

ENERGETSKI AUDIT ZGRADA JAVNE NAMJENE - OBRADA PODATAKA I PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Mr. sc. Vesna KOLEGA, Zagreb

UDK 620.9:728
PRETHODNO PRIOPĆENJE

Provođenje energetske audita zgrade je djelotvorna metoda s ciljem reduciranja potrošnje svih tipova energije u zgradama javne namjene. U ovom će članku biti detaljno opisani načini obrade podataka prikupljenih prema obrascu za energetske audit zgrada javne namjene [1] i metode određivanja liste prioriternih mjera energetske efikasnosti za konkretnu zgradu javne namjene.

Ključne riječi: energetske audit, obrada podataka, energetske karakteristike zgrada, energetske omjer zgrade, provedba prioriternih mjera energetske efikasnosti

1. UVODNA RAZMATRANJA

Mjera energetske efikasnosti u zgradarstvu je uspješna ako rezultira smanjenjem potrošnje energije i time automatski računa za potrošenu energiju, uz povećanje ili zadržavanje razine toplinske i dr. udobnosti korisnika zgrade. Klasični je primjer poboljšanje toplinske izolacije zgrade čime se eliminiranjem hladnih točaka znatno povećava razina toplinske udobnosti stanara uz istodobno reduciranje potrošnje toplinske energije. Iskustva pokazuju da provedba raznih mjera energetske efikasnosti sustava rasvjete u zgradama javne namjene rezultira poboljšanjem svjetlosne udobnosti u zgradama uz značajno smanjenje potrošnje električne energije [2].

Procjena uspješnosti neke mjere energetske efikasnosti u zgradarstvu bazira se na brojnim parametrima, pri čemu je glavni cilj njezina uspješna implementacija [3].

2. PROGRAMI I MJERE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADAMA JAVNE NAMJENE

Prilikom pokretanja programa energetske efikasnosti na nacionalnoj razini nužno je provesti sljedeće analize:

- procjenu utjecaja programa ili mjera energetske efikasnosti na potrošnju energije, te konkretno na reduciranje dnevnog vršnog opterećenja;
- detaljne troškovi-dobit analize (eng. cost-benefit) predloženih programa i mjera energetske efikasnosti;

- procjenu troškova implementacije, marketinga i promocije programa i mjera energetske efikasnosti;
- procjenu utjecaja programa energetske efikasnosti u cjelini, te pojedinačnih mjera na očuvanje energije i energetske resursa na nacionalnoj razini.

Uspješno određivanje prioriternih mjera energetske efikasnosti bazira se na provođenju sljedećih analiza:

- procjeni godišnjih energetske ušteda kao rezultata poduzetih mjera energetske efikasnosti;
- procjeni poboljšanja kvalitete i pouzdanosti isporuke energije kao rezultata poduzetih aktivnosti u sklopu promatrane mjere energetske efikasnosti;
- procjeni investicijskih troškova promatranih mjera radi postizanja određenih rezultata (na pr. kvaliteta i pouzdanost isporuke energije, toplinska, svjetlosna i dr. udobnost korisnika i dr.);
- procjeni da li je neka mjera ili grupa mjera energetske efikasnosti ekonomski isplativija od neke druge mjere ili skupa mjera uz istu razinu kvalitete energetske servisa i zadovoljenje ekoloških ciljeva;
- određivanju utjecaja pojedine mjere energetske efikasnosti na zaštitu okoliša;
- procjeni ostalih potencijalnih dobitaka kao rezultata mjera energetske efikasnosti (npr. reduciranje ovisnosti o uvozu nafte, poboljšanje standarda siromašnijih obitelji, otvaranje novih radnih mjesta, i dr.).

Brojna iskustva pokazuju da je vrlo čest slučaj da se programi i mjere energetske efikasnosti koji su inicijalno smatrani energetske-ekonomski najisplativijima,

provedbom navedenih analiza pokazuju lošijim odabirom od nekih programa i mjera koje su se inicijalno činile neisplativima.

Ovdje treba naglasiti da je ljudski faktor jedan od najvažnijih čimbenika uspješne implementacije programa i mjera energetske efikasnosti, o kojem treba voditi računa u svim fazama realizacije [4]. Konkretno za zgrade javne namjene, sve provedene analize mogu pokazivati da će provedba programa energetske efikasnosti rezultirati velikim uštedama energije, ali ako korisnici promatrane zgrade nisu upućeni u problematiku, te dovoljno motivirani i zainteresirani, program energetske efikasnosti će propasti unatoč svim inicijalnim pokazateljima njegove uspješnosti. Iz tog je razloga od najveće važnosti s jedne strane upoznati s energetskom problematikom a s druge pronaći što djelotvornije načine motiviranja korisnika zgrada javne namjene.

Za razliku od stanara u stambenom sektoru kojima je manji račun za potrošenu energiju motiv za racionalniji pristup potrošnji, korisnike zgrada javne namjene je prilično teško motivirati.

Nisu rijetki slučajevi da zaposlenici u zgradama javne namjene, prvenstveno uredskima, ne provode ni vrlo jednostavne a energetske veoma efikasne radnje (na pr. isključivanje rasvjete kad za njom iz raznih razloga nema potrebe, zatvaranje prozora prilikom izlaska iz prostorije i dr.). Iskustva pokazuju da su rezultati najbolji ako se program energetske efikasnosti na što razumljiviji i jednostavniji način prezentira zaposlenicima, pri čemu je važno posebno naglasiti da će rezultati primijenjenih mjera biti prikupljeni, analizirani i objavljeni u redovitim intervalima [5]. Zaposlenici u uvjerenju da se procjena uspješnosti implementacije mjera energetske efikasnosti neće provoditi, u principu, pristupaju problemu puno neobveznije i time nedjelotvornije. Nasuprot tome, zaposlenici uvjereni da će rezultati provedenih mjera biti analizirani i objavljeni, od samog početka puno ozbiljnije pristupaju problemu. Svaka provedena analiza, procjena ili proračun rezultira novim spoznajama i korisnim informacijama, te doprinosi donošenju ispravnih odluka koje u konačnici rezultiraju uštedama energije i novca s jedne, a poboljšanjem standarda življenja i rada s druge strane. Nadalje, sve provedene analize, procjene i proračuni uvelike pomažu energetskim planerima u reduciranju rizika i nejasnoća pojedinih mjera energetske efikasnosti na najmanju moguću mjeru.

