

**Dr. sc. Ivana Šandrk Nukić**

Docentica  
Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku  
Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek  
E-mail: isandrknukic@gfos.hr

## **UČINKOVITO UPRAVLJANJE POTROŠNOM ENERGIJE U JAVNIM ZGRADAMA KAO ODREDNICA ENERGETSKI ODRŽIVOG GOSPODARSTVA**

UDK / UDC: 620.9:721](497.5)

JEL klasifikacija / JEL classification: O13, O22, M19

Pregledni rad / Review paper

Primljeno / Received: 27. studenoga 2019. / November 27, 2019

Prihvaćeno za tisak / Accepted for publishing: 8. lipnja 2020. / June 8, 2020

### **Sažetak**

*Sektor zgradarstva, osobito zgrade u javnom vlasništvu, jedno je od pojedinačno najznačajnijih područja za ostvarenje ciljeva europske energetske politike, a to veliku odgovornost stavlja na lokalne vlasti. Zbog toga ovaj rad polazi od istraživačkih pitanja o lokalnim iskustvima u pripremi i provedbi projekata energetske obnove javnih zgrada u Hrvatskoj, odnosno od pitanja koji su učinci dosad ostvareni i što je važno uzeti u obzir prilikom planiranja budućih projekata. Svrha rada je znanstveno argumentirati važnost upravljanja potrošnjom energije u javnim zgradama, kao jedne od odrednica održivog gospodarstva, a da bi se ona realizirala, primijenjeno je kvalitativno znanstveno istraživanje utemeljeno prije svega na znanstvenim metodama analize, indukcije i studije slučaja. Rezultatima su identificirana raznolika lokalna iskustva u Hrvatskoj te značajna prosječna iskorištenost sredstava za projekte energetske obnove javnih zgrada, a predlaže se jačanje lokalnih kapaciteta i planiranje sukcesije projekata. Time je ostvaren znanstveni doprinos u smislu širenja znanja i svijesti istraživačke publike o važnosti energetske održivosti ponašanja.*

**Ključne riječi:** *javne zgrade, upravljanje projektima, energetska učinkovitost, održivost.*

### **1. UVOD**

Globalno, pa tako i u Europi, potražnja za energijom stalno raste, uslijed čega raste i zabrinutost da će se neobnovljivi izvori energije u jednom trenutku u cijelosti iscrpiti, uz istovremeno sve veće negativne učinke na okoliš (Balaras et

al., 2005). Zbog toga sva pitanja i problemi u vezi energije u zadnjih nekoliko godina postaju sve važniji te je potrebno njihovo istraživanje s različitih aspekata.

S obzirom na to, istraživačka pitanja od kojih polazi ovaj znanstveni rad usmjerena su na dosad nedostatno istražena područja te glase: Kakva su lokalna iskustva u pripremi i provedbi projekata energetske obnove javnih zgrada u Hrvatskoj? Koji su učinci dosad ostvareni i što se može očekivati u budućnosti, odnosno što je važno uzeti u obzir prilikom planiranja budućih projekata?

Znanstvena analiza provedena sa svrhom odgovora na ova pitanja dio je međunarodnog projekta Interreg - IPA CBC Razvoj i promoviranje energetske učinkovitosti i održive urbane životne sredine u pograničnim gradovima između Hrvatske i Srbije (GRENERGY). Polazi se od pretpostavke da bi spoznaje generirane odgovorima na gore navedena istraživačka pitanja pridonijele znanstvenoj diskusiji o važnosti energetske obnove javnih zgrada, prije svega kroz identificiranje načina za unaprjeđenje energetske učinkovitosti javnih zgrada te promociju energetski održivog ponašanja. Upravo su to i ciljevi ovog znanstvenog rada, čijim ostvarenjem se postiže i njegova svrha: znanstveno argumentirati važnost upravljanja potrošnjom energije u javnim zgradama, kao jedne od odrednica održivog gospodarstva.

## 2. METODOLOGIJA

Ovaj znanstveni rad rezultat je kvalitativnog znanstvenog istraživanja provedenog s aspekta društvenih znanosti. Takav pristup je odabran jer je kvalitativno istraživanje induktivno po svojoj prirodi te nastoji razumjeti procese, događaje, značenja i iskustva u određenim društvenim okvirima (Mohajan, H.K., 2018), što je odgovaralo svrsi ovog rada. Kvalitativna znanstvena istraživanja smatraju se učinkovitima jer se odvijaju u prirodnom okruženju te omogućuju istraživaču da razvije spoznaje iz visoke uključenosti u stvarna iskustva (Creswell, 2009). Da bi to omogućilo, kvalitativno istraživanje obično se oslanja na više istraživačkih metoda (Denzin & Lincoln, 2005), a važna je i njegova struktura, koja kreće od istraživačkih pitanja i postavljanja istraživačkog cilja, da bi na kraju kao generirani rezultat nastale utemeljene pretpostavke (hipoteze) (Bricki & Green, 2007). Poštujući takvu strukturu, istraživanje predstavljeno ovim radom je provedeno u dvije istraživačke faze.

U prvoj fazi provedeno je istraživanje sekundarnih izvora podataka primjenom znanstvene metode analize relevantne literature, odnosno metode sinteze u svrhu sistematiziranja analizom prikupljenih podataka. Istovremeno, korištene su znanstvene metode induktivnog i deduktivnog zaključivanja, osobito u interpretaciji prikupljenih podataka. Na taj način stvoren je teorijski okvir za daljnje razmatranje teme.

U drugoj fazi primjenjena je znanstvena metoda studije slučaja, u svrhu istraživanja stvarnih podataka u vezi energetske učinkovitosti u javnim zgradama prikupljenih iz internih evidencija Fonda za zaštitu okoliša i energetske

učinkovitost (FZOEU) te Grada Osijeka. Studija slučaja smatra se empirijskim istraživanjem koje detaljno istražuje suvremeni fenomen ("slučaj") unutar njegova stvarnog konteksta te na taj način daje doprinos njegovu razumijevanju i osvještava potencijalne implikacije (Yin, 2014, str. 16). Iz tog je razloga primijenjena i u ovom radu.

Nakon što su u Uvodu postavljena istraživačka pitanja, cilj i svrha, rezultati obje istraživačke faze prikazani su i argumentirani kroz četiri poglavlja: Profil suvremene energetske politike, Energetska učinkovitost u građevinarstvu, Nadležna tijela i financiranje projekata u području energetske učinkovitosti u Republici Hrvatskoj, Studija slučaja - primjeri najbolje. Na kraju Zaključak ukazuje na ostvareni znanstveni doprinos te predlaže pravac budućih znanstvenih istraživanja.

### 3. PROFIL SUVREMENE ENERGETSKE POLITIKE

U proljeće 2007. godine Europska komisija je inicirala energetske politiku Europske unije (EU) koja postavlja tri specifična cilja: postići najmanje 20 % smanjenja emisije stakleničkih plinova do 2020. godine u usporedbi sa stanjem 1990. godine; ostvariti 20 % uštede u potrošnji energije u odnosu prema projiciranoj potrošnji do 2020. godine te postići udjel korištenja obnovljivih izvora energije od 20 % u odnosu prema ukupnoj energetske potrošnji (Užšilaityt & Martinaitis, 2010).

