice posuđa, sušilice rublja, grijalice vode i mikrovalne pećnice) kao najbolji kandidati za prvu fazu provedbe harmonizacije odabrani su hladnjaci/zamrzivači i mikrovalne pećnice;
- iako su mikrovalne pećnice manja trošila od drugih kućanskih uređaja, bile bi idealan pilot uređaj jer već imaju internacionalno prihvaćen test protokol, a njihove tehnološke i radne karakteristike su vrlo slične širom svijeta;
- energetska potencijal harmonizacije hladnjaka i zamrzivača je vrlo velik, ali su barijere velika raznolikost test protokola, brojne razlike u tehnološkim i radnim karakteristikama i dr.;
- proces harmonizacije između zemalja Europske unije i Sjeverne Amerike procijenjen je veoma kom-

pliciranim, što će rezultirati autonomnošću tržišta (zajedničko će tržište i dalje ostati minimalno);

- veliki energetska potencijal se očekuje u Jugoistočnoj Aziji, gdje treba pokrenuti brojne programe poticanja i promocije energetske efikasnosti;
- sobni klimatizacijski uređaji su sljedeći na listi potencijalnih kandidata, jer se unatoč velikoj ovisnosti o klimatskim karakteristikama internacionalno koriste ISO standardi, a tehnološke i radne karakteristike su slične širom svijeta;
- perilice rublja i posuđa, kao i sušilice rublja nisu dobri kandidati jer energetska potrošnja strogo ovisi o ponašanju i navikama korisnika, a test protokoli su bitno drugačiji u raznim dijelovima svijeta;
- prije konačne odluke o tome koji uređaji trebaju ući u prvi krug internacionalne harmonizacije, nužna je provedba opsežnih analiza energetskeg potencijala za sve kućanske uređaje;
- zadatak Međunarodne energetske agencije je prikupljati i distribuirati relevantne podatke svim zainteresiranim stranama.

Uz brojne pozitivne strane harmonizacije, osnovni je nedostatak da usuglašeni standardi neće biti optimalni za svaku pojedinu zemlju već će se morati prihvatiti i određeni kompromisi. Nadalje, za dogovore o zajedničkim standardima, test procedurama i energetskim oznakama trebat će jako puno vremena i dobre volje svih zainteresiranih strana.

5. METODOLOŠKE PODLOGE STANDARDA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

5.1. Pristupi etabliranju standarda

Pod pojmom metodoloških podloga za izradu standarda energetske efikasnosti podrazumijevaju se dva osnovna pristupa etabliranju standarda:

- statistički;
- inženjersko-ekonomski.

Osim navedenih pristupa, poznat je i tzv. hibridni pristup donošenju standarda energetske efikasnosti, u kojemu se standardi postavljaju konsenzusom zainteresiranih strana.

Primjer 1

Američki standard za hladnjake iz 1998. godinu nije baziran na statističkim analizama, jer je predložena maksimalna dozvoljena energetska potrošnja 515 litarskog kombiniranog hladnjaka s automatskim odleđivanjem iznosila 500 kWh/god., a u vrijeme provođenja analiza na tržištu nije bilo modela s tako malom potrošnjom. Iz tog je razloga Američki federalni odjel za energiju (US Department of Energy, DOE) proveo inženjersko-ekonomske analize koje su predstavljale bazu za diskusiju u pregovaračkoj grupi sastavljenoj od predstavnika proizvođača, elektroprivrednih i plinskih kompanija, udruuga potrošača i resornih ministarstava. Na taj je način

standard energetske efikasnosti za hladnjake, ustvari, etabliran konsenzusom pregovaračke grupe [11].

Prije konačnog odabira pristupa (statistički ili inženjersko-ekonomski) potrebno je provesti veliki broj predradnji. Učestala je praksa podijeliti neku vrstu proizvoda (npr. hladnjake, perilice rublja i dr.) u nekoliko kategorija (poznate pod nazivom klasa proizvoda) prema raznim pogodnostima koje pružaju korisnicima. Glavni razlog podjele u klase proizvoda je omogućiti što pravednije određivanje deklarirane energetske potrošnje uređaja.

Primjer 2

Stariji modeli hladnjaka s ručnim odleđivanjem troše manje energije od modernijih modela s automatskim odleđivanjem. U slučaju da hladnjaci nisu podijeljeni prema klasama, tehnološki naprednijim modelima s različitim dodatnim opcijama koji troše više energije, bilo bi teže postići vrijednost propisanu standardom. Na taj bi način, standardi energetske efikasnosti bili svojevrsna kočnica tehnološkog napretka.

