



# 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, KRALJA DMITRA ZVONIMIRA 11

VELIKA GORICA

lokacija: k.č. br. 1936



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, siječanj 2015.

# 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
	SNIMAKPOSTOJEĆEG STANJA .....	12
	GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE .....	12
5.1	SUSTAV GRIJANJA .....	16
5.2	SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE .....	18
5.3	SUSTAVI POTROŠNJE VODE .....	19
5.4	SUSTAV HLAĐENJA .....	20
5.5	SUSTAVI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE .....	20
5.6	SUSTAV ELEKTRIČNE ENERGIJE (RASVJETA I OSTALA POTROŠNJA) .....	20
5.7	ELEKTRIČNA RASVJETA .....	20
5.8	OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE .....	20
5.9	ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE .....	22
	1.OPĆENITO .....	26
	POSLOVNI PROSTOR U ZGRADI (PP) .....	26
6	PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI .....	27
	POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE .....	27
	Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 1.268.322,10 kn i godišnje uštede od 101.601,12 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 38,39 kWh/m <sup>2</sup> a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 47,21 kWh/m <sup>2</sup> a, odnosno energetski razred B. ....	30
8.	MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA .....	30
7	ZAKLJUČCI I PREPORUKE .....	31

## POPIS SLIKA

Slika 1. Udio potrošnje po sektorima.....	6
Slika 2. Bilanca energije zgrade.....	6
<i>Slika 3: Vanjski zidovi stambene zgrade.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika 4: Drveni prozori s dvostrukim staklom.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika 5: Ulazna vrata u stubište.....</i>	<i>13</i>
Slika 12: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji.....	21
Slika 13: Udio električnih trošila zgrade prema snazi.....	21
Slika 14: Primjer zamjenskih LED žarulja.....	25
Slika 19: 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 2013. 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 1: Geometrijski podaci .....</i>	<i>13</i>
<i>Tablica 2: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice .....</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 3: Koeficijenti prolaska topline otvora .....</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 4: Gubici topline kroz vanjski omotač .....</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 5: Gubici topline kroz vanjske otvore .....</i>	<i>15</i>
<i>Tablica 6: Potrebna energija za grijanje i hlađenje .....</i>	<i>15</i>
Tablica 15: Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja .....	17
<i>Tablica 16: Modeliranje potrošnje PTV u 2013. Godini .....</i>	<i>18</i>
Tablica 17: Prosječna potrošnja vode l/dan, osoba (visoki standard) .....	19
Tablica 18: Električna energija za referentnu 2013. godinu .....	20
Tablica 19: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti .....	21
Tablica 20: Tablični prikaz uštede zanjenom žarulja LED žaruljom 7W u zajedničkim prostorima .....	26
Tablica 21: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g. ....	26
Tablica 22: Specifični faktor emisije CO <sub>2</sub> .....	26
<i>Tablica 9: Tablica JPP građevinske mjere 1 .....</i>	<i>28</i>
<i>Tablica 10: Tablica JPP građevinske mjere 2 .....</i>	<i>28</i>
<i>Tablica 11: Tablica JPP građevinske mjere 3 .....</i>	<i>29</i>
<i>Tablica 12: Tablica JPP građevinske mjere 4 .....</i>	<i>30</i>
Tablica 32: Prikaz mjere i procijenjene uštede .....	30

## 2 OSNOVNO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI

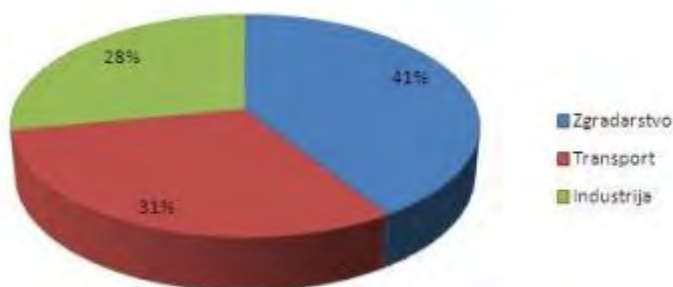
Pod pojmom energetske učinkovitosti podrazumijevamo široki opseg djelatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije u promatranom objektu, što rezultira smanjenjem emisije CO<sub>2</sub> uz nepromijenjenu toplinsku, svjetlosnu i drugu udobnost njezinih stanara.

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.

