



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, TRG MARŠALA TITA 9

VELIKA GORICA

lokacija: k.č. br. 1643



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	19
5.3	SUSTAVI POTROŠNJE VODE	20
5.4	SUSTAV HLAĐENJA	21
5.5	SUSTAVI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE	21
5.6	SUSTAV ELEKTRIČNE ENERGIJE (RASVJETA I OSTALA POTROŠNJA)	21
5.7	ELEKTRIČNA RASVJETA	21
5.8	OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE	21
5.9	ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	23
6	PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	28
	POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE	28
	Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 1.474.581,20 kn i godišnje uštede od 158.881,11 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 29,74 kWh/m ² a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 42,80 kWh/m ² a, odnosno energetski razred B.	31
8.	MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA	31
7	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	32

POPIS SLIKA

Slika 1. Udio potrošnje po sektorima.....	6
Slika 2. Bilanca energije zgrade.....	6
<i>Slika 3: Vanjski zidovi stambenog nebodera.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 4: Ravni krov na vrhu nebodera – obloga kulir ploče.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 5: Drveni, krilo na krilo prozori.....</i>	<i>13</i>
Slika 9. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice.....	16
Slika 10. Spremnik potrošne tople vode.....	16
Slika 11. Izmjenjivač topline.....	17
Slika 12: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji.....	22
Slika 13: Udio električnih trošila zgrade prema snazi.....	22
Slika 14: Primjer zamjenskih LED žarulja.....	26
Slika 19: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF.....	31

POPIS TABLICA

Tablica 1: Potrošnja energenata	7
Tablica 2: Pregled jedinične potrošnje vode i energije na godišnjoj razini	7
Tablica 3: Potrošnja energenata za 2012. godinu	8
Tablica 4: Ulazni podaci za izračun i dobivene vrijednosti	8
Tablica 5: Energetski razred zgrade	8
Tablica 6: Sumarni prikaz preporučenih mjera prema koracima za implementaciju	9
<i>Tablica 1: Geometrijski podaci</i>	<i>14</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>15</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	18
<i>Tablica 16. Modeliranje potrošnje PTV u 2012. Godini</i>	<i>19</i>
Tablica 17. Prosječna potrošnja vode l/dan, osoba (visoki standard)	20
Tablica 18: Električna energija za referentnu 2013. godinu	21
Tablica 19: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti	22
Tablica 20: Tablični prikaz uštede zanjenom žarulja LED žaruljom 7W u zajedničkim prostorima	27
Tablica 21: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.	27
Tablica 22: Specifični faktor emisije CO ₂	27
<i>Tablica 9: Tablica JPP građevinske mjere 1</i>	<i>29</i>
<i>Tablica 10: Tablica JPP građevinske mjere 2</i>	<i>29</i>
<i>Tablica 11: Tablica JPP građevinske mjere 3</i>	<i>30</i>
<i>Tablica 12: Tablica JPP građevinske mjere 4</i>	<i>31</i>
Tablica 32: Prikaz mjere i procijenjene uštede	31

2 OSNOVNO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI

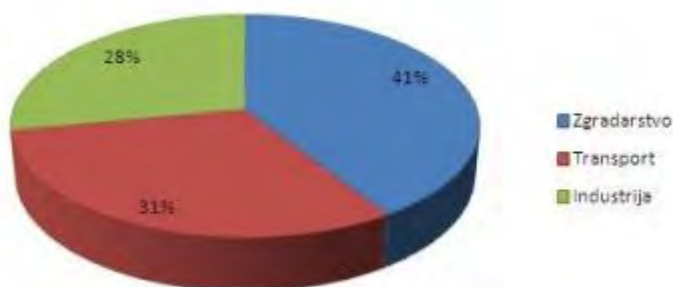
Pod pojmom energetske učinkovitosti podrazumijevamo široki opseg djelatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije u promatranom objektu, što rezultira smanjenjem emisije CO₂ uz nepromijenjenu toplinsku, svjetlosnu i drugu udobnost njezinih stanara.

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.