U Europskoj se uniji hladnjaci dijele na nekoliko klasa, ovisno o sposobnosti postizanja specifične temperature u zamrzivaču.

Sljedeće ključno pitanje je da li bazirati standarde na kapacitetu ili volumenu (zapremnini) uređaja. Praksa je u zemljama koje imaju razvijene standarde energetske efikasnosti za hladnjake i zamrzivače, da su postavljeni kao linearna funkcija podešenog volumena (eng. adjusted volume). Podešeni volumen je izvedena veličina u ovisnosti o volumenu rashladnog dijela, volumenu zamrzivača i postignutih temperatura. Razlog baziranja standarda na podešenom volumenu je taj što bi u slučaju da maksimalna dozvoljena energetska potrošnja nije funkcija podešenog volumena (već je jednaka za sve kapacitete), modeli većih dimenzija teže zadovoljavali standarde što bi obeshrabrivalo proizvođače u njihovoj proizvodnji.

Važan korak u donošenju standarda za određenu klasu proizvoda je odrediti kako se mijenja energetska potrošnja u ovisnosti o podešenom volumenu. Jedna od najčešće korištenih metoda je provođenjem simulacija za nekoliko modela različitih volumena i što sličnijih tehnoloških i radnih karakteristika. Spomenute simulacije za svaki model uređaja daju krivulju regresije za pojedinu razinu energetske uštede. Nakon definiranja željene razine energetske uštede, odabire se jednostavna linearna jednadžba za energetska potrošnju kao funkciju podešenog volumena.

Kriteriji podjele uređaja prema klasama su mnogoznačni i često sporni, ali su iznimno važan čimbenik u smanjenju energetske potrošnje, što je u konačnici i primarni cilj donošenja standarda energetske efikasnosti.

5.2. Statistički pristup

Jedna od osnovnih razlika između statističkog i inženjersko-ekonomskog pristupa je u tome što statis-

tički pristup zahtijeva manje analiza i zasniva se na, generalno gledano, lakše dostupnim podacima od inženjersko-ekonomskog pristupa. Potrebni podaci se odnose na karakterizaciju tekućeg tržišta za promatrani uređaj, a cilj je što preciznije odrediti zastupljenost pojedinog modela nekog uređaja na tržištu prema klasi energetske efikasnosti. Nakon provedene analize, određuje se potencijalna razina energetske potrošnje koju će standard postaviti, iznalaženjem kompromisa između željenih energetske uštede i prihvatljivog broja modela koje zbog prevelike energetske potrošnje treba eliminirati s tržišta. Važna je prednost statističkog pristupa da stvarni troškovi poboljšanja energetske karakteristika uređaja ne trebaju biti eksplicitno određeni, jer je prikupljanje pouzdanih podataka o troškovima od proizvođača i dobavljača energetske uređaja izuzetno težak, a u brojnim slučajevima i neizvediv zadatak.

Statistički pristup, kao metodološka podloga donošenja standarda energetske efikasnosti provodi se u zemljama Europske unije i Australiji.

Detaljne statističke analize kao podlogu donošenja internacionalnog standarda energetske efikasnosti za hladnjake na nivou zemalja Europske unije provela je Grupa za energetska efikasnost (Group for Energy Efficiency, GEA), koju čine Danska energetska agencija (DEA), Nizozemska agencija za energiju i zaštitu okoliša (NOVEM) i Francuska agencija za zaštitu okoliša i upravljanje energijom (ADEME).

Slične statističke analize provedene su posljednjih godina i u Australiji.

Primjer 3

Kao dobar primjer statističkog pristupa, opisana je analiza provedena od strane Grupe za energetska efikasnost za kombinirani hladnjak s tri zvjezdice.

