



ZAVOD ZA ISPITIVANJE KVALITETE

DRUŠTVO S OGRANIČENOM ODGOVORNOŠĆU

QUALITY SUPERINTENDING COMPANY, CROATIA

10000 ZAGREB, LJUDEVITA GAJA 17/III, HRVATSKA

Žiro račun: 2360000-1101218217 kod Zagrebačke banke d.d.

OIB 74121470605

ENERGETSKI PREGLED

STAMBENA ZGRADA, SLAVKA KOLARA 11A -11C

VELIKA GORICA

lokacija: k.č. br. 449



Voditelj energetskeg pregleda:

Jere Gašperov, dipl.ing.stroj.

(br. ovlaštenja P-616/2014)

Suradnici:

Arnold Hren, dipl. ing. građ.

(br. ovlaštenja P-299/2013)

Bogdan Matijević, dipl.ing.el.

(br. ovlaštenja P-616/2014)

Zagreb, prosinac 2014.

1 SADRŽAJ

1	SADRŽAJ	2
2	OSNOVNO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI	5
3	SAŽETAK	10
4	OPĆI PODACI	11
5	OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI	12
	SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA	12
	GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE	12
	5.1 SUSTAV GRIJANJA	16
	5.2 SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE	17
	5.3 SUSTAVI POTROŠNJE VODE	18
	5.4 SUSTAV HLAĐENJA	19
	5.5 SUSTAVI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE	19
	5.6 SUSTAV ELEKTRIČNE ENERGIJE (RASVJETA I OSTALA POTROŠNJA)	19
	5.7 ELEKTRIČNA RASVJETA	19
	5.8 OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE	19
	5.9 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	21
6	PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	26
	POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE	26
	Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 945.793,10kn i godišnje uštede od 124.116,32kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 39,00 kWh/m ² a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 53,52 kWh/m ² a, odnosno energetski razred B.	
	9. MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA	29
7	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	31

POPIS SLIKA

Slika 1. Udio potrošnje po sektorima.....	6
Slika 2. Bilanca energije zgrade	6
<i>Slika 3: Strop iznad negrijanog podruma</i>	<i>12</i>
<i>Slika 4: Vanjski zidovi stambene zgrade i ugrađeni novi PVC otvori u stubištu.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 5:Drveni, krilo na krilo prozori</i>	<i>13</i>
Slika 6: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji	20
Slika 7: Udio električnih trošila zgrade prema snazi.....	20
Slika 8: Primjer zamjenskih LED žarulja.....	24
Slika 9: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF	30

POPIS TABLICA

Tablica 1: Potrošnja energenata	7
Tablica 2: Pregled jedinične potrošnje vode i energije na godišnjoj razini	8
Tablica 3: Potrošnja energenata za 2012. godinu	8
Tablica 4: Ulazni podaci za izračun i dobivene vrijednosti	8
Tablica 5: Energetski razred zgrade	9
Tablica 6: Sumarni prikaz preporučenih mjera prema koracima za implementaciju	9
<i>Tablica 7: Geometrijski podaci</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 8: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 9: Koeficijenti prolaska topline otvora</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač</i>	<i>15</i>
<i>Tablica 11: Gubici topline kroz vanjske otvore</i>	<i>15</i>
<i>Tablica 12: Potrebna energija za grijanje i hlađenje</i>	<i>15</i>
Tablica 14. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja	16
Tablica 15. Prosječna potrošnja vode l/dan, osoba (visoki standard)	18
Tablica 16: Električna energija za referentnu 2013. godinu	19
Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti	20
Tablica 18: Tablični prikaz uštede zanjenom žarulja LED žaruljom 7W u zajedničkim prostorima	24
Tablica 19: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.	25
Tablica 20: Specifični faktor emisije CO ₂	25
<i>Tablica 21: Tablica JPP građevinske mjere 1</i>	<i>27</i>
<i>Tablica 22: Tablica JPP građevinske mjere 2</i>	<i>27</i>
<i>Tablica 23: Tablica JPP građevinske mjere 3</i>	<i>28</i>
<i>Tablica 24: Tablica JPP građevinske mjere 4</i>	<i>29</i>
Tablica 25: Prikaz mjere i procijenjene uštede	30

2 OSNOVNO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI

Pod pojmom energetske učinkovitosti podrazumijevamo široki opseg djelatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije u promatranom objektu, što rezultira smanjenjem emisije CO₂ uz nepromijenjenu toplinsku, svjetlosnu i drugu udobnost njezinih stanara.

Energetska učinkovitost u zgradama i održiva gradnja te primjena obnovljivih izvora energije, danas postaje apsolutni prioritet svih aktivnosti u području energetike i gradnje u Europskoj uniji. Nedostatak energije i nesigurnost u opskbi energijom, uz stalan rast cijena energenata, te klimatske promjene i zagađenje okoliša zbog neracionalne potrošnje energije te porast korištenja energije za hlađenje, posebno uvođenjem klimatizacije zgrada zahtijeva ozbiljan pristup iznalaženja mjera za povećanje energetske učinkovitosti, mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije, daljinskog grijanja i hlađenja, smanjenja korištenja fosilnih goriva i zagađenja okoliša u kojem živimo.

Energetska učinkovitost u zgradama uključuje cijeli niz različitih područja mogućnosti uštede toplinske i električne energije, uz racionalnu primjenu fosilnih goriva te primjenu obnovljivih izvora energije u zgradama, gdje god je to funkcionalno izvedivo i ekonomski opravdano.

Zbog velike potrošnje energije u zgradama, a istovremeno i najvećeg potencijala energetske i ekološke uštede, energetska efikasnost je danas prioritet suvremene arhitekture i energetike. Akcijski plan za energetske efikasnost, niz direktiva i poticajnih mehanizama te obavezna energetska certifikacija zgrada, upućuju na hitnu potrebu smanjenja potrošnje energije u zgradama. Time se utječe na ugodniji i kvalitetniji boravak u zgradi, duži životni vijek zgrade, te doprinosi zaštiti okoliša. Sektor stambenih i nestambenih zgrada u Hrvatskoj troši preko 40% ukupne finalne potrošnje energije, uz stalan rast potrošnje.