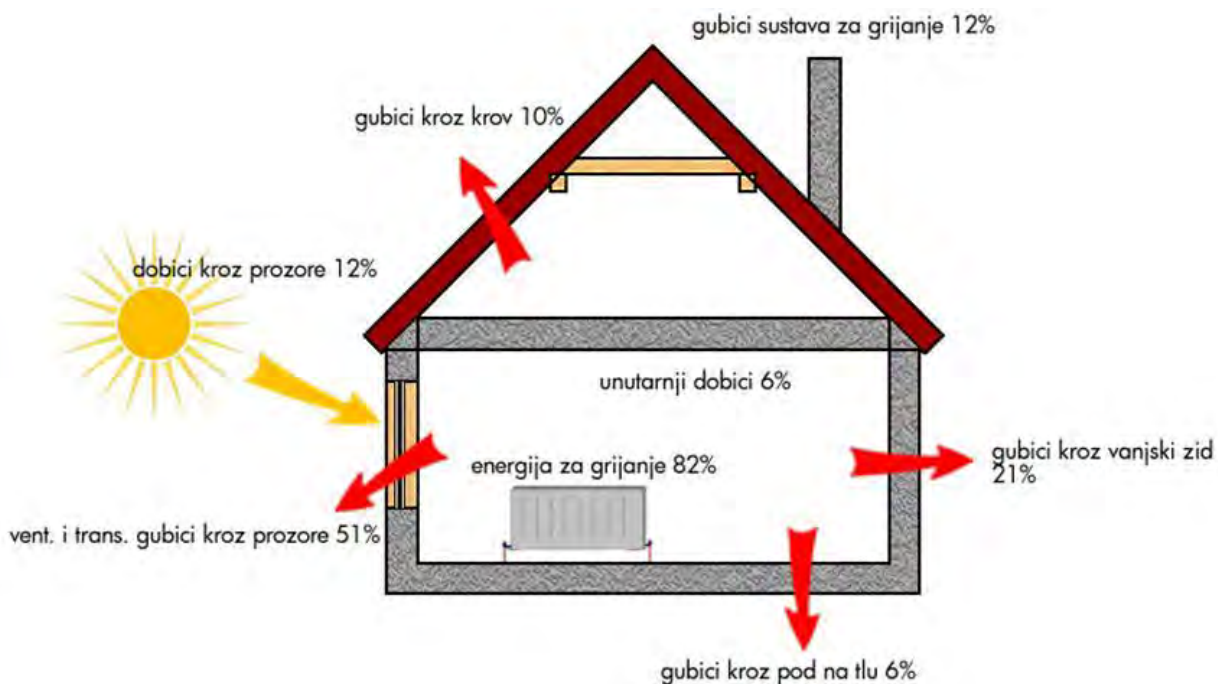
Slika 1. Udio potrošnje po sektorima



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 kWh	285.000
Toplinska energija, kWh /2012 god.	628.000
Voda, m ³ / 2012. god.	9.816

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 ²	m ³ /m ²	kWh/osoba	m ³ /osoba
Električna energija	72		1270	
Voda	-	2,2	-	64
Toplinska energija	142,2		4078	

NAPOMENA: Objekt koristi 154 stanara, ploština korisne površine zgrade je 4415 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.	396.000	232.000	0,3* (396.000 + 232.000) /1000 =188,4

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
Oplošjegrijanog dijela zgrade	A=3539,76[m ²]
Obujam grijanog dijela zgrade	V _e =13795,70[m ³]
Faktor oblika zgrade	f _o =0,26[m ⁻¹]
Ploštinakorisne površine	A _k =4414,62[m ²]
Godišnja potrebna toplina za grijanje	Q _{H,nd} =521623,30[kWh/a]
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine (zastam benezgrade)	Q'' _{H,nd} =118,16(max=42,80)[kWh/m ² a]
Godišnja potrebna energija za hlađenje	Q _{C,nd} =62767,36[kWh/a]
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici ploštagrijanog dijela zgrade	H' _{tr,adj} =1,79(max=0,88)[W/m ² K]
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka	H _{tr,adj} =6332,48[W/K]
Koeficijent toplinskog gubitka provjetranjem	H _{ve,adj} =2549,45[W/K]
Ukupni godišnji gubitak topline	Q _i =2714059,00[MJ]
Godišnji iskoristi unutarnji dobici topline	Q _i =250595,23[MJ]
Godišnji iskoristi solarni dobici topline	Q _s =1046184,50[MJ]
Ukupni godišnji iskoristi dobici topline	Q _q =1296779,73[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)	118,16	42,8	/	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za referentne klimatske podatke (za stambene zgrade) (referentna klima-kontinentalna)	115	42,8	115	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 CO2
			(kn)	El. en. kWh/god	Topl. En. kWh/god	Voda m ³ /god		
1	Poboljšanje elektroenergetskog sustava stubište	3.250,00	432	-		500	6,5	0,162
2	Ugradnja radijatorskih ventila	53.592	-	39.600	-	15.048	3,6	11,9
3	Toplinska izolacija stropa prema negrijanom tavanu	76.800	-	19.779	-	8.109	9,5	4,7
4	Toplinska izolacija vanjske ovojnice (ETICS)	435.537	-	226.478	-	92.856	4,7	53,6
5	Zamjena staklenih stijena i prozora	962.244	-	141.258	-	57.916	16,6	33,4
6	Integralne mjere vanjske ovojnice zgrade	1.474.581	-	387.515	-	158.881	9,3	91,6