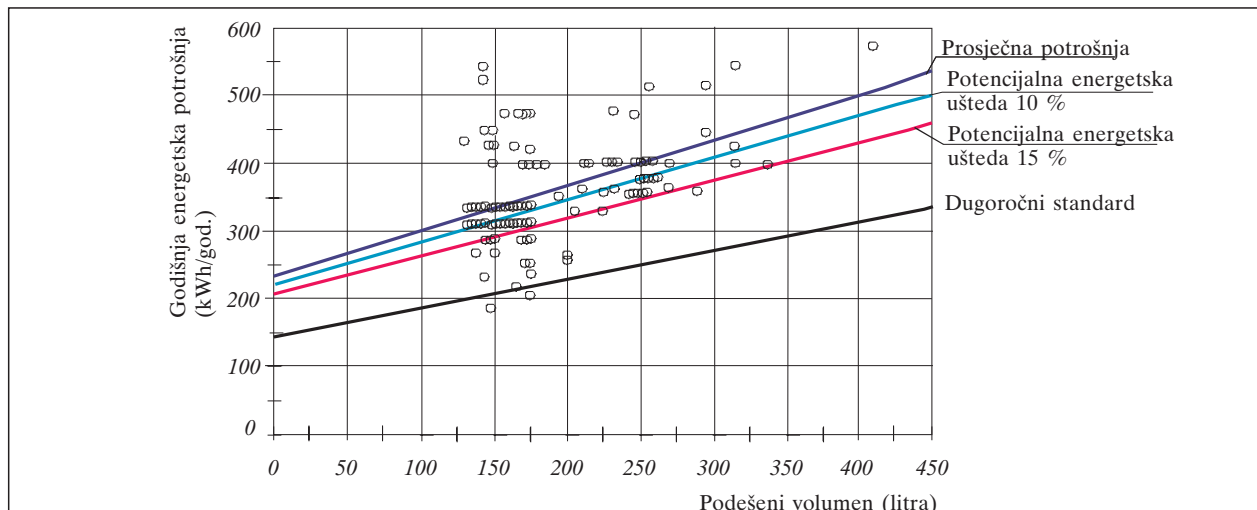
Na slici 3. prikazani su podaci o godišnjoj energetska potrošnji kombiniranih hladnjaka s tri zvjezdice za modele dostupne na europskom tržištu u 1992. godini. Energetska potrošnja svakog modela hladnjaka ucrtana je u graf kao funkcija podešenog volumena.

Za klasu proizvoda kombinirani hladnjak s tri zvjezdice prema vrijedećoj test proceduri Europske unije, EN 153 podešeni volumen (AV) se određuje prema sljedećoj formuli:

$$AV \text{ (litra)} = \text{volumen rashladnog dijela} + 2,5 \cdot \text{volumen zamrzivača}$$

Četiri pravca na slici 3. predstavljaju:

1. prosječnu energetska potrošnju za 1992. godinu dobivenu metodom regresije svih pojedinačnih potrošnji (referentni pravac);
2. 10% godišnju uštedu energije;
3. 15% godišnju uštedu energije;
4. dugoročnu uštedu energije kao rezultat implementacije standarda energetske efikasnosti.



Slika 3. Godišnja energetska potrošnja za kombinirane hladnjake s tri zvjezdice kao funkcija podešenog volumena

Metoda kojom su dobivena prva tri pravca bazirana je na statističkom pristupu, dok je za četvrti pravac potrebno provesti inženjersko-ekonomske analize objašnjene u sljedećem poglavlju.

Prvi je korak statističkog pristupa na pravcu regresije pronaći model koji troši najviše energije i zamijeniti ga s modelom veće energetske efikasnosti, pri čemu broj modela (veličina uzorka) ostaje nepromijenjen. Sljedeći je korak proračun energetske uštede novouvedenog modela, tako da se energetske uštede zbrajaju dok ne dosegnu neku ciljanu vrijednost (10%, 15% ili dr.). Pravac minimalne efikasnosti je definiran kao pravac maksimalnog indeksa efikasnosti, pri čemu se pod pojmom indeksa energetske efikasnosti nekog modela uređaja podrazumijeva postotak za koji je njegova energetska potrošnja ispod ili iznad referentnog pravca.

Načini na koje se najmanje efikasni modeli zamjenjuju efikasnijima su brojni, a GEA je u svojoj studiji obuhvatila četiri najčešće korištena.

Energetski najneefikasniji model može se zamijeniti:

1. fiktivnom jedinicom sličnog podešenog volumena i najbližeg indeksa energetske efikasnosti;
2. postojećom jedinicom najbližeg podešenog volumena i indeksa energetske efikasnosti;
3. fiktivnom jedinicom s podešenim volumenom i indeksom energetske efikasnosti koji su prosječne vrijednosti ostalih jedinica unutar istog raspona volumena;
4. fiktivnom jedinicom sličnog podešenog volumena i indeksa energetske efikasnosti koji je prosječna vrijednost ostalih jedinica unutar istog raspona volumena.

Promatrani raspon volumena je proizvoljan, ali ne bi smio biti prevelik. Većina analiza provedena od strane GEA-e bazira se na četvrtom načinu zamjene, jer se smatra da je to način na koji sami proizvođači, u velikoj većini slučajeva, provode zamjene vlastitih nedovoljno energetske efikasnosti uređaja.