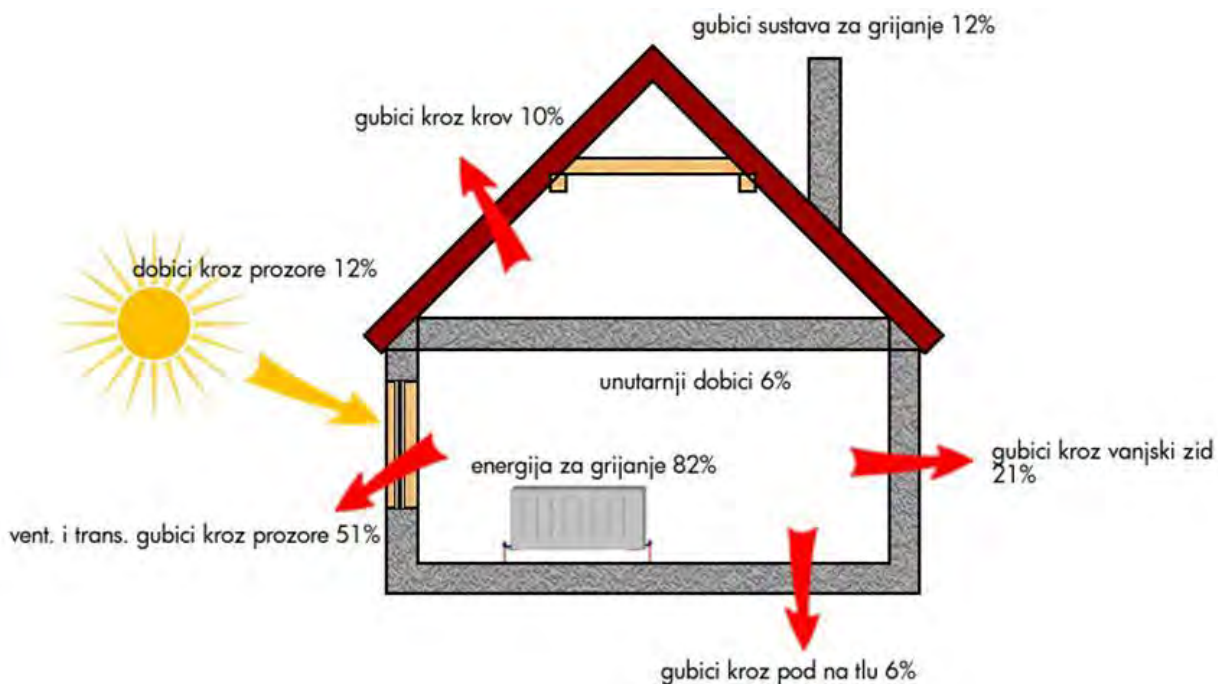
Slika 1. Udio potrošnje po sektorima



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

- karakteristike građevine,
- energetske sustave 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 CO<sub>2</sub>.

Tablica 1: Potrošnja energenata

Potrošnja energenata/godina	
Električna energija, zajednička potrošnja kWh	200.000
Toplinska energija, kWh /2013 god.	582.450
Voda, m <sup>3</sup> / 2012. god.	5.954

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

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

	Potrošnja po jedinici površine		Potrošnja po osobi	
	kWh/m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	kWh/osoba	m <sup>3</sup> /osoba
Električna energija	74		1800	
Voda	-	1,8	-	56,7
Toplinska energija	182,4		555	

NAPOMENA: Objekt koristi 105 stanara, ploština korisne površine zgrade je 3192 m<sup>2</sup>

Tablica 3: Potrošnja energenata za 2013. godinu

Godina	Q za grijanje utrošena energija [kWh/god.]	Energija utrošena za PTV [kWh/god.]	Emisija CO <sub>2</sub> [t]
2013.	418.410	164.040	0,3* (418.410 +164.040) /1000 =175

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=3642,96[m <sup>2</sup> ]
Obujamgrijanogdijelazgrade	V <sub>e</sub> =9973,54[m <sup>3</sup> ]
Faktoroblikazgrade	f <sub>o</sub> =0,37[m <sup>-1</sup> ]
Ploštinakorispovršine	A <sub>k</sub> =3191,53[m <sup>2</sup> ]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanje	Q <sub>H,nd</sub> =370337,50[kWh/a]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanjepojediniciploštinekorispovršine(zastambenezgrade)	Q <sub>H,nd</sub> <sup>''</sup> =116,04(max=47,21)[kWh/m <sup>2</sup> a]
Godišnjapotrebnenergijazahlađenje	Q <sub>C,nd</sub> =31189,30[kWh/a]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskogubitkapojediniciplošjagrijanogdijelazgrade	H <sub>tr,adj</sub> <sup>'</sup> =1,60(max=0,71)[W/m <sup>2</sup> K]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskogubitka	H <sub>tr,adj</sub> =5843,60[W/K]
Koeficijenttoplinskogubitkaprovjetranjem	H <sub>ve,adj</sub> =1843,11[W/K]
Ukupnigodišnjigubicitopline	Q <sub>i</sub> =2348835,25[MJ]
Godišnjiiskoristiviunutarnejidobicitopline	Q <sub>i</sub> =503240,89[MJ]
Godišnjiiskoristivisolarnidobicitopline	Q <sub>s</sub> =797586,19[MJ]
Ukupnigodišnjiiskoristividobicitopline	Q <sub>g</sub> =1300827,08[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 <sup>2</sup> a	$Q'_{H,nd}$ kWh/m <sup>2</sup> a	kWh/m <sup>2</sup> a	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za stvarne klimatske podatke (za stambene zgrade)	116,04	47,21	/	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za referentne klimatske podatke (za stambene zgrade) (referentna klima-kontinentalna)	112,62	47,21	113	D

