



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, ULICA SLAVKA KOLARA 68

VELIKA GORICA

lokacija: k.č. br. 953/9



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 GRIJANJA PRIPREMA 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
6	PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	27
	POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE	27
	Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 404.179,20 kn i godišnje uštede od 23.789,18 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 46,13 kWh/m ² a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 59,98 kWh/m ² a, odnosno energetski razred B.	
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: Jugozapadno pročelje Kolareva 68</i>	12
Slika 9. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice.....	16
Slika 10. Spremnik potrošne tople vode.....	16
Slika 11. Izmjenjivač topline	16
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 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 1: Geometrijski podaci zgrade</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>	<i>15</i>
Tablica 15. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja	17
<i>Tablica 16. Modeliranje potrošnje PTV u 2012. 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 ₂	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

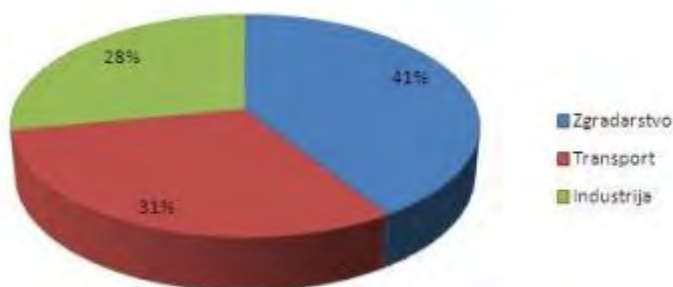
Pod pojmom energetske učinkovitosti podrazumijevamo široki opseg djelatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije u promatranom objektu, što rezultira smanjenjem emisije CO₂ uz nepromijenjenu toplinsku, svjetlosnu i drugu udobnost njezinih stanara.

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.

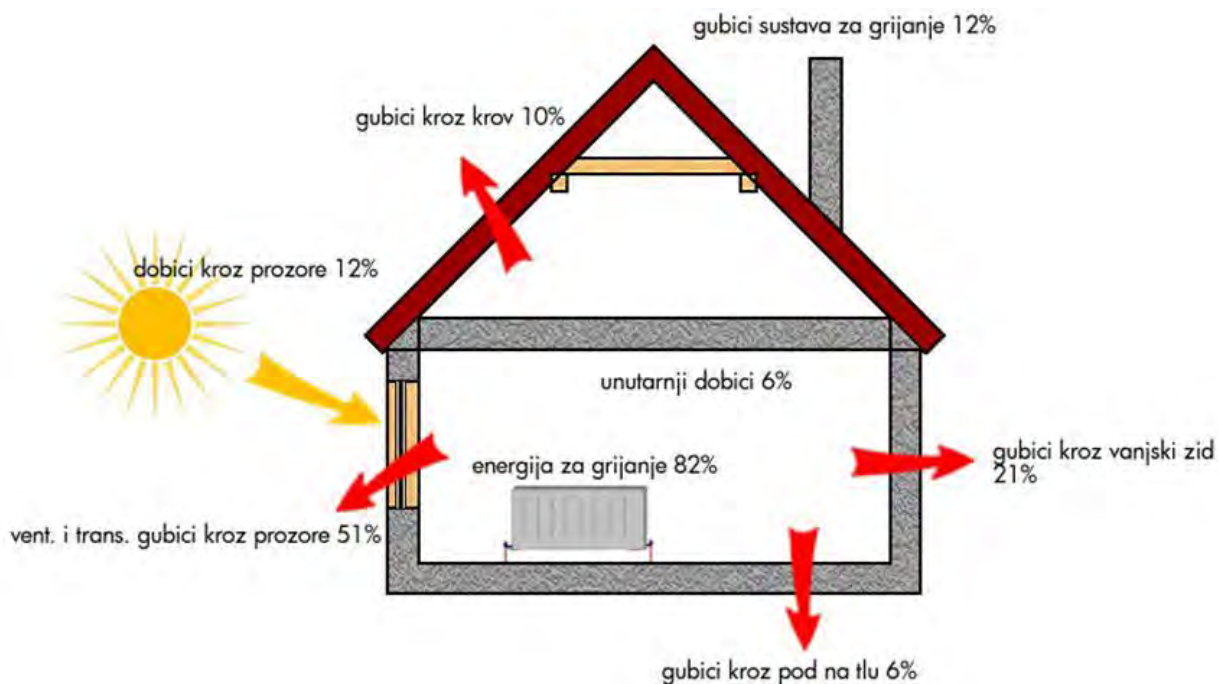
Slika 1. Udio potrošnje po sektorima



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	72.000
Toplinska energija, kWh /2012 god.	162.140
Voda, m ³ / 2012. god.	2.208