5.3. Inženjersko-ekonomski pristup

Za razliku od statističkog pristupa izradi standarda energetske efikasnosti, za inženjersko-ekonomski pristup nužni su podaci o stvarnim troškovima poboljšanja energetske efikasnosti nekog uređaja. Oni se određuju brojnim ekonomskim analizama od kojih su najvažnije analize troškova životnog vijeka uređaja (eng. life cycle cost analysis) i proračuni perioda povrata investicija (engl. payback period analysis). Ovaj pristup može obuhvatiti utjecaj na nacionalnu ili regionalnu potrošnju energije, utjecaj na proizvođače, isporučitelje električne energije i plina, te utjecaj na okoliš.

Prednost inženjersko-ekonomskog pristupa pred statističkim je u tome što on uzima u razmatranje tehnološke inovacije koje rezultiraju poboljšanjem energetske efikasnosti uređaja. Međutim, vrlo je teško procijeniti troškove tehnoloških inovacija i njihov utjecaj na krajnju cijenu uređaja.

Inženjersko-ekonomski pristup u izradi standarda energetske efikasnosti koristi Američki federalni odjel za energiju, a sve potrebne analize se provode u Nacionalnom laboratoriju Lawrence Berkeley, Sveučilišta u Kaliforniji (National Laboratory Lawrence Berkeley, LBNL). U Europskoj uniji, ovaj se pristup koristi kao podloga prijedloga dugoročnog standarda za hladnjake.

Koraci u provođenju inženjerskih analiza u okviru inženjersko-ekonomskog pristupa su sljedeći:

1. određivanje klase proizvoda;
2. definiranje polaznog (referentnog) modela uređaja;
3. odabir tehnoloških karakteristika uređaja (konstrukcijske opcije) za pojedinu klasu;
4. proračun povećanja energetske efikasnosti za svaku konstrukcijsku opciju;
5. proračun povećanja energetske efikasnosti za razne kombinacije konstrukcijskih opcija;
6. procjena troškova (uključeno instaliranje i održavanje) za svaku konstrukcijsku opciju;

7. generiranje krivulja troškova u ovisnosti o postignutoj energetskej efikasnosti (troškovi – efikasnost krivulje, engl. cost – efficiency curves).

Klase proizvoda se razlikuju u ovisnosti o izvoru energije (električna energija, plin, ulje), te o kapacitetu i radnim karakteristikama uređaja baziranim na svojstvima koja olakšavaju korištenje i utječu na energetske efikasnost.

Karakteristike polaznog modela uređaja moraju biti reprezentativni primjer vlastite klase jer predstavljaju početnu točku svih analiza mogućih opcija za poboljšanje energetske efikasnosti uređaja. Za uređaje za koje su standardi energetske efikasnosti već doneseni, obično se kao polazni model uzima onaj čija je energetska potrošnja jednaka minimalnoj energetskej efikasnosti propisanoj standardom. Za uređaje koji nemaju standard energetske efikasnosti, referentni model se može odabrati na gore opisani način ili kao model čija je energetska potrošnja jednaka prosječnoj vrijednosti energetske potrošnje postojećih modela. Odabir energetske najneefikasnijeg modela za polazni model preporučljivo je iz tog razloga što je time omogućeno provođenje analiza za pokusne standarde na svim mogućim razinama energetske efikasnosti, startajući s eliminiranjem energetske najlošijeg modela.

Konstruktivne opcije predstavljaju promjene u konstrukciji polaznog modela koje rezultiraju poboljšanjem energetske efikasnosti, a razmatraju se odvojeno ili u raznim kombinacijama.

Za svaku konstruktivnu opciju ili kombinaciju opcija, određena je energetska potrošnja mjerenjem ili proračunima u okviru test procedure. Proračuni se većinom provode raznim simulacijskim ili jednostavnim tabličnim modelima (engl. spread sheet models) koji obuhvaćaju razne parametre energetske potrošnje uređaja.

U proračune moraju biti uključeni očekivani troškovi proizvodnje, instaliranja i održavanja svake konstrukcijske preinake uređaja, pri čemu je uobičajeno da potrebne podatke daju proizvođači uređaja i dijelova koji se mijenjaju (npr. kompresora, motora i dr.).

Podaci o troškovima i energetskej efikasnosti se kombiniraju i prikazuju u tabličnoj ili grafičkoj formi (generiranje troškovi – efikasnost krivulja). U slučajevima kad proizvođači ne žele ili ne mogu dati potrebne podatke, koriste se maloprodajne cijene (izvedivo jedino u slučaju kad su sve razmatrane konstrukcijske opcije već dostupne na tržištu što je u praksi izuzetno rijedak slučaj). Prikupljanje prosječnih maloprodajnih cijena je posao koji se može pokazati vrlo teškim jer su razlike u cijenama često značajne. Osim toga teško je naći dva modela uređaja koji se razlikuju samo u točno određenom konstrukcijskom svojstvu (sve ostale karakteristike moraju biti iste).