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 stropa prema negrijanom tavanu, 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 23.12. 2014. obavljen je energetski pregled stambene zgrade sa 64 stana u Velikoj Gorici, Trg maršala Tita 9.

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 Trg maršala Tita 9

LOKACIJA: Velika Gorica

ADRESA: Trg maršala Tita 9

KONTAKT: Petar Bartolić

TELEFON:

DATUM POSJETA: 20.07.2014. i 23.12.2014.

5 OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI

Stambeni vodotoranj je armiranobetonski neboder sa podrumom, prizemljem, 12 katova, te spremnikom za vodu od 1000m³ iznad ravnog krova posljednjeg, 12-og kata. Podrum je negrijan i sastoji se od spremišta za stanove i toplinske podstanice. Sve etaže iznad podruma su stambene (**13 etaža**). Prizemlje je stambeno sa 4 stana, vertikalnim stubištem, te prostorom za odlaganje smeća. Ostalih 12 etaža sadrži po 5 stanova. Stambeni vodotoranj ima 64 stana.

Osim stubišta, **vertikalna komunikacija osigurana je dizalima (2 kom)**.

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

Stambeni vodotoranju konstruktivno je riješen sa armiranobetonskim nosivim zidovima debljine 20 cm u približno simetričnoj tlocrtnoj dispoziciji. Zidovi su međusobno povezani krutim armiranobetonskim katnim pločama debljine 15 cm.

U vertikalnoj dispoziciji objekt se sastoji od podruma, 13 stambenih etaža, tehničke terase i prostora u koji se smješta čelični rezervoar korisnog sadržaja 1000m³ vode.

Temeljenje objekta izvedeno je na armiranobetonskoj temeljnoj ploči debljine 80cm.

Objekt je izgrađen metodom klizanih zidova sa paralelno izvedenim katnim pločama. Prečke zidova, tj. nadvojni i fasadni parapeti kao i stubišni krakovi izvedeni su kao montažni. Pokrovna ploča riješena je kao križno armirana ploča nošena prostornim roštiljom, sve u monolitnoj izvedbi od armiranog betona.

Fasadni samostalno stojeći zidovi su armiranobetonski s drvolitom i gips kartonskim pločama koeficijenta prolaska topline $U_w = 1,47W/m^2K$

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE

Konstrukcija zgrade je armirano betonska.

Vanjski zidovisu armiranobetonski sa drvolitom i gips pločama



Slika 3: Vanjski zidovi stambenog nebodera

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



Slika 4: Ravni krov na vrhu nebodera – obloga kulir ploče

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]	3539,76
Obujamgrijanogdijelazgrade– V_g [m ³]	13795,70
Obujamgrijanogzraka– V [m ³]	11036,56
Faktoroblikazgrade– f_0 [m ⁻¹]	0,26
Ploštinakorisnepovršine– A_k [m ²]	4414,62
Ukupnaploštinapročelja– A_{uk} [m ²]	3238,80
Ukupnaploštinaprozora– A_{wuk} [m ²]	1069,16

Tablica 7: Geometrijski podaci

IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE I MAKSIMALNOG DOPUŠTENOG PREMA VAŽEĆEM TEHNIČKOM PROPISU

Nazivgrađevnogdijela	A [m ²]	U [W/m ² K]	U_{max} [W/m ² K]
VZ1-Vanjski zid	1702,60	1,47	0,30
VZ1/n-v/-Zid podruma	83,04	1,58	0,30
Z1-Zid prema tlu	108,00	1,69	0,30
Pp/n/-Pod na tlu	384,00	1,16	0,30
MK1-Strop prema ngrijanom podrumu	384,00	0,73	0,40
K1-Prohodna terasa	384,00	0,82	0,25