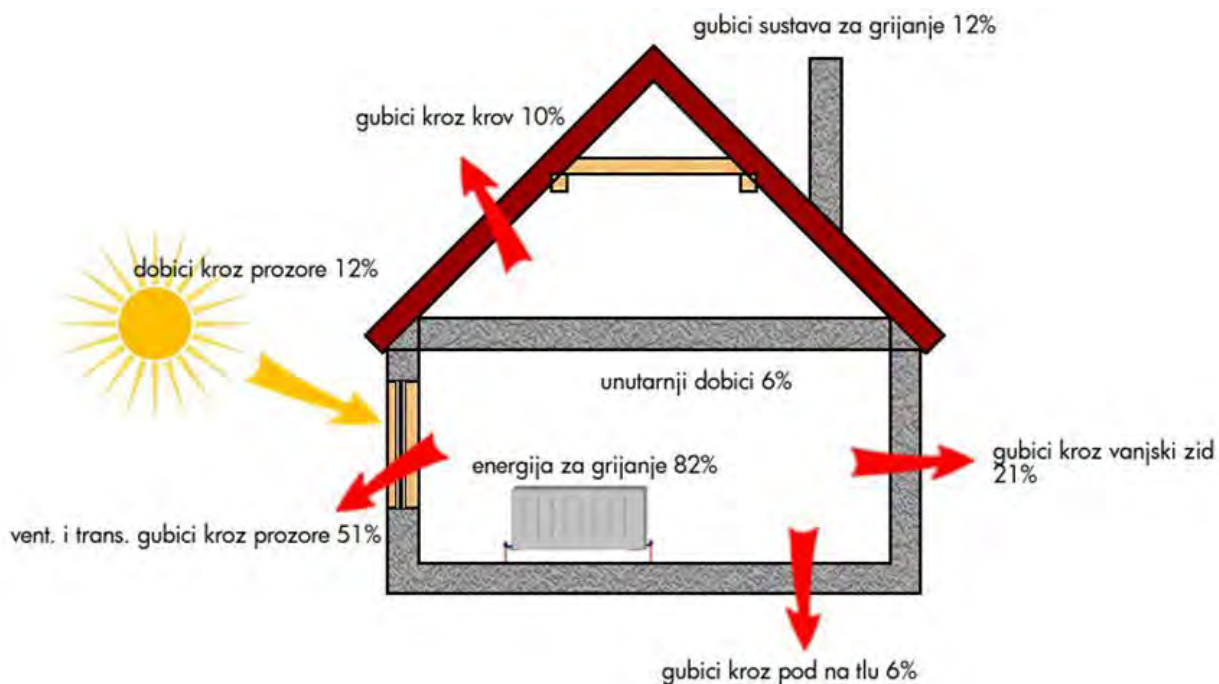
Slika 1. Udio potrošnje po sektorima



U sektoru zgradarstva leži i najveći potencijal energetskih ušteda (min. 22% sadašnje energetske potrošnje). Na potrošnju energije u zgradi utječu:

- karakteristike građevine,
- energetske sustavi u zgradi,
- klimatski uvjeti,
- navike korisnika.

Slika 2. Bilanca energije zgrade



Toplinska zaštita zgrada jedna je od najvažnijih tema zbog ogromnog potencijala energetske uštede. Nedovoljna toplinska izolacija dovodi do povećanih toplinskih gubitaka zimi, hladnih obodnih konstrukcija, oštećenja nastalih kondenzacijom (vlagom) te pregrijavanja prostora ljeti. Posljedice su oštećenja konstrukcije te neudobno i nezdravo stanovanje. Zagrijavanje takvih prostora zahtijeva veću količinu energije što dovodi do povećanja cijene korištenja i održavanja prostora, ali i do većeg zagađenja okoliša.

Predmet ove studije je preliminarni prikaz potencijalnih mjera energetske učinkovitosti kroz analizu toplinskih gubitaka ovojnice zgrade, analizu sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije, sustava opskrbe vodom, kao i sustava pripreme potrošne tople vode, te električnih instalacija zgrade.

Proračun potrebne toplinske energije za grijanje je napravljen u skladu s *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (Narodne novine, br. 097/14 – u daljnjem tekstu Tehnički propis) u računalnom programu KI Expert 2013, te je određen energetski razred u skladu s *Pravilnikom o energetskim pregledima zgrada i certificiranju* – Narodne novine br. 48/14, (u daljnjem tekstu Pravilnik).

Dobiveni rezultati su komparirani s proračunom u računalnom programu KI Expert 2013 za iskaz dijela gubitaka topline.

Studija uključuje procjenu iznosa ulaganja za provođenje predloženih mjera, procjenu iznosa uštede energije i rokove povratka investicije, kao i smanjenje emisije CO₂.

Tablica 1: Potrošnja energenata

Potrošnja energenata/godina	
Električna energija, zajednička potrošnja i ostali potrošači izvan sustava grijanja, kWh	196.600
Toplinska energija iz plina, drva i elek. struje, kWh /2012 god.	230.325
Voda, m ³ / 2012. god.	2.560

Napomena: 1m³ plina odgovara 9,25 kWh/m³ toplinske energije

Podaci o potrošnji i troškovima električne energije, toplinske energije i vode dobiveni su od predstavnika suvlasnika stambene zgrade.

Tablica 2: Pregled jedinične potrošnje vode i energije na godišnjoj razini

	Potrošnja po jedinici površine		Potrošnja po osobi	
	kWh/m ²	m ³ /m ²	kWh/osoba	m ³ /osoba
Električna energija, zajednička potrošnja i ostali potrošači izvan sustava grijanja, kWh	109		3250	
Voda		1,17		42,7
Toplinska energija iz plina, drva i elek. struje	105,4		3.839	

NAPOMENA: Objekt koristi 60 stanara, ploština korisne površine zgrade je 2185 m²

Tablica 3: Potrošnja energenata za 2012. godinu

Godina	Q za grijanje utrošena energija [kWh/god.]	Energija utrošena za PTV [kWh/god.]	Emisija CO ₂ [t]
2012.	161.227	69.098	0,3* (161.227+69.098) /1000 =69,1

Napomena: Energija utrošena za PTV određena je usporedbom potrošnje plina u zimskom i ljetnom razdoblju (30 % od ukupne potrošnje plina)

U donjoj tablici prikazani su ulazni podaci za proračun potrebne toplinske energije i određivanje energetskog razreda zgrade te rezultati proračuna.

Tablica 4: Ulazni podaci za izračun i dobivene vrijednosti

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje prema poglavlju VII. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18°C ili više	
	STAMBENA ZONA
Oplošjegrijanogdijelazgrade	A=3555,90[m ²]
Obujamgrijanogdijelazgrade	V _e =6827,91[m ³]
Faktoroblikazgrade	f _o =0,52[m ⁻¹]
Ploštinakorisnepovršine	A _k =2184,93[m ²]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanje	Q _{H,nd} =388958,30[kWh/a]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanje po jedinici ploštine korisne površine (zastam benezgrade)	Q _{H,nd} ["] =178,02(max=53,52)[kWh/m ² a]
Godišnjapotrebnenergijazahlađenje	Q _{C,nd} =25693,18[kWh/a]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskog gubitka po jedinici plošjegrijanogdijelazgrade	H _{tr,adj} ["] =1,65(max=0,59)[W/m ² K]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskog gubitka	H _{tr,adj} =5872,46[W/K]
Koeficijenttoplinskog gubitka provjetranjem	H _{ve,adj} =1081,54[W/K]
Ukupnigodišnjigubicitopline	Q _i =2124939,75[MJ]
Godišnjiiskoristivi unutarnji dobicitopline	Q _i =344519,96[MJ]
Godišnjiiskoristivisolarni dobicitopline	Q _s =612953,56[MJ]
Ukupnigodišnjiiskoristividobicitopline	Q _g =957473,53[MJ]

U sljedećoj tablici prikazan je energetski razred objekta prema Pravilniku.

Tablica 5: Energetski razred zgrade

	Izračunata vrijednost	Dopuštena vrijednost	$Q'_{H,nd,ref}$	Energetski razred
	$Q'_{H,nd}$ kWh/m ² a	$Q'_{H,nd}$ kWh/m ² a	kWh/m ² a	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za stvarne klimatske podatke (za stambene zgrade)	178,02	53,52	-	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za referentne klimatske podatke (za stambene zgrade) (referentna klima-kontinentalna)	176,62	53,52	173	E

U sljedećoj tablici dan je sumarni prikaz svih predloženih mjera i procijenjeni učinci.