A) Analiza troškova životnog vijeka uređaja

Nakon provođenja inženjerskih analiza, uobičajeno je analizirati ekonomski utjecaj potencijalnih poboljšanja

energetske efikasnosti na potrošača provođenjem analiza troškova životnog vijeka uređaja. Troškovi potrošača se određuju pomoću višekratnika koji konvertiraju troškove proizvodnje u maloprodajne cijene, ili direktno, provođenjem anketa i analiza tržišta.

Troškovi životnog vijeka uređaja (*LLC*) određuju se prema sljedećoj formuli:

$$LLC = PC + \frac{OC}{r} \left[\frac{1 - (1+r)^{-N}}{r} \right] \quad (1)$$

gdje je:

PC – prodajna cijena uređaja;

N – ukupni životni vijek uređaja (izražen u godinama);

OC – godišnji operativni troškovi;

r – diskontna stopa.

Ako su godišnji operativni troškovi konstantni kroz čitav životni vijek uređaja formula (1) prelazi u formulu (2):

$$LLC = PC + \frac{OC}{r} \left[\frac{1 - (1+r)^{-N}}{r} \right] \quad (2)$$

gdje je *PWF* – faktor sadašnje vrijednosti, a računa se na sljedeći način:

$$PWF = \frac{1 - (1+r)^{-N}}{r} \quad (3)$$

Troškovi životnog vijeka uređaja uvijek se određuju za godinu u kojoj standard stupa na snagu. Troškovi instalacije i održavanja su, također, uključeni u troškove životnog vijeka, na taj način da se troškovi instalacije direktno dodaju prodajnoj cijeni, a troškovi održavanja se zbrajaju na operativne troškove i diskontiraju zajedno s troškovima energije.

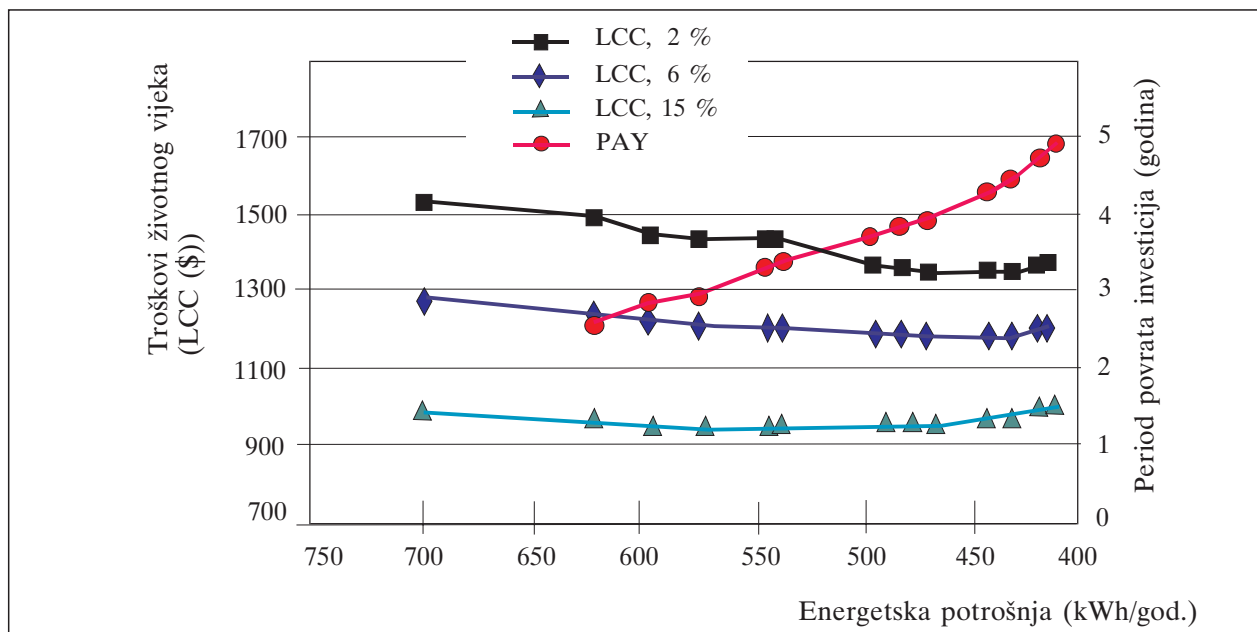
Za uređaje koji u svom radu koriste vodu (npr. perilice rublja i posuda) treba uzeti u razmatranje i cijenu m³ vode, kao i cijene sredstava za pranje dostupnih na tržištu.