3. EKOLOŠKE MJERE I ZAKONODAVNO OKRUŽENJE U ZGRADARSTVU

Analize pokazuju da na postojeći sektor zgradarstva u Europi otpada aproksimativno 30 % ukupne potrošnje energije, od čega se na zagrijavanje prostora troši cca 60

%, što rezultira značajnim CO₂ emisijama. U zemljama Europske unije potrošnja goriva za grijanje zgrada sudjeluje s 25 % u ukupnoj CO₂ emisiji. Nadalje, posljednjih je godina u velikom broju zemalja Europske unije primijećen trend porasta godišnje energetske potrošnje, pri čemu je u nekim zemljama taj porast značajan. U Grčkoj je potrošnja energije u zgradama javne namjene u 2000. godini iznosila 170 % potrošnje iz 1990. godine, što je zabrinjavajuća činjenica [6]. U posljednjih je desetak godina zbog pogoršanja globalnog ekološkog stanja još više zaoštreno pitanje smanjenja potrošnje energije u svim mogućim sektorima na svjetskoj razini [7]. Na prvom zasjedanju država stranaka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime, održanom u lipnju 1992. godine u Rio de Janeiru, postignut je Dogovor o klimi, kojim su usvojene preporuke o smanjenju štetnih utjecaja na okoliš. Drugo je zasjedanje održano u Rimu 1995. godine. Treće je, najznačajnije zasjedanje, održano od 1 do 10. prosinca 1997. godine u Kyotu, rezultiralo potpisivanjem Protokola kojim se zemlje potpisnice obvezuju na ukupno smanjenje emisija šest stakleničkih plinova za 5,2 % u razdoblju između 2008. i 2012. godine u odnosu na 1990. godinu, pri čemu pojedinačne obveze variraju od 8 % za članice Europske unije, Švicarsku i neke od istočnoeuropskih zemalja, preko 7 % za Sjedinjene Američke Države, 6 % za Japan do 5 % na koje se obvezala Hrvatska. Protokol je službeno stupio na snagu ratificiranjem od strane Rusije čime je zadovoljen zahtjev da ga mora ratificirati minimalno šest industrijski jakih zemalja koje zajedno emitiraju najmanje 55 % ukupne svjetske emisije stakleničkih plinova. Budućnost je Protokola dugo vremena bila neizvjesna jer su Sjedinjene Američke Države odbile ratifikaciju. Najveća je važnost Protokola, da je on prvi međunarodno pravno obvezujući dokument koji sve zemlje potpisnice moraju ugraditi u svoje zakonodavstvo i uvažavati kao postulat u donošenju i provedbi nacionalnih gospodarskih strategija, planova i programa.

Strategija Europske unije radi smanjenja emisije stakleničkih plinova bazira se na kontinuiranom istraživanju i usavršavanju relevantne problematike (program ALTENER) [8], planiranju i implementaciji mjera energetske efikasnosti (program SAVE) [9], rezolucijama Europskog parlamenta, direktivama Europske komisije, legislativom na europskoj i nacionalnim razinama, kao i brojnim nacionalnim i regionalnim programima. Rezolucija Europskog parlamenta 8027/2-3-94 obvezala je Europsku komisiju na donošenje direktiva o obveznoj primjeni principa bioklimatske arhitekture u zgradama javne namjene. Dana 16. prosinca 2002. godine na snagu je stupila *Direktiva o energetskim karakteristikama zgrada (2002/91/EC)* čiji je glavni cilj uspostaviti trajne, jedinstvene mehanizme za poboljšanje energetskih karakteristika zgrada stambene i javne namjene na razini Europske unije, uzimajući u obzir klimatske i lokalne razlike između pojedinih zemalja [10].

Direktivom su propisani osnovni zahtjevi koje sve zemlje članice moraju uvažiti [3].

U Prijedlogu Direktive [11] je i izlaganje energetskih certifikata za zgrade javne namjene na vidljivim mjestima u zgradi navedeno kao zahtjev, ali njega u konačnoj verziji Direktive nema.

Nadalje, u SAVE Direktivi 93/76, navedene su brojne mjere za smanjenje energetske potrošnje u zgradama javne namjene radi reduciranja CO₂ emisija u zemljama Europske unije [3].

Brojna iskustva pokazuju da je za odabir najboljeg pristupa upravljanju energijom u postojećim zgradama javne namjene koji se bazira na najdjelotvornijim mjerama energetske efikasnosti za promatranu zgradu nužno provesti energetski audit zgrade [1] [5].

4. OBRADA PRIKUPLJENIH PODATAKA KAO 2. FAZA PROVEDBE ENERGETSKOG AUDITA ZGRADA JAVNE NAMJENE

Nakon faze prikupljanja podataka [1] slijedi faza obrade prikupljenih podataka koja je podijeljena u sljedeće kategorije:

1. korištenje, potrošnja i troškovi energije;
2. određivanje energetske omjera zgrade;
3. procjena potencijala energetskih ušteda zgrade;
4. zaključna razmatranja o energetskim karakteristikama zgrade.

U sljedećim će poglavljima biti detaljno prezentirani načini obrade prikupljenih podataka o energetskim parametrima zgrade javne namjene na osnovi kojih se određuje lista prioritarnih mjera energetske efikasnosti za promatranu zgradu.

Tablica 1. Prikaz izvora energije u zgradi za razne namjene

Izvor energije za:	Grijanje	Pripremu tople vode	Hlađenje i/ili prozračivanje	Rasvjetu	Ostalo: _____
Električna energija					

Tablica 2. Prosječna energetska potrošnja i troškovi energije za posljednje četiri godine

Izvor energije	Potrošnja (l ili kg ili m ³ / godina)	Potrošnja (kWh/godina)	Troškovi (kn/godina)
Električna energija			
Ukupno			

4.1. Korištenje, potrošnja i troškovi energije

Zatečeno stanje u promatranj zgradi s obzirom na korištenje, potrošnju i troškove energije procjenjuje se na osnovi podataka o energetskim pokazateljima zgrade koji obuhvaćaju:

- potrošnju goriva za posljednje četiri godine;
- potrošnju električne energije za posljednje četiri godine;
- ukupnu energetska potrošnju u zgradi za posljednje četiri godine.

Obrada prikupljenih podataka se provodi u četiri glavne faze:

1. obrada podataka o izvorima i načinima korištenja energije za promatranu zgradu;
2. određivanje prosječne potrošnje i troškova energije za posljednje četiri godine;
3. određivanje specifičnih troškova energije;
4. donošenje zaključka o stvarnoj energetskoj potrošnji svih tipova energije u promatranj zgradi javne namjene

4.1.1. Obrada podataka o izvorima i korištenju energije u promatranj zgradi

Na osnovi prikupljenih podataka o energetskim pokazateljima zgrade, u tablici 1. se navode izvori energije u zgradi koji se koriste za različite namjene: grijanje, hlađenje, pripremu tople vode, prozračivanje, rasvjetu i ostalo.