U međuvremenu, ti su ciljevi revidirani za puno širi vremenski okvir. Integrirana klimatska i energetska politika koju je Europsko vijeće usvojilo 24. listopada 2014. i revidiralo u prosincu 2018. kao dio paketa „Čista energija za sve Europljane”, a u skladu s novom Direktivom o energetske učinkovitosti (Direktiva (EU) 2018/2002), predviđa ostvarivanje sljedećih ciljeva do 2030. godine (Ciucci, M., 2020):

- smanjenje emisija stakleničkih plinova za najmanje 40 % u usporedbi s razinama iz 1990.
- povećanje udjela obnovljive energije u potrošnji energije na 32 %
- poboljšanje energetske učinkovitosti za 32,5 % i
- međusobna povezanost energetske sustava EU-a od barem 15 %.

Dodatno, komunikacijom Komisije Europskom parlamentu, Europskom vijeću, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru, Odboru regija i Europskoj investicijskoj banci (Europska komisija, 2018, str. 3) istaknuto je da se za vremenski okvir do 2050. godine ne planiraju uvesti nove politike niti Europska komisija namjerava revidirati ciljeve za 2030., već je svrha Europske strateške dugoročne vizije za prosperitetno, moderno, konkurentno i klimatski neutralno gospodarstvo potvrditi vodeću ulogu Europe u oblikovanju globalne klimatske politike te predstaviti viziju koja može pomoći da se do 2050. na

troškovno učinkovit način i putem društveno pravedne tranzicije postigne nulta neto stopa emisija stakleničkih plinova.

Ipak, dosad analizirani scenariji, koji se temelje na analizi znanstvene literature i integriranom modeliranju, sugeriraju da će emisiju stakleničkih plinova do 2050. biti moguće smanjiti za između 80 i 90 % u odnosu prema 1990. godini. Izvjesno je da će se postizanje gospodarstva s nultom neto stopom emisija stakleničkih plinova morati temeljiti na zajedničkom djelovanju i sedam glavnih strateških elemenata (Europska komisija, 2018, str. 8):

1. maksimalnom iskorištavanju prednosti energetske učinkovitosti uključujući zgrade s nultom stopom emisija;
2. što opsežnijem uvođenju obnovljivih izvora i upotrebi električne energije za potpunu dekarbonizaciju energetske opskrbe u Europi;
3. prelasku na čistu, sigurnu i povezanu mobilnost,
4. konkurentnoj industriji EU-a i kružnom gospodarstvu kao glavnim pokretačima smanjenja emisija stakleničkih plinova;
5. uspostavi odgovarajuće pametne mrežne infrastrukture i interkonekcija;
6. iskorištavanju svih prednosti biogospodarstva i stvaranju nužnih ponora ugljika;
7. suzbijanju preostalih emisija CO<sub>2</sub> hvatanjem i skladištenjem ugljika

Smatra se da je od presudne važnosti da se EU do sredine stoljeća preobrazu u gospodarstvo s nultom stopom emisija stakleničkih plinova i istovremeno dokaže da nulta neto stopa emisija ne mora isključivati prosperitet, jer će zbog toga druga gospodarstva slijediti njegov uspješan primjer. Predviđa se da će se gospodarstvo EU-a do 2050. više nego udvostručiti u odnosu prema 1990. čak i ako se u potpunosti dekarbonizira (Europska komisija, 2018).

Upravljanje energijom je skup međusobno povezanih elemenata za utvrđivanje energetske politike i dugoročnih energetske ciljeva te procesa i postupaka za postizanje tih ciljeva. Istovremeno, održivo gospodarstvo je isključivo ono koje uspješno balansira ekonomske, ekološke i socijalne izazove. To znači da upravljanje energijom u zgradama uistinu jest jedna od odrednica energetski održivog gospodarstva i kao takvo bi trebalo primjenjivati troškovno učinkovitu obnovu zgrada, primjenu energetski učinkovitih uređaja i obnovljivih izvora energije odnosno utjecati na energetski odgovorno ponašanje svih potrošača.

U tom smislu i najnovija Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu, prepoznaje utjecaj energetske tranzicije na gospodarstvo, pri čemu se energetska obnova zgrada smatra najznačajnijom prilikom te se navode sljedeći specifični utjecaji na gospodarstvo (2020:55):

- povećanje korištenja onih oblika energije kojima se smanjuju emisije stakleničkih plinova,

- zamjena korištenja fosilnih oblika energije s OIE,
- povećanje energetske učinkovitosti u gospodarskim subjektima prema interesima i mogućnostima svakog pojedinog subjekta,
- korištenje energije bez emisija u brendiranju vlastitih proizvoda i usluga,
- razvoj proizvoda i usluga iz područja novih tehnologija potrebnih za niskouglijičnu energetiku,
- uključivanje u međunarodno tržište proizvoda i usluga za niskouglijičnu energetiku,
- integriranje OIE, posebice energije iz biomase i otpada te otpadne energije, u procesnu energiju industrije radi povećanja konkurentnosti kroz dekarbonizaciju gospodarstva i
- projekti digitalizacije energetike i primjena naprednih mreža.

Da bi se to ostvarilo, procjenjuje se da će u razdoblju od 2021. Do 2050. godišnja ulaganja u Republici Hrvatskoj u energetske sektor biti između 12,63 i 15,4 milijardi HRK. S obzirom da su to nove investicije na razini između 23 % i 29 % sadašnjeg BDP-a, jasno je da se radi o izuzetno značajnom utjecaju koji apostrofira važnost upravljanja potrošnjom energije.

Fokus ovog rada je energetska učinkovitost u javnim zgradama pa je zato važno još napomenuti da Europska komisija (2018) smatra da će velik dio zasluga za smanjenu potražnju za energijom pripasti zgradama. Zbog toga su energetske politike na međunarodnoj, nacionalnoj i regionalnoj razini usmjerene na ograničavanje potrošnje energije, kao i povećavanje učinkovitosti uređaja korištenih u zgradama (Mrówczyńska et al., 2014). S obzirom na to da većina stambenog fonda iz 2050. postoji već danas, bit će potrebne više stope obnove, intenzivniji prelazak na goriva iz obnovljivih izvora, rasprostranjenija upotreba najučinkovitijih proizvoda i uređaja, sustavi za upravljanje pametnim zgradama/uređajima i bolji materijali za izolaciju.

Da bi proces postizanja energetske ciljeve bio konzistentan, neophodno je i nadzirati aktivnosti tog procesa na svim razinama. Takvu preporuku sugerira i norma HRN EN ISO 50001 - Upravljanje energijom (HRN EN ISO 50001:2018), koja daje zahtjeve za uspostavljanje sustava upravljanja energijom u industrijskim pogonima, komercijalnim, upravnim i državnim zgradama te cijelim organizacijama. U njoj se posebno navodi proces planiraj-uradi-provjeri-djeluj (Plan-Do-Check-Act, PDCA) za neprekidno poboljšavanje sustavom upravljanja energijom:

1. planiraj: provodi energetske ocjene i utvrdi osnovicu, pokazatelje energetske značajke, dugoročne i kratkoročne ciljeve te planove djelovanja nužne za dobivanje rezultata kojima će se poboljšati energetske značajke u skladu s organizacijinom energetske politikom;
2. uradi: provodi planove djelovanja na upravljanju energijom;

3. provjeri: promatraj i mjeri ključne značajke operacija koji određuju energetske značajke u odnosu na energetske politiku i dugoročne ciljeve energetske politike te izvješćuj o rezultatima;
4. djeluj: poduzmi djelovanja za neprekidno poboljšavanje značajki sustava upravljanja energijom.