Tablica 6: Sumarni prikaz preporučenih mjera prema koracima za implementaciju

Opis	Investicija	Procijenjene uštede				JPP	Smanjenje emisije CO ₂
		El. en. kWh/god	Topl. En. kWh/god	Voda m ³ /god	Ukupno kn/god		
	(kn)					god	tona/god
1 Poboljšanje elektroenergetskog sustava stubište	1.900	230	-		265	7,2	0,1
2 Ugradnja radijatorskih ventila	24.024	-	12.898	-	4.901	4,9	3,8
3 Prijelaz s električnog grijanja na plinsko etažno grijanje za 4 stana	100.000	-	-	-	12.995	7,7	-
4 Toplinska izolacija ravnog krova	102.260	-	79.178	-	32.463	3,2	18,7
5 Toplinska izolacija vanjske ovojnice (ETICS)	253.016	-	129.242	-	52.989	4,8	30,6
6 Zamjena staklenih stijena i prozora	590.517	-	94.302	-	38.664	15,3	22,3
7 Integralne mjere vanjske ovojnice zgrade	945.793	-	302.723	-	124.116	7,6	71,6

NAPOMENA: za procjenu uštede u izračun su uvrštene cijene, 10 kn/ m³ vode, 1,15 kn/kWh za električnu energiju, 0,41 kn/kWh za toplinsku energiju (ovojnica)

Od mjera navedenih u ovom izvješću preporuča se: toplinska izolacija vanjske ovojnice, toplinska izolacija ravnog krova, zamjena staklenih stijena i prozora, prijelaz s električnog na plinsko etažno grijanje te dobava i ugradnja termostatskih ventila.

Temeljem ove studije izvodljivosti došli smo do zaključka da u predmetnoj zgradi postoji potencijal za implementaciju mjera energetske učinkovitosti.

3 SAŽETAK

Dana 20.07. i 07.01. 2015. obavljen je energetski pregled stambene zgrade sa 30 stanova u Velikoj Gorici, Slavka Kolara 11A-11C.

Predmet ove studije je preliminarni prikaz potencijalnih mjera energetske učinkovitosti kroz analizu toplinskih gubitaka ovojnice zgrade, analizu sustava grijanja i sustava pripreme potrošne tople vode, te potrošnje električne energije zgrade.

Proračun potrebne toplinske energije za grijanje je napravljen u skladu s *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 097/2014 – u daljnjem tekstu Tehnički propis) u računalnom programu Knauf Insulation 2013, te određen energetski razred u skladu s *Pravilnikom o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* (NN 048/2014) (u daljnjem tekstu Pravilnik).

Predložene su mjere preporuka i poboljšanja energetske učinkovitosti kojima se uz podizanje svijesti ponašanja korisnika postižu znatne uštede, te smanjuje potrošnja energije.

Studija uključuje procjenu iznosa ulaganja za provođenje predloženih mjera, procjenu iznosa uštede energije i rokove povratka investicije, kao i smanjenje emisije CO₂.

4 OPĆI PODACI

TVRTKA/INSTITUCIJA: Suvlasnici stambene zgrade Slavka Kolara 11A-11C

LOKACIJA: Velika Gorica

ADRESA: Slavka Kolara 11 A-C

KONTAKT: Alen Atalić

TELEFON:

DATUM POSJETA: 20.07.2014. i 07.01.2015.

5 OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI

Stambena zgrada Kolareva 11a, 11b i 11c je jedna stambena zgrada sa tri ulaza, jedan na sjeverozapadnoj a dva ja jugoistočnoj strani zgrade.

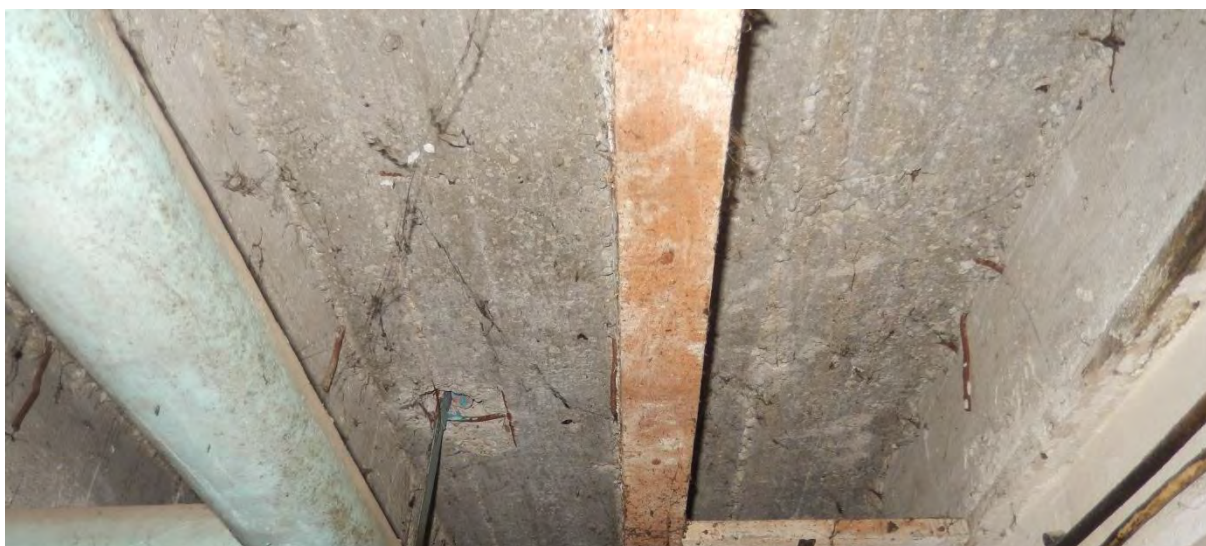
Predmetna građevina se nalazi u 2. zoni globalnog Sunčevog zračenja sa srednjom mjesečnom temperaturom vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\Theta_{e,mj,min} \leq 3^{\circ}C$ i unutarnjom temperaturom $\Theta_i \geq 18^{\circ}C$.

SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA

Zgrada je izgrađena tipično za razdoblje u kojem se izgradila 1970 do 1980. Armiranobetonska konstrukcija s minimalnom toplinskom izolacijom. Betonski pregradni elementi, te drveni otvori na stanovima i metalni otvori na ulazima u zgradu i negrijane prostorije. U zgradi je negrijano stubište te podrum u kojem su šupe i prostor za odlaganje otpada.

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE

Konstrukcija zgrade je armirano betonska. Zgrada se sastoji od tri lamele (ulaza) sa po 10 stanova.



Slika 3: Strop iznad negrijanog podruma

Vanjski zidovi su armiranobetonski te obostrano ožbukani



Slika 4: Vanjski zidovi stambene zgrade i ugrađeni novi PVC otvori u stubištu

Ravni krov – armiranobetonska ploča, EPS d=2cm, drvolit d=3,5cm, beton u padu, hidroizolacija, pijesak te ploče od kulira.