4.1.2. Određivanje prosječne potrošnje i troškova energije za posljednje četiri godine

Na osnovi prikupljenih podataka o stvarnoj potrošnji raznih tipova energije u zgradi i troškovima u zadnje četiri godine [1] ispunjava se tablica 2.

4.1.3. Određivanje specifičnih troškova energije

Podaci o cijeni energije po kWh za posljednje četiri godine (specifični troškovi energije) unose se u tablicu 3. Određivanje specifičnih troškova energije u četiri posljednje godine pokazuje trend kretanja cijena energije kroz promatrano razdoblje.

Tablica 3. Specifični troškovi energije

Izvor energije	Cijena energije (kn/kWh)			
	2003.	2002.	2001.	2000.
Električna energija				

4.1.4. Zaključci o energetskej potrošnji zgrade

Na osnovi prikupljenih podataka o energetskim pokazateljima za konkretnu zgradu javne namjene donose se zaključci o energetskej potrošnji zgrade:

- Trend potrošnje goriva za promatrane četiri godine:
 - Smanjenje potrošnje
 - Potrošnja je gotovo nepromijenjena
 - Porast potrošnje
- Trend potrošnje električne energije za promatrane četiri godine:
 - Smanjenje potrošnje
 - Potrošnja je gotovo nepromijenjena
 - Porast potrošnje
- Trend ukupne energetske potrošnje za promatrane četiri godine:
 - Smanjenje potrošnje
 - Potrošnja je gotovo nepromijenjena
 - Porast potrošnje

Svaki odgovor treba biti popraćen objašnjenjem koje treba obuhvatiti razloge i prijedloge poboljšanja zatečenog stanja.

Ova faza obrade podataka treba rezultirati zaključnim primjedbama o potencijalnim mjerama energetske efikasnosti radi poboljšanja energetske pokazatelja zgrade i smanjenja svih tipova potrošnje energije u idućem razdoblju uz zadovoljenje ili čak poboljšanje zatečene toplinske, svjetlosne i dr. udobnosti korisnika promatrane zgrade.

4.2. Određivanje energetskeg omjera zgrade javne namjene

Pojam *energetski omjer zgrade* je novijeg datuma, a to je ustvari, omjer ukupne godišnje energetske potrošnje zgrade i ukupne grijane podne površine zgrade. Radi što točnijeg određivanja energetske pokazatelja zgrade koji će rezultirati ispravnim odabirom konkretnih mjera energetske

efikasnosti promatra se energetska situacija u zgradi za posljednje četiri godine i na osnovi prikupljenih podataka određuje prosječna energetska potrošnja za promatrano razdoblje (tab. 2) [1]. U tom je slučaju *energetski omjer zgrade* omjer prosječne energetske potrošnje zgrade (tab.2) i ukupne grijane podne površine zgrade. Ukupna grijana podna površina (m²) je netto korisna podna površina grijanih prostora svih etaža zgrade (podrum, prizemlje, svi katovi, potkrovlje, i dr.) mjerena unutar vanjskih zidova zgrade.

Je li dobiveni energetski omjer zgrade točno određen jednostavno se provjerava na sljedeći način: zbroj energetskih omjera za toplinsku potrošnju (suma individualnih godišnjih energetske potrošnje raznih izvora energije za grijanje i pripremu tople vode podijeljena s ukupnom grijanom površinom poda zgrade) i potrošnju električne energije (godišnja potrošnja električne energije podijeljena s ukupnom grijanom površinom poda zgrade) mora biti jednak energetskom omjeru zgrade za ukupnu energetsku potrošnju u promatranoj godini.

Kako je *energetski omjer zgrade* relativno nova veličina, uvedena da bi se omogućile usporedbe zgrada u ovisnosti o njihovim energetskim karakteristikama, *referentni energetski omjeri* za razne tipove zgrada javne namjene u Hrvatskoj još uvijek nisu definirani. Iz tog su razloga u tablici 4. dani referentni energetski omjeri za razne tipove zgrada javne namjene koji se koriste u provedbi energetske procjene zgrada javne namjene u zemljama Europske unije. Navedeni energetski omjeri su bazirani na referentnom broju stupanj-dana grijanja. Za područje Europske unije kao referentna lokacija je izabran njemački grad Düsseldorf čiji broj stupanj-dana grijanja za unutarnju projektnu temperaturu od 20 °C i temperaturni prag od 15 °C iznosi 3439. Ovdje je potrebno naglasiti da su referentni energetski omjeri zgrada javne namjene navedeni u tablici 4. dobiveni na uzorku od nekoliko stotina, relativno starih zgrada javne namjene karakterističnih po velikim potrošnjama svih tipova energije. Referentni energetski omjer naveden u tablici 4. treba konvertirati ovisno o klimatološkim podacima lokacije na kojoj se nalazi promatrana zgrada javne namjene. Konverzija se provodi veoma jednostavno, tako da se dobiveni energetski omjer zgrade pomnoži s omjerom referentnog broja stupanj-dana grijanja i stupanj-dana grijanja na konkretnoj lokaciji na kojoj se zgrada nalazi. Ako podaci o broju stupanj-dana grijanja na promatranoj lokaciji nisu raspoloživi, treba provesti dodatne analize kojima će biti obuhvaćene klimatske razlike između konkretne lokacije zgrade i referentne lokacije.

Odstupanje (devijacija) vrijednosti referentnih energetske omjera izražava se u postocima (%). Uzroci odstupanja su različiti, a uključuju odstupanja u broju potrošača energije, odstupanja u temperaturama prostorija (više ili manje od 20 °C), različite načine i razdoblja korištenja, te naravno

Tablica 4. Referentni energetski omjeri za zgrade javne namjene u Centralnoj Europi za referentni broj stupanj-dana grijanja $SDG_{2015} = 3439$ (Düsseldorf, Njemačka) (5)

Tip zgrade	Energetski omjer za toplinsku potrošnju (kWh/m ²)	Energetski omjer za električnu potrošnju (kWh/m ²)	Ukupni energetski omjer (kWh/m ²)
Uredske zgrade	183	28	211
Škole	197	19	216
Vrtići i jaslice	237	19	256
Bolnice	195	-	-
Ostale zgrade	191	42	233

Tablica 5. Energetski omjer zgrade

Energetska potrošnja zgrade	Energetski omjer promatrane zgrade (kWh/m ² god)	Energetski omjer referentne zgrade (prema tablici 4.) (kWh/m ² god)	Odstupanje vrijednosti (%)
Toplinska energija			
Električna energija			
Ukupna potrošnja energije			

više ili manje energetski efikasne uređaje u zgradama, kao i same zgrade.