Tablica 8: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice

Naziv otvora	U_w [W/m ² K]	Orijentacija	A_w [m ²]	n
P1-Prozor dvokrilni	3,10	Sjevero-istok	9,80	13,00
	3,10	Sjevero-zapad	9,80	13,00
	3,10	Jugo-istok	9,80	13,00
	3,10	Jugo-zapad	9,80	12,00
Ulazna vrata u zgradu	5,90	Jugo-zapad	3,88	2,00
Pp-Prozor dvokrilni	2,70	Sjevero-istok	1,62	2,00
	2,70	Sjevero-zapad	1,62	2,00
	2,70	Jugo-istok	1,62	2,00
	2,70	Jugo-zapad	1,62	2,00
Bv+S-Drvena pregrada sa prozorom	2,70	Sjevero-istok	10,80	13,00
	2,70	Sjevero-zapad	10,80	13,00
	2,70	Jugo-istok	10,80	13,00
	2,70	Jugo-zapad	10,80	13,00

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	2679,085
K1-Prohodna terasa	352,297

Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač

Naziv otvora	n	A _w	U _w	H _D
P1-Prozor dvokrilni	51,00	9,80	3,10	1549,38
Ulazna vrata u zgradu	2,00	3,88	5,90	45,78
Pp-Prozor dvokrilni	8,00	1,62	2,70	34,99
Bv+S-Drvena pregrada sa prozorom	52,00	10,80	2,70	1516,32

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	119.259	40
2	veljača	85.715	156
3	ožujak	61.910	715
4	travanj	26.393	2.587
5	svibanj	3.319	5.958
6	lipanj	0	13.890
7	srpanj	0	20.581
8	kolovoz	0	14.102
9	rujan	3.407	3.482
10	listopad	35.224	1.117
11	studeni	75.296	114
12	prosinac	111.101	25
	UKUPNO	521623	62767

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 521.623,30 kWh.

Specifična potrebna toplinska energija za grijanje STAMBENU ZONU za stvarnu klimu je 118,16 kWh/m²a, dok je maksimalna dozvoljena za zgradu ovih geometrijskih karakteristika 42,80 kWh/m²a.

Proračunom za referentnu klimu kontinentalne Hrvatske izračunata je specifična potrebna toplinska energija za grijanje Q_{H,nd,ref} = 115,00 kWh/m²a, 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

Toplinska stanica smještena je u podrumskom dijelu zgrade. Glavni ogrjevni medij je vrela voda, putem kojeg se preko izmjenjivača topline priprema topla voda za sustav grijanja, odnosno za sustav potrošne tople vode (PTV).

Za sustav PTV-a instaliran je spremnik volumena 6 m³, proizvođača MONTER.

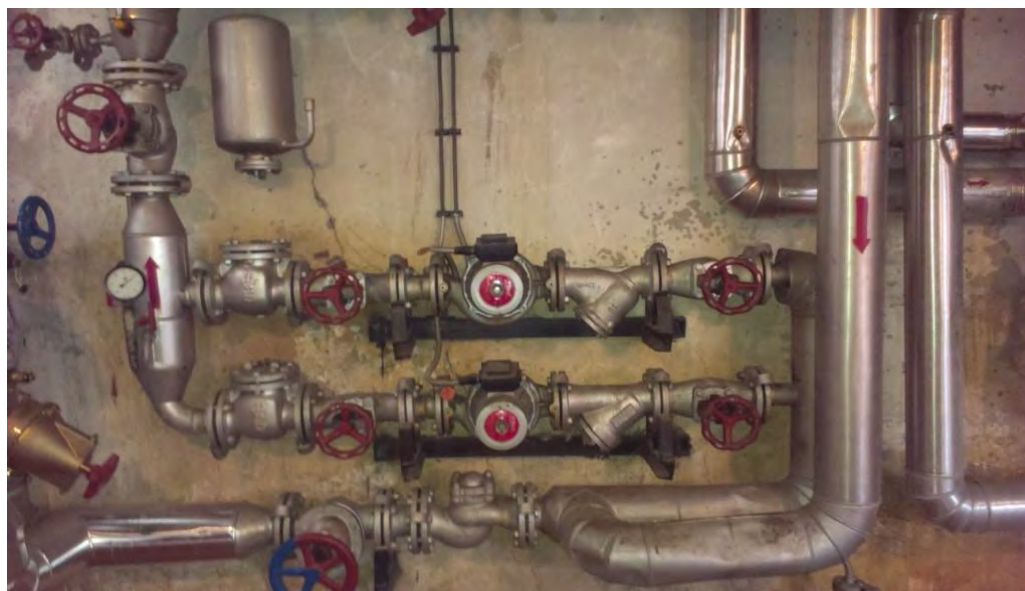
Za cirkulaciju toplovodnog sustava grijanja, odnosno sustava PTV-a koriste se cirkulacijske pumpe BIRAL L 655, odnosno ELEKTROKOVINA.