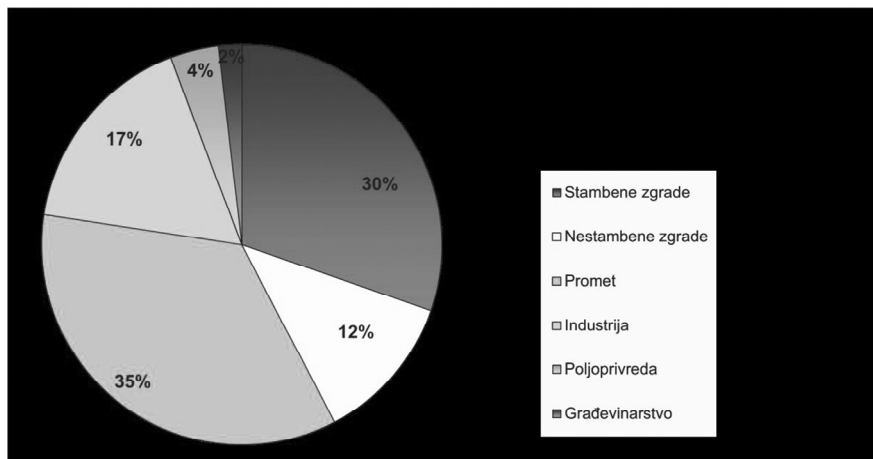
Znanstvenici ocjenjuju kako će u nastojanjima da se ostvari energetska sigurnost i održivost uz istovremenu ekonomsku konkurentnost ključnu ulogu imati lokalne vlasti. Smatra se da lokalne vlasti, dakle gradovi i općine, trebaju imati najveći utjecaj i odgovornost, kako za provođenje, tako i za kontrolu smanjenja energetske potrošnje, odnosno ostvarenje cilja 20-20-20 (Bazan-Krzywoszanska et al., 2016). Takav zaključak spomenuti autori izvode na temelju analize situacije u gradu Zielona Gora u Poljskoj, pretpostavljajući da bi tako moglo biti i u ostalim gradovima tranzicijskih europskih zemalja. Ipak, znajući da lokalne vlasti u hrvatskim gradovima često nemaju dovoljne kapacitete za provođenje i kontrolu projekata energetske učinkovitosti, takav zaključak treba uzeti s rezervom.

#### 4. ENERGETSKA UČINKOVITOST U GRAĐEVINARSTVU

Građevinarstvo je sektor u kojem lokalne vlasti mogu najlakše poduzimati potrebne aktivnosti unaprjeđenja energetske učinkovitosti, s posebnim naglaskom na javne objekte koji su pod njihovom izravnom kontrolom. Upravo za te objekte preporučuje se primijeniti sustavni pristup intervencija koje bi osigurale konzistentno i učinkovito upravljanje (Zanni et al., 2015).

Potrošnja energije u građevinskim objektima ovisi o očekivanim čimbenicima kao što su klima, projektno rješenje, materijali od kojih je građevina napravljena, karakteristike pregradnih zidova, grijanje i druge ugrađene tehnologije, ali i o nacionalnim i lokalnim energetske propisima (Gorbacheva & Sovacool, 2015). Uporaba zgrada i njihovo kvalitativno stanje također imaju utjecaja (Ringel et al., 2016).

Evidentno, zgrade su složeni energetske sustavi. One su ujedno i najveći pojedinačni konzumenti energije, a podaci ukazuju na činjenicu da je segment zgrada u Europi odgovoran za čak 40 % ukupne primarne potrošnje energije (Europski parlament i Vijeće, 2010). U Hrvatskoj se u zgradama troši još i više, točnije stambene i nestambene zgrade zajedno nose 42 % ukupne potrošnje energije, kako pokazuju recentni podaci FZOEU, prikazani Slikom 1.



Slika 1 Struktura ukupne potrošnje energije u Hrvatskoj

Izvor: evidencija FZOEU, 2019.

S obzirom na rečeno, sudjelovanje gradova u globalnoj energetske potrošnji je značajno, a akademska istraživanja ukazuju da se njihov udio u ukupnoj energetske potrošnji i povećava te da će se takav trend nastaviti i u budućnosti (Raatikainen et al., 2016). Autori spomenute studije do takvog zaključka dolaze istražujući potrošnju energije u školskim zgradama, a argumentiraju ga kontinuiranim rastom globalne populacije te rastućim energetske zahtjevima potrošača uslijed suvremenog načina života. Razmatrajući to s aspekta energetske ciljeva EU do 2050., izvjesno je da njihovo ispunjenje, uz istovremeni rast energetske potrošnje, nužno znači energetske tranziciju u smislu energetske obnove postojećih zgrada, odnosno energetske učinkovite projekte novih zgrada.

Pretpostavlja se da velika većina potrošnje energije dolazi od starih zgrada koje imaju nisku energetske učinkovitost. Naime, istraživanjem potrošnje energije u istočnoeuropskim gradovima je utvrđeno da je ona najvećim dijelom generirana u stambenim i javnim zgradama (Bazan- Krzywoszanska et al., 2016). Takva je situacija i u Hrvatskoj, a više od 70 % postojećih takvih zgrada je izgrađeno prije 1980. godine (Krstić & Teni, 2018).

Glavni problem je u tome što se velike količine energije troše jer te zgrade, koje su građene prije nekoliko desetljeća, ne udovoljavaju suvremenim preporukama i propisima energetske učinkovitosti. Istovremeno, velika većina tih zgrada još će se dugo koristiti. Zato njihova energetske obnova ima puno potencijala u smislu smanjenja ukupne potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> (Krstić et al., 2014; Užšilaityt & Martinaitis, 2010).

Direktiva o energetske učinkovitosti zgrada (*Energy Performance Building Directive*, EPBD) nalaže da se u svim zemljama članicama EU mora proračunavati energetska učinkovitost zgrada te da zemlje članice trebaju implementirati EPBD prilagođeno vlastitim lokalnim klimatskim uvjetima, zahtjevima za unutarnju klimu i troškovnu učinkovitost (Europski parlament i Vijeće, 2010).

U Hrvatskoj je jedan od prvih koraka u rješavanju problema loše energetske performanse starih zgrada bilo propisivanje obavezne energetske certifikacije zgrada, pri čemu je taj postupak imao za osnovni cilj preporuku i provođenje adekvatnih mjera energetske učinkovitosti (Krstić & Teni 2019).

Energetsku učinkovitost zgrada uvjetuje najvećim dijelom šest čimbenika: klima, ovojnica zgrade, sustavi uporabe i opskrbe energijom u zgradi, održavanje zgrade, ponašanje i aktivnosti korisnika zgrada te kvaliteta unutarnjeg okruženja (Krstić & Teni, 2017).

Europski standard EN 15603:2008 predlaže dva principa ocjene energetske učinkovitosti: proračunski i stvarno izmjerena potrošnja (tzv. operativni) (Krstić & Teni, 2017). Na taj standard nadovezuje se hrvatski Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18), kao i Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 88/2017) koji definira energetske razrede temeljem:

- specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i režim rada tehničkih sustava:
  - A+, gdje je  $Q^{H,nd,ref} \leq 15$
  - A, gdje je  $Q^{H,nd,ref} \leq 25$
  - B, gdje je  $Q^{H,nd,ref} \leq 50$
  - C, gdje je  $Q^{H,nd,ref} \leq 100$
  - D, gdje je  $Q^{H,nd,ref} \leq 150$
  - E, gdje je  $Q^{H,nd,ref} \leq 200$
  - F, gdje je  $Q^{H,nd,ref} \leq 250$
  - G, gdje je  $Q^{H,nd,ref} > 250$
- specifične godišnje primarne energije za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i režim rada tehničkih sustava:



Tablica 1.

