



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, JURJA DOBRILE 2-8

VELIKA GORICA

lokacija: k.č. br. 2111



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	17
	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
	1.OPĆENITO	28
	POSLOVNI PROSTORI U ZGRADI (PP)	28
	SUSTAV ELEKTRIČNE RASVJETE	29
	POBOLJŠANJE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA	31
6	PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	32
	POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE	32
	Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 2.190.699,90 kn i godišnje uštede od 125.082,88 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 34,61 kWh/m ² a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 47,95 kWh/m ² a, odnosno energetski razred B.	
	8. MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA	35
7	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	36

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: Prolaz kroz zgradu – strop iznad vanjskog zraka</i>	<i>13</i>
<i>Slika 5: Drveni prozori s dvostrukim staklom.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 6: Ulazna vrata u stubište</i>	<i>13</i>
Slika 7. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice.....	17
Slika 8. Spremnici tople potrošne vode	17
Slika 10: Udio električnih trošila zgrade prema snazi.....	22
Slika 9: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji	22
Slika 11: Primjer zamjenskih LED žarulja.....	26
Slika 12: Udio rasvjete prema snazi potrošača	30
Slika 15: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF	35

POPIS TABLICA

Tablica 1: Potrošnja energenata	7
Tablica 2: Pregled jedinične potrošnje vode i energije na godišnjoj razini	8
Tablica 3: Potrošnja energenata za 2012. godinu	8
Tablica 4: Ulazni podaci za izračun i dobivene vrijednosti	8
Tablica 5: Energetski razred zgrade	9
Tablica 6: Sumarni prikaz preporučenih mjera prema koracima za implementaciju	9
<i>Tablica 7: Geometrijski podaci</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 8: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 9: Koeficijenti prolaska topline otvora</i>	<i>15</i>
<i>Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač</i>	<i>15</i>
<i>Tablica 11: Gubici topline kroz vanjske otvore</i>	<i>16</i>
<i>Tablica 12: Potrebna energija za grijanje i hlađenje</i>	<i>16</i>
Tablica 13. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja	18
<i>Tablica 14. Modeliranje potrošnje PTV u 2012. Godini</i>	<i>19</i>
Tablica 15. Prosječna potrošnja vode l/dan, osoba (visoki standard)	20
Tablica 16: Električna energija za referentnu 2013. godinu	21
Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti	22
Tablica 18: Tablični prikaz uštede zanjenom žarulja LED žaruljom 7W u zajedničkim prostorima	27
Tablica 19: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.	27
Tablica 20: Specifični faktor emisije CO ₂	27
Tablica 21: Tip rasvjetnih tijela prema vrsti	29
Tablica 22: Udio rasvjete prema vrsti	29
Tablica 23: Tip rasvjetnih tijela prema snazi	30
Tablica 24: Tip ostalih potrošača prema vrsti 2013.god.	30
Tablica 25: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila	31
Tablica 26: Prikaz mjere i procijenjene uštede	31
<i>Tablica 27: Tablica JPP građevinske mjere 1</i>	<i>33</i>
<i>Tablica 28: Tablica JPP građevinske mjere 2</i>	<i>33</i>
<i>Tablica 29: Tablica JPP građevinske mjere 3</i>	<i>34</i>
<i>Tablica 30: Tablica JPP građevinske mjere 4</i>	<i>35</i>
Tablica 31: Prikaz mjere i procijenjene uštede	35

2 OSNOVNO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI

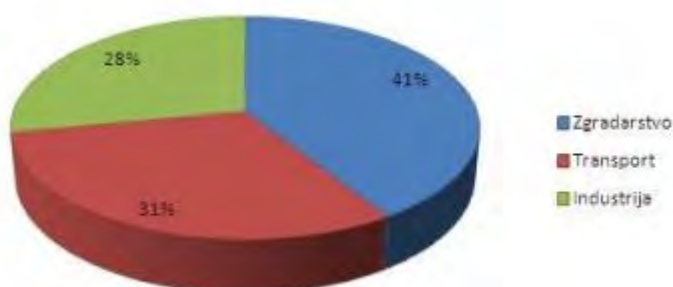
Pod pojmom energetske učinkovitosti podrazumijevamo široki opseg djelatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije u promatranom objektu, što rezultira smanjenjem emisije CO₂ uz nepromijenjenu toplinsku, svjetlosnu i drugu udobnost njezinih stanara.