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 <sub>2</sub>
			El. en.	Topl. En.	Voda	Ukupno		
		(kn)	kWh/god	kWh/god	m <sup>3</sup> /god	kn/god	god	tona/god
1	Poboljšanje elektroenergetskog sustava stubište	3.200	430	-	-	500	6,4	0,16
2	Ugradnja radijatorskih ventila	57.750	-	41.840	-	15.900	3,6	12,5
3	Toplinska izolacija ravnog krova	79.728	-	24.720	-	10.135	7,9	6,5
4	Toplinska izolacija vanjske ovojnice (ETICS)	356.562	-	97.969	-	40.167	8,9	25,6
5	Zamjena staklenih stijena i prozora	832.032	-	125.118	-	51.299	16,2	32,7
6	Integralne mjere vanjske ovojnice zgrade	1.268.322	-	247.808	-	101.601	12,5	64,7

NAPOMENA: za procjenu uštede u izračun su uvrštene cijene, 10 kn/ m<sup>3</sup> 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, 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 51 stanom i 4 posl. prostora u Velikoj Gorici, Kralja D. Zvonimira 11.

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 CO<sub>2</sub>.

#### 4 OPĆI PODACI

TVRTKA/INSTITUCIJA: Suvlasnici stambene zgrade Kralja D. Zvonimira 11

LOKACIJA: Velika Gorica

ADRESA: Kralja D. Zvonimira 11

KONTAKT: Mladen Štrumfin

TELEFON:

DATUM POSJETA: 20.07.2014. i 07.01.2015.

## 5 OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI

Stambena zgrada ima deset etaža, od kojih je devet stambeno, dok je prizemlje predviđeno za garaže i poneki poslovni prostor ugostiteljske namjene.

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  $\Theta_i \geq 18^{\circ}C$ .

### SNIMAKPOSTOJEĆEG 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. Na bočne betonske zidove dodavana je i fasadna cigla.

### GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE

Konstrukcija zgrade je armirano betonska.

**Vanjski zidovi** su armiranobetonski sa toplinskom izolacijom



Slika 3: Vanjski zidovi stambene zgrade

**Ravni krov** – armiranobetonska ploča, EPS d=3cm, beton u padu, hidroizolacija.

**Otvori** – Drveni s dvostrukim staklom



Slika 4: Drveni prozori s dvostrukim staklom



Slika 5: Ulazna vrata u stubište

## OPIS OPĆEG STANJA GRAĐEVINE I VANJSKE OVOJNICE GRAĐEVINE

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošjegrijanogdijelazgrade– $A$ [m <sup>2</sup> ]	3642,96
Obujamgrijanogdijelazgrade– $V_g$ [m <sup>3</sup> ]	9973,54
Obujamgrijanogzraka– $V$ [m <sup>3</sup> ]	7978,83
Faktoroblikazgrade– $f_0$ [m <sup>-1</sup> ]	0,37
Ploštinakorisnepovršine– $A_k$ [m <sup>2</sup> ]	3191,53
Ukupnaploštinapročelja– $A_{uk}$ [m <sup>2</sup> ]	2954,19
Ukupnaploštinaprozora– $A_{wuk}$ [m <sup>2</sup> ]	1005,28