Pretežita ogrijevna tijela u sustavu grijanja zgrade su limeni radijatori tipa LIPOVICA i drugi.

Ukupan broj ogrijevnih tijela u objektu je 232.

Ekspanzija vode u sustavu riješena je ekspanzijskom posudom.

Slika 6. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice



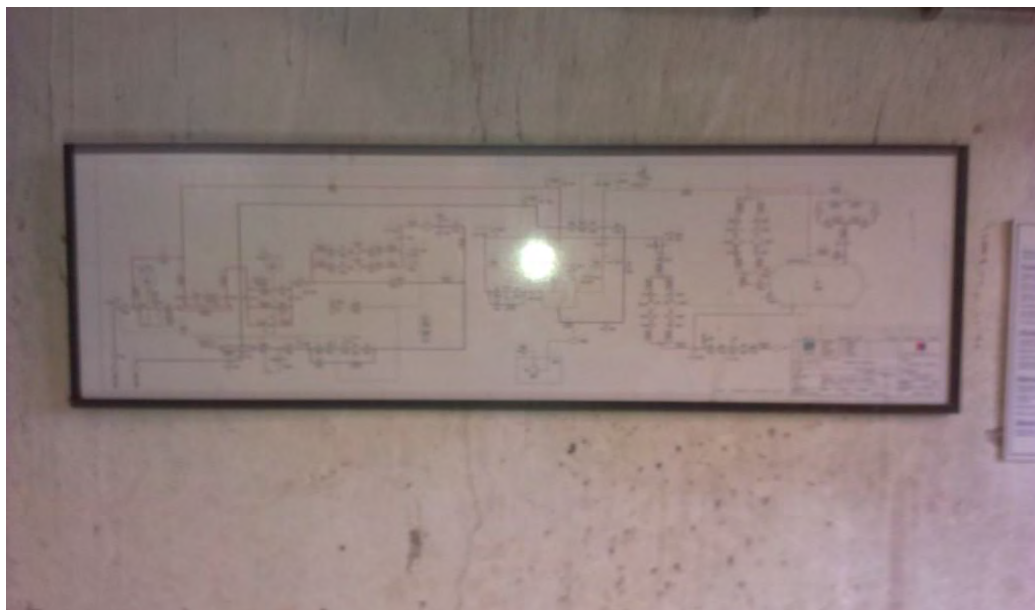
Slika 7. Spremnik potrošne tople vode



Slika 8. Izmjenjivač topline



Slika 12. Funkcionalna shema toplinske podstanice



Tablica 13. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja

Potrebna energija za referentne uvjete $Q_{h,nd,ref}$	Potrebna energija za stvarne uvjete $Q_{h,nd}$	Ukupno utrošena energija za grijanje	Utrošena energija iz toplinske mreže
kWh	kWh	kWh	kWh
507 700	521 623	396 000	396 000

5.2 SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE

Priprema PTV vrši se u spremniku obujma 6 [m³] pomoću izmjenjivača topline.

Tablica 14. Modeliranje potrošnje PTV u 2012. 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 ³	l/dan, osoba	kWh/dan, osoba
Siječanj	31	19.333	26	332	70	4
Veljača	28	19.333	28,8	332	77	4,5
Ožujak	31	19.333	26	332	70	4
Travanj	30	19.333	26,8	332	70	4
Svibanj	31	19.333	26	332	70	4
Lipanj	30	21.000	29,2	360	78	4,5
Srpanj	31	19.000	25,5	332	70	4
Kolovoz	31	18.000	24,2	309	65	3,8
Rujan	30	19.333	26,8	332	70	4
Listopad	31	19.333	26	332	70	4
Studenj	30	19.333	26,8	332	70	4
Prosinac	31	19.333	26	332	70	4
UKUPNO:	365	232.000		4050		

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 232.000 kWh što odgovara dnevnoj potrošnji od 636 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.

$$G_{sek} = \frac{Q_{pros}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{27}{4,2 \cdot 50} = 0,128 \frac{kg}{s}$$

$$G_{sek} = 0,128 \cdot 24 \cdot 3600 = 11.108 \frac{l}{24h} = 11,1 m^3/dan PTV$$

5.3 SUSTAVI POTROŠNJE VODE

Zgrada se opskrbljuje sanitarnom i pitkom vodom iz mjesnog vodovoda.