Energetski razredi s podatkom o specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji, Eprim

$E_{\text{prim}}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	STAMBENA		OBITELJSKA		UREDSKA		OBRAZOVNA		BOLNICA		HOTELI RESTORAN		SPORTSKA DVORANA		TRGOVINA		OSTALE NESTAMBENE	
	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P
A+	≤80	≤50	≤45	≤35	≤35	≤25	≤55	≤55	≤250	≤250	≤90	≤70	≤210	≤150	≤170	≤150	≤80	≤50
A	>80	>50	>45	>35	>35	>25	>55	>55	>250	>250	>90	>70	>210	>150	>170	>150	>80	>50
	≤100	≤75	≤80	≤55	≤55	≤50	≤60	≤58	≤275	≤275	≤110	≤75	≤305	≤160	≤310	≤210	≤115	≤75
B	>100	>75	>80	>55	>55	>50	>60	>58	>275	>275	>110	>75	>305	>160	>310	>210	>115	>75
	≤120	≤90	≤115	≤70	≤70	≤70	≤65	≤60	≤300	≤300	≤130	≤80	≤400	≤170	≤450	≤280	≤150	≤100
C	>120	>90	>115	>70	>70	>70	>65	>60	>300	>300	>130	>80	>400	>170	>450	>280	>150	>100
	≤265	≤220	≤280	≤230	≤100	≤90	≤125	≤120	≤345	≤325	≤160	≤95	≤465	≤225	≤475	≤290	≤280	≤225
D	>265	>220	>280	>230	>100	>90	>125	>120	>345	>325	>160	>95	>465	>225	>475	>290	>280	>225
	≤410	≤350	≤445	≤385	≤125	≤110	≤175	≤175	≤395	≤350	≤190	≤110	≤530	≤280	≤495	≤340	≤410	≤350
E	>410	>350	>445	>385	>125	>110	>175	>175	>395	>350	>190	>110	>530	>280	>495	>340	>410	>350
	≤515	≤435	≤560	≤485	≤155	≤140	≤220	≤220	≤495	≤440	≤240	≤140	≤665	≤350	≤620	≤425	≤515	≤435
F	>515	>435	>560	>485	>155	>140	>220	>220	>495	>440	>240	>140	>665	>350	>620	>425	>515	>435
	≤615	≤520	≤670	≤580	≤190	≤165	≤265	≤265	≤590	≤525	≤290	≤165	≤795	≤415	≤745	≤510	≤615	≤520
G	>615	>520	>670	>580	>190	>165	>265	>265	>590	>525	>290	>165	>795	>415	>745	>510	>615	>520

K - kontinentalna Hrvatska;  
P - primorska Hrvatska

Izvor: Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju, NN 88/17

Činjenica je da stare zgrade imaju i pet puta veću potrošnju energije od novih zgrada energetskog razreda B ili višeg. Ipak, ponekad se postavlja pitanje što je bolje: obnoviti zgradu ili je srušiti i sagraditi novu?

Čak i kad se ne bi u obzir uzimala činjenica da mnoge stare zgrade predstavljaju kulturnu baštinu pa njihovo rušenje nije opcija, istraživanja pokazuju da je obnova zgrada u pravilu bolja, i to s okolišnog, ekonomskog i društvenog aspekta (Power, 2008).

Mickaityte, Zavadskas, Kaklauskas i Tupenaite (2008) ističu sljedeće integralne principe održive obnove zgrada:

- unaprjeđenje uvjeta života i stvaranje korisnicima ugodnih stanova, povećanje prilagodljivosti cijele zgrade i njezinih pojedinih dijelova u skladu sa sadašnjim i budućim potrebama njezinih stanovnika;
- smanjenje potrošnje energije i s tim povezanih operativnih troškova;
- povećanje uporabe materijala koji nisu štetni za okoliš kao i obnovljivih izvora energije;
- ekonomski prihvatljivo i inovativno projektiranje, izgradnja i korištenje.

Prema istim autorima, glavni rezultati koji se mogu očekivati od obnove zgrada su uštede energije, povećanje komfora, osiguranje zdrave radne okoline, produženje životnog vijeka zgrade, ekonomska eksploatacija te zaštita okoliša.

I drugi autori slažu se sa stavom da bi energetska obnova zgrada trebala imati uporište u konceptu održivog razvoja jer osim energetskih i financijskih ušteda, obnova zgrada u smislu provođenja mjera energetske učinkovitosti dovodi

do povećanja kvalitete i komfora življenja. Naime, identificirano je da energetska obnova zgrada može riješiti cijeli niz problema: iscrpljivanje prirodnih resursa, zagađenje okoliša i povećanje socijalne skrbi u smislu osiguranja toplinske udobnosti i smanjenja računa za potrošnju energije (Užšilaiyt & Martinaitis, 2010).

Pritom treba imati na umu da je izbor mogućnosti u smislu broja dostupnih metoda obnove i materijala s različitim karakteristikama prilično širok, uz istovremeno postojanje različitih parametara i ograničenja. Odgovornost je projektnog tima da sve to uzme u obzir prilikom izrade i predlaganja optimalnog rješenja energetske obnove zgrada (Labiosa et al., 2010).

## **5. NADLEŽNA TIJELA I FINANCIRANJE PROJEKATA U PODRUČJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Legislativa koja uređuje područje energetske učinkovitosti u Republici Hrvatskoj je kompleksna i redovito se novelira (Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenje, 2019). Inicijalno, u svemu mora biti usklađena s propisima Europske Unije.

Područje energetske učinkovitosti u Hrvatskoj primarno je u ingerenciji Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja u smislu legislative te Ministarstva zaštite okoliša i energetike, koje provodi politiku Vlade Republike Hrvatske u području energetske učinkovitosti te obavlja nadzor nad stručnim aktivnostima ostalih nadležnih institucija: Agencije za pravni promet i posredovanje nekretninama (APN) i Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU) (Zakon o energetske učinkovitosti, NN 127/14, 116/18).

APN provodi politike sustavnog gospodarenja energijom i vodom u zgradama u vlasništvu javnog sektora ili koje koristi javni sektor, a pod njezinim je nadzorom i nacionalni Informacijski sustav za gospodarenje energijom (ISGE) (Zakon o energetske učinkovitosti, NN 127/14, 116/18).

ISGE je baza podataka koja funkcionira kao web aplikacija za prikupljanje podataka o energetske potrošnji u javnim zgradama, njihov nadzor i analizu (Informacijski sustav za gospodarenje energijom [ISGE], 2019).

Baze podataka o energetske potrošnji važne su za projekcije te potrošnje u budućnosti. Osim statističkih podataka u vezi energetske potrošnje, takve baze obično uključuju i prostorne i druge informacije o pojedinim objektima (Biekša et al., 2006).

ISGE je nastao kao rezultat zajedničkog projekta Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva te Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Osnovna ideja njegovog razvoja bila je da svaka zgrada javne namjene ima stručnjaka odgovornog za upravljanje energetske potrošnjom, u

smislu prikupljanja i unosa podataka o energetskej potrošnji u bazu. Nakon što se podaci unesu u sustav, aplikacija ISGE omogućuje jednostavan pristup i korištenje podataka svim autoriziranim osobama, (Krstić & Teni, 2018).