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.

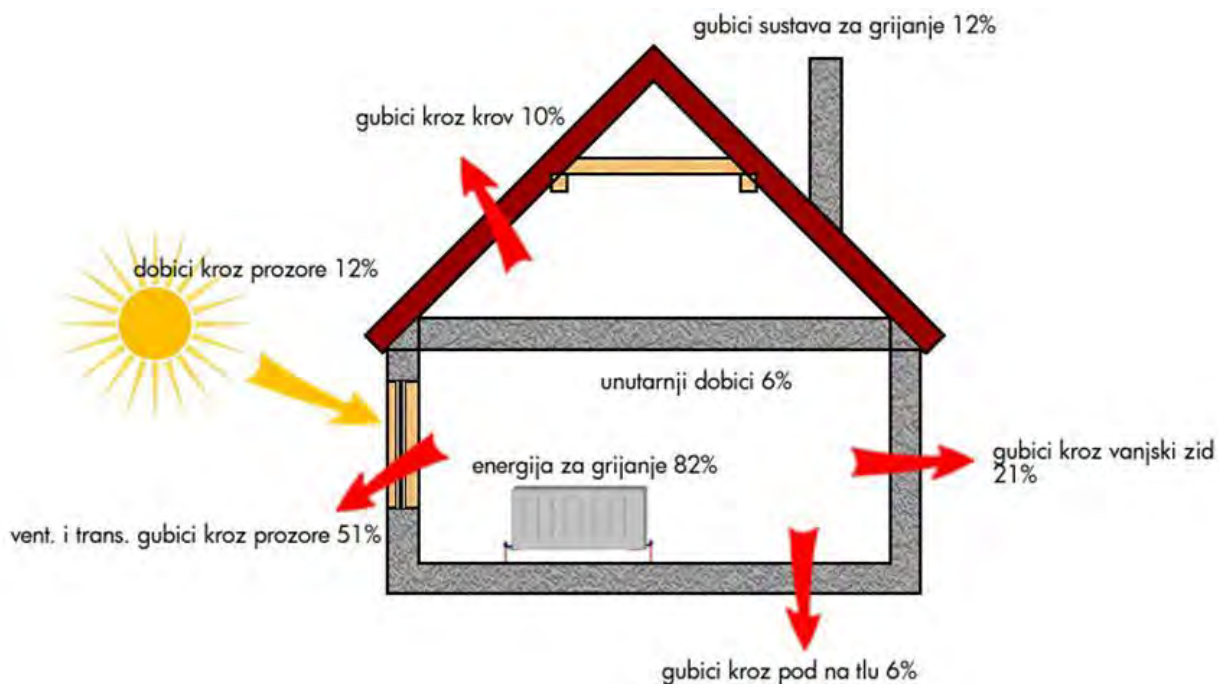
Slika 1. Udio potrošnje po sektorima



U sektoru zgradarstva leži i najveći potencijal 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 CO₂.

Tablica 1: Potrošnja energenata

Potrošnja energenata/godina	
Električna energija, zajednička potrošnja kWh	346.000
Toplinska energija, kWh /2012 god.	870.672
Voda, m ³ / 2012. god.	11.906

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	77		1150	
Voda	-	2,9	-	59,5
Toplinska energija	212,6		4353	

NAPOMENA: Objekt koristi 200 stanara, ploština korisne površine zgrade je 4095 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.	611.232	259.440	0,3* (611.232 + 259.440) /1000 =261,2