Potrošnja vode u 2012. god.: $V=9.816 \text{ m}^3/\text{god.}$

Broj stanara u objektu: $n_s = 154$

Prosječna potrošnja vode po jednoj osobi i danu u objektu:

$$V_1 = \frac{V}{365 \cdot 154} \approx 0,175 \text{ m}^3 = 175 \text{ l}$$

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 zastupljen je samo izveden je pojedinačno split sustavima po stanovima raznih proizvođača, a ukupno je 32 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	285.000	kWh	296.300,00	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 70kW. O tipu rasvjetnih tijela i žarulja odlučuju vlasnici stambenih prostora, a za rasvjetu zajedničkih prostorija brine upravitelj zgrade.

5.8 OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE

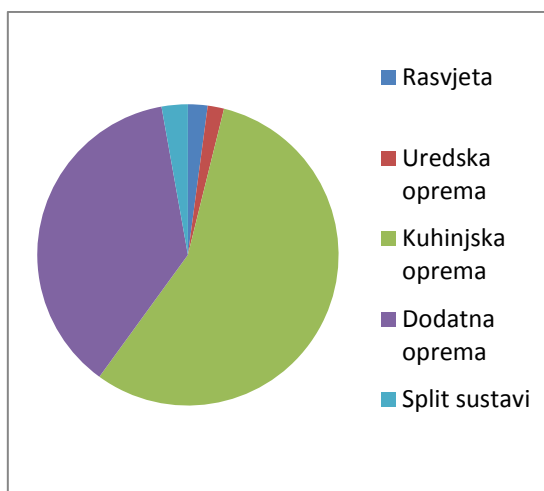
U ostale potrošače ulaze: uredska oprema, kuhinjska oprema, dodatna oprema (TV-oprema, HiFi, perilice rublja, dizala), split-sustavi.

Potrošnja dodatne opreme (uključivo dizala) za referentnu 2013. godinu iznosila je 106.000 kWh, što predstavlja **37%** ukupne potrošnje električne energije.

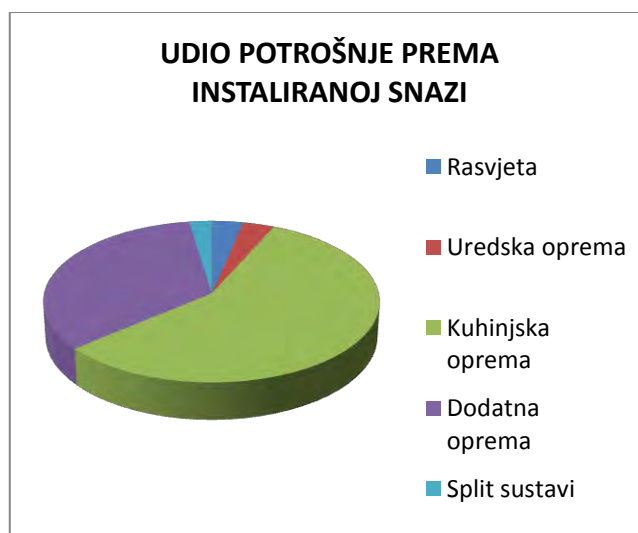
Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti

TIP OSTALIH TROŠILA PREMA VRSTI		
Tip ostalih trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Rasvjeta	70	6.000
Uredska oprema	70	5.000
Kuhinjska oprema	1200	160.000
Dodatna oprema	710	106.000
Split sustavi	50	8.000
UKUPNO	2100	285.000

Slika 9: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji



Slika 10: 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 –neboder , s 2 dizala , 1 odvojeni ulaz (1kućn broj)

A) Ukupan broj stanova u zgradi:	64
B) Broj ulaza:	1
C) Broj stanova x br.katova	5x12=60 (+4 u prizemlju)
C1) Broj stanara po stanu cca:	3,5
C2) Uk. broj stanara :	220
D) Uk. stambena površina:	3.950m ²
E) ostale površine:	
zp-stubište/spremišta/dizala	800m ²
zp-kotlovnica	150m ²
E1) Ukupna np zgrade	4.900m ²
F) Razvod i mjerenje el. energije-svaki stan pojedinačno iz PMO na stubištu, zajednička potrošnja-mjerenje zasebno	
G) Zgrada nema el.grijanje PTV	
G1) Zgrada nema el.grijanja prostorija	
H) Mjerenje dvotarifnim brojlilima djelatne energije u ST jedinicama	
J) za svaku jedinicu snaga trošila je limitirana:ST-736kW	
ZP st-13,8kW; ZP-kotlovnica 13,8kW	