Osobito je bitno da osim evidentiranja podataka o potrošnji energije, ISGE sustav ima i funkciju automatiziranih alarma kritičnih događaja i kvarova, čime omogućuje identificiranje iracionalnih, neželjenih potrošnji (Has & Zekić-Sušac, 2017).

Ipak, iako je ISGE trenutno najbolji i jedini službeni centralni alat upravljanja potrošnjom energije u javnim zgradama, referirajući se na normu HRN EN ISO 50001:2018, za koju je navedeno da sugerira PDCA pristup, mora se reći da zasad upravljanje energijom u javnim zgradama u Hrvatskoj ostaje na razini Plan i Do. Naime, kontrola unesenih podataka od strane javnih vlasti je nasumična i periodična, a osim eventualne opomene u slučaju uočenih odstupanja, korektivnog djelovanja zasad nema.

Osim aktivnosti u nadležnosti APN, na području energetske učinkovitosti u zgradarstvu u Republici Hrvatskoj izuzetno je važan i Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU). Prema Zakonu o energetskej učinkovitosti (NN 127/14, 116/18), FZOEU obavlja djelatnosti u području poticanja racionalnog gospodarenja energijom i energetske učinkovitosti te osigurava sufinanciranje provedbe mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti. Koristeći sredstva iz strukturnih fondova EU te određena izvanproračunska i proračunska sredstva, FZOEU je nositelj i centralni koordinator energetske obnove u Hrvatskoj.

FZOEU ima 15 godina iskustva i dosad je u Hrvatskoj podržao više od 35.000 projekata te omogućio ulaganje 5,2 milijardi kuna. Što se tiče ulaganja u energetske obnove zgrada, dosad je uloženo 1,656 milijardi kuna, prema strukturi prikazanoj u Tablici 2.

Tablica 2.

#### Struktura ulaganja u energetske obnove zgrada

VRSTA ZGRADE	UKUPNO ULOŽENI IZNOS	BROJ OBNOVLJENIH ZGRADA
Obiteljske kuće	660 mil. HRK	9300
Višestambene zgrade	279 mil. HRK	2324
Zgrade javnog sektora	671,2 mil. HRK	262
Komercijalne zgrade	46 mil. HRK	80

Izvor: evidencija FZOEU, podaci preuzeti 24.7.2019.

Sljedeće planirane aktivnosti su pružanje stručne podrške u pripremi projekata u okviru Poziva 4c1.4 „Energetske obnove i korištenje obnovljivih izvora energije u zgradama javnog sektora”, zatim sufinanciranje prioritarnih

mjera prema Nacionalnom akcijskom planu energetske učinkovitosti (NAPEnU) 2017.-2020. te programiranje programa Energija i klimatske promjene vrijednog 20 milijuna eura, preko Europske agencije za okoliš.

Analizirajući dosad uložena sredstva FZOEU u okviru cilja *Smanjenje potrošnje energije u zgradama javnog sektora*, podaci pokazuju da je 90,01 % investicijskih sredstava uloženo u kontinentalnoj, a svega 9,99 % u primorskoj Hrvatskoj. Uz to, županijska struktura uložениh sredstava prikazana slikom 3, pokazuje da je dosad najviše uloženo u Varaždinskoj i Osječko-baranjskoj županiji. S obzirom da od te dvije županije Osječko-baranjska županija i na županijskoj i na gradskoj razini prednjači po visini ukupno ugovorenih sredstava iz EU fondova, a kako je u teorijskom dijelu ovog rada sugerirano da su za poticanje i provođenje aktivnosti energetske učinkovitosti presudne aktivnosti lokalne uprave, autori smatraju korisnim u empirijskom dijelu ovog rada iznijeti primjere projekata energetske učinkovitosti javnih građevina u gradu Osijeku.

EU fondovi su osobito važan čimbenik podrške korištenja obnovljivih izvora energije. Naime, ciljevi suvremene energetske politike nisu samo tehnološki, već su i financijski zahtjevniji, pa je nemoguće provoditi energetsku obnovu bez dostatnih financijskih sredstava (Mrówczyńska et al., 2018). Međutim, učinkovitost njihova korištenja u pojedinim europskim zemljama različita je jer ovisi uglavnom o političkim okolnostima u tim zemljama (Bazan-Krzywoszanska et al., 2016).

U Republici Hrvatskoj, većina energetskih obnova je posljednjih godina financirana iz Europskih strukturnih i investicijskih (ESI) fondova. U području postizanja energetske učinkovitosti, od ESI fondova najznačajniju ulogu ima Kohezijski fond, kroz koji je Hrvatskoj u financijskom razdoblju 2014.-2020. alocirano 2.559.545.971 EUR ([strukturnifondovi.hr](http://strukturnifondovi.hr)).

Za korištenje sredstava iz Kohezijskog fonda presudan je Operativni program Konkurentnost i kohezija 2014.-2020., koji se sastoji od 10 prioriteta, među kojima je i prioriteta os 4. Promicanje energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije. Cilj prioriteta os 4 je pridonijeti učinkovitom i održivom korištenju energije te smanjenju emisija stakleničkih plinova. Ova prioriteta os izravno pridonosi ostvarenju energetske i klimatskih ciljeva sadržanih u strategiji EUROPA 2020 ([mgipu.gov.hr](http://mgipu.gov.hr)).

U sustavu upravljanja ESI fondovima osobito je bitna uloga Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja (MGIPU) i FZOEU. MGIPU je Posredničko tijelo razine 1, dok je FZOEU Posredničko tijelo razine 2 – oba su nadležna za specifične ciljeve 4c1 Smanjenje potrošnje energije u zgradama javnog sektora i 4c2 Smanjenje potrošnje energije u stambenim zgradama. Ti specifični ciljevi obuhvaćeni su investicijskim prioritetom 4c Podupiranje energetske učinkovitosti, pametnog upravljanja energijom i korištenja OIE-a u javnoj infrastrukturi, uključujući javne i zgrade u stambenom sektoru, koji je dio prioriteta os 4 Promicanje energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije ([mgipu.gov.hr](http://mgipu.gov.hr)).

U konačnici, treba spomenuti da je Republika Hrvatska posljednjih godina, osim glavnih instrumenata regionalne politike – Strukturnih fondova i Kohezijskog fonda, koristila i posebne programe: Inicijative Zajednice. Inicijative Zajednice, JASPERS, JEREMIE, JESSICA i JASMINE su instrumenti koji se financiraju dijelom iz EU Strukturnih fondova, a dijelom doprinosom međunarodnih financijskih institucija (Instrumenti posebne potpore). Velika količina različitih izvora financiranja i količina sredstava koja je na raspolaganju za promicanje energetske učinkovitosti apostrofira važnost ovog područja i odlučnost ostvarenja energetskih ciljeva.

## 6. STUDIJA SLUČAJA - PRIMJERI NAJBOLJE PRAKSE

Grad Osijek je još u predpristupnom razdoblju, dakle i prije nego se moglo koristiti sredstva iz strukturnih fondova EU, nastojao djelovati proaktivno u području energetske učinkovitosti. Vjerojatno najznačajniji projekt iz tog vremena je projekt Energetska edukacijska agencija Slavonije. Projekt je financiran iz program CARDS 2004-2007/2008, a cilj je bio izgraditi demonstracijski objekt energetske nezavisne kuće. Tako je nastala pasivna solarna kuća veličine 550 m<sup>2</sup>, a osim za demonstraciju, dio prostora u toj kući koristi se za potrebe Energetske edukacijske agencije. Za grijanje tog objekta koristi se:

- kondenzacijski kotao (12kW) / laminarni spremnik vode 100 l
- toplinska pumpa zrak - voda (9 kW/COP 4,5)
- solarno grijanje/PTV - 12 m<sup>2</sup> / spremnik 1500 l / PTV spremnik 300 l

Što se tiče izgrađene FN elektrane, njezina instalirana snaga jest 4,30 kWp (površina panela 33,2 m<sup>2</sup>), specifična godišnja proizvodnja energije jest 1028 kWh/kWp, a količina energije predane u mrežu iznosi 4437,3 kWh (evidencija Grada Osijeka 2019).