Prosječni referentni energetski omjeri za zgrade javne namjene u Centralnoj Europi iznose:

172 kWh/m² - energetski omjer za toplinsku potrošnju;

26 kWh/m² - energetski omjer za električnu potrošnju;

198 kWh/m² - ukupni energetski omjer.

Ovdje je važno još jednom napomenuti da su kao uzorak za određivanje referentnog energetskog omjera uzete relativno stare zgrade javne namjene koje karakterizira loša toplinska zaštita, zastarjeli sustavi za grijanje i pripremu tople vode i neefikasni sustavi rasvjete što rezultira velikom potrošnjom i velikim potencijalom energetskih ušteda svih tipova energije.

Dobivene energetske omjere za konkretnu zgradu javne namjene je radi preglednosti najbolje iskazati tablicom (tab. 5).

Na osnovi dobivenih energetskih omjera zgrade donosi se zaključak koji treba obuhvaćati odgovore na sljedeća pitanja:

1. Kakav je energetski omjer zgrade u odnosu na referentni energetski omjer (niži, gotovo jednak, viši, puno viši)?
2. U slučaju odstupanja vrijednosti energetskog omjera zgrade i referentnog energetskog omjera treba navesti uočene uzroke odstupanja.

Finalna aktivnost ove faze provedbe energetskog audita zgrada javne namjene su zaključna razmatranja o mogućim načinima smanjenja energetskog omjera zgrade.

4.3. Procjena potencijala energetskih ušteda zgrade javne namjene

Potencijal energetskih i proporcionalno njima novčanih ušteda za različite tipove zgrada javne namjene okvirno

se određuje prema dobivenim energetskim omjerima zgrade.

U ovisnosti o ukupnom energetskom omjeru zgrade razina potencijala energetskih ušteda (P) se veoma grubo procjenjuje na:

- nisku: $P \leq 20 \%$;

- srednju: $20 \% < P \leq 40 \%$;

- visoku: $P > 40 \%$.

U tablici 6. dana je okvirna procjena potencijala energetskih ušteda za različite energetske omjere zgrada dobivene višegodišnjim praćenjem potrošnje u raznim tipovima zgrada javne namjene.

Ovdje je važno napomenuti da unatoč implementaciji raznih mjera energetske efikasnosti, potencijal energetskih ušteda neće slijediti podatke dane u tablici 6. ako se npr. toplinska udobnost korisnika zgrade povećava povećanjem temperature na koju se prostorije zagrijavaju u sezoni grijanja.

Iskustva pokazuju da se povećanjem temperature na koju se prostorije zagrijavaju za samo 1°C godišnja toplinska potrošnja u zgradi povećava za cca 6 %.

Tablica 6. Okvirna procjena potencijala energetskih ušteda u raznim tipovima zgrada javne namjene u ovisnosti o ukupnom energetskom omjeru zgrade

Tip zgrade	Ukupni energetski omjer zgrade (kWh/m ²)		
Uredske zgrade	< 110	110 – 280	> 280
Škole	< 110	110 - 300	> 300
Vrtići i jaslice	< 135	135 - 340	> 340
Ostale zgrade	< 125	125 - 310	> 310
Procjena potencijala energetskih ušteda	Niski: $P \leq 20 \%$	Srednji: $20 \% < P \leq 40 \%$	Visoki: $P > 40 \%$

U sklopu ove faze provedbe energetskog audita zgrade određuje se da li je potencijal energetskih ušteda za konkretnu zgradu javne namjene nizak, srednji ili visok, iskustveno se procjenjuje koliko od toga je ekonomski isplativ potencijal (%) i na osnovi toga donosi zaključak.

4.4. Zaključna razmatranja o energetskim karakteristikama zgrade javne namjene

Zaključna razmatranja o energetskim karakteristikama zgrade trebaju obuhvaćati odgovore na sljedeća pitanja:

1. Kakva je kvaliteta toplinske zaštite zgrade (odlična, zadovoljavajuća, nezadovoljavajuća, izrazito loša, i dr.)?
2. Kakva je energetska efikasnost sustava za grijanje u zgradi (visoka, srednja, niska, izrazito niska i dr.)?
3. Kakav je toplinski kapacitet sustava za grijanje u zgradi (zadovoljavajući, prenizak, previsok, i dr.)?
4. Kakva je energetska efikasnost sustava za pripremu tople vode (visoka, srednja, niska, izrazito niska i dr.)?
5. Kakva je energetska efikasnost sustava za prozračivanje zgrade (visoka, srednja, niska, izrazito niska i dr.)?
6. Kakva je energetska efikasnost sustava za rasvjetu (visoka, srednja, niska, izrazito niska i dr.)?
7. Za sva energetska trošila u zgradi treba navesti klasu energetske efikasnosti (A, B, C,D, E, F ili G) [12], [13], [19].
8. Ponašaju li se, generalno gledano, korisnici zgrade energetski racionalno ili ne, i ako ne, navesti konkretne primjere.
9. Je li, generalno gledano, modalitet korištenja zgrade energetski efikasan, i ako nije navesti konkretne primjere.

Odgovori na gornja pitanja su podloga za izradu zaključne procjene o zatečenom stanju u promatranj zgradi na osnovi koje se određuju konkretne mjere energetske efikasnosti. Od velike je važnosti za uspješni energetski audit da svi podaci o zatečenoj situaciji u zgradi budu što točniji i precizniji. Što se tiče građevinskih karakteristika zgrade koji se odnose na vrstu i debljinu sloja toplinske izolacije svih konstrukcijskih dijelova zgrade treba naglasiti da najveći utjecaj na toplinsku kvalitetu zgrade ima toplinska izolacija vanjskih zidova, prozora i krova, i to upravo navedenim redoslijedom. Procjena kvalitete toplinske zaštite zgrade treba biti usuglašena s Člankom 21. Tehnički zahtjevi za uštedu energije – obvezna toplinska zaštita *Tehničkog propisa o uštedi energije i toplinskoj zaštiti kod zgrada*, gdje su u tablici 4. Priloga 1. propisane najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline, U ($W/(m^2K)$), građevnih dijelova s plošnom masom većom od 100 kg/m^2 (tab. 7) [14].