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

	STAMBENA ZONA
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 višu	
Oplošjegrijanogdijelazgrade	A=5497,55[m ²]
Obujamgrijanogdijelazgrade	V _e =14334,25[m ³]
Faktoroblikazgrade	f _o =0,38[m ⁻¹]
Ploštinakorispovršine	A _k =4095,25[m ²]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanje	Q _{H,nd} =446825,60[kWh/a]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanje po jedinici ploštine korisne površine (zastambenezgrade)	Q'' _{H,nd} =109,11 (max=47,95)[kWh/m ² a]
Godišnjapotrebnenergijazahlađenje	Q _{C,nd} =60081,13[kWh/a]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskog gubitka po jedinici oplošjegrijanogdijelazgrade	H' _{tr,adj} =1,38 (max=0,69)[W/m ² K]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskog gubitka	H _{tr,adj} =7572,59[W/K]
Koeficijenttoplinskog gubitka provjetranjem	H _{ve,adj} =2648,97[W/K]
Ukupnigodišnjigubicitopline	Q _i =3123410,00[MJ]
Godišnjiiskoristivi unutarnji dobicitopline	Q _i =645739,01[MJ]
Godišnjiiskoristivisolarnidobicitopline	Q _s =1268038,75[MJ]
Ukupnigodišnjiiskoristividobicitopline	Q _g =1913777,76[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)	109,11	47,95	/	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za referentne klimatske podatke (za stambene zgrade) (referentna klima-kontinentalna)	105,80	47,95	106	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.	Topl. En.	Voda	Ukupno		
		(kn)	kWh/god	kWh/god	m ³ /god	kn/god	god	tona/god
1	Poboljšanje elektroenergetskog sustava stubište	3.900	1300	-	-	1.495	2,6	0,5
2	Ugradnja radijatorskih ventila	24.024	-	18.340	-	6.970	3,4	5,5
3	Toplinska izolacija ravnog krova	216.056	-	29.911	-	12.264	17,6	7,8
4	Toplinska izolacija vanjske ovojnice (ETICS)	602.161	-	115.158	-	47.215	12,8	30
5	Zamjena staklenih stijena i prozora	1.169.019	-	160.011	-	65.604	17,8	41,8
6	Integralne mjere vanjske ovojnice zgrade	1.987.236	-	305.080	-	125.083	15,9	79,6

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

Od mjera navedenih u ovom izvješću preporuča se: toplinska izolacija vanjske ovojnice, toplinska izolacija ravnog krova, zamjena staklenih stijena i prozora, 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 87 stanova i 2 posl. prostora u Velikoj Gorici, Jurja Dobrile 2- 8.

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 Jurja Dobrile 2-8

LOKACIJA: Velika Gorica

ADRESA: Jurja Dobrile 2-8

KONTAKT: Ivan Todorić

TELEFON:

DATUM POSJETA: 20.07.2014. i 07.01.2015.

5 OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI

Stambena zgrada Jurja Dobrile 2 – 8 sastoji se od tri dilatacije s ukupno četiri ulaza (druga dilatacija ima dva ulaza, ostale dilatacije po jedan). Ulazi u na kućnim brojevima 2 do 8 su na sjeverozapadnoj strani. Zgrada ima šest etaža, prizemlje i pet katova.

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 1980 do 1986. Armiranobetonska konstrukcija s minimalnom toplinskom izolacijom. Betonski pregradni elementi, te drveni otvori na stanovima i metalni otvori na ulazima u zgradu i negrijane prostorije.

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE

Konstrukcija zgrade je armirano betonska.