Tablica 7: Geometrijski podaci

IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE I MAKSIMALNOG DOPUŠTENOG  
PREMA VAŽEĆEM TEHNIČKOM PROPISU

Naziv građevnog dijela	A[m <sup>2</sup> ]	U[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
VZ1 Vanjski zid	1287,28	1,06	0,30
VZ2 Vanjski zid negrijano	262,99	1,06	0,30
Zid, negrijano - garaže	27,74	3,49	0,30
Zid, grijano - garaže	90,78	3,49	0,30
Zid, grijano - negrijano	491,38	2,65	0,40
P1 - Pod na tlu grijano	174,73	0,96	0,30
P2 - Pod na tlu negrijano	83,44	0,96	0,30
Strop iznad negrijanog prostora	83,44	0,99	0,40
Strop iznad garaža	109,99	1,05	0,25
Strop iznad vanjsko zraka	60,64	1,05	0,25
Ravni krov	398,64	0,94	0,25

Tablica 8: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice

Naziv otvora	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n
Drveni otvori	3,00	Sjevero-istok	1,00	228,96
	3,00	Sjevero-zapad	1,00	263,52
	3,00	Jugo-istok	1,00	302,40
	3,00	Jugo-zapad	1,00	129,60
Prozori u stubištu	4,00	Sjevero-zapad	1,00	19,80
	4,00	Jugo-istok	1,00	32,40
Ulazna vrata u zgradu	1,40	Sjevero-zapad	1,00	4,00
	1,40	Jugo-istok	1,00	3,00
Vrata u grijini prostor	4,00	Jugo-istok	2,40	9,00

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	1498,781
Zid, grijano - garaže	325,469
Strop iznad garaža	126,997
Strop iznad vanjsko zraka	70,016
Ravni krov	413,319

Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač

Naziv otvora	n	A <sub>w</sub>	U <sub>w</sub>	H <sub>D</sub>
Drveni otvori	924,4	1,00	3,00	2773,44
Prozori u stubištu	52,20	1,00	4,00	208,80
Ulazna vrata u zgradu	7,00	1,00	1,40	9,80
Vrata u grijni prostor	9,00	2,40	4,00	86,40

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 <sub>H,nd</sub> (kWh)	Potrebna energija za hlađenje, Q <sub>C,nd</sub> (kWh)
1	siječanj	93.348	3
2	veljača	63.458	26
3	ožujak	39.329	313
4	travanj	9.449	3.090
5	svibanj	2.616	1.068
6	lipanj	0	6.028
7	srpanj	0	11.826
8	kolovoz	0	7.278
9	rujan	2.324	660
10	listopad	17.627	875
11	studeni	55.090	21
12	prosinac	87.096	2
	<b>UKUPNO</b>	<b>370337</b>	<b>31189</b>

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 370.337,50 kWh.

Specifična potrebna toplinska energija za grijanje STAMBENU ZONU za stvarnu klimu je 116,04 kWh/m<sup>2</sup>a, dok je maksimalna dozvoljena za zgradu ovih geometrijskih karakteristika 47,21 kWh/m<sup>2</sup>a.

Proračunom za referentnu klimu kontinentalne Hrvatske izračunata je specifična potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd,ref} = 112,62 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , za STAMBENU ZONU što zgradu svrstava u energetski razred D.

## 5.1 SUSTAV GRIJANJA

### 5.1.1 TEHNIČKI OPIS TOPLINSKE STANICE I SUSTAVA GRIJANJA U OBJEKTU

Glavni ogrjevni medij za grijanje zgrade distribuira se iz centralne kotlovnice na adresi Kralja D. Zvonimira 9, kotlovsko vrelovodno postrojenje, tri kotla TKT- TOPLOTA, 3,5 MW.

Toplinska stanica za pripremu tople vode smještena je u prizemlju objekta, a čine je spremnik proiz. MONTER volumena 8,5 m<sup>3</sup>, s pumpama IMP CL 32.

Ogrjevna tijela u sustavu grijanja zgrade su aluminijski radijatori tipa LIPOVICA.  
Ukupan broj ogrjevnih tijela u objektu je 250.

Ekspanzija vode u sustavu riješena je ekspanzijskom posudom.

Slika 9. Spremnik tople potrošne vode



Slika 10. Funkcionalna shema toplinske podstanice





## 5.2 SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE

Priprema potrošne tople vode (PTV) obavlja se u spremniku toplinske stanice kapaciteta 8,5 m<sup>3</sup>, a priprema se obavlja putem izmjenjivača topline instaliranog u samom spremniku.