Otvori – Drveni prozori krilo na krilo



Slika 5: Drveni, krilo na krilo prozori

OPIS OPĆEG STANJA GRAĐEVINE I VANJSKE OVOJNICE GRAĐEVINE

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošjegrijanogdijelazgrade– $A[m^2]$	3555,90
Obujamgrijanogdijelazgrade– $V_e[m^3]$	6827,91
Obujamgrijanogzraka– $V[m^3]$	5462,33
Faktoroblikazgrade– $f_0[m^{-1}]$	0,52
Ploštinakorisnepovršine– $A_k[m^2]$	2184,93
Ukupnaploštinapročelja– $A_{uk}[m^2]$	2297,70
Ukupnaploštinaprozora– $A_{wuk}[m^2]$	686,33

Tablica 7: Geometrijski podaci

IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE I MAKSIMALNOG DOPUŠTENOG
PREMA VAŽEĆEM TEHNIČKOM PROPISU

Nazivgrađevnogdijela	$A[m^2]$	$U[W/m^2K]$	$U_{max}[W/m^2K]$
VZ1-Vanjski zid bočni	281,20	1,44	0,30
VZ1/n-v/-Vanjski zid-stubišta	25,74	3,11	0,30
VZ2-Vanjski zid -pročelja	698,43	1,87	0,30
VZ1/n-v/-Vanjski zid podruma-iznad	94,70	3,11	0,30
Z1-Zid prema negrijanom stubištu	598,61	2,43	0,40
Z1/n-v/-Zid prema tlu podruma-	136,50	3,56	0,30
MK1-Strop iznad šupa/negrijani podrum/	470,89	1,83	0,40
K1-Neprohodni keov	470,89	2,27	0,25
K1/n-v/-Neprohodni keov	40,41	2,27	0,25

Tablica 8: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice

Naziv otvora	$U_w[W/m^2K]$	Orijentacija	$A_w[m^2]$	n
Ulazna vrataa u zgradu	5,90	Sjevero-zapad	6,31	1,00
	5,90	Jugo-istok	6,31	2,00
P1-Fran.prozor	3,10	Sjevero-zapad	4,44	30,00
	3,10	Jugo-istok	4,44	30,00
P2-Balkonska vrata +prozor	3,10	Sjevero-zapad	6,66	20,00
	3,10	Jugo-istok	6,66	20,00
V1-Vrata u stanove	3,50	Sjevero-istok	1,74	15,00
	3,50	Jugo-zapad	1,74	15,00
Otvori na šupma-vnjski zid	5,20	Sjevero-zapad	1,00	15,10
	5,20	Jugo-zapad	1,00	15,10
BV-Balkonska vrata bočna	3,50	Sjevero-istok	1,74	30,00
	3,50	Jugo-zapad	1,74	30,00

Tablica 9: Koeficijenti prolaska topline otvora

TOPLINSKI GUBICI KROZ VANJSKU OVOJNICU

Proračun potrebne topline proveden je prema *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 97/14 i 130/14) za stvarne meteorološke podatke najbliže meteorološke postaje Zagreb Maksimir, te referentne meteorološke podatke za kontinentalnu Hrvatsku.

Proračunom su utvrđeni koeficijenti prolaska topline za sve konstrukcije vanjske ovojnice, ukupna površina konstrukcija te ukupni koeficijenti gubitaka topline transmisijom i ventilacijom.

Naziv građevnog dijela	(U+0,10)·A
VZ1-Vanjski zid bočni	433,228
VZ2-Vanjski zid -pročelja	1378,642
K1-Neprohodni keov	1115,811

Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač

Naziv otvora	n	A _w	U _w	H _D
Ulazna vrataa u zgradu	3,00	6,31	5,90	111,69
P1-Fran.prozor	60,00	4,44	3,10	825,84
P2-Balkonska vrata +prozor	40,00	6,66	3,10	825,84
V1-Vrata u stanove	30,00	1,74	3,50	182,70
Otvori na šupma-vnjski zid	30,20	1,00	5,20	157,04
BV-Balkonska vrata bočna	60,00	1,74	3,50	365,40

Tablica 11: Gubici topline kroz vanjske otvore

PRORAČUN POTREBNE TOPLINSKE ENERGIJE ZA GRIJANJE I HLAĐENJE GRAĐEVINE

Prema iskazanim koeficijentima toplinskih gubitaka mjesečnom metodom proračuna izračunata je potrebna toplinska energija za grijanje i hlađenje zgrade za meteorološku postaju Zagreb Maksimir i iskazana u slijedećoj tablici.

	Mjesec	Potrebna toplina za grijanje, Q _{H,nd} (kWh)	Potrebna energija za hlađenje, Q _{C,nd} (kWh)
1	siječanj	90.757	3
2	veljača	64.781	19
3	ožujak	45.586	151
4	travanj	17.037	1.116
5	svibanj	3.350	1.241
6	lipanj	0	5.312
7	srpanj	0	10.370
8	kolovoz	0	6.333
9	rujan	2.873	762
10	listopad	24.183	367
11	studeni	56.184	16
12	prosinac	84.208	2
	UKUPNO	388958	25693

Tablica 12: Potrebna energija za grijanje i hlađenje

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje zgrade za stvarne klimatske podatke za STAMBENU ZONU (meteorološka postaja Zagreb Maksimir) iznosi 388.958,30 kWh.

Specifična potrebna toplinska energija za grijanje STAMBENU ZONU za stvarnu klimu je 178,02 kWh/m²a, dok je maksimalna dozvoljena za zgradu ovih geometrijskih karakteristika 53,52 kWh/m²a.

Proračunom za referentnu klimu kontinentalne Hrvatske izračunata je specifična potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd,ref} = 172,62$ kWh/m²a, za STAMBENU ZONU što zgradu svrstava u energetski razred E.

5.1 SUSTAV GRIJANJA

5.1.1 TEHNIČKI OPIS SUSTAVA GRIJANJA U OBJEKTU

U objektu je pretežito izvedeno plinsko etažno grijanje s plinskim bojlerima i radijatorskim sustavom grijanja (oko 80 % stambenog prostora). **Objekt se sastoji od 30 stanova, 10 stanova po ulazu.**

Ogrijevna tijela u sustavu grijanja zgrade su limeni radijatori tipa LIPOVICA.

Ukupan broj radijatora u zgradi je oko 104.

Za sada na istima nisu ugrađeni termostatski ventili.

Jedan dio stambenog prostora (oko 13 % prostora – 4 stana) za grijanje **koristi električnu energiju, s električnim radijatorima i kaloriferima.**

Oko 7 % stambenog prostora (2 stana) za grijanje koristi **klasične peći na drva.** Godišnja potrošnja drva iznosi oko 6 m prostornih (m³) za stan površine od 54 m².

Godišnji trošak drva za ogrjev: $6 \text{ m}^3 \times 310 \text{ kn/m}^3 = 1.860 \text{ kn}$

(napomena: u trošak nisu uključeni transportni troškovi i troškovi pripreme drva za grijanje)

$H_d = 1850 \text{ kWh/m}^3$

Dobivena godišnja energija iz drva za ogrjev: $1.850 \times 6 = 11.100 \text{ kWh}$

Jedinična cijena toplinske energije iz drva: $1.860/11.100 = 0,16 \text{ kn/kWh}$

Jedinična cijena plina prema dobivenoj toplinskoj energiji: $0,38 \text{ kn/kWh}$

Uspoređujući jediničnu cijenu drva i plina, zaključuje se kako je drvo ekonomski prihvatljivije, međutim taj sustav ima cijeli niz drugih nedostataka u pogledu skladištenja ogrjeva, transporta, zbrinjavanja pepela, sastava dimnih plinova, nejednake temperaturne distribucije, slabe regulacije sustava i dr.

Grijanje na električnu energiju je svakako najmanje povoljno (1 kn/kWh) pa je preporuka da se u 4 stana instalira sustav plinskog etažnog grijanja.

Iz tablice u nastavku je vidljivo kako se maksimalno štedljivo gospodari s energijom.

Tablica 13. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja

Potrebna energija za referentne uvjete	Potrebna energija za stvarne uvjete	Ukupno utrošena energija za grijanje
$Q_{h,nd,ref}$	$Q_{h,nd}$	
kWh	kWh	kWh
377 159	388 958	161 227

5.2 SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE

Priprema potrošne tople vode (PTV) obavlja se različito u ovisnosti o pojedinom stanu u zgradi (**plinski bojler, električni bojler**).