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

Napomena:

Zgrade na lokacijama S. Kolara 68, S.Kolara 68a i S. Kolara 70 opskrbljuju se toplinskom energijom iz iste toplinske podstanice na adresi S.Kolara 68. Udio ukupne toplinske energije za grijanje i pripremu tople vode, te potrošnje vode, određen je linearno prema odnosu korisne površine pojedine zgrade prema ukupnoj površini triju zgrada.

Na zgradu na lokaciji S. Kolara 68 otpada 33,5 % korisne površine od korisne površine svih triju zgrada.

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	65		1200	
Voda	-	2,5	-	35
Toplinska energija	184,7		2574	

NAPOMENA: Objekt koristi 63 stanara, ploština korisne površine zgrade je 878 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.	120.600	41.540	0,3* (120.600 + 41.540) /1000 = 48,6

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	
Oplošje grijanog dijela zgrade	A=1864,92[m ²]
Obujam grijanog dijela zgrade	V _e =2743,42[m ³]
Faktor oblika zgrade	f _o =0,68[m ⁻¹]
Ploština korisne površine	A _k =877,89[m ²]
Godišnja potrebna toplina za grijanje	Q _{H,nd} =98517,14[kWh/a]
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine (zastambenezgrade)	Q ["] _{H,nd} =112,22(max=59,98)[kWh/m ² a]
Godišnja potrebna energija za hlađenje	Q _{C,nd} =12300,34[kWh/a]
Koeficijent transmisivnog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade	H ¹ _{tr,adj} =0,92(max=0,52)[W/m ² K]
Koeficijent transmisivnog toplinskog gubitka	H _{tr,adj} =1708,08[W/K]
Koeficijent toplinskog gubitka provjetranjem	H _{ve,adj} =434,56[W/K]
Ukupni godišnji gubici topline	Q _i =654729,56[MJ]
Godišnji iskoristivi unutarnji dobici topline	Q _i =138426,38[MJ]
Godišnji iskoristivi solarni dobici topline	Q _s =239358,19[MJ]
Ukupni godišnji iskoristivi dobici topline	Q _g =377784,57[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)	112,22	59,98	/	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za referentne klimatske podatke (za stambene zgrade) (referentna klima-kontinentalna)	108,64	59,98	109	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 ₂
			El. en. kWh/god	Topl. En. kWh/god	Voda m ³ /god	Ukupno kn/god		
		(kn)						
1	Poboljšanje elektroenergetskog sustava stubište	1300,00	600	-	-	690	1,8	0,225
2	Ugradnja radijatorskih ventila	16.863	-	12.060	-	4.583	3,7	3,6
3	Toplinska izolacija stropa prema negrijanom tavanu	33.120	-	13.858	-	5.681	5,83	3,2
4	Toplinska izolacija vanjske ovojnice (ETICS)	146.059	-	21.302	-	8.734	16,72	5
5	Zamjena staklenih stijena i prozora	225.000	-	22.862	-	9.373	24	5,4
6	Integralne mjere vanjske ovojnice zgrade	404.179	-	58.022	-	23.789	17	13,7

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 10.12. 2014. obavljen je energetski pregled stambene zgrade sa 16 stanova, u Velikoj Gorici, Slavka Kolara 68.

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 Kolareva 68

LOKACIJA: Velika Gorica

ADRESA: Slavka Kolara 68

KONTAKT: Siniša Belošević

TELEFON:

DATUM POSJETA: 20.07.2014. i 10.12.2014.

5 OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI



Slika 3: Jugozapadno pročelje Kolareva 68

Stambena zgrada izgrađena je adresi Slavka Kolara 68, Velika Gorica, k.č. 953/9, k.o. Kurilovec. Zgrada je isključivo stambene namjene, katnosti P+4. U zgradi se nalaze po četiri stana na svakoj etaži, ukupno 16 stanova. Projektna dokumentacija za gradnju izrađena je 1988. godine, a zgrade 1989. godine. Grijanje u zgradi je centralno preko toplane. Zgrada je spojena na elektro mrežu te vodovod i kanalizaciju. Sva energija se troši na stanovanje.