Teškoća koja se javlja pri određivanju troškova životnog vijeka uređaja je pravilan odabir diskontne stope, *r*.

Primjer 4

Zbog brojnih polemika o odabiru diskontne stope, u analizi Američkog federalnog odjela za energiju kao podlozi standardu energetske efikasnosti za kombinirane hladnjake s automatskim odleđivanjem, iz 1998. godine, troškovi životnog vijeka su određeni za tri različite diskontne stope (2%, 6% i 15%) (slika 4.).

Za diskontnu stopu od 6%, minimalni troškovi životnog vijeka uređaja bit će postignuti za ukupnu godišnju energetske potrošnje od cca 450 kWh/god. Za nižu diskontnu stopu (2%), minimalni troškovi se pomiču prema nižim energetskej potrošnjama, dok se za diskontnu stopu od 15% minimalni troškovi pomiču prema višim energetskej potrošnjama. Za ovaj konkretni primjer je energetska potrošnja ispod 470 kWh/god. proglašena neprihvatljivom, jer se sve zainteresirane strane slažu da bi dodatnih 2,54 cm izolacijskog sloja sa svih strana hladnjaka radi smanjenja energetske po-



Slika 4. Rezultati analize perioda povrata investicija i troškova životnog vijeka kombiniranog hladnjaka s automatskim odleđivanjem za tri različite diskontne stope

trošnje onemogućilo uklapanje uređaja u prostore već postojećih kuhinja. Pretpostavka je bila da unutarnja zapremina ostane ista uz povećanje izolacijskog sloja.

Za postizanje maksimalne energetske uštede, potrebno je izabrati standard koji propisuje maksimalnu dozvoljenu potrošnju iznad minimalnih troškova životnog vijeka sve dok postoji smanjenje troškova životnog vijeka u odnosu na polazni model uređaja.

B) Analize perioda povrata investicija

Period povrata investicija (eng. payback period, *PAY*) je razdoblje u kojem će se kroz smanjene operativne troškove kao posljedicu povećanja energetske efikasnosti vratiti dodatne investicije uložene u povećanje energetske efikasnosti (*PC*).

Period povrata investicija određuje se iz sljedeće jednakosti:

$$PC \sum_{t=1}^{PAY} OC_t = 0 \quad (4)$$

gdje su:

- PC* – dodatne investicije uložene u povećanje energetske efikasnosti;
- OC* – operativni troškovi.

Općenito se može reći da se period povrata investicija određuje interpoliranjem između one dvije godine u kojima je gornji izraz promijenio predznak.

Ako se operativni troškovi mogu uzeti konstantnima izraz (4) prelazi u jednostavnu formulu:

$$PAY = \frac{PC}{OC} \quad (5)$$

U tom se slučaju period povrata investicija može definirati kao omjer porasta prodajne cijene i troškova in-

stalacije (od polaznog slučaja do uvođenja standarda) i smanjenja godišnjih operativnih troškova (uključujući održavanje).

Ako je period povrata investicija (*PAY*) veći od životnog vijeka uređaja znači da povećana prodajna cijena nije pokrivena smanjenim operativnim troškovima.

Generalno se period povrata investicija može odrediti na dva osnovna načina:

1. iz inženjerskih analiza gdje se računa kumulativni period povrata investicija za svaki model uređaja u odnosu na polazni model;
2. klasifikacijom raznih modela (različitih konstrukcijskih opcija) u odnosu na polazni slučaj bez standarda.

Drugi način daje nešto duži period povrata investicija od prvog, jer su radi što boljeg odabira minimalne energetske efikasnosti koja će biti propisana standardom potencijalne razine standarda razmatrani samo oni modeli uređaja koji bi zbog prevelike energetske potrošnje bili eliminirani postavljanjem predložene razine standarda.

Pretpostavlja se da će potrošač čiji je prvi odabir modela uređaja eliminiran standardom, kupiti onaj model koji je najviše u skladu s predloženim standardom.

5.4. Nacionalne energetske uštede

Karakteristično je za Vladine institucije da prije donošenja standarda energetske efikasnosti žele biti upoznate s potencijalnim energetskim uštedama predloženih standarda na nacionalnoj ili regionalnoj razini. Očekivana nacionalna energetska ušteda se određuje korištenjem raznih modela za planiranje potrošnje (mogu se koristiti i jednostavni tablični modeli

koji procjenjuju godišnju energetska potrošnju za različite scenarije). Procijenjene energetske uštede se, obično, dalje konvertiraju u smanjenje emisije CO₂ i drugih produkata izgaranja. Nadalje, provode se procjene smanjenja vršnog opterećenja, reduciranja uvoza energenata i izbjegavanja gradnje novih elektrana.