Procijenjena godišnja toplinska energija za PTV
(30 % od ukupne topl.energije) = 69.098 kWh

Prosječna godišnja toplinska snaga za grijanje PTV: $(69.098 / 365 \times 24) = 7,9 \text{ kW}$

Godišnja potrošnja tople vode: $3,25 \times 365 = 1.186 \text{ m}^3$

$$G_{sek} = \frac{Q_{pros}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{7,9}{4,2 \cdot 50} = 0,037 \frac{kg}{s}$$
$$G_{sek} = 0,037 \cdot 24 \cdot 3600 = 3.250 \frac{l}{24h} = 3,25 \text{ m}^3 / dan \text{ PTV}$$

Potrošnja tople vode u litrama po danu i osobi u zgradi: $1.186.000 / 365 \times 60$
= 54 l/ dan, osoba

5.3 SUSTAVI POTROŠNJE VODE

Zgrada se opskrbljuje sanitarnom i pitkom vodom iz mjesnog vodovoda.

Potrošnja vode u 2012. god.: $V=2.560 \text{ m}^3/\text{god.}$

Broj stanara u objektu: ns = 60

Prosječna potrošnja vode po jednoj osobi i danu u objektu:

$$V_1 = \frac{V}{365 \cdot 60} \approx 0,117 \text{ m}^3 = 117 \text{ l}$$

Dnevna prosječna potrošnja vode po stanaru u objektu je ispod visokog standarda dnevne potrošnje vode koji iznosi 225 l/danu i osobi.

Tablica 14. Prosječna potrošnja vode l/dan, osoba (visoki standard)

Vrsta upotrebe vode	Potrošnja lit.
Piće, kuhanje	5
Osobno pranje bez kupanja	40
Pranje posuđa	40
Upotreba toaleta	40
Kupanje, tuširanje	90
Pranje rublja	10
Ukupno:	225

5.4 SUSTAV HLAĐENJA

Sustav hlađenja izveden je pojedinačno split sustavima po stanovima raznih proizvođača, a ukupno je 9 klima uređaja snage u rasponu od 2,8 - 3,6 kW.

5.5 SUSTAVI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

Zgrada se provjetrava isključivo prirodnim putem putem prozora i vrata.

5.6 SUSTAV ELEKTRIČNE ENERGIJE (RASVJETA I OSTALA POTROŠNJA)

Tablica 15: Električna energija za referentnu 2013. godinu

	Ukupna godišnja potrošnja		Ukupni godišnji troškovi	
ELEKTRIČNA ENERGIJA	170.000	kWh	196.600,00	Kn

5.7 ELEKTRIČNA RASVJETA

Rasvjete je odabrana prema namjeni ST prostora. Razmještaj svjetiljki odabran je tako da se dobije najpovoljnija ravnomjernost. Sustav se većinom sastoji od klasičnih i štednih žarulja snage 20-60W, a instalirana snaga rasvjete je 15kW. O tipu rasvjetnih tijela i žarulja odlučuju vlasnici stambenih prostora, a za rasvjetu zajedničkih prostorija brine upravitelj zgrade.

5.8 OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE

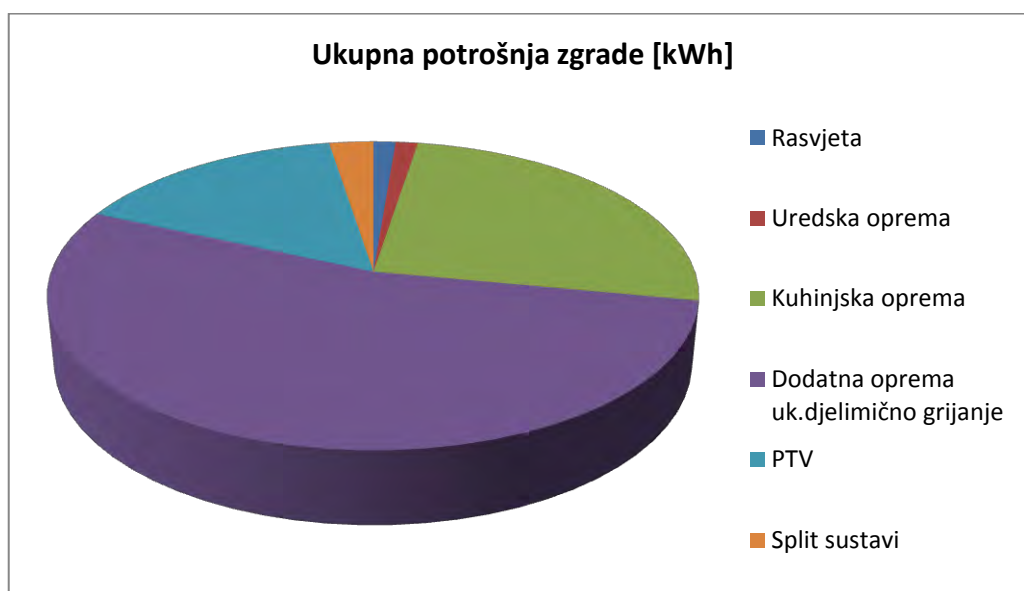
U ostale potrošače ulaze: uredska oprema, kuhinjska oprema, dodatna oprema (TV-oprema, HiFi, perilice rublja,) PTV, split-sustavi.

Potrošnja dodatne opreme za referentnu 2013. godinu iznosila je 105.000 kWh, što predstavlja **53%** ukupne potrošnje električne energije.

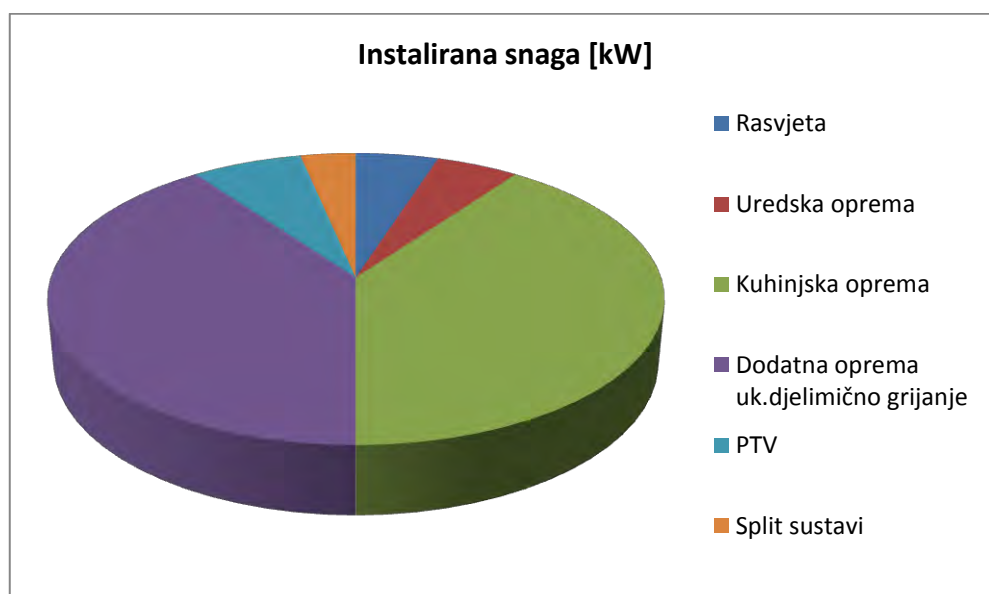
Tablica 16: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti

TIP OSTALIH TROŠILA PREMA VRSTI		
Tip ostalih trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Rasvjeta	15	2.200
Uredska oprema	15	2.200
Kuhinjska oprema	120	40.000
Dodatna oprema uk.djelimično grijanje	120	98.500
PTV	20	24.000
Split sustavi	10	4.000
UKUPNO	300	170.000

Slika 6: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji



Slika 7: Udio električnih trošila zgrade prema snazi



5.9 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

5.9.1 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE -ST I ZP

1. Općenito o potrošnji el. energije u zgradi

Zgrada je niskoetažna, bez dizala sa 3 odvojena ulaza (kućna broja)

A) Ukupan broj stanova u zgradi: 30

B) Broj ulaza: 3

C) Broj stanova: 30

C1) Broj stanara po stanu cca: 2

C2) Uk. broj stanara bez PP: 60

D) Uk. stambena površina: 1800m²

E) ostale površine:

zp-stubište/sprema 100m²

kotlovnice u funkciji, grijanje riješeno različito

E1) Ukupna np zgrade 1900m²

F) Razvod i mjerenje el. energije-svaki stan pojedinačno iz PMO na stubištu, zajednička potrošnja-mjerenje zasebno

G) Zgrada ima el.grijanje I plinsko grijanje PTV,

G1) Zgrada ima djelomično el.grijanja prostorija

H) Mjerenje dvotarifnim brojilima djelatne energije u ST jedinicama,

J) za svaku jedinicu snaga trošila je limitirana: ST-736kW;

ZP st-7,36kW

2. Osnovni potrošači u prosječnoj ST jedinici – snaga

1) kuhinja osnovno	- štednjak s el pećnicom 1kom	3,5kW	
	- hladnjak kombinirani	1kom	0,15kW
	- stroj za pranje suđa	1kom	2,2kW
2) kupaona	- stroj za pranje rublja	1kom	2,0kW
3) rasvjeta- žarulje –štedne i obične	5kom	0,25kW	

Snaga osnovnih aparata			8,10kW
x Faktor istovremenosti: 0,5			4,05kW

3. Ostali dodatni (povremeni) potrošači –snaga

PC+printer, TV, toster, aparat za kavu, mikrovalna pećnica, usisavač, glačalo, dodatne svjetiljke, punjači, klima uređaj i sl.

Snaga dodatnih aparata: cca	4,0kW
x Faktor istovremenosti: 0,2	0,80kW

4. Potrošnja ST jedinice na VT (6,00-22,00=16h/dan)

-štednjak s el pećnicom	3,5kW x0,8h= 2,8kWh
-hladnjak kombinirani	0,15kWx16h= 2,4kWh
- rasvjeta ukupno	0,25kW x 4h= 1.0kWh
- dodatni aparati	0,8kW x 2h= 1,6kWh

Ukupna potrošnja na VT prosječne ST jedinice=7kWh/dan

Ukupna potrošnja na VT mjesečno:7x30 dana=**210kWh/mj**

5. potrošnja ST jedinice na NT 22,00 6,00=8h/dan)

-hladnjak kombinirani	0,15kWx8h= 1,2kWh
-stroj za pranje suđa	2,2kW x0,5h= 11kWh
- stroj za pranje rublja	2,0kW x0,3h = 0,6kWh
- dodatni aparati	0,8kW x 0,5h= 0,4kWh

Ukupna potrošnja na NT prosječne ST jedinice=3,3kWh/dan

Ukupna potrošnja na NT mjesečno:3,3x30 dana=**99kWh/mj**

6. Trošak VT prosječnog stana mjesečno:

210kWh x0,85kn=178,50kn (s pdv-omcca 223,00kn)

7. Trošak NT prosječnog ST mjesečno:

99kWh x 0,42kn= 41,58kn(s pdv-omcca 52,00kn)

Ukupno trošak potrošnjeel.energije za prosječan ST / mj=275kn

S ostalim troškovima HEP-a na računu - faktor 1,25

275,00 kn x 1,25 =343,75kn (trošak varira ±20%, ovisno o veličini ST i komforu stanara)

Realni račun svih ST jedinica za zgradu:350,00 knx30 stanova=10.500,00 kn/mj

=====
Realni račun za zgradu godišnje 10.500,00 kn/mj x12 = **126.000,00 kn/god**

=====
B) ZP-subišta – električni potrošači

- jedini potrošači- rasvjeta stubišta i ulaza izvana

-mjerenje potrošnje za svako od 6 stubišta –zasebno u VT i NT

B1) rasvjeta 6x40W+2x60W+ reflektor 300W - snaga uk:660W

B2) potrošnja prosječna ZP-stubišta naVT:0,66kW x1,5h=0,99Wh 29,7kWh /mj

potrošnja prosječna ZP-stubišta na NT:0,66kW x1h=0,66kWh > 19,8kWh/mj

B3)trošak ZP stubišta VT mjesečno:29,7x0,84=24,95kn (cca 31,25kn s pdv)

trošak ZP stubišta NT mjesečno:19,8kWh x 0,42kn=8,31kn (cca 10,35kn s pdv)

trošak VT+NT 41,60kn za energiju

+faktor opskrbe 1,25 <52,00kn s pdv

Realni račun za sva 3 stubišta: 3x 52=156,00kn/mj> 1.872,00kn/god

C)ZP –spremišta

C1)mjerenje VT i NT

- jedini potrošači-rasvjeta
- plafonjera 5x60W, uk. 0,3kW

C2) potrošnja na VT 0,3kWh x1h=0,3kWh (x30= 9kWh /mj)

potrošnja na NT –zanemariva

C3)trošak ZP spremišta VT: 9x0,84kn=7kn (10kn s pdv)

trošak potrošnje ZP spremište: 10,00kn/mj

trošak s faktorom HEP-a 1,25 12,5kn/mj odnosno **150,00kn/god**

Ukupna potrošnja el.energije

ST jedinice: 126.000,00kn (bez PTV i udjela stanova s el. Grijanjem)

ZP-stubišta: 1.850,00kn

ZP-spremišta: 150,00kn

Ukupno: cca 128.000,00kn (bez el.grijanja PTV I grijanja prostora).

Analiza doprinosa potrošnje zgrade uticajem grijanja zagrijavanja PTV slijedi na kraju izračuna.

Ukupni godišnji trošak el energije za zgradu ST+ ZP stubišta + ZP spremišta
(za 30 stanova)

128.000,00kn (s PDV) bez el.grijanja PTV i grijanja prostora

Po stanu godišnje: ~4.250,00kn/god/ST**(bez el.grijanja PTV i grijanja prostora nekih stanova)**

Po stanu mjesečno: ~140,00kn/mj/ST (bez el.grijanja PTV i grijanja prostora nekih stanova).

Izračun uticaja povećane potrošnje zbog promjene načina grijanja

- 1) 24 stana u zgradi koriste plinsko grijanje i PTV zagrijavaju plinom, pri čemu uticaj povećanje potrošnje el.energije ne prelazi 5% potrošnje (trošak po stanu **150,00kn/mj**)
- 2) 4 stana koriste el.grijanje prostora i PTV (10.000kWh /a za grijanje I 2.000kW/h za PTV) što povećava osnovnu potrošnju za 13.800kn/a I iznosi 18.000,00kn ili **1500.00kn/a**
- 3) 2 stana koriste za grijanje kruta goriva (bez povećanja troška el.energije).
El.zagrijavanje PTV je cca 2.000kW/h te je trošak takvih stanova cca 6500,00kn/a ili **540,00kn/a**

Ukupna potrošnja el.energije zgrade/a :24x4650+ 4x18.000+2x6.500
=11.600+72.000+13.000=**196.600kn/a** što je povećanje za 53%.