Tablica 14. Modeliranje potrošnje PTV u 2013. Godini

Mjeseci grijanja	Dani grijanja	Toplinska energija za PTV	Toplinska snaga za grijanje PTV	Količina PTV	Potrošnja PTV	Potrošnja energije za PTV
		kWh	kW	m <sup>3</sup>	l/dan, osoba	kWh/dan, osoba
Siječanj	31	13.670	18,4	235	72	4,2
Veljača	28	13.670	20,3	234	80	4,6
Ožujak	31	13.670	18,4	235	72	4,2
Travanj	30	13.670	19	235	72	4,2
Svibanj	31	13.670	18,4	235	72	4,2
Lipanj	30	16.000	22,2	274	87	5
Srpanj	31	13.330	17,9	228	70	4,1
Kolovoz	31	11.670	15,7	200	61	3,6
Rujan	30	13.670	19	235	72	4,2
Listopad	31	13.670	18,4	235	72	4,2
Studeni	30	13.670	19	235	72	4,2
Prosinac	31	13.670	18,4	235	72	4,2
<b>UKUPNO:</b>	<b>365</b>	<b>164.040</b>		<b>2.816</b>		

Potrošnja PTV kreće se u rasponu potrebne količine PTV u stanovima, koja iznosi 40-80 l/dan, osobi (Recknagel str 1724, 70. izdanje 2001. god.)

Godišnja potrošnja toplinske energije za pripremu PTV-a iznosi 164.040 kWh što odgovara dnevnoj potrošnji od 449 kWh. Za pretpostaviti je da se u stvarnosti znatan dio te energije troši na toplinske gubitke u recirkulaciji obzirom na broj i duljinu recirkulacijskih vodova.

$$G_{sek} = \frac{Q_{pros}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{18,76}{4,2 \cdot 50} = 0,089 \frac{kg}{s}$$

$$G_{sek} = 0,089 \cdot 24 \cdot 3600 = 7.717 \frac{l}{24h} = 7,72 \text{ m}^3/\text{dan PTV}$$

### 5.3 SUSTAVI POTROŠNJE VODE

Zgrada se opskrbljuje sanitarnom i pitkom vodom iz mjesnog vodovoda.

Potrošnja vode u 2012. god.:  $V=5.954 \text{ m}^3/\text{god.}$

Broj stanara u objektu:  $n_s = 105$

Prosječna potrošnja vode po jednoj osobi i danu u objektu:

$$V_1 = \frac{V}{365 \cdot 105} \approx 0,155 \text{ m}^3 = 155 \text{ l}$$

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

Tablica 15. 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 pojedinačnim split sustavima po stanovima raznih proizvođača, a ukupno je 25 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 16: Električna energija za referentnu 2013. godinu

	Ukupna godišnja potrošnja		Ukupni godišnji troškovi	
ELEKTRIČNA ENERGIJA	200.000	kWh	229.600,00	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 28kW (bez PP). 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, dizala) i split-sustavi.

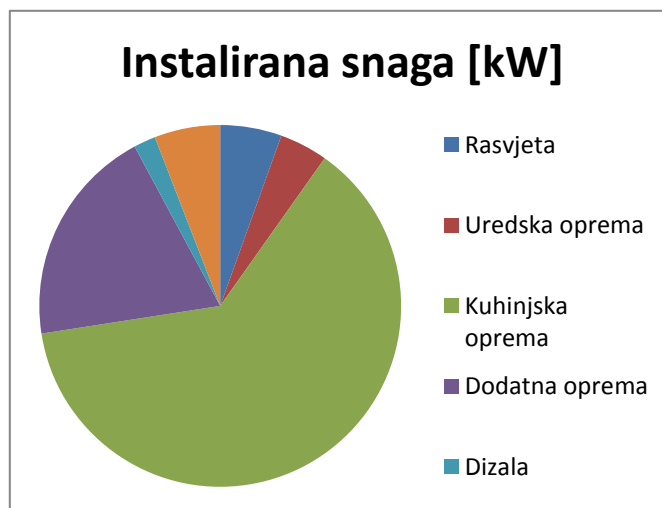
Potrošnja dodatne opreme za referentnu 2013. godinu iznosila je 70.000 kWh, što predstavlja **36%** ukupne potrošnje električne energije.

Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti

TIP OSTALIH TROŠILA PREMA VRSTI		
Tip ostalih trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Rasvjeta	28	2.600
Uredska oprema	22	5.000
Kuhinjska oprema	320	72.000
Dodatna oprema	100	82.000
Dizala	10	60.000
Split sustavi	30	8.000
<b>UKUPNO</b>	<b>510</b>	<b>229.600</b>



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 visokoetažna, s dizalima sa 1 ulazu (kućnom broju 11)

A) Ukupan broj stanova u zgradi: 51

B) Broj ulaza: 1

C) Broj stanova: 51

C1) Broj stanara po stanu cca: 2,2

C2) Uk. broj stanara bez PP: 112

D) Uk. stambena površina: 2.700m<sup>2</sup>

E) ostale površine:

PP (3x) 160m<sup>2</sup>

zp-stubište/sprema 350m<sup>2</sup>

zp-kotlovnica 100m<sup>2</sup>

E1) Ukupna np zgrade 3.000m<sup>2</sup>

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

PP (3x)- napajanje el energijom i mjerenje zasebno

G) Zgrada nema el.grijanje PTV,

G1) Zgrada nema el.grijanja prostorija

H) Mjerenje dvotarifnim brojilima djelatne energije u ST jedinicama, a u PP djelatne i jalove energije

J) za svaku jedinicu snaga trošila je limitirana: ST-736kW; PP-13,8kW;

ZP st-7,36kW; ZP-kotlovnica 13,8

#### 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 knx51 stan=**17.850,00 kn/mj**

=====

Realni račun za zgradu godišnje 17.850,00 kn/mj x12 = **214.200,00 kn/god**

=====

## B) ZP-subišta – električni potrošači

- potrošači- rasvjeta stubišta I dizala

-mjerenje potrošnje za stubište –zasebno u VT i NT

B1) rasvjeta 20x60W - snaga uk:**1,2kW** B1.1 dizala **10kW** instalirano **11,2kW**

B2) potrošnja prosječna ZP-stubišta naVT:11,2kW x1,5h=17kWh cca **500kWh /mj**

potrošnja prosječna ZP-stubišta na NT:11.2kW x1h=11kWh > **300kWh/mj**

B3)trošak ZP stubišta VT mjesečno:500x0,84=420kn (cca 525 s pdv)

trošak ZP stubišta NT mjesečno:300kWh x 0,42kn=cca125kn (cca 155kn s pdv)

trošak VT+NT 680kn za energiju

+faktor opskrbe 1,25 <850,00kn s pdv

Realni račun za stubište s dizalima: **850,00kn/mj> 10,200,00kn/god**

## C) ZP –spremište

Potrošnja je mjerena s potrošnjom toplinske podstanice na broju 9, plaćanje iz zajedničkog fonda

## C1) mjerenje VT i NT

- jedini potrošači-rasvjeta fluo armature 4x4x18Ws potrošnjom balasta =360W  
+ plafonjera 1x60W, uk. 0,42kW

C2) potrošnja na VT 0,42kWh x1h=0,42kWh (x30= 12,6kWh /mj)

potrošnja na NT –zanemariva (5kWh mjesečno)

C3) trošak ZP spremišta VT: 12,6x0,84kn=10,58kn (13,13kn s pdv)

trošak ZP spremišta NT: 5x0,42=2,10kn (2,62kn s pdv)

trošak potrošnje ZP spremište: 15,00kn/mj

trošak s faktorom HEP-a 1,25 18,75kn/mj odnosno 225,00kn/god

Ukupna potrošnja el.energije (bez PP vrtić) bez toplinske podstanice

ST jedinice: 214.200,00kn

ZP-stubišta: 10.200,00kn

ZP-spremišta: 200,00kn (procjena)

---

Ukupno: cca **224.600,00kn**

## D) ZP kotlovnica-kućni savjet (toplinska podstanica)

Mjerenje VT i NT potrošnje za cijelu zgradu (plaćanje solidarno)

D1) potrošači: fluo rasvjeta 5 kom 2x40W= 100W

pumpa PTV recirkulirajuća 290W

pumpa vrele vode 880W

pumpa grijanja 2x250W= 500W

Ukupna snaga 1.57kW

D2) Energija VT; istovremenost 0,75 1,57x0,75x16 19kWh na VT dnevno(600kWh/mj)

Energija NT; istovremenost 0,5 1,57x0,5 x16 15kWh na NT dnevno(450kWh/mj)

D3) trošak el energije VT mj: 600x0,84kn=504,00kn (630 s pdv)

trošak el energije NT mj: 450x0,84kn=378,00kn (472,50 s pdv)

Ukupno: 1000kn + faktor HEP-a 1,25= 1.250kn/mj (15.000,00kn/god)

Trošak podstanice (na br 9) s troškovima spremišta na 3 ulaza dijeli se na 3 dijela te iznosi 5,000,00kn

Ukupni godišnji trošak el energije za zgradu ST+ ZP stubišta + ZP spremišta + kotlovnica