Vanjski zidovi su armiranobetonski sa toplinskom izolacijom



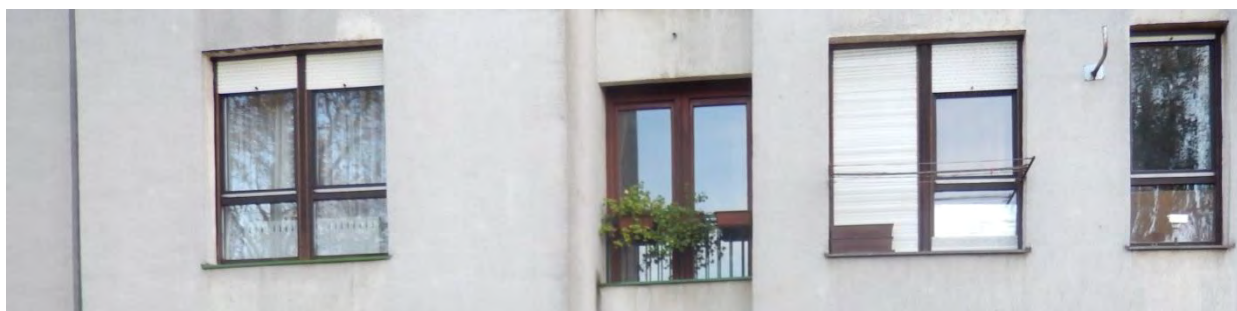
Slika 3: Vanjski zidovi stambene zgrade

Ravni krov – armiranobetonska ploča, EPS d=5cm, drvolut d=3,5cm, beton u padu, hidroizolacija.



Slika 4: Prolaz kroz zgradu – strop iznad vanjskog zraka

Otvori – Drveni prozori s dvostrukim staklom



Slika 5: Drveni prozori s dvostrukim staklom



Slika 6: Ulazna vrata u stubište

OPIS OPĆEG STANJA GRAĐEVINE I VANJSKE OVOJNICE GRAĐEVINE

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošjegrijanogdijelazgrade– A [m ²]	5497,55
Obujamgrijanogdijelazgrade– V_e [m ³]	14334,25
Obujamgrijanogzraka– V [m ³]	11467,40
Faktoroblikazgrade– f_0 [m ⁻¹]	0,38
Ploštinakorisnepovršine– A_k [m ²]	4095,25
Ukupnaploštinapročelja– $A_{v,k}$ [m ²]	4878,20
Ukupnaploštinaprozora– $A_{w,k}$ [m ²]	1298,64

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]
Vanjski zid - grijano	2361,41	0,89	0,30
Vanjski zid - negrijano	256,68	0,89	0,30
Zid prema garaži	85,80	2,09	0,30
Zid negrijanog prema garaži	284,76	2,09	0,30
Zid prema negrijanom prostoru	71,40	1,76	0,40
Pod prema tlu - grijano	283,02	0,70	0,30
Pod prema tlu - negrijano	360,52	1,89	0,30
Strop iznad negrijanog prostora	117,25	0,52	0,40
Strop iznad garaža	199,75	0,53	0,25
Strop iznad vanjskog prostora	118,81	0,53	0,25
Ravni krov	961,47	0,56	0,25

Tablica 8: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice

Naziv otvora	U_w [W/m ² K]	Orijentacija	A_w [m ²]	n
1	3,00	Sjevero-zapad	2,00	21,00
	3,00	Jugo-istok	2,00	25,00
	3,00	Jugo-zapad	2,00	4,00
2	3,00	Sjevero-zapad	3,80	21,00
	3,00	Jugo-istok	3,80	34,00
	3,00	Jugo-zapad	3,80	10,00
3	3,00	Sjevero-istok	3,92	11,00
	3,00	Sjevero-zapad	3,92	5,00
4	3,00	Sjevero-istok	1,40	5,00
	3,00	Sjevero-zapad	1,40	6,00
	3,00	Jugo-istok	1,40	5,00
5	3,00	Sjevero-istok	2,60	5,00
	3,00	Sjevero-zapad	4,85	9,00
9	3,00	Sjevero-zapad	5,29	5,00
	3,00	Jugo-zapad	5,29	5,00
10	3,00	Jugo-zapad	4,83	5,00
	3,00	Sjevero-istok	4,14	5,00
11	3,00	Sjevero-zapad	4,14	11,00
	3,00	Jugo-zapad	4,14	6,00