Udio potrošnje el.energije u zgradi: stanovi - 99%, ostalo -1%

5.9.2 POBOLJŠANJE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA:

- 1) Stanovi ne mogu ostvariti uštedu bez velikih investicija u kućanske aparate A+ klase, što nije trenutno ostvariva varijanta.
- 2) Rasvjeta u stanovima i stubištima - moguće su uštede od 30 do 90 % u odnosu na korištenje postojećih običnih i štednih žarulja
- 3) Najveća ušteda ostvariti će se zamjenom sustava el. grijanja u 4 stana I PTV u navedenih 6 stanova ,te se **očekuje ušteda od 30% troškova el.energije zgrade.**
Prelaz na plinsko grijanje je odluka vlasnika stambenog prostora.

Slika 8: Primjer zamjenskih LED žarulja



VPC: 49,80kn

63,98kn

48,60kn

49,80kn

Tablica 17: Tablični prikaz uštede zamjenom žarulja LED žaruljom 7W u zajedničkim prostorima

Opis	Investicija	Procijenjene uštede		JPP	Smanjenje emisije CO ₂
	(kn)	kWh/god	kn/god	godina	tona/god
Poboljšanje elektroenergetskog sustava	30x 65kn=1900kn	230	265	7,2	230x0,376=85kg

NAPOMENA: za procjenu uštede u izračun su uvrštene cijene: 1,15 kn/kWh za električnu energiju.

Tablica 18: Prikaz modularane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.

Područje	Instalirana snaga (kW)	Faktor istovremenosti	Dnevni sati rada	Godišnje sati rada	Potrošnja (kn)
Rasvjeta	15	0,8	4	1000	2.500
Uredska oprema	15	0,5	4	1000	2.500
Kuhinjska oprema	120	0,5	2	500	50.000
Dodatna oprema+djel.grijanje	120	0,5	6	250	105.500
PTV	20	0,5	6	2000	31.000
Split sustavi	10	0,5	4	200	5.000
SVEUKUPNO	300				195.500,00

5.9.3 EMISIJE CO₂ KAO POSLJEDICA POTROŠNJE ENERGIJE I VODE

Tablica 19: Specifični faktor emisije CO₂

Faktor	gCO ₂ /kWh (m ³)
Specifični faktor emisije CO ₂ za električnu en.	376
Specifični faktor emisije CO ₂ za toplinsku energiju	300

6 PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE

Ovojnica zgrade se održava, ali je već značajno dotrajala te ima prostora za unapređenje zatečenog stanja - prema kriterijima energetske učinkovitosti nijedna konstrukcija ne zadovoljava uvjete dane *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 97/14)*.

Zgrada ne zadovoljava današnje zahtjeve u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite u zgradama, a toplinski nedostatni izolirana vanjska ovojnica ostvaruje velike toplinske gubitke. Svakako se predlaže izvedba mjera poboljšanja energetske učinkovitosti i smanjenja toplinskih gubitaka koje su detaljno opisane u nastavku. U troškovnicima su dane procijenjene vrijednosti pojedinih radova, koje zbog tržišnih kretanja, vremenskog odmaka od izrade izvješća do izvođenja radova i sl. mogu odstupati od stvarne investicije, te ih treba uzeti kao načelne. Prije izvedbe sanacijskih radova potrebno je izraditi glavni projekt u kojem će biti riješeni svi detalji sanacije pojedinih konstrukcija u skladu s katalogom dobro riješenih toplinskih mostova na zgradama iz *Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 97/14)*. U glavnom projektu i pratećem troškovniku će biti utvrđene sve vrste radova, njihove količine i vrijednosti, odnosno točna vrijednost investicije.

TOPLINSKA IZOLACIJA VANJSKE OVOJNICE

Na dijelu vanjskih zidova su vidljiva oštećenja, ali su zidovi konstruktivno u dobrom stanju. Također, niti u unutrašnjosti zgrade nisu vidljiva oštećenja uslijed kondenzacije ili prodora vlage, te je potrebno dosljedno provesti toplinsku izolaciju vanjske ovojnice zgrade.

Predlaže se izvedba ETICS sustava toplinske izolacije baziranog na EPS debljine 14 cm. Prilikom izvođenja radova potrebno je obraditi i toplinski izolirati špalete otvora sa slojem toplinske izolacije minimalno 2 cm, kako bi se umanjio utjecaj toplinskih mostova. Koeficijenti prolaska topline vanjskih zidova nakon radova rekonstrukcije iznosili bi $U = 0,20 - 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Prilikom projektiranja i izvođenja radova treba paziti da svi detalji budu riješeni u skladu s *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*. To se posebno odnosi na izoliranje ploča balkona koje predstavljaju linijske toplinske mostove.

Opis	Količina	Jedinična cijena, [kn]	Ukupni trošak, [kn]
<p>1. Izvedba ETICS sustava toplinske izolacije vanjskih zidova pločama EPS debljine 12 cm, $\lambda=0,040 \text{ W/mK}$, s tankoslojnom polimer cementnom žbukom debljine 0,5 cm armiranom staklenom alkalnootpornom mrežicom. Završni dekorativni sloj od silikatne žbuke debljine 0,3 cm. Mehaničko učvršćenje izvesti PVC pričvrstnicama s čeličnim trnom. U stavku je uključen sav osnovni i pomoćni rad i materijal, kao i obrada špaleta elementima debljine 2 cm.</p> <p>Obračun se vrši po m² bez dodatka za obradu špaleta, bez obzira na veličinu otvora.</p> <p>U jediničnu cijenu uključiti:</p> <p>1. limarske radove - nabavu materijala, transport i montaža limarskih elemenata (opšavi, okapi) od plastificiranog lima sa izvedenim svim propisanim okapima, opšavima i spojevima potkonstrukcijom i učvršćenjima koja će se propisati glavnim projektom</p> <p>2. pripremne radove koji uključuju:</p> <ul style="list-style-type: none"> - privremeno uklanjanje i deponiranje gromobrana, kablova, antena, rashladnih uređaja i sl., - zaštita prozora PVC folijom, - priprema podloge, - demontaža postojeće građevinske limarije - opšava i okapa, - prijenos i odvoz otpadnog materijala i šute. <p>3. dobavu i montažu skele za izvedbu radova na pročeljima, do završetka radova (uključena izrada nacrtu montaže skele i zaštite konstrukcije zgrade, svi elementi zaštite na radu, gromobrankska instalacija i atesti skele, izrada i uklanjanje po izvedbi radova pješačkog tunela iznad ulaza koji će osiguravati siguran pristup zgradi, te dobava, montaža, korištenje i</p>	m ² 1.100,07	230,00	253.016,10

demontaža zaštitnog paravana kao osiguranja gradilišta)			
UKUPNO	253.016,10 kn		
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	129.242,40		
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³	30.562,03		
Ušteda [kn/god.]	52.989,38 kn		
JPP [god.]	4,77		

Tablica 20: Tablica JPP građevinske mjere 1

Ukupna modelirana toplinska energija iznosi $Q_{H,nd} = 388.958,30 \text{ kWh/godišnje}$. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 259.715,90 \text{ kWh/godišnje}$. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti $129.242,40 \text{ kWh/godišnje}$ energije. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je $253.016,10 \text{ kn}$, ostvarena ušteda u troškovima je $52.989,38 \text{ kn/godišnje}$, a period povrata investicije u mjeru je $4,77$ godina.