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 ima jedan ulaz u sredini objekta, te centralno stubište za vertikalnu komunikaciju. Prizemlje zgrade sa šupama i spremištem je negrijano, dok se u drugom dijelu prizemlja, nalazi šest garaža, te je taj prostor otvoren. Na katovima (od prvog do četvrtog) su stanovi – četiri po etaži. Iznad četvrtog kata je tavan te kosi četverovodni krov.

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE

Konstrukcija zgrade je armirano betonska, armiranobetonske ploče i zidovi $d=16cm$.

Vanjski zidovi su od siporex blokova obostrano ožbukani, te je postavljena termoizolacija na vanjskoj strani – EPS 5 cm.



Pregradni zidovi – siporex blok obostrano ožbukan.

Strop prema tavanu – armiranobetonska ploča sa 6cm stiropora



OPIS OPĆEG STANJA GRAĐEVINE I VANJSKE OVOJNICE GRAĐEVINE

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošje grijanog dijela zgrade– $A[m^2]$	1864,92
Obujam grijanog dijela zgrade– $V_e[m^3]$	2743,42
Obujam grijanog zraka– $V[m^3]$	2194,74
Faktor oblika zgrade– $f_0[m^{-1}]$	0,68
Ploština korisne površine– $A_k[m^2]$	877,89
Ukupna ploština pročelja– $A_{uk}[m^2]$	962,95
Ukupna ploština prozora– $A_{wuk}[m^2]$	327,91

Tablica 7: Geometrijski podaci zgrade

IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE I MAKSIMALNOG DOPUŠTENOG
PREMA VAŽEĆEM TEHNIČKOM PROPISU

Nazivgrađevnogdjela	A[m ²]	U[W/m ² K]	U _{max} [W/m ² K]
VZ1-Vanjski zid siporeksa	188,48	0,63	0,30
VZ2-Vanjski zid od betonskih lamela-bočni	239,10	0,60	0,30
VZ3-Vanjski zid od betona d=25cm	21,37	3,27	0,30
VZ4-Vanjski zid od betona (bočni)	134,02	0,62	0,30
VZ1/n-v-Vanjski zid siporeksa	44,76	0,63	0,30
VZ1/n-v/- zid od betona stubišta	7,31	0,75	0,30
Z1- zid od betona prema stubištu	386,39	0,70	0,40
P1-Pod u šupama	138,30	1,78	0,30
MK2-Strop prema negrijanom tavanu	254,02	0,58	0,25
MK2/n--Strop prema tavanu	22,09	0,58	0,25
MK1-Strop prema negrijanom prostorijama	145,26	0,63	0,25
k1-Kosi krov-šupe	6,96	3,82	0,25
MK1/g-v/-Strop prema garažama	129,08	0,63	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	2,20	Sjevero-istok	2,88	16,00
	2,20	Jugo-zapad	2,88	16,00
BV1+P-Balkonska vrata s otvorom	2,20	Sjevero-istok	8,18	8,00
	2,20	Jugo-zapad	8,18	4,00
S1-Otvor na stubištu	4,00	Sjevero-istok	1,00	32,32
BV2+P-Balkonska vrata s otvorom	2,20	Sjevero-istok	8,18	8,00
	2,20	Jugo-zapad	8,18	4,00
V1 Ulazna vrata u zgradu	4,00	Jugo-zapad	7,11	1,00
V2-Ulazna vrata u stanove	2,00	Sjevero-istok	2,05	3,00
	2,00	Jugo-istok	2,05	2,00
	2,00	Jugo-zapad	2,05	8,00
P2-Prozori u šupama	2,20	Sjevero-istok	0,36	2,00

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 siporeksa	137,085
VZ2-Vanjski zid od betonskih lamela-bočni	167,272
VZ3-Vanjski zid od betona d=25cm	71,939
VZ4-Vanjski zid od betona (bočni)	96,753
MK2-Strop prema negrijanom tavanu	172,971
MK1/g-v/-Strop prema garažama	94,325

Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač

Naziv otvora	n	A _w	U _w	H _D
P1-Prozor dvokrilni	32,00	2,88	2,20	202,75
BV1+P-Balkonska vrata s otvorom	12,00	8,18	2,20	215,95
S1-Otvor na stubištu	32,32	1,00	4,00	129,28
BV2+P-Balkonska vrata s otvorom	12,00	8,18	2,20	215,95
V1 Ulazna vrata u zgradu	1,00	7,11	4,00	28,44
V2-Ulazna vrata u stanove	13,00	2,05	2,00	53,30
P2-Prozori u šupama	2,00	0,36	2,20	1,58

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	Q _{H,tr}	Q _{H,v}	Q _{H,ht} [kW h]	Q _{H,sol}	Q _{H,in}	Q _{H,gn} [kW h]	γ _H	η _{H,gn}	α _{red,H}	L _{H,m}	Q _{H,nd} [kW h]
MJESEČN											
Siječanj	26.43	6.72	33.158	3.482	3.26	6.748	0,20	1,00	0,96	31,0	25.316
Veljača	20.77	5.28	26.061	4.981	2.95	7.930	0,30	0,99	0,94	28,0	17.016
Ožujak	17.91	4.55	22.477	7.913	3.26	11.179	0,50	0,98	0,90	31,0	10.282
Travanj	11.56	2.94	14.501	10.29	3.16	13.454	0,93	0,87	0,81	30,0	2.265
Svibanj	5.973	1.52	7.492	5.604	3.26	8.870	1,18	0,76	0,76	16,0	287
Lipanj	1.845	469	2.314	6.018	3.16	9.178	3,97	0,25	0,71	0,00	0
Srpanj	-127	-32	-159	6.193	3.26	9.459	-	-	1,00	0,00	0
Kolovoz	890	226	1.116	5.045	3.26	8.311	7,45	0,13	0,71	0,00	0
Rujan	5.165	1.31	6.479	3.568	3.16	6.728	1,04	0,82	0,79	16,0	393
Listopad	12.07	3.07	15.144	6.948	3.26	10.214	0,67	0,95	0,86	31,0	4.646
Studeni	18.07	4.59	22.678	3.820	3.16	6.980	0,31	0,99	0,94	30,0	14.722
Prosinac	24.27	6.17	30.448	2.624	3.26	5.890	0,19	1,00	0,96	31,0	23.591
UKUPNO											98517

Tablica 12: Potrebna energija za grijanje

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje zgrade za stvarne klimatske podatke (meteorološka postaja Zagreb Maksimir) iznosi 98.517,14 kWh.

Specifična potrebna toplinska energija za grijanje za stvarnu klimu je 112,22 kWh/m²a, dok je maksimalna dozvoljena za zgradu ovih geometrijskih karakteristika 59,98 kWh/m²a.

Proračunom za referentnu klimu kontinentalne Hrvatske izračunata je specifična potrebna toplinska energija za grijanje Q_{H,nd,ref} = 108,64 kWh/m²a, 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 prizemlju objekta. 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.

Za cirkulaciju toplovodnog sustava grijanja, odnosno sustava PTV-a koriste se cirkulacijske pumpe BIRAL L 655, odnosno IMP NMT 65.

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

Ukupan broj ogrijevnih tijela u objektu je 73.

Ekspanzija vode u sustavu riješena je ekspanzijskom posudom.