12	3,00	Sjevero-zapad	4,00	11,00
	3,00	Jugo-istok	4,00	25,00
13	3,00	Sjevero-istok	2,53	5,00
	3,00	Sjevero-zapad	2,53	5,00
	3,00	Jugo-istok	2,53	5,00
14	3,00	Sjevero-istok	2,07	5,00
	3,00	Jugo-zapad	2,07	20,00
15	3,00	Sjevero-istok	2,07	15,00
	3,00	Jugo-zapad	2,07	4,00
16	3,00	Jugo-istok	7,11	5,00
17	3,00	Sjevero-zapad	9,00	15,00
18	3,00	Jugo-zapad	3,68	2,00
22	3,00	Sjevero-zapad	4,90	4,00
Ulazna vrata u zgradu	3,10	Sjevero-zapad	8,20	4,00
Prozor u stubištu	3,10	Jugo-istok	34,60	4,00

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
Vanjski zid - grijano	2344,060
Zid prema garaži	187,617
Strop iznad garaža	126,284
Strop iznad vanjskog prostora	75,113
Ravni krov	630,457

Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač

Naziv otvora	n	A _w	U _w	H _D
1	50,00	2,00	3,00	300,00
2	65,00	3,80	3,00	741,00
3	16,00	3,92	3,00	188,16
4	16,00	1,40	3,00	67,20
5	5,00	2,60	3,00	39,00
7	9,00	4,85	3,00	130,95
9	10,00	5,29	3,00	158,70
10	5,00	4,83	3,00	72,45
11	22,00	4,14	3,00	273,24
12	36,00	4,00	3,00	432,00
13	15,00	2,53	3,00	113,85
14	25,00	2,07	3,00	155,25
15	19,00	2,07	3,00	117,99
16	5,00	7,11	3,00	106,65
17	15,00	9,00	3,00	405,00
18	2,00	3,68	3,00	22,08
22	4,00	4,90	3,00	58,80

Ulazna vrata u zgradu	4,00	8,20	3,10	101,68
Prozor u stubištu	4,00	34,60	3,10	429,04

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	117.937	3
2	veljača	77.373	30
3	ožujak	44.413	425
4	travanj	8.537	4.670
5	svibanj	1.019	3.050
6	lipanj	0	12.484
7	srpanj	0	21.374
8	kolovoz	0	14.735
9	rujan	1.196	2.008
10	listopad	18.094	1.278
11	studeni	67.515	23
12	prosinac	110.741	2
	UKUPNO	446826	60081

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 446.825,60 kWh.

Specifična potrebna toplinska energija za grijanje STAMBENU ZONU za stvarnu klimu je 109,11 kWh/m²a, dok je maksimalna dozvoljena za zgradu ovih geometrijskih karakteristika 47,95 kWh/m²a.

Proračunom za referentnu klimu kontinentalne Hrvatske izračunata je specifična potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd,ref} = 105,80$ 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 prizemlju objekta. Glavni ogrjevni medij je topla voda, koja se sustavom regulacije i razdjele dovodi do radijatorskog sustava grijanja zgrade.

Za cirkulaciju toplovodnog sustava grijanja, koriste se frekvencijski regulirane cirkulacijske pumpe IMP NMT 65, odnosno GRUNDFOS UPC 65-80.

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

Ukupan broj ogrjevnih tijela u objektu je 348, a na njih oko 70 % ugrađeni su toplinski razdjelnici i termostatski ventili.

Ekspanzija vode u sustavu riješena je ekspanzijskom posudom.