2. Osnovni potrošači u prosječnoj ST jedinici – snaga

1) kuhinja osnovno	- štednjak s el pećnicom 1kom	3,5kW
	-hladjak 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 knx64 stana=22.400,00 kn/mj

=====
Realni račun za zgradu godišnje 22.400,00 kn/mj x12 = **268.800,00 kn/god**

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

- potrošači- rasvjeta stubišta i ulaza izvana i el.energija za pogon dizala

-mjerenje potrošnje zajedničko za skup stanara –zasebno u VT i NT

B1)- **rasvjeta** (13x 6x40W+2x60W - snaga uk: **3kW** instalirano

- **Dizala** 2x5 kW----- - **10kW** instalirano

B2) potrošnja prosječna ZP-stubišta naVT:13kW x1,5h=19,5kWh **585kWh /mj**

potrošnja prosječna ZP-stubišta na NT: 13kW x1h= 13kWh > **390kWh/mj**

B3)trošak ZP stubišta VT mjesečno: 585kWh x 0,84kn=490kn (cca 614kn s pdv)

trošak ZP stubišta NT mjesečno:390kWh x 0,42kn=163kn (cca 205kn s pdv)

trošak VT+NT= 819kn za energiju
+faktor opskrbe 1,25 < **1025kn** s pdv

Realni račun za stubište s dizalima: 1025kn x 12 =12.200,00kn s pdv-om za godinu.

C)ZP –spremišta

C1)mjerenje VT i NT

- jedini potrošači-rasvjeta fluo armature 4x4x18Ws potrošnjom balasta =360W
+ plafonjera1x60W, 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**

Trošak spremišta pribraja se trošku toplinske podstanice I plaća se kroz fond skupa stanara.

Ukupna potrošnja el.energije bez toplinske podstanice

ST jedinice: 268.800,00kn

ZP-stubišta/dizala: 12.200,00kn

ZP-spremišta: 225,00kn

Ukupno: cca 281.100,00kn

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 (630kn s pdv)

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

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

Ukupni godišnji trošak el energije za zgradu ST+ ZP stubišta + ZP spremišta + kotlovnica
(za 64 stana)

268.800,00 + 12.200,00 +225,00 +15.000,00 =~**296.300,00kn** (s PDV)

Po stanu godišnje: ~4.630,00kn/god/ST

Po stanu mjesečno: ~386,00kn/mj/ST

Diagram 1 Potrošnja el. energije na godišnjoj bazi (kn)
 1.1. ST 268.800,00kn 1.2 ZP-stubišta/dizala 12.200,00kn
 1.3 ZP-toplinskapodstanica 15,000,00x0,95 =14.250,00kn

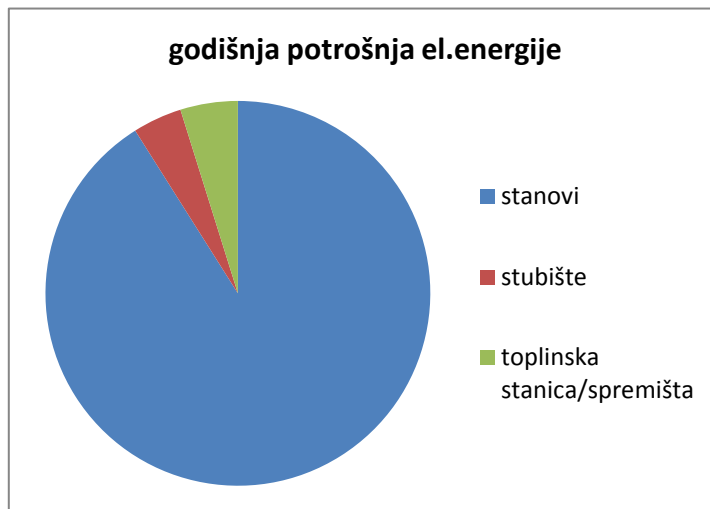


Diagram 1

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 a zamjenom s LED žaruljama nove generacije (120lm(W)
- 3) Poboljšanjem toplinske izolacije zgrade moguća je ušteda el.energije boljom regulacijom pumpi u toplinskoj podstanici od 10-20%

Slika 11: 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 ₂
	(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 modularane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.