Još jedan od značajnih energetski učinkovitih projekata realiziran prije pridruživanja Europskoj uniji bio je izgradnja toplinskih kolektora i kotla na pelete za potrebe Tržnice Gornji grad. U sklopu tog projekta, 2011. godine instaliran je sustav za pripremu potrošne tople vode (PTV), odvojen od sustava centralnog grijanja te su postavljeni solarni toplinski kolektori na krovu zgrade. Godišnje taj solarni sustav daje 52.449,60 kWh toplinske energije, a kao rezervni izvor topline, kada insolacija nije dovoljna, postavljen je kotao na pelete, od kojeg se godišnje dobije još 23.990 kWh.

U predpristupnom razdoblju izvrstan način za dobivanje financijske podrške EU i realizaciju projekata energetske učinkovitosti bili su projekti prekogranične suradnje. Tako je još jedan veliki projekt na području Grada Osijeka, izrada projekta za zgradu gotovo nulte energije za dječji vrtić 'Ribica' Sarvaš, realiziran putem programa suradnje Mađarske i Hrvatske IPA HR-HU 2010/2011. Energetske potrebe tog objekta identificirane su na razini 5.000 KW električne energije godišnje za grijanje, hlađenje i prozračivanje te još 10.000

KW električne energije godišnje za ostale elektrotehničke instalacije i rasvjetu. Projektiranim solarnim sustavom osigurana je ukupna godišnja proizvodnja od 11.000 KW električne energije, tako da se svega 4.000 KW namiruje tradicionalno i radi se o objektu energetskeg razreda A+. Za izgradnju vrtića prema tom projektu bilo je potrebno pronaći dodatna sredstva te je njegova izgradnja realizirana od 2016. do 2017. godine uz financijsku podršku FZOEU.

Na samom kraju predpristupnog razdoblja, 2013. godine, sagrađena je još jedna foto naponska elektrana (FNE) na krovu poduzetničkog inkubatora BIOS, snage 30 KW. Godišnja potrošnja energije ovog objekta je otprilike 36.000,00 kWh. U sustavu poticajnih cijena, prema kojem je 2,60 kn/kWh, tom elektranom ostvaruje se godišnji prihod od otprilike 90.000,00 kn, što je oko 40 % godišnjih troškova električne energije tog objekta.

S obzirom da je Osijek svega 40-ak kilometara udaljen od granice s Republikom Mađarskom i jednako toliko od granice s Republikom Srbijom, prekogranična suradnja korištena je za dobivanje potrebnih sredstava za financiranje različitih projekata energetske učinkovitosti i nakon pridruživanja Europskoj uniji.

Kroz program IPA HR-HU 2013/2014 dobivena su sredstva za izradu zajedničkog prekograničnog akcijskog plana EnU. Radilo se o uspostavljanju zajedničkih mehanizama regionalnog planiranja za upravljanje energijom u pograničnom području, a najvažnije provedene aktivnosti s hrvatske strane bile su izrada studija isplativosti korištenja solarne energije na krovovima osnovnih škola grada Osijeka te nabavka EE demo vozila.

Jačanje prekogranične suradnje s Mađarskom u istraživanju inovacija i razvoja u području obnovljivih izvora energije provedeno je koristeći CHREN: Hrvatsko – Mađarsku mrežu obnovljivih izvora energije. Dvije najvažnije aktivnosti unutar te mreže bile su izrada projektne dokumentacije za izgradnju bioplinskog postrojenja u Industrijskoj zoni Nemetin te osnivanje tvrtke Obnovljivi izvori energije Osijek d.o.o. , u kojoj Sveučilište J. J. Strossmayera iz Osijeka ima 60% vlasništva, a Grad Osijek 40%. Toj tvrtki bit će povjereno upravljanje Centrom za obnovljive izvore energije (COIE), kompleksa koji će se sastojati od upravne zgrade i laboratorija te bioplinskog postrojenja instalirane snage 680 kW. Bioplinsko postrojenje će postupkom kogeneracije proizvoditi električnu energiju, toplinu te digestat. Električnu energiju će predavati u elektroenergetsku mrežu, toplinsku energiju će predavati u toplinsku mrežu Industrijske zone Nemetin za osiguranje toplinskih potreba zone, dok će sav ostatak prihoda nakon podmirenja operativnih troškova poslovanja COIE koristiti za ulaganje u istraživačko-razvojne aktivnosti. Izgradnja i opremanje procjenju na vrijednost od 86.666.343,31 kn. Zasad je aplicirano za sredstva EU u iznosu 70.802.946,61 kune (85% investicije) dok je preostali dio planiran proračunom grada Osijeka.

Veliki projekt u suradnji s Mađarskom realiziran je i kroz program Interreg HU-HR 2017/2018. Radi se o projektu održive uporabe energije u prekograničnoj regiji, čiji su ciljevi:

- izrada strateške baze podataka za sve zainteresirane organizacije koje namjeravaju razvijati projekte obnovljivih izvora energije u pograničnom području
- izrada Studije potencijala razvoja obnovljivih izvora energije na području grada Osijeka
- izrada tehničke dokumentacije za projekt FNE na području osječkog Sveučilišnog kampusa, snage 300kW
- izrada glavnog projekta energetske obnove za dvije osnovne škole (Vijenac i Ljudevit Gaj) i tri dječja vrtića (Nevičica, Jaglenac, Latica)

Od planiranih energetske obnove osnovnih škola, zasad je kroz program Interreg-IPA CBC HR/SR provedena energetska obnova škole Ljudevit Gaj u Osijeku. U istoj je školi ugrađen sustav za prozračivanje s rekuperacijom zraka te sustav za automatsko očitavanje potrošnje energije/vode, a u konačnici je izgrađena i hibridna fotonaponska elektrana snage 12,5kWh.

Studija potencijala razvoja obnovljivih izvora energije na području grada Osijeka izrađena je 2018. godine. Ocjenom prirodnog i tehničkog potencijala korištenja svih obnovljivih izvora energije (sunce, vjetar, biomasa, geotermalna, hidro) utvrđeno je da je za područje Osijeka najveći potencijal imaju energija sunaca i biomase. Zbog toga je predložena primjena sunčanih toplinskih sustava za pripremu potrošne tople vode i podršku grijanju u obiteljskim kućama i u objektima javne namjene te primjena fotonaponskih sustava za vlastitu opskrbu električne energije objekata i za opskrbu električnih vozila. Procjena tehničkog potencijala proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava na području grada Osijeka prikazana je u tablici 3.

Tablica 3.