Tablica 7. Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline, U ($W/(m^2K)$) za građevne dijelove zgrade u ovisnosti o srednjoj mjesečnoj temperaturi vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade, $\Theta_{e,mj,min}$ (14)

Građevni dio	U ($W/(m^2K)$)	
	$\Theta_{e,mj,min} > +3 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} \leq +3 \text{ }^\circ\text{C}$
Vanjski zid	1,00	0,80
Zid između grijanih prostora različitih korisnika	1,90	1,90
Zid prema negrijanom prostoru	1,30	1,30
Zid prema tlu	1,00	0,80
Pod na tlu	0,80	0,65
Strop između grijanih radnih prostora različitih korisnika	1,40	1,40
Strop prema tavanu	0,85	0,70
Strop prema negrijanom podrumu, strop prema negrijanom prostoru	0,65	0,50
Ravni i kosi krov iznad grijanog prostora	0,70	0,55
Strop iznad vanjskog prostora	0,45	0,40

Navedene vrijednosti koeficijenta U vrijede za svaki građevni element površine $0,5 \text{ m}^2$ ili veće. Članak 21. nadalje, propisuje kod zgrada koje se zagrijavaju na temperaturu od $18 \text{ }^\circ\text{C}$ ili više, koeficijent prolaska topline prozora, balkonskih vrata, krovnih prozora i drugih prozračnih elemenata u omotaču grijanog prostora zgrade ne smije biti veći od $1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, dok kod zgrada koje se griju na temperaturu više od $12 \text{ }^\circ\text{C}$, a manju od $18 \text{ }^\circ\text{C}$, koeficijent prolaska topline spomenutih prozračnih elemenata ne smije prijeći vrijednost od $3,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [14].

Kvaliteta toplinske zaštite promatrane zgrade bit će procijenjena visokom ako je 20 i više postotaka viša od propisane, zadovoljavajućom ako je jednaka propisanim vrijednostima, a niskom ako je niža od propisane.

Energetska efikasnost sustava za grijanje je jedan od ključnih parametara za povećanja energetske efikasnosti zgrade u cjelini. Iskustva zemalja Europske unije pokazuju da više od polovice energetske potrošnje u javnom sektoru otpada na zagrijavanje prostora [3], [15].

Radi što preciznijeg određivanja energetske efikasnosti sustava za grijanje uvedena je veličina, slobodno prevedena kao *godišnje korisno djelovanje sustava za grijanje* (*eng. annual level of use of heating*) koja pokazuje koliki se udio potrošene energije pretvara u korisnu toplinu i predaje korisnicima (konkretno, zagrijava prostor) u jednoj godini. Na ovu veličinu utječu brojni parametri: starost toplinskog sustava, dimenzije kotla, izolacija kotla i cijevi, efikasnost

upravljanja i održavanja sustava za grijanje, i dr. Zbog složenosti određivanja spomenute veličine, što kvalitetno mogu obaviti jedino stručnjaci, za potrebe energetskog audita bit će dan pojednostavljen način procjene energetske efikasnosti sustava za grijanje.

Energetska efikasnost sustava za grijanje bit će ocijenjena "visokom" ako je kotao proizveden nakon 1990. godine, ako su kotao i cijevi dobro izolirani, ako sustav ima automatsko upravljanje, te ako se provodi redovito i kvalitetno održavanje i kontrola sustava. Dobro izoliran kotao je onaj čija debljina izolacijskog sloja iznosi aproksimativno 10 cm, dok su cijevi dobro izolirane ako je debljina izolacijskog sloja jednaka unutarnjem promjeru cijevi. Sustavi za grijanje koji zadovoljavaju više od polovice navedenih zahtjeva su srednje (prosječno) energetske efikasni, dok se godišnje korisno djelovanje sustava za grijanje, a time i njegova energetska efikasnost ocjenjuju "niskom" za stare, predimenzionirane, nedovoljno izolirane i rijetko servisirane sustave bez automatskog upravljanja.

Sukladno gore navedenom, *godišnje korisno djelovanje sustava za pripremu tople vode* (eng. *annual level of hot water use*) je veličina koja ovisi o načinu pripreme tople vode, energetske efikasnosti kotla, izolaciji spremnika i cijevi, te temperaturi vode u spremniku. Što se tiče načina pripreme tople vode, on se prvenstveno odnosi na to da li je sustav za pripremu tople vode neodvojiv dio sustava za grijanje prostora ili se sustavi mogu razdvojiti, što je od posebne važnosti u toplim mjesecima kad grijanje nije potrebno. Korisno se djelovanje sustava za pripremu tople vode ocjenjuje "lošim" (niska energetska efikasnost) ako je neodvojivo od toplinskog sustava za grijanje prostora, ako su spremnik i cijevi loše izolirani i ako je temperatura vode u spremniku previsoka. Korisno će djelovanje sustava za pripremu tople vode biti ocijenjeno "dobrim" (visoka energetska efikasnost) ako se sustav za pripremu tople vode može odvojiti od sustava za grijanje prostora kad je to potrebno, ako je kotao energetske efikasne, temperatura vode u spremniku adekvatna (normalno cca 50 °C), a izolacija spremnika i cijevi zadovoljavajuće. Smatra se da je zadovoljavajuća izolacija spremnika sloj mineralne vune debljine između 10 i 15 cm, a cijevi su dobro izolirane ako je debljina izolacijskog sloja jednaka unutarnjem promjeru cijevi. Srednje (prosječno) energetske efikasne sustave za pripremu tople vode je onaj koji zadovoljava oko 50 % navedenih zahtjeva.

Energetska efikasnost sustava za prozračivanje određuje se jedino za centralizirane sustave prozračivanja, a ovisi o: sustavu za povrat topline, vlažnosti i temperaturi svježeg zraka, te o održavanju sustava. Efikasnost sustava za prozračivanje ocjenjuje se "visokom" ako je opremljen sustavom za povrat topline, ako su vlažnost i temperatura zraka ugodni za korisnike zgrade, te ako se sustav redovito servisira. Srednje efikasne sustave za prozračivanje je onaj koji zadovoljava cca 50 % navedenih zahtjeva. Efikasnost sustava za prozračivanje treba ocijeniti "niskom" ako nije

opremljen sustavom za povrat topline, ako je servisiranje neredovito a zrak u prostorijama prekondicioniran.