(za 51 stan)=224,600,00kn +5.000,00=**229.600,00kn(s PDV-om)**

**Po stanu godišnje: ~4.500,00kn/god/ST**

**Po stanu mjesečno: ~375,00kn/mj/ST**



**Diagram 1 Potrošnja el. energije na godišnjoj bazi (kn)**

1.1. ST 214.000,00kn 1.2 ZP-stubišta 10.200,00 kn 1.3. ZP-spremišta 200,00kn

1.4 ZP-toplinskapodstanica 5,000,00x0,95 =4.750,00kn

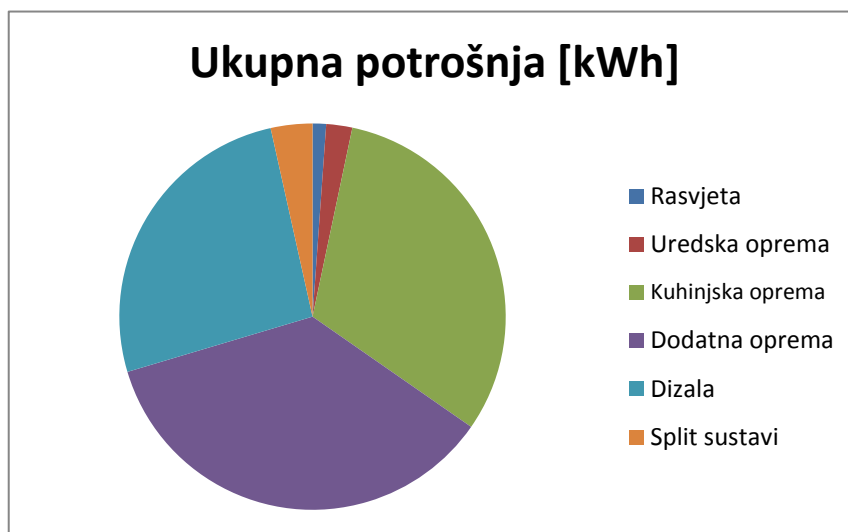


Diagram 1

## 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) Poboljšanjem toplinske izolacije zgrade moguća je ušteda el.energije boljom regulacijom pumpi u toplinskoj podstanici od 10-20%

Slika 8: Primjer zamjenskih LED žarulja



VPC: 49,80kn

63,98kn

48,60kn

49,80kn

Tablica 18: Tablični prikaz uštede zanjenom žarulja LED žaruljom 7W u zajedničkim prostorima

Opis	Investicija	Procijenjene uštede		JPP	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub>
	(kn)	kWh/god	kn/god	godina	tona/god
Poboljšanje elektroenergetskog sustava	50x 65kn=3250kn	432	497	6,4	432x0,376=162g

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

Tablica 19: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.

Područje	Instalirana snaga (kW)	Faktor istovremenosti	Dnevni sati rada	Godišnje sati rada	Potrošnja (kn)
Rasvjeta	25	0,8	4	1000	2.600
Uredska oprema	25	0,5	4	1000	5.000
Kuhinjska oprema	320	0,5	2	500	70.000
Dodatna oprema	100	0,5	6	250	70.500
DIZALA	10	0,5	6	2000	77.000
Split sustavi	30	0,5	4	200	5.000
<b>SVEUKUPNO</b>	<b>510</b>				<b>229.600,00</b>

### 5.9.3 EMISIJE CO<sub>2</sub> KAO POSLJEDICA POTROŠNJE ENERGIJE I VODE

Tablica 20: Specifični faktor emisije CO<sub>2</sub>

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

### 5.9.4 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

#### 1.OPĆENITO

##### POSLOVNI PROSTOR U ZGRADI (PP)

POSLOVNI PROSTORI (3x) U ZGRADI DUŽE VRIJEME NISU U FUNKCIJI, A SAMOM POVRŠINOM NE UTJEČU BITNO NA ENERGETSKU BILANCU ZGRADE TE JE NJIHOV UTJECAJ ZANEMAREN

## 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 špaleta 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 14 cm, <math>\lambda=0,040 \text{ W/mK}</math>, 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 pričvršnicama 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 m<sup>2</sup> 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"> <li>- privremeno uklanjanje i deponiranje gromobrana, kablova, antena, rashladnih uređaja i sl.,</li> <li>- zaštita prozora PVC folijom, - priprema podloge,</li> <li>- demontaža postojeće građevinske limarije - opšava i okapa,</li> <li>- prijenos i odvoz otpadnog materijala i šute.</li> </ul> <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 <sup>2</sup> 1.550,27	230,00	356.562,10 kn

	demontaža zaštitnog paravana kao osiguranja gradilišta)			
<b>UKUPNO</b>				<b>356.562,10 kn</b>
<b>Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]</b>				<b>97.969,20</b>
<b>Smanjenje emisija CO<sub>2</sub> [kg/god.] 1,9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup></b>				<b>25.573,80</b>
<b>Ušteda [kn/god.]</b>				<b>40.167,37 kn</b>
<b>JPP [god.]</b>				<b>8,88</b>