Slika 4. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice



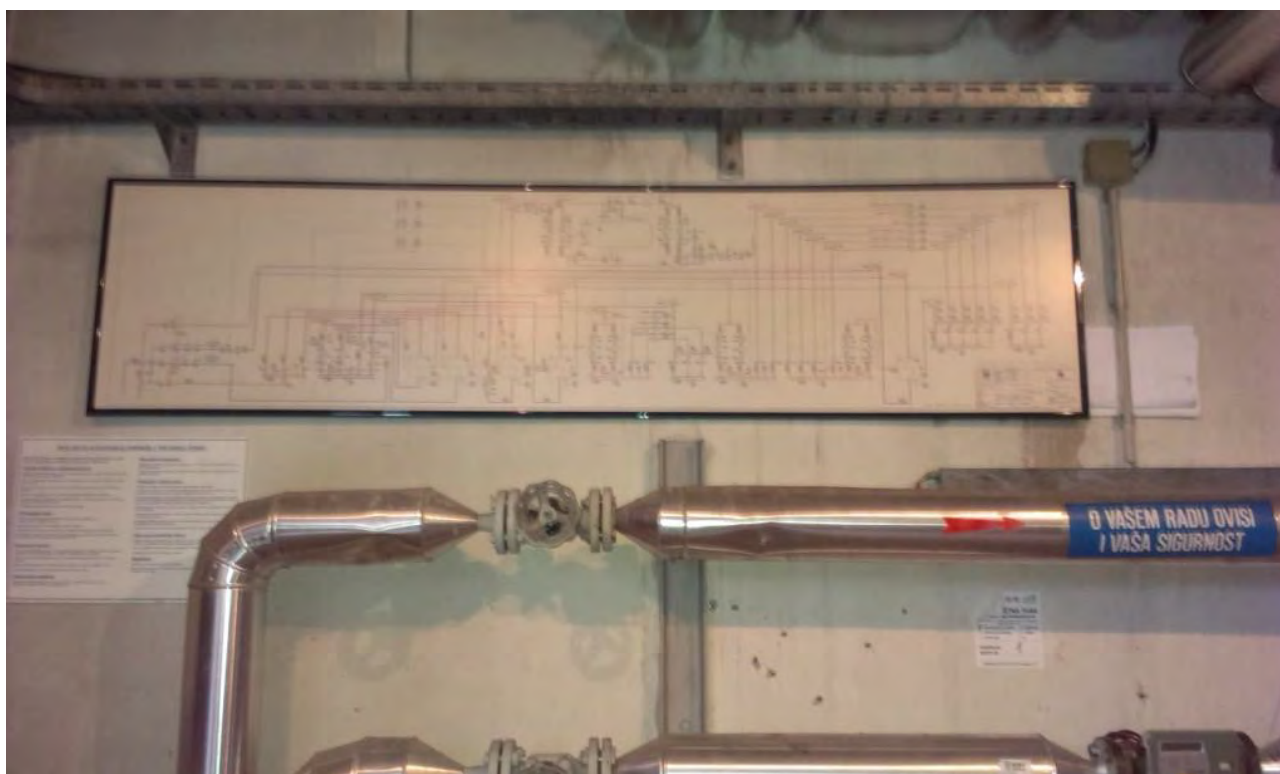
Slika 5. Spremnik potrošne tople vode



Slika 6. 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
95 370	98 517	120 600	120 600

5.2 SUSTAV GRIJANJA PRIPREMA 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	3.460	4,65	59	30	1,77
Veljača	28	3.460	4,65	54	30	1,96
Ožujak	31	3.460	4,65	59	30	1,77
Travanj	30	3.460	4,65	58	31	1,83
Svibanj	31	3.460	4,65	59	30	1,77
Lipanj	30	3.460	4,65	58	31	1,83
Srpanj	31	3.460	4,65	59	30	1,77
Kolovoz	31	3.460	4,65	59	30	1,77
Rujan	30	3.460	4,65	58	31	1,83
Listopad	31	3.460	4,65	59	30	1,77
Studenj	30	3.460	4,65	58	31	1,83
Prosinac	31	3.460	4,65	59	30	1,77
UKUPNO:	365	41.520		698		

Potrošnja PTV kreće se nešto ispod raspona 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 41.520 kWh što odgovara dnevnoj potrošnji od 114 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.

$$G_{sek} = \frac{Q_{pros}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{4,65}{4,2 \cdot 50} = 0,022 \frac{kg}{s}$$

$$G_{sek} = 0,022 \cdot 24 \cdot 3600 = 1,913 \frac{l}{24h} = 1,91 m^3/dan PTV$$

5.3 SUSTAVI POTROŠNJE VODE

Zgrada se opskrbljuje sanitarnom i pitkom vodom iz mjesnog vodovoda.

Potrošnja vode u 2012. god.: $V = 2.032 \text{ m}^3/\text{god.}$

Broj stanara u objektu: $n_s = 63$

Prosječna potrošnja vode po jednoj osobi i danu u objektu:

$$V_1 = \frac{V}{365 \cdot 63} \approx 0,088 \text{ m}^3 = 88 \text{ l}$$

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 25 klima uređaja prosječne snage oko 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	72.000	kWh	73.155,00	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 5kW. O tipu rasvjetnih tijela i žarulja odlučuju vlasnici stambenih prostora, a za rasvjetu zajedničkih prostorija brine upravitelj zgrade.