Što se tiče energetske efikasnosti sustava rasvjete u zgradama javne namjene osnovno je načelo da se klasične (volframove) žarulje smatraju izrazito energetske neefikasnim. Ako se sustav rasvjete u zgradi bazira najvećim dijelom na klasičnim žaruljama, njegova je energetska efikasnost "niska". Energetska efikasnost sustava rasvjete koji se u podjednakim omjerima bazira na klasičnim žaruljama s jedne i štednim žaruljama, te fluorescentnim i halogenskim rasvjetnim tijelima s druge strane, ocjenjuje se "srednjom (prosječnom)", dok se efikasnost sustava rasvjete baziranog isključivo na štednim, fluorescentnim i halogenskim rasvjetnim tijelima ocjenjuje "visokom". Kompaktne fluorescentne (štedne) žarulje za isti intenzitet svjetlosti koriste samo petinu električne energije u usporedbi s običnim žaruljama [3]. Preporuka je da se u prostorijama gdje se često koristi umjetna rasvjeta (prosječno 2 ili više sati dnevno) što je sigurno slučaj u gotovo svim zgradama javne namjene u Hrvatskoj obavezno koriste kompaktne fluorescentne žarulje ili fluorescentne cijevi.

Energetska efikasnost raznih trošila energije u zgradi ocjenjuje se "visokom" za energetske klase A i B, "srednjom" za klase C i D a "niskom" za preostale klase E, F i G. Preporuka je obavezno kupovati energetske uređaje energetske klase A [16].

Generalna procjena o energetske racionalnosti ponašanja korisnika zgrade je veoma općenita i u velikoj mjeri ovisi o subjektivnom zapažanju osobe koja prikuplja podatke. Ipak, imajući u vidu da bez suradnje vodeće osobe u zgradi, kao i njezinih korisnika, niti jedan program energetske efikasnosti neće biti uspješan, važno je procijeniti kolika je njihova motiviranost i spremnost s jedne, a potrebno znanje s druge strane, radi promicanja ideje racionalnog upravljanja energijom u promatranoj zgradi.

Pod pojmom modalitet korištenja zgrade podrazumijeva se korištenje zgrade u energetske smislu koje ovisi o sljedećim parametrima: temperaturi prostorija, energetske efikasnosti sustava za grijanje, pripremu tople vode, prozračivanje i rasvjetu, te energetske efikasnosti svih trošila koja su u uporabi u promatranoj zgradi. Način korištenja zgrade će biti ocijenjen energetske neefikasnim ako je većina navedenih sustava energetske neefikasne, ako su temperature u prostorijama previsoke, prozori često otvoreni, a korisnici zgrade energetske neracionalni i nezainteresirani za bilo koji vid uštede energije. Nasuprot tome, energetske efikasne sustave, adekvatne temperature u prostorijama i energetske racionalno ponašanje upravitelja i korisnika zgrade, osnovni su preduvjet da se modalitet korištenja promatrane zgrade ocijeni energetske efikasnim.

Zaključna razmatranja o energetske karakteristikama zgrade javne namjene su, ustvari, detaljno izvješće o

konkretnoj situaciji u zgradi s energetskog stajališta na kojem se bazira odabir mjera za poboljšanje zatečenih energetskih karakteristika [5].

5. ODABIR MJERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI KAO FINALNA FAZA PROVEDBE ENERGETSKOG AUDITA ZGRADE JAVNE NAMJENE

Posljednja je faza energetskog audita, na temelju prikupljenih i obrađenih parametara zgrade predložiti konkretne mjere za poboljšanje njenih energetskih

karakteristika. Mjere energetske efikasnosti za promatranu zgradu podijeljene su u dvije osnovne kategorije na temelju vremena i investicijskih troškova potrebnih za njihovu implementaciju:

- mali investicijski troškovi + brza implementacija;
- veći investicijski troškovi + obvezna analiza ekonomske isplativosti.

5.1. Prva kategorija mjera energetske efikasnosti: mali investicijski troškovi i brza implementacija

Osnovne karakteristike 1. kategorije mjera energetske efikasnosti u zgradama javne namjene su nikakvi ili

Tablica 8. Prva kategorija mjera energetske efikasnosti: mali investicijski troškovi i brza implementacija

Redni broj mjere	Mjera energetske efikasnosti	Razina postignutih energetskih ušteda			Primjedbe
		Visoka	Srednja	Niska	
Općenite mjere					
1	Redovito (godišnje) praćenje energetske potrošnje		x		
2	Informiranje korisnika zgrade o racionalnom korištenju energije		x		
3	Brtvljenje prozora i vrata		x		
Sustav za grijanje					
4	Izoliranje kotlova		x		
5	Prekidanje grijanja noću, neradnim danima i za vrijeme pauza	x			
6	Smanjenje sobne temperature		x		
7	Redovito servisiranje i podešavanje sustava za grijanje		x		
8	Izbjegavanje zaklanjanja i pokrivanja radijatora (zastorima, zavjesama i sl.)		x		
9	Izbjegavanje korištenja električnih radijatora i grijalica		x*		
10	Reguliranje temperature otvaranjem i zatvaranjem radijatora po potrebi		x		
Sustav za pripremu tople vode					
11	Optimiranje načina i vremena korištenja sustava za pripremu tople vode	x			
12	Štednja tople vode primjenom štedljivih tuševa, senzora koji prekidaju vodeni tok i dr.		x		
13	Smanjenje temperature vode pohranjene u spremniku na 50° C		x		
14	Redovito održavanje sustava za pripremu tople vode		x		
Sustav za hlađenje i prozračivanje					
15	Kratki periodi prozračivanja		x		
16	Podešavanje sustava za hlađenje na minimalno 26°C	x			
17	Obustava rada sustava za prozračivanje i hlađenje tijekom noći, vikenda i praznika	x			
18	Smanjenje broja izmjene zraka da bi zadovoljio minimalne zahtjeve prema tehničkom propisu	x			
19	Funkcije odvlaživanja ili ovlaživanja zraka koristiti prema potrebi, što racionalnije		x		
20	Redovito održavanje i kontrola sustava za prozračivanje i hlađenje		x		
Sustav rasvjete					
21	Koristiti prirodno osvjetljenje u što većoj mjeri		x		
22	Isključiti rasvjetu u prostoriji uvijek kad nije potrebna (dovoljno prirodnog osvjetljenja, odlasci iz prostorije i dr.)		x		
Ostala trošila energije					
23	Optimiranje moda i vremena korištenja		x		
24	Izbjegavanje korištenja električnih uređaja za vrijeme vršnog opterećenja (harmonizacija vremena korištenja)		x*		
Ostale mjere u skladu s konkretnom situacijom u promatranj zgradi					