Procjena tehničkog potencijala solarne energije u gradu Osijeku

TIP FN ELEKTRANE	SNAGA (MW)	PROIZVODNOST (kWh/kW <sub>p</sub> )	PROIZVODNJA (MWh)
Ukupno potencijal samostojećih FN elektrana	43,31	1.150,00	49.810,06
Potencijal ugradnje FN sustava u građevine stambene namjene	61,49	1.000,00	61.493,20
Potencijal ugradnje FN sustava u zgrade nestambene namjene	57,00	1.000,00	62.700,00
Ukupno	161,81		174.003,26

*Izvor: evidencija grada Osijeka temeljem Studije potencijala razvoja OiE na području grada Osijeka, izrađena 2018.g. u sklopu projekta SUECH – Održiva uporaba energije u prekograničnoj regiji HR/HU, financirana kroz Interreg HU-HR 2017/2018*

Pregled provedenih i planiranih projekata na području Grada Osijeka pokazuje da statistički podaci prema kojima to područje prednjači u smanjenju potrošnje energije u javnim zgradama nisu slučajnost, već rezultat višegodišnjeg rada: prilikom pisanja svake projektne prijave mislilo se unaprijed, kako bi provedba tog projekta bila zapravo pripremna faza za neki od sljedećih projekata. Očito je da se takav etapni način razmišljanja i djelovanja pokazao kao iznimno važan pri provedbi kompleksnih, velikih projekata. Upravo je takav pristup, a ne količina realiziranih sredstava, razlog da se radi o primjerima najbolje prakse koji bi mogli biti *benchmark* ostalim hrvatskim gradovima i županijama u njihovim nastojanjima da ostvare energetska održivost uz istovremenu ekonomsku konkurentnost.

## 7. ZAKLJUČAK

Energetska politika Europske unije promovira korištenje obnovljivih izvora energije kao način za postizanje održive energetske sigurnosti, smanjenje stakleničkih plinova i povećanje konkurentnosti europskih gospodarstava, a svojim nacionalnim propisima ostvarenje tih ciljeva nastoje osigurati sve zemlje članice.

Sektor zgradarstva, osobito javnih zgrada, identificiran je kao najveći pojedinačni segment odgovoran za potrošnju energije, zbog čega se očekuje da bi aktivnosti povećanja energetske učinkovitosti upravo u tom sektoru trebale imati najveće efekte. Za ostvarenje tih efekata kroz projekte energetske obnove, osigurana su kroz ESI fondove i druge izvore značajna financijska sredstva.

Pritom je glavna uloga i odgovornost za smanjenje potrošnje energije i ostvarenje spomenutih ciljeva dana lokalnim vlastima. Smatra se da su one u poziciji koordinirati djelovanje svih dionika te odabirati projekte koji će najviše pridonijeti ostvarenju energetske ciljeva. Međutim, treba biti svjestan da kapaciteti lokalnih vlasti za takvo djelovanje često nisu dostatni, pa treba raditi na njihovom jačanju.

Prikazana lokalna iskustva u gradu Osijeku, koji se po količini i kvaliteti dosad provedenih projekata može smatrati primjerom najbolje prakse u Hrvatskoj, dokazuju da upravljanje energetskom potrošnjom u javnim zgradama pretpostavlja dugotrajne i kontinuirane napore. U gradu Osijeku dosad je u javnom sektoru izgrađeno nekoliko fotonaponskih elektrana značajne ukupne snage te su provedene različite mjere energetske učinkovitosti u mnogim objektima od javnog interesa. Trend koji se u tim projektima uočava jest da oni postaju sve veći i ozbiljniji, što ukazuje na još jednu pozitivnu posljedicu upravljanja održivošću energetske potrošnje – unaprijeđenje lokalnih kapaciteta, prije svega u smislu znanja i vještina ljudi uključenih u taj proces. S obzirom da se unatoč postojanju centralnog ISGE sustava upravljanje potrošnjom energije u javnim zgradama uglavnom provodi na razini *Planiraj* i *Uradi*, to jačanje



kapaciteta bilo bi poželjno u budućnosti iskoristiti i za trenutno zanemarene *Provjeri i Djeluj* faze upravljačkog procesa.

S obzirom na sve rečeno, a uvažavajući polazna istraživačka pitanja, rezultati ovdje predstavljenog istraživanja mogu se iskazati kroz nekoliko utemeljenih pretpostavki:

1. lokalna iskustva u pripremi i provedbi projekata energetske obnove javnih zgrada u Hrvatskoj su raznolika – njihova količina nije ravnomjerno regionalno raspoređena;
2. značajna je prosječna iskorištenost sredstava za projekte energetske obnove javnih zgrada;
3. može se očekivati jačanje lokalnih kapaciteta kroz znanja i iskustva stečenih na prethodnim projektima;
4. prilikom planiranja budućih projekata važno je uzeti u obzir njihovu sukcesiju, u smislu da se u trenutne projektne prijave uključe preduvjeti koji će biti važni za odobrenje i realizaciju budućih projekata.

Smatra se da su ovim rezultatima ispunjeni početno navedeni istraživački ciljevi te je ostvaren višestruki znanstveni doprinos. Kao prvo, iskazan je angažman u znanstvenoj diskusiji o važnosti energetske obnove javnih zgrada iznošenjem relevantnih koncepata i širenjem znanja i svijesti istraživačke publike. Nadalje, argumentiran je financijski, društveni i okolišni utjecaj potrošnje energije u javnim zgradama na cjelokupno gospodarstvo. Dodatno, dani su i prijedlozi unaprjeđenja javnih politika u smislu jačanja kapaciteta lokalnih vlasti te proaktivnog razmišljanja u svrhu ostvarenja uspješne provedbe projekata. S upravljačkog aspekta, doprinos je realiziran kroz preporuku aplikativnog inzistiranja na svim, a ne samo prve dvije faze upravljačkog procesa prema HRN EN ISO 50001:2018. U konačnici, socio-ekonomski doprinos rada realiziran je i kroz njegovu svojevrstu promociju energetske održivog ponašanja, koja je bitna s obzirom na važnost promjene ponašanja svih potrošača za provedbu suvremene energetske politike.

Takvim znanstvenim doprinosom u cijelosti je ispunjena polazna svrha ovog rada, a s obzirom da kvalitativna istraživanja služe kako bi generalno utemeljene hipoteze (Mohajan, H.K., 2018), svaka od zaključnih pretpostavki može se smatrati preporukom i polaznom hipotezom budućih istraživanja. Prije svega, bilo bi zanimljivo istražiti razloge regionalno neujednačene provedbe energetske obnove javnih zgrada u Hrvatskoj te identificirati načine kojima bi se jačali lokalni kapaciteti i ujednačio održivi energetske razvoj u cijeloj Hrvatskoj.

## LITERATURA

Balaras, C., Drousta, K., Dascalaki, E. & Kontoyiannidis, S. (2005). Heating energy consumption and resulting environmental impact of European apartment buildings. *Energy and Buildings*, 37, 429–442

Bazan-Krzywoszanska, A., Mrówczyńska, M., Skiba, M. & Łączak, A. (2016). Economic conditions for the development of energy efficient civil engineering using RES in the policy of cohesion of the European Union (2014–2020). Case study: The town of Zielona Góra. *Energy and Buildings*, 118, 170–180

Biekša, D., Martinaitis, V. & Sakmanas, A. (2006). An estimation of energy consumption patterns of energy-intensive building service systems, *Journal of Civil Engineering and Management*, 12, 37–42

Bricki, N. & Green, J. (2007). *A Guide to Using Qualitative Research Methodology*. <https://fieldresearch.msf.org/handle/10144/84230>

Ciucci, M. (2020). Energetska politika: opća načela. [https://www.euro.parl.europa.eu/ftu/pdf/hr/FTU\\_2.4.7.pdf](https://www.euro.parl.europa.eu/ftu/pdf/hr/FTU_2.4.7.pdf)

Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Method Approaches* (3rd Ed.). Los Angeles: SAGE Publications

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2005). Introduction: The Discipline and Practice of Qualitative Research. U Denzin, N.K. & Lincoln Y.S. (Ur.). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (3rd Ed.), str. 1–32. Thousand Oaks, CA: SAGE.