Tablica 21: Tablica JPP građevinske mjere 1

Ukupna modelirana toplinska energija iznosi  $Q_{H,nd} = 370.337,50 \text{ kWh/godišnje}$ . Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti toplinska energija za grijanje iznosi  $Q_{H,nd} = 272.368,30 \text{ kWh/godišnje}$ . Opisanom mjerom je moguće uštedjeti  $97.969,20 \text{ kWh/godišnje}$  energije. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je  $356.562,10 \text{ kn}$ , ostvarena ušteda u troškovima je  $40.167,37 \text{ kn/godišnje}$ , a period povrata investicije u mjeru je  $8,88 \text{ godina}$ .

### 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.	m <sup>2</sup> 398,64	200	79.728,00 kn
<b>UKUPNO</b>			<b>79.728,00 kn</b>
<b>Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]</b>			<b>24.720,00</b>
<b>Smanjenje emisija CO<sub>2</sub> [kg/god.] 1,9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup></b>			<b>6.452,89</b>
<b>Ušteda [kn/god.]</b>			<b>10.135,20 kn</b>
<b>JPP [god.]</b>			<b>7,87</b>

Tablica 22: Tablica JPP građevinske mjere 2

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi  $Q_{H,nd} = 370.337,50 \text{ kWh/godišnje}$ . Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi  $Q_{H,nd} = 345.617,50 \text{ kWh/godišnje}$ .

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti  $24.720,00 \text{ kWh/godišnje}$  potrebne energije za grijanje ili  $10.135,20 \text{ kn/godišnje}$ . Ukupno potrebno ulaganje  $79.728,00 \text{ kn}$ , ostvarena ušteda u  $10.135,20 \text{ kn/godišnje}$ , a period povrata investicije u mjeru je  $7,87$ .

### ZAMJENA STAKLENIH STIJENA I OTVORA

Zamjena prozora je nužna ne samo u pogledu postizanja boljeg energetskog 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 <sup>2</sup> 924,48	900	832.032,00 kn
<b>UKUPNO</b>			<b>832.032,00 kn</b>
<b>Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]</b>			<b>125.118,40</b>
<b>Smanjenje emisija CO<sub>2</sub> [kg/god.] 1,9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup></b>			<b>32.660,80</b>
<b>Ušteda [kn/god.]</b>			<b>51.298,54 kn</b>
<b>JPP [god.]</b>			<b>16,22</b>

Tablica 23: Tablica JPP građevinske mjere 3

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi  $Q_{H,nd} = 370.337,50 \text{ kWh/godišnje}$ . Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi  $Q_{H,nd} = 245.219,10 \text{ kWh/godišnje}$ .

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti  $125.118,40 \text{ kWh/godišnje}$  potrebne energije za grijanje ili  $51.298,54 \text{ kn/godišnje}$ . Ukupno potrebno ulaganje je  $832.032,00 \text{ kn}$ , ostvarena ušteda u troškovima je  $51.298,54 \text{ kn/godišnje}$ , a period povrata investicije u mjeru je  $16,22$  godine.

#### INTEGRALNE MJERE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 1.268.322,10 kn i godišnje uštede od 101.601,12 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 38,39 kWh/m<sup>2</sup>a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 47,21 kWh/m<sup>2</sup>a, odnosno energetski razred B.

UKUPNO	1.268.322,10 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	247.807,60
Smanjenje emisija CO <sub>2</sub> [kg/god.] 1,9 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	64.687,49
Ušteda [kn/god.]	101.601,12 kn
JPP [god.]	12,48

Tablica 24: Tablica JPP građevinske mjere 4

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti **247.807,60kWh/godišnje** energije odnosno**101.601,12 kn**. Ukupno potrebno ulaganje u integralnu primjenu mjera je 1.268.322,10 kn, a **period povrata investicije** u mjere je **12,48 g**.

## 8. 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 250 radijatora.

Moguće uštede:  $0,1 \times 418\,410 = 41.840$  kWh/god.

Investicija: 231 kn/radijatoru = 57.750 kn)

Slika 9: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF



Tablica 25: Prikaz mjere i procijenjene uštede

Opis	Investicija	Procijenjene uštede	Procijenjene uštede	Jednostavan period povrata	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub>
	(kn)	kWh/god	kn/god	godina	tona/god
Ugradnja radijatorskih ventila s elektroničkom termostatskom glavom sa programatorom	57.750	41.840	15.900	3,6	12,5

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.