TOPLINSKA IZOLACIJA RAVNOG KROVA

Ulaganje u povećanje energetske učinkovitosti u izolaciju stropa prema negrijanom tavanu i kosog krova je najjednostavnija mjera za izvođenje.

Preporuča se postava toplinske izolacije na bazi mineralne vune (kao KI DP 3), sa strane tavana odnosno hladnijeg prostora. Na stropnoj ploči prema tavanu postavlja se 20 cm toplinsko-izolacijskog materijala čime se ostvaruje koeficijent prolaska topline $U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, ovisno o poziciji konstrukcije. Za zaštitu toplinsko-izolacijskog materijala od povremenog opterećenja (npr. hodanja) dovoljno je postaviti hodne staze od drvenih dasaka. Ukoliko se tavanski prostor namjerava koristiti kao spremište potrebno je postaviti čvrstu završnu oblogu, npr. cementni estrih.

Opis	Količina	Jedinična cijena, [kn]	Ukupni trošak, [kn]
1. Toplinska izolacija stropa prema negrijanom tavanu s 20 cm MW (kao KI DP 3). Postava hodnih staza.	$\text{m}^2 511,30$	200	102.260,00
UKUPNO			102.260,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]			79.178,20
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³			18.723,32
Ušteda [kn/god.]			32.463,06 kn
JPP [god.]			3,15

Tablica 21: Tablica JPP građevinske mjere 2

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 388.958,30 \text{ kWh/godišnje}$. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 309.780,10 \text{ kWh/godišnje}$.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti $79.178,20 \text{ kWh/godišnje}$ potrebne energije za grijanje ili $32.463,06 \text{ kn/godišnje}$. Ukupno potrebno ulaganje je $102.260,00 \text{ kn}$, ostvarena ušteda u troškovima $32.463,06 \text{ kn/godišnje}$, a period povrata investicije u mjeru je $3,15 \text{ g}$.

ZAMJENA STAKLENIH STIJENA I OTVORA

Zamjena prozora je nužna ne samo u pogledu postizanja boljeg energetskeg razreda, već i povećanja udobnosti u zgradi. Također – ukoliko se zamjena prozora provede istodobno s izolacijom pročelja, moguće je dodatno smanjiti toplinske mostove od ugradnje prozora.

Opis		Količina	Jedinična cijena, [kn]	Ukupni trošak, [kn]
1.	Zamjena postojećih prozora i ostakljenih stijena prozorima s niskoemisivnim ostakljenjem $U_g \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ 4c/26Ar/4/16Ar/c4 i $U_f \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, koeficijent prolaska topline prozora $U_w \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stavkom je obuhvaćena demontaža postojećih prozora i prozorskih klupčica, obrada unutarnjih špaleta, ugradnja prozora prema RAL smjericama s brtvljenjem spoja prozora i zida brtvenom trakom $SD > 100$ s unutarnje strane, $SD < 50$ s vanjske strane te ispuna međuprostora poliuretanskom izola cijskom pjenom.	m ² 656,13	900	590.517,00 kn
UKUPNO				590.517,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]				94.302,12
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³				22.299,67
Ušteda [kn/god.]				38.663,87 kn
JPP [god.]				15,27

Tablica 22: Tablica JPP građevinske mjere 3

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 388.958,30 \text{ kWh/godišnje}$. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 294.656,18 \text{ kWh/godišnje}$.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti $94.302,12 \text{ kWh/godišnje}$ potrebne energije za grijanje ili $38.663,87 \text{ kn/godišnje}$. Ukupno potrebno ulaganje je $590.517,00 \text{ kn}$, ostvarena ušteda u troškovima je $38.663,87 \text{ kn/godišnje}$, a period povrata investicije u mjeru je $15,27$ godine.

INTEGRALNE MJERE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 945.793,10kn i godišnje uštede od 124.116,32kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 39,00 kWh/m²a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 53,52 kWh/m²a, odnosno energetski razred B.

UKUPNO	945.793,10 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	302.722,72
Smanjenje emisija CO ₂ [kg/god.] 1,9 kg CO ₂ /m ³	71.585,02
Ušteda [kn/god.]	124.116,32 kn
JPP [god.]	7,62

Tablica 23: Tablica JPP građevinske mjere 4

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti **302.722,72kWh/godišnje** energije odnosno**124.116,32kn**. Ukupno potrebno ulaganje u integralnu primjenu mjera je945.793,10 kn, a **period povrata investicije** u mjere je **7,62 g**.

8. MJERA PRIJELAZA SA SUSTAVA ELEKTRIČNOG GRIJANJA NA SUSTAV PLINSKOG ETAŽNOG GRIJANJA (ZA 4 STANA)

Stanovi koji se trenutačno griju električnim radiatorima, grijalicima, kaloriferima i sl. zastupljeni su sa oko 13 % ukupne površine zgrade, pa su linearno određene i godišnje potrebe topline za grijanje za te stanove.

Okvirna godišnja potrošnja topline za grijanje 4 stana (1 x 74 m², 3 x 54 m²):

$$0,13 \times 161.227 = 20.595 \text{ kWh}$$

Godišnja ušteda za grijanje na razlici cijene plina i elek struje: $20.959 (1-0,38) = 12.995 \text{ kn/god.}$

Investicija u sustav plinskog etažnog grijanja: $4 \times 25.000 \text{ kn} = 100.000 \text{ kn}$

Opis	Investicija	Procijenjene uštede	Jednostavan period povrata
	(kn)	kn/god	godina
Prijelaz s električnog grijanja na plinsko etažno grijanje za 4 stana	100.000	12.995	7,7

9. MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA

UGRADNJA RADIJATORSKIH VENTILA S ELEKTRONIČKOM TERMOSTATSKOM GLAVOM

Termostatski ventil sa elektroničkom termostatskom glavom omogućava inteligentnu regulaciju sobne temperature putem vremenskih intervala rada, bežičnog daljinskog upravljača te USB programatora. Za svaki dan mogu se programirati do tri režima grijanja. Ugradnjom elektroničkih radijatorskih ventila sa termoglavama i predpodešavanjem postižu se uštede oko 10%. Ukupno se u zgradi nalazi 104 radijatora.

Moguće uštede: $0,1 \times 0,8 \times 161.227 = 12.898 \text{ kWh/god.}$

Investicija: $231 \text{ kn/radijatoru} = 24.024 \text{ kn}$

Slika 9: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF



Tablica 24: Prikaz mjere i procijenjene uštede

Opis	Investicija	Procijenjene uštede	Procijenjene uštede	Jednostavan period povrata	Smanjenje emisije CO ₂
	(kn)	kWh/god	kn/god	godina	tona/god
Ugradnja radijatorskih ventila s elektroničkom termostatskom glavom sa programatorom	24.024	12.898	4.901	4,9	3,8

NAPOMENA: za procjenu uštede u izračun su uvrštene cijene: 0,38 kn / kWh topl.energije

7 ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Temeljem ove studije izvodljivosti došli smo do zaključka da u zgradi postoji potencijala za implementaciju mjera energetske učinkovitosti.

Predložene mjere rezultiraju smanjenjem potrebe za toplinskom energijom za grijanje (prema tablici).

Predložene mjere ne mogu utjecati na ponašanje pojedinog korisnika stana, već će uštede biti to veće, što ponašanje korisnika bude racionalnije.