X* mjera ne rezultira uštedom energije već smanjenjem troškova energije u zgradi

Tablica 9. Druga kategorija mjera energetske efikasnosti u javnim zgradama: veći investicijski troškovi

Redni broj mjere	Mjera za povećanje energetske efikasnosti	Razina uštede energije			Investicijski troškovi			Primjedbe
		Visoka	Srednja	Niska	Visoki	Srednji	Niski	
Općenite mjere								
1	Organiziranje tečajeva energetske efikasnosti u zgradarstvu za zaposlenike	x				x		
2	Zapošljavanje energetskog upravitelja zgrade	x			x			
Konstrukcijske karakteristike zgrade								
3	Izoliranje vanjskih zidova	x			x			
4	Sanacija vlage vanjskih zidova	x			x			
5	Izoliranje zidova prema negrijanom prostoru	x			x			
6	Izoliranje vanjskih zidova prema tlu	x			x			
7	Izoliranje podova prema tlu	x			x			
8	Izoliranje stropova prema negrijanom podrumu	x						
9	Izoliranje stropova prema negrijanom tavanu	x						
10	Zamjena dotrajalih prozorskih okvira	x						
11	Instaliranje izolacijskih stakala	x			x			
12	Zatvaranje stuba na svakom katu (vratima)		x			x		
13	Izoliranje radijatorskih niša			x			x	
14	Ugradnja naprava za automatsko zatvaranja vanjskih vrata			x			x	
Sustav za grijanje								
15	Primjena centraliziranog toplinskog sustava	x			x			
16	Zamjena kotla	x			x			
17	Korištenje obnovljivih izvora energije		x*		x			
18	Ugradnja automatskih kontrola	x			x			
19	Ugradnja termostatskih ventila na radijatorima		x			x		
20	Podjela sustava u podsustave za dijelove zgrade s različitim namjenama		x			x		
21	Izoliranje distribucijskih cijevi i spremnika		x			x		
Sustav za pripremu tople vode								
22	Izoliranje cijevi i spremnika	x				x		
23	Odvajanje sustava za pripremu tople vode i sustava za grijanje u ljetnoj sezoni	x			x			
24	Ugradnja sustava za cirkuliranje tople vode		x				x	
Sustav za hlađenje i prozračivanje								
25	Instaliranje sustava za povrat topline		x			x		
Sustav rasvjete								
26	Zamjena običnih žarulja štednim žaruljama		x			x		
Energetska trošila								
27	Zamjena trošila energetski efikasnijima		x			x		
Ostale mjere								

X* mjera ne rezultira uštedom energije već smanjenjem troškova energije u zgradi

minimalni investicijski troškovi i brza implementacija. Ove se mjere često nazivaju "organizacijskim mjerama" za čiju realizaciju nisu potrebne nikakve dodatne analize.

Radi što jednostavnijeg odabira mjera energetske efikasnosti prve kategorije za konkretnu zgradu javne namjene u tablici 8. su katalogizirane neke od najvažnijih mjera poboljšanja energetske karakteristika zgrada javne namjene bazirane na brojnim analizama i studijama provedenim posljednjih desetljeća u Europskoj uniji [5]. Nadalje, radi što jednostavnijeg određivanja liste prioriteta spomenutih mjera za svaku od njih je procijenjeno da li je razina postignutih energetske ušteda:

- a) visoka;
- b) srednja;
- c) niska.

Izlistane mjere energetske efikasnosti u tablici 8. su kategorizirane prema sustavu na koji se odnose (sustav za grijanje, pripremu tople vode i dr). Lista, naravno, nije konačna. U konkretnim slučajevima provedbe energetske audita raznih zgrada javne namjene sigurno će se otkriti brojne druge mjere za poboljšanje energetske karakteristika čiji je zajednički nazivnik minimalni investicijski troškovi i brza implementacija. Posljednji stupac u tablici 8. namijenjen je za upis primjedbi o zatečenom stanju prilikom izrade liste prioriteta mjera energetske efikasnosti za neku konkretnu zgradu javne namjene.

5.2. Druga kategorija mjera energetske efikasnosti: veći investicijski troškovi i nužnost provedbe analiza ekonomske isplativosti

Drugoj kategoriji mjera energetske efikasnosti u zgradama javne namjene pripadaju mjere čija provedba zahtijeva dodatne investicijske troškove i izradu analiza ekonomske isplativosti. Na temelju rezultata provedenih analiza određuje se lista prioriteta provedbe mjere energetske efikasnosti druge kategorije. U tablici 9. su izlistane neke od najvažnijih mjera energetske efikasnosti druge kategorije. Razina energetske ušteda je procijenjena visokom, srednjom ili niskom, a u jednake su grupe podijeljeni i investicijski troškovi nužni za provedbu navedenih mjera (tab. 9.).

Za drugu je kategoriju mjera energetske efikasnosti karakteristično da njihova realizacija, između ostalog, ovisi i o raznim parametrima (financijsko poslovanje, lokalna gospodarska situacija i dr.) koji bi se mogli svesti pod zajednički nazivnik poslovnog upravljanja u zgradi javne namjene (eng. business management in public building), čiji je utjecaj zbog njihove složenosti veoma teško procijeniti.

5.3. Određivanje rasporeda implementacije mjera energetske efikasnosti za zgrade javne namjene

U tablicama 8. i 9. navedene su neke od najvažnijih mjera poboljšanja energetske karakteristika zgrada javne

namjene i procijenjena njihova razina energetske ušteda. Za mjere druge kategorije za čiju su uspješnu provedbu nužna novčana ulaganja dana je procjena investicijskih troškova.

Redoslijed implementacije mjera energetske efikasnosti za zgrade javne namjene provodi se u odnosu na energetsko-ekonomsku isplativost prema veoma jednostavnom modelu.

Energetsko-ekonomski isplative su one mjere za koje je razina uštede energije viša od razine investicijskih troškova, pri čemu je redoslijed prioriteta prilikom provedbe sljedeći:

1. visoka ušteda energije – niski investicijski troškovi;
2. srednja ušteda energije – niski investicijski troškovi;
3. visoka ušteda energije – srednji investicijski troškovi.

Za ove je mjere karakterističan kratak period povrata investicije (najkraći za 1. grupu mjera).

U slučaju kad je razina uštede energije niža od razine investicijskih troškova, mjera je energetsko-ekonomski neisplativa, i kao takva ima niski prioritet prilikom implementacije. Ako su razine uštede energije i investicijskih troškova izjednačene (visoka ušteda – visoki troškovi, srednja ušteda – srednji troškovi, niska ušteda – niski troškovi) mjera se smatra energetsko-ekonomski isplativom, ali je period povrata investicija relativno dug te se ove mjere na listi prioriteta nalaze između prethodno opisanih mjera.