U SAD se za sektor kućanstva koristi Model za energetska potrošnja u kućanstvima, (*Residential Energy Model, LBL-REM*), a za javni sektor je u uporabi Model za potrošnju krajnjeg korisnika u javnim zgradama (*Commercial Energy End-Use Model, COMMEND*). Oba modela su razvijena u Nacionalnom laboratoriju Lawrence Berkeley, Sveučilišta u Kaliforniji.

LBL-REM model je program za prognoziranje potrošnje krajnjeg korisnika u stambenom sektoru koji se kontinuirano razvija od 1979. godine. Ovaj model, između ostalog, simulira koje bi uređaje dostupne na tržištu odabrala pojedina kućanstva, ponašanje korisnika i sukladno tome, energetska potrošnja.

Ulazni podaci obuhvaćaju:

- tehničke karakteristike uređaja i zgrada;
- ekonomske karakteristike (cijena energije, prihodi kućanstva, maloprodajna cijena uređaja, troškovi instalacije i održavanja, modeli odabira goriva i tehnologije i dr.);
- demografske karakteristike (broj postojećih i novih kućanstava prema tipu i uređajima koje posjeduju).

Model simulira pet tipova aktivnosti:

- odabir tehnologija i/ili goriva prilikom kupnje uređaja;
- odabir toplinske izolacije prilikom izgradnje ili rekonstrukcije stambenih zgrada i obiteljskih kuća;
- odabir energetske efikasnosti uređaja;
- ponašanje i navike korisnika uređaja;
- ekonomski parametri zgrade i uređaja.

Ukupna godišnja energetska potrošnja prema tipu energenta i kućanstva, na nacionalnoj, regionalnoj i drugim razinama određuje se u ovisnosti o 5 glavnih parametara:

- ukupnom broju kućanstava;
- udjelu kućanstava koji posjeduju promatrani uređaj u ukupnom broju kućanstava;
- energetske potrošnje uređaja;
- ponašanje i navikama korisnika;
- utjecaju toplinske izolacije stambene jedinice.

Posljednja dva parametra se primarno odnose na grijanje i hlađenje prostora.

Izlazni podaci obuhvaćaju nacionalnu energetska potrošnju prema krajnjem korisniku, tipu kućanstva (jedna obitelj, više obitelji i dr.), tipu energenta i prema godini (1980. – 2030.).

Ekonomski izlazni podaci obuhvaćaju godišnje izdatke za kupovinu uređaja i troškove za energiju.

Razlike između polaznog slučaja (bez standarda) i nakon donošenja standarda pokazuju stvarni utjecaj standarda na nacionalne energetske uštede, pri čemu polazni slučaj treba obuhvatiti utjecaj svih vladinih i nevladinih programa za poboljšanje energetske efikasnosti (DSM mjere, labeliranje, marketing i dr.) na prodaju energetski efikasnih uređaja.

6. ZAKLJUČAK

Mjere povećanja energetske efikasnosti kućanskih uređaja i uredske opreme obuhvaćaju:

- standarde energetske efikasnosti;
- označavanje (labeliranje, od eng. labeling);
- upravljanje potrošnjom (eng. Demand Side Management – DSM).

U većini zemalja na snazi su standardi doneseni od strane relevantnih državnih institucija (mandatni standardi), ali je i sve više zemalja u kojima se standardi postavljaju konsenzusom zainteresiranih strana, a na poticaj proizvođača (Japan, Švicarska, Švedska i dr.) (sl. 1).

Generalni je zaključak da etabliranje i provedba standarda energetske efikasnosti u velikoj mjeri ovisi o snazi, razvijenosti i profilu domaćih proizvođača energetske opreme.

Iskustva u zemljama koje imaju standarde energetske efikasnosti pokazuju da njihovo donošenje i provedba imaju veliki ekonomski utjecaj, i to direktan na proizvođače uređaja i široku populaciju korisnika, a indirektan na proizvođače energije. Standardi energetske efikasnosti obvezuju proizvođače na usavršavanje energetske opreme, što rezultira smanjenjem potrošnje energije, reduciranjem emisija štetnih tvari, poboljšanjem radnih karakteristika uređaja, a u konačnici smanjuje potrebu za izgradnjom novih energetske kapaciteta.

Jedan od bitnih preduvjeta organizacije hrvatskog energetskeg sektora u skladu sa Zakonom o energiji je definiranje standarda energetske efikasnosti kućanskih i uredskih uređaja po uzoru na ISO i IEC standarde, usklađene s relevantnom regulativom Europske unije. Stavak 1., članka 13. Zakona o energiji obvezuje proizvođače i uvoznike energetske opreme da u tehničkoj specifikaciji proizvoda navedu potrebnu energiju za standardne uvjete rada. Nadalje, u stavku 2., definirana je obveza označavanja opreme energetskim oznakama čiji oblik i sadržaj, ovisno o vrsti proizvoda, energetskim zahtjevima i dr. propisuje Ministarstvo gospodarstva.