5.8 OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE

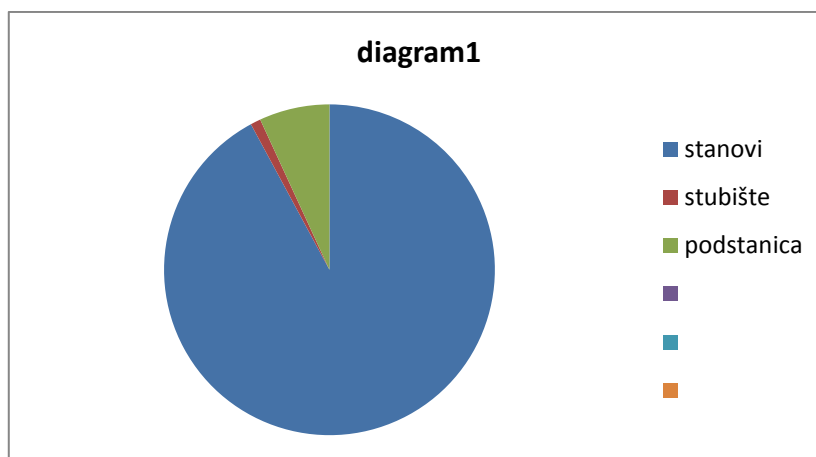
U ostale potrošače ulaze: uredska oprema, kuhinjska oprema, dodatna oprema (TV-oprema, HiFi, perilice rublja) i split-sustavi.

Potrošnja dodatne opreme za referentnu 2013. godinu iznosila je 30.000 kWh, što predstavlja 42% ukupne potrošnje električne energije.

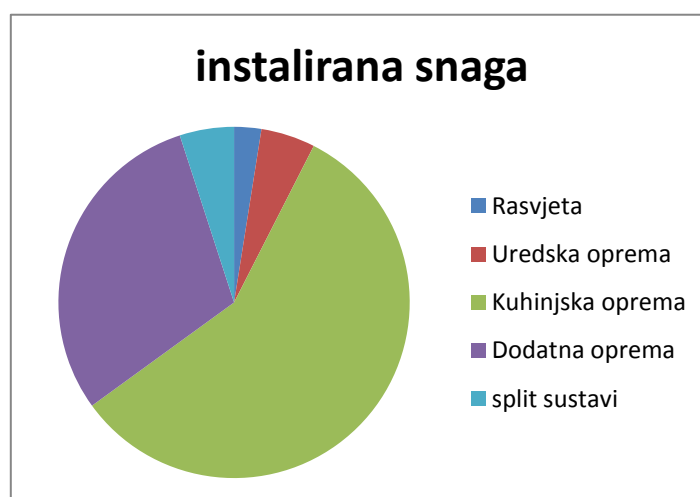
Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti

TIP OSTALIH TROŠILA PREMA VRSTI		
Tip ostalih trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Rasvjeta	5	2.000
Uredska oprema	10	2.000
Kuhinjska oprema	115	35.000
Dodatna oprema	60	30.000
Split sustavi	10	3.000
UKUPNO	200	72.000

Slika 7: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji



Slika 8: 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 - 1 odvojeni ulaz (kućni broj)

A) Ukupan broj stanova u zgradi:	16
B) Broj ulaza:	1
C) Broj stanova:	16
C1) Broj stanara po stanu cca:	3,5
C2) Uk. broj stanara	55
D) Uk. stambena površina:	1.014m ²
E) ostale površine:	
zp-stubište/sprema	90m ²
zp-kotlovnica	160m ²
garažni prostori u prizemlju	200m ²
E1) Ukupna np zgrade	1.364m 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 brojilima djelatne energije u ST jedinicama,	
J) za svaku jedinicu snaga trošila je limitirana: ST-736kW;	
ZP st-7,36kW; ZP-kotlovnica 13,8kW	

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-om cca 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 kn x16 stanova=5.600,00 kn/mj