Predložene mjere energetske efikasnosti mogu se implementirati u tri faze. Prvo se implementiraju mjere prve kategorije (tab. 8.) koje zahtijevaju nikakve ili male investicijske troškove. Nakon toga se kreće s implementacijom mjera navedenih u tablici 9 na taj način da se provedu sve potrebne analize njihove ekonomsko-energetske isplativosti i na osnovi rezultata odredi redoslijed njihove implementacije.

Ovdje treba naglasiti da je definiranje, planiranje i implementacija mjera energetske efikasnosti za konkretnu zgradu javne namjene veoma kompleksan zadatak ovisan o brojnim ekonomskim, tehničkim i tehnološkim parametrima kao što su diskontna stopa, životni vijek instaliranih energetske sustava i opreme, stopa inflacije, cijena kWh energije iz različitih izvora, prognoze razvitka nacionalnog energetske tržišta, ekološki imperativi i dr. Iz tog su razloga jedino stručnjaci za pojedina područja (energetski, ekonomski, građevinski i strojarški) kompetentni za planiranje i predlaganje redoslijeda, kombinacija i načina implementacije pojedinih mjera poboljšanja energetske efikasnosti.

6. ZAKLJUČAK

Stupanjem na snagu Direktive Europske komisije o energetskim karakteristikama u zgradama (2002/91/EC),

postavljen je zakonodavni okvir za racionalno korištenje energije u zgradarstvu na razini Europske unije [10].

Europska iskustva pokazuju da je provođenje energetskog audita zgrada javne namjene koja se sastoji od prikupljanja podataka o njenim relevantnim energetskim pokazateljima [1], njihove obrade i analize, te određivanja liste prioriteta konkretnih mjera energetske efikasnosti jedan od djelotvornih načina upravljanja energijom u zgradama koji može rezultirati uštedama svih tipova energije u zgradi.

Imajući u vidu da je za većinu zgrada javne namjene u Hrvatskoj karakteristična neracionalna potrošnja, prvenstveno toplinske energije, ukupni potencijal energetskih ušteda u javnom sektoru je značajan i veoma je važno pronaći što djelotvornije načine za njegovo iskorištenje u što većoj mjeri.

Opis provedbe energetskog audita zgrada javne namjene prezentiran u ovom članku bazira se na preporukama Europske komisije o metodologiji i procedurama upravljanja energijom u zgradama javne namjene [5]. Nadalje, postupak provedbe energetskog audita zgrada javne namjene u cijelosti je usuglašen sa važećom hrvatskom legislativom [17], [18] te s novim Tehničkim propisom o toplinskoj zaštiti i uštedi energije kod zgrada, koji bi trebao stupiti na snagu krajem 2004. godine [14].

LITERATURA

- [1] V. KOLEGA, "Energetski audit zgrada javne namjene - načini prikupljanja podataka", ENERGIJA, god. 54(2005), br. 2.
- [2] "Energy efficiency lighting in public buildings – Pilot project", NOVEM, 2000
- [3] V. KOLEGA, "Utjecaj Direktive Europske unije o energetskim karakteristikama zgrada (2002/91/EC) na potencijal energetskih ušteda u zgradarstvu", ENERGIJA, god. 53(2004), br.6.
- [4] "Quide for Change of Energy Behaviour", SAVE Programme, 1999, Brussels
- [5] FEDERANE (European Federation of Regional Energy and Environment Agencies), "Energy Planning in Public Buildings, Procedures to be followed, Brussels
- [6] N. MIKOS (et. al.), "Energy Efficiency in Public and Municipal Buildings", October 1997
- [7] European Climate Change Progress Report
<http://europa.eu.int/comm/environment>
- [8] "Ex-ante Evaluation on the Impact of the Community Strategy and Action Plan for RES", ALTENER Contract Number 4.1030/T/98-020
- [9] FhG-ISI (1999), «A Comparison of Thermal Building Regulations in the European Union», MURE, Database Case Study Number 1, SAVE Programme of the EC, <http://www.mure2.com/Mr-fr5.htm>
- [10] Directive of the European Parliament and the Council on the energy performance of buildings, (2002/91/EC), 2002, Brussels
- [11] Proposal for a Directive of the European Parliament and the Council on the energy performance of buildings, COM (2001) 226 final, 2001, Brussels
- [12] V. KOLEGA, "Važnost donošenja standarda energetske efikasnosti radi povećanja nacionalnih energetskih ušteda", ENERGIJA, god. 52(2003), br. 5.
- [13] V. KOLEGA, "Test procedure kao tehnička osnova standarda energetske efikasnosti kućanskih uređaja i uredske opreme», ENERGIJA, god. 52(2003), br. 6.
- [14] Prijedlog Tehničkog propisa o toplinskoj zaštiti i uštedi energije kod zgrada, u fazi donošenja
- [15] "Energy in Europe – European Union Energy Outlook to 2020", Special Issue, November 1999, the Shared Analysis Project, European Commission
- [16] "Energy Labels and Standards", International Energy Agency, 2000, Paris
- [17] Zakon o energiji, 2001.
- [18] Zakon o gradnji, 2001.
- [19] Council Directive 92/75/EEC of 22 September 1992 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by household appliances, Official Journal L 297, 13/10/1992

ENERGY AUDITING IN PUBLIC BUILDINGS – DATA PROCESSING AND A PROPOSAL FOR ENERGY EFFICIENCY MEASURES

Energy auditing is an efficient measure in reducing all types of energy consumption in public buildings. In the paper a detailed description of data processing will be given collected according to form for energy auditing of public buildings as well as methods of how to determine the priority list of energy efficiency measures for a certain public building.

ENERGETISCHES PRÜFUNGSVERFAHREN ÖFFENTLICHER GEBÄUDE - DATENVERARBEITUNG UND DER VORSCHLAG ENERGETISCHER LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Energetisches Prüfungsverfahren (Audit) ist ein wirksames Vorgehen zwecks Senkung jeglichen Energieverbrauchs in öffentlichen Gebäuden. In diesem Artikel sind Verarbeitungsverfahren der laut dem Formblatt für den energetischen Audit öffentlicher Gebäude gesammelten Daten, und Methoden der Bestimmung des Verzeichnisses vorrangiger Massnahmen für die energetische Leistungsfähigkeit eines einzelnen öffentlichen Gebäudes.

Naslov pisca:

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

Uredništvo primilo rukopis:
2004-10-04