Definiranjem standarda energetske efikasnosti opreme postavljaju se jasni zahtjevi pred proizvođača, ali i uvoznike i prodavače opreme, koji svjesni relativno niskog životnog standarda prosječnog potrošača, pretvaraju Hrvatsku u veliko tržište neefikasne energetske opreme. Nadalje, donošenje standarda energetske efi-

kasnosti osigurava konkretnu financijsku pomoć Svjetske banke, Europske banke za obnovu i razvitak, Europske investicijske banke, Međunarodne banke za obnovu i razvitak, Međunarodnog udruženja za razvoj, Međunarodne financijske korporacije, Organizacije za razvoj i ekonomsku suradnju i Programa za okoliš Ujedinjenih naroda.

Iz brojnih se pokazatelja može zaključiti da je preuzimanje smjernica Europskog parlamenta o standardima energetske efikasnosti, energetskom označavanju i dr. jedan od važnijih koraka radi bržeg uključivanja Hrvatske u jedinstveno europsko tržište energetske opreme.

LITERATURA

- [1] National Appliance Energy Conservation Act, Public Law 100-12, March 17, 1987.
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Technical Paper on Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change, IPCC, Geneva, 1996.
- [3] Resource Dynamics Corporation, Vienna, VA, USA, Financing worldwide electric power: can capital markets do the job? Final Report, April 1996.
- [4] The World Market for White Goods, Euromonitor, London, UK, 1998
- [5] Timothy Somheil, An atmosphere of growth, Appliance, November, 1996.
- [6] M. D. LEVINE, L. PRICE, N. MARTIN, "Energy and energy efficiency in buildings: a global analysis", Proc. 1996 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Proceedings, Vol. 9, Energy and Environmental Policy
- [7] S. WEIL, N. MARTIN, M. D. LEVINE, "The role of building energy efficiency in managing atmospheric carbon dioxide", Proc. 1996 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Proceedings, Vol. 9, Energy and Environmental Policy
- [8] I. TURIEL, J. KOLLAR, J. McMAHON, "Overview of International Energy Efficiency Standards for Appliances", Rep. to IEA, IEA, Paris, France, April, 1995.
- [9] B. LEBOT, P. WAIDE, "Refrigerators and freezers: market characteristics, energy use and standards harmonization", Rep. to IEA, Paris, France, April, 1995.
- [10] J. McMAHON, J. KOLLAR, M. PIETTE, "Office equipment: market characteristics, energy use and standards harmonization", Rep. to IEA, Paris, France, April, 1995.
- [11] I. TURIEL, S. HAKIM, "Consensus efficiency standards for refrigerators and freezers – providing engineering – economic analyses to aid the process", Proc. ACEEE Conference, Pacific Grove, CA, August, 1996.

IMPORTANCE OF ENERGY EFFICIENCY STANDARDS TO INCREASE NATIONAL ENERGY SAVINGS

In the paper experiences are shown as a verification of importance of appliances' and office equipment's energy efficiency standardisation in order to decrease energy consumption in apartments and public buildings on the national level. There is a special review of the importance of international and regional harmonisation of energy efficiency standards, energy labeling and test procedures. Furthermore, two basic approaches to energy efficiency standardisation are described: the statistical and the engineering-economic.

DIE BEDEUTUNG DER NORMIERUNG ENERGETISCHER WIRKSAMKEIT ZWECKS GRÖßERER ENERGETISCHER EINSPARUNGEN AUF DER STAATSEBENE

Im Artikel sind Erfahrungen anderer, als Beweis der Bedeutung der Einführung von Normen energetischer Wirksamkeit der Haushaltsgeräte und der Büro-Ausstattung, zwecks Einschränkung des Energieverbrauchs in Wohn- und Bürogebäuden auf der Staatsebene, dargestellt. Gegeben ist ein besonderer Rückblick auf die Wichtigkeit der Durchführung gegenseitlicher Anpassung der Normen energetischer Wirksamkeit, energetischer Symbole und Prüferfahren auf internationaler und regionaler Ebene. Beschrieben sind weiters zwei Grundsätze der Einführung der Normen energetischer Wirksamkeit: Der statistische und der technisch-wirtschaftliche.

Naslov pisca:

Mr. sc. Vesna Kolega, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Savska 163
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
 2003 – 04 – 24.