Europska komisija (2018). Komunikacija Komisije Europskom parlamentu, Europskom vijeću, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru, Odboru regija i Europskoj investicijskoj banci. Čist planet za sve: Europska strateška dugoročna vizija za prosperitetno, moderno, konkurentno i klimatski neutralno gospodarstvo. Bruxelles

Europski parlament i Vijeće, 2010. Directive 2010/31 EU on the energy performance of buildings. *Official Journal of the European Communities*, L 153/21-2.

Gorbacheva, N. & Sovacool, B. (2015). Pain without gain? Reviewing the risks and rewards of investing in Russian coal-fired electricity. DOI:10.1016/j.apenergy.2015.05.066. *Applied Energy*, 154, 970–986

Has, A. & Zekić-Sušac, M. (2017). Modelling energy efficiency of public buildings by neural networks and its economic implications. Zbornik radova 14. *International Symposium on Operations Research*; Zadnik Stirm, L., Kljajić Borštnar, M., Žerovnik, J., Drobne, S. (urednici), Bled, Slovenija

HRN EN ISO 50001:2018 (2018) Sustavi upravljanja energijom – zahtjevi s uputama za uporabu. Hrvatski zavod za norme, repozitorij <https://hm4you.hzn.hr/>

Informacijski sustav za gospodarenje energijom, ISGE. <https://isge.hr/login.xhtml>

Instrumenti posebne potpore, <http://europski-fondovi.eu/program/instrumenti-posebne-potpore-jaspers-jeremie-jessica-jasmine>

Krstić, H. & Teni, M. (2019). Algorithm for constructional characteristics data cleansing of large-scale public buildings database. U: *High Performance and Optimum Design of Structures and Materials III*; De Wilde, W. P.; Hernandez, S.; Karavanja, S. (urednici). Southampton, UK: WIT Press. DOI:10.2495/HPSM180221. 213-224

Krstić, H. & Teni, M. (2018). Analysis of Energy Performance and Buildings Characteristics Obtained from Croatian Energy Management Information System. *International Journal of Structural and Civil Engineering Research*, Vol. 7, No. 3, 252-258

Krstić, H. & Teni, M. (2017). Review of Methods for Buildings Energy Performance Modelling. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 245. DOI:10.1088/1757-899X/245/4/042049. 1-10

Krstić, H., Koški, Ž., Ištoka Otković, I. & Španić, M. (2014). Application of neural networks in predicting airtightness of residential units. DOI:10.1016/j.enbuild.2014.08.007. Energy and Buildings, 160-168

Labiosa, W., Forney, W., Esnard, A., Mitsova-Boneva, D., Bernknopf, R., Hearn, P., Hogan, D., Pearlstone, L., Strong, D., Gladwin, H. & Swain, E. (2013). An integrated multi-criteria scenario evaluation web tool for participatory land-use planning in urbanized areas: the Ecosystem Portfolio Model. DOI:10.1016/j.envsoft.2012.10.012. Environment Modelling & Software, 41, 210–222

Mickaityte, A., Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A. & Tupenaite, L. (2008). The concept model of sustainable buildings refurbishment. DOI: 10.3846/1648-715X.2008.12.53-68. International Journal of Strategic Property Management, 12(1), 53–68

Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenje, MGIPU, 2019. <https://mgipu.gov.hr/pristup-informacijama/zakoni-i-ostali-propisi/podrucje-energetske-ucinkovitosti/3569>

Mohajan, H.K. (2018). Qualitative research methodology in social sciences and related subjects. Journal of Economic Development, Environment and People, DOI: 10.26458/jedep.v7i1.571, Volume 7, Issue 1, 23-48

Mrówczynska, M., Skiba, M., Bazan-Krzywoszanska, A., Bazun, D. & Kwiatkowski, M. (2018). Social and Infrastructural Conditioning of Lowering Energy Costs and Improving the Energy Efficiency of Buildings in the Context of the Local Energy Policy. DOI:10.3390/en11092302. Energies, 11(9):2302, 1-16

Mrówczynska, M., Alsbary, A., Skiba, M. & Bazan-Krzywoszanska, A. (2014). Research on energy consumption in the city. A system of modelling potential for energy effectiveness using artificial intelligence. International Journal of Engineering Science and Technology, 3 (5), 373-384

Power, A. (2008). Does demolition or refurbishment of old and inefficient homes to help to increase our environmental, social and economic, viability? DOI:10.1016/j.enpol.2008.09.022. Energy Policy, 36, 4487–4501

Pravilnik o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju, NN 88/17

Raatikainen, M., Skön, J.-P., Leiviskä, K. & Kolehmainen, M. (2016). Intelligent analysis of energy consumption in school buildings. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.12.072. Applied Energy, 165, 416–429

Ringel, M., Schломann, B., Krail, M. & Rohde, C.(2016). Towards a green economy in Germany? The role of energy efficiency policies. Applied Energy, 179, 1293–1303

Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu (2020). Vlada Republike Hrvatske, <http://www.eihp.hr/donesena-strategija-energetskeg-razvoja-republike-hrvatske-do-2030-s-pogledom-na-2050-godinu/>

Strukturni fondovi, <https://strukturnifondovi.hr/eu-fondovi/esi-fondovi-2014-2020/>

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18

Užšilaiyt, L. & Martinaitis, V. (2010). Search for optimal solution of public building renovation in terms of life cycle. DOI:10.3846/jeelm.2010.12. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 18(2), 102–110

Yin, R.K. (2014). Case Study Research Design and Methods (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Zakon o energetskejoj učinkovitosti, NN 127/14, 116/18

Zanni, D., Righia, A., Dalla Moraa, T., Perona, F. & Romagnoni, P. (2015). The Energy improvement of school buildings: analysis and proposals for action. DOI: 10.1016/j.egypro.2015.11.865. Energy Procedia, 82, 526 – 532

***Ivana Šandrk Nukić, PhD***

Assistant Professor  
University of J. J. Strossmayer in Osijek  
Faculty of Civil Engineering and Architecture  
E-mail: isandrknukic@gfos.hr

**SUSTAINABLE MANAGEMENT OF ENERGY  
CONSUMPTION IN PUBLIC BUILDINGS AS A  
DETERMINANT OF SUSTAINABLE ECONOMY*****Abstract***

*The construction sector, especially publicly owned buildings, is one of the most important areas for achieving the goals of European energy policy, which places great responsibility on local authorities. Therefore, this paper starts with the research questions on local experiences in the preparation and implementation of energy renovation projects for public buildings in Croatia, i.e. seeks answers to the questions as to what has been achieved so far and what is important to consider when planning future projects. The purpose of the paper is to provide scientific evidence of the importance of managing energy consumption in public buildings, as one of the determinants of sustainable economy. In order to realize that purpose, a qualitative research based primarily on scientific methods of analysis, induction and case study was applied. The results identified diverse local experiences in Croatia and significant average utilization of funds for public buildings energy renovation projects, suggesting strengthening local capacity and planning for project succession. This represents a scientific contribution in terms of broadening the knowledge and awareness of research audiences about the importance of energy-sustainable behaviour.*

**Keywords:** *Public buildings, project management, energy efficiency, sustainability*

**JEL classification:** *O13, O22, M19*