=====
Realni račun za zgradu godišnje 5.600,00 kn/mj x12 = 67.200,00 kn/god

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

- jedini potrošači- rasvjeta stubišta i ulaza izvana

-mjerenje potrošnje –zasebno brojilo u VT i NT tarifi

B1) rasvjeta 16x40W+2x60W - snaga uk:**780W**

B2) potrošnja prosječna ZP-stubišta naVT:0,78kW x1,5h=1,17kWh > **35kWh /mj**

potrošnja prosječna ZP-stubišta na NT:0,78kW x1h=0,78kWh > **23,4kWh/mj**

B3)trošak ZP stubišta VT mjesečno:35x0,84=29,5kn (cca **36,75kn s pdv**)

trošak ZP stubišta NT mjesečno:23,4kWh x 0,42kn=9,8kn (cca **12kn s pdv**)

trošak VT+NT 48,75kn za energiju

+faktor opskrbe 1,25 < **61,00kn s pdv**

Realni račun stubište: 1x 61=61,00kn/mj> **730,00kn/god**

C) ZP –spremište –trošak se pribraja potrošnji toplinske stanice I plaća se iz zajedničkog fonda

Ukupna potrošnja el.energije - bez toplinske podstanice

ST jedinice: 67.200,00kn

ZP-stubišta: 730,00kn

ZP-spremišta: 225,00kn-pribraja se trošku toplinske stanice

Ukupno: cca **67,830,00kn**

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 $1,57 \times 0,75 \times 16$ **19kWh na VT dnevno(600kWh/mj)**

Energija NT; istovremenost 0,5 $1,57 \times 0,5 \times 16$ **15kWh na NT dnevno(450kWh/mj)**

D3)trošak el energije VT mj: $600 \times 0,84 \text{kn} = 504,00 \text{kn}$ **(630kn/mj s pdv)**

trošak el energije NT mj: $450 \times 0,84 \text{kn} = 378,00 \text{kn}$ **(472,50kn/mj s pdv)**

Ukupno: $1000 \text{kn} + \text{faktor HEP-a } 1,25 =$ **1.250kn/mj (15.000,00kn/god)**

Napomena: trošak se dijeli linearno po broju stanova jer podstanica opskrbljuje I druge zgrade, tj. Trošak el energije za zgradu "68" iznosi 30% tj 5.000,00kn ukupno.Uz trošak spremišta (225kn) iznos je 5.225.00kn godišnje za zgradu odnosno 27,5kn mjesečno po stanu.

Ukupni godišnji trošak el energije za zgradu ST+ ZP stubišta + udio kotlovnice
(za 16 stanova)

$67.200,00 + 730,00 + 5.225,00 = \sim 73.155 \text{kn}$ (s PDV)

Po stanu godišnje: **$\sim 4.572,00 \text{kn/god/ST}$**

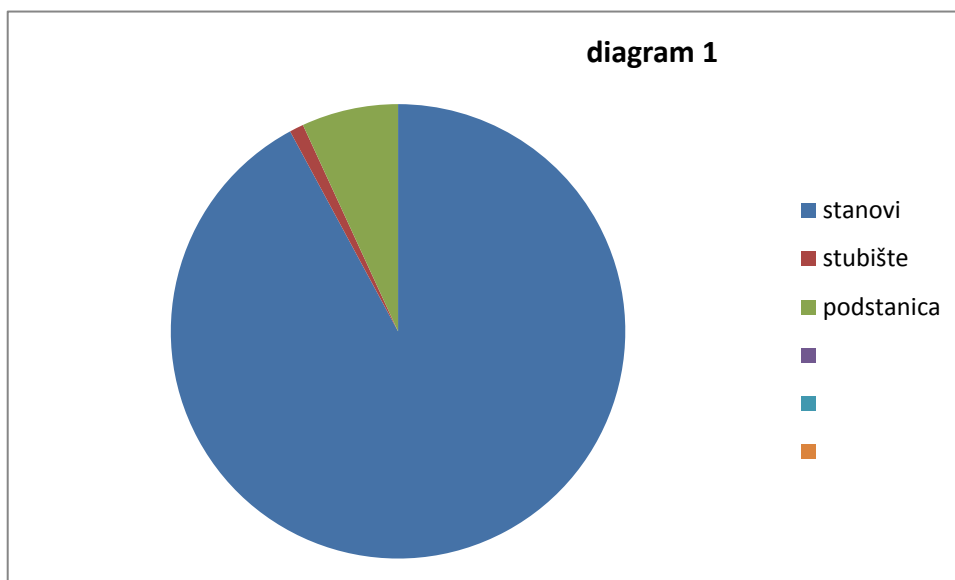
Po stanu mjesečno: **$\sim 381,00 \text{kn/mj/ST}$**

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

1.1. ST 67.200,00kn 1.2 ZP-stubišta 730,00 kn

1.3 ZP-toplinskapodstanica – udio $5.000,00 \times 0,95 = 14.250,00kn$

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

Slika 9: Primjer zamjenskih LED žarulja



VPC: 49,80kn

63,98kn

48,60kn

49,80kn

ZIK d.o.o.