Područje	Instalirana snaga (kW)	Faktor istovremenosti	Dnevni sati rada	Godišnje sati rada	Potrošnja (kn)
Rasvjeta	80	0,8	4	1000	18.000
Uredska oprema	80	0,5	4	1000	20.000
Kuhinjska oprema	1200	0,5	2	500	150.000
Dodatna oprema+ dizala	710	0,5	6	250	100.000
Split sustavi	60	0,5	4	200	8.000
SVEUKUPNO	2100				296.300,00

5.9.3 EMISIJE CO₂ KAO POSLJEDICA POTROŠNJE ENERGIJE I VODE

Tablica 20: 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 12 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]
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. Obračun se vrši po m ² bez dodatka za obradu špaleta, bez obzira na veličinu otvora. U jediničnu cijenu uključiti: 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 2. pripremne radove koji uključuju: - 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. 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	m ² 1.893,64	230,00	435.537,20

	koji će osiguravati siguran pristup zgradi, te dobava, montaža, korištenje i demontaža zaštitnog paravana kao osiguranja gradilišta)			
UKUPNO				435.537,20 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]				226.478,20
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³				53.555,47
Ušteda [kn/god.]				92.856,06 kn
JPP [god.]				4,69

Tablica 21: Tablica JPP građevinske mjere 1

Ukupna modelirana toplinska energija iznosi QH,nd = 521.623,30kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 295.145,10 kWh/godišnje. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 226.478,20 kWh/godišnje energije. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je 435.537,20kn, ostvarena ušteda u troškovima je 92.856,06 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 4,69godina.

Napomena:

Pored jedinične cijene uređaja, posebno treba navesti troškove armature, troškove demontaže stare opreme, instalacije nove opreme itd.

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 $U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, 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 ² 384,00	200	76.800,00
UKUPNO			76.800,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]			19.778,70
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³			4.677,07
Ušteda [kn/god.]			8.109,27 kn
JPP [god.]			9,47

Tablica 22: Tablica JPP građevinske mjere 2

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 521.623,30kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 501.844,60 kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 19.778,70 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 8.109,27 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 76.800,00 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 8.109,27 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 9,47 g.

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 ispunja međuprostora poliuretanskom izola cijskom pjenom.	m ² 1.069,16	900	962.581,20 kn
UKUPNO			962.244,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]			141.258,00
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³			33.403,36
Ušteda [kn/god.]			57.915,78 kn
JPP [god.]			16,61

Tablica 23: Tablica JPP građevinske mjere 3

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 521.623,30 \text{ kWh/godišnje}$. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 380.365,30 \text{ kWh/godišnje}$.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti $141.258,00 \text{ kWh/godišnje}$ potrebne energije za grijanje ili $57.915,78 \text{ kn/godišnje}$. Ukupno potrebno ulaganje je $962.244,00 \text{ kn}$, ostvarena ušteda u troškovima je $57.915,78 \text{ kn/godišnje}$, a period povrata investicije u mjeru je $16,61$ godine.

INTEGRALNE MJERE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 1.474.581,20 kn i godišnje uštede od 158.881,11 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 29,74 kWh/m²a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 42,80 kWh/m²a, odnosno energetski razred B.

UKUPNO	1.474.581,20 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	387.514,90
Smanjenje emisija CO ₂ [kg/god.] 1,9 kg CO ₂ /m ³	91.635,90
Ušteda [kn/god.]	158.881,11 kn
JPP [god.]	9,28

Tablica 24: Tablica JPP građevinske mjere 4

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 387.514,90 kWh/godišnje energije odnosno **158.881,11 kn**. Ukupno potrebno ulaganje u integralnu primjenu mjera je 1.474.581,20 kn, a **period povrata investicije** u mjere je **9,28 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% što iznosi (0,1 x 396 000) do 39 600 kWh/god. Ukupno se u zgradi nalazi 232 radijatora (Investicija: 231 kn/radijatoru = 53.592 kn)

Slika 12: 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 ₂
	(kn)	kWh/god	kn/god	godina	tona/god
Ugradnja radijatorskih ventila s elektroničkom termostatskom glavom sa programatorom	53.592	39.600	15.048	3,6	11,9

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.