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	20x 65kn=1300kn	600	690	1,8	600x0,376=225kg

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	5	0,8	4	1000	2.000
Uredska oprema	10	0,5	4	1000	2.000
Kuhinjska oprema	115	0,5	2	500	35.000
Dodatna oprema	60	0,5	6	250	30.000
Split sustavi	10	0,5	4	200	3.000
SVEUKUPNO	200				72.000,00

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 $U = 0,20 - 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$.

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, gromobranska instalacija i atesti	m ² 635,04	230,00	146.059,20

	skele, izrada i uklanjanje po izvedbi radova pješačkog tunela iznad ulaza koji će osiguravati siguran pristup zgradi, te dobava, montaža, korištenje i demontaža zaštitnog paravana kao osiguranja gradilišta)			
UKUPNO				146.059,20
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]				21.302,34
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³				5.037,38
Ušteda [kn/god.]				8.733,96 kn
JPP [god.]				16,72

Tablica 21: Tablica JPP građevinske mjere 1

Ukupna modelirana toplinska energija iznosi $Q_{H,nd} = 98.517,14 \text{ kWh/godišnje}$. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 77.214,80 \text{ kWh/godišnje}$. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti $21.302,34 \text{ kWh/godišnje}$ energije. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je $146.059,20 \text{ kn}$, ostvarena ušteda u troškovima je $8.733,96 \text{ kn/godišnje}$, a period povrata investicije u mjeru je $16,72$ godina.

Napomena: ($1 \text{ kWh} = 0,41 \text{ kn}$, sve cijene su bez PDV-a)

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

TOPLINSKA IZOLACIJA STROPA PREMA NEGRIJANOM TAVANU

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 $U = 0,12/0,13/0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, 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.	$\text{m}^2 276$	120,00	33,120,00
UKUPNO			33.120,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]			13.858,25
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³			3.277,07
Ušteda [kn/god.]			5.681,88 kn
JPP [god.]			5,83

Tablica 22: Tablica JPP građevinske mjere 2

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 98.517,14 \text{ kWh/godišnje}$. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 84.658,89 \text{ kWh/godišnje}$.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 13.858,25 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 5.681,88 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 33.120,00 kn, ostvarena ušteta u troškovima je 5.681,88 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 5,83 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 smjernicama s brtvljenjem spoja prozora i zida brtvnom trakom $SD > 100$ s unutarnje strane, $SD < 50$ s vanjske strane te ispunja međuprostora poliuretanskom izola cijskom pjenom.	m ² 250	900	225.000,00
UKUPNO			225.000,00 kn
Ušteta u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]			22.861,79
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³			5.406,14
Ušteta [kn/god.]			9.373,33 kn
JPP [god.]			24,00

Tablica 23: Tablica JPP građevinske mjere 3

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 98.517,14$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 75.655,35$ kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 22.861,79 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 9.373,33 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 225.000,00 kn, ostvarena ušteta u troškovima je 9.373,33 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 24 godine.

INTEGRALNE MJERE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 404.179,20 kn i godišnje uštede od 23.789,18 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 46,13 kWh/m²a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 59,98 kWh/m²a, odnosno energetski razred B.

UKUPNO	404.179,20 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	58.022,38
Smanjenje emisija CO ₂ [kg/god.] 1,9 kg CO ₂ /m ³	13.720,59
Ušteda [kn/god.]	23.789,18 kn
JPP [god.]	16,99

Tablica 24: Tablica JPP građevinske mjere 4

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 58.022,38 kWh/godišnje finalne energije odnosno 23.789,18 kn. Ukupno potrebno ulaganje u integralnu primjenu mjera je 404.179,20 kn, a **period povrata investicije** u mjere je **17 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 između 10% što iznosi (0,1 x 120 600) do 12 060 kWh/god. Ukupno se u zgradi nalazi 73 radijatora (Investicija: 231 kn/radijatoru = 16.863 kn)

Slika 10: 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	16.863	12.060	4.583	3,7	3,6

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.