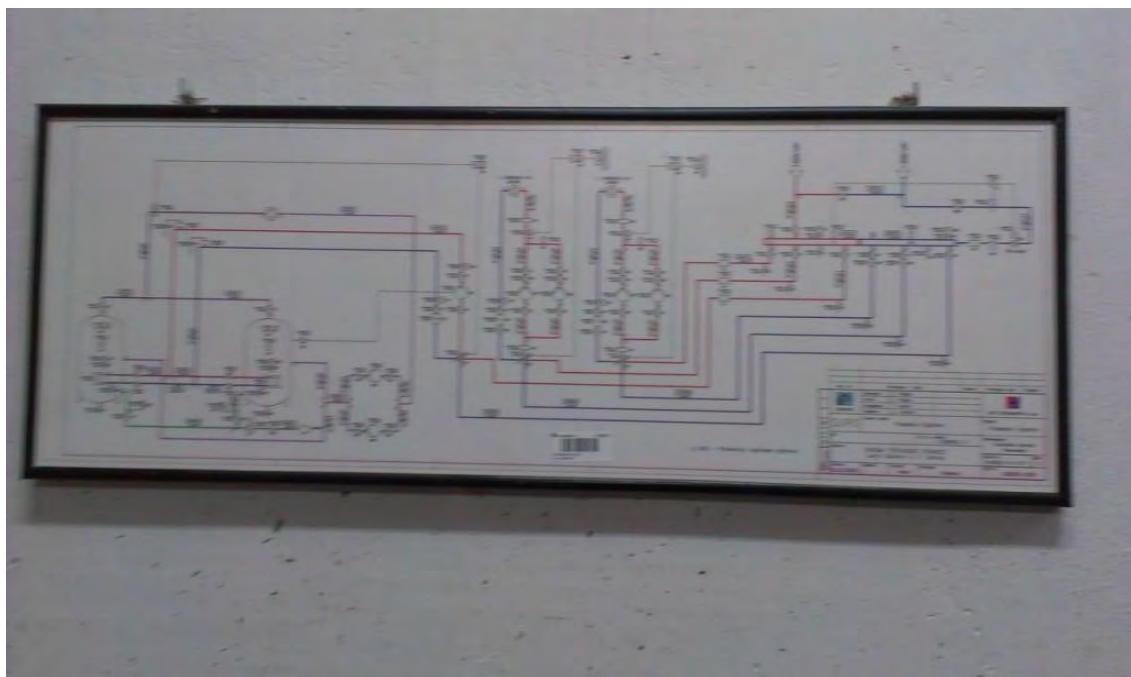
Slika 7. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice



Slika 8. Spremnici tople potrošne vode



Slika 11. 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
433 272	446 825	611 232	611 232

5.2 SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE

Priprema potrošne tople vode (PTV) obavlja se u spremnicima toplinske stanice kapaciteta 2 x 6 m³, a priprema se obavlja putem izmjenjivača topline instaliranih u samim spremnicima.

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	21.620	29,1	371	60	3,5
Veljača	28	21.620	32,2	371	66	3,8
Ožujak	31	21.620	29,1	371	60	3,5
Travanj	30	21.620	30	370	60	3,6
Svibanj	31	21.620	29,1	371	60	3,5
Lipanj	30	23.585	32,8	405	67,5	3,9
Srpanj	31	21.619	29,1	371	60	3,5
Kolovoz	31	19.654	26,4	337	54	3,2
Rujan	30	21.620	29,1	371	60	3,5
Listopad	31	21.620	29,1	371	60	3,5
Studeni	30	21.620	30	370	60	3,5
Prosinac	31	21.620	29,1	371	60	3,5
UKUPNO:	365	259.440		4.510		

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 259.440 kWh što odgovara dnevnoj potrošnji od 711 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.

$$G_{sek} = \frac{Q_{pros}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{30}{4,2 \cdot 50} = 0,143 \frac{kg}{s}$$

$$G_{sek} = 0,143 \cdot 24 \cdot 3600 = 12.355 \frac{l}{24h} = 12,36 \text{ m}^3/\text{dan PTV}$$

5.3 SUSTAVI POTROŠNJE VODE

Zgrada se opskrbljuje sanitarnom i pitkom vodom iz mjesnog vodovoda.

Potrošnja vode u 2012. god.: $V=11.906 \text{ m}^3/\text{god.}$

Broj stanara u objektu: $n_s = 200$

Prosječna potrošnja vode po jednoj osobi i danu u objektu:

$$V_1 = \frac{V}{365 \cdot 200} \approx 0,163 \text{ m}^3 = 163 \text{ l}$$

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 43 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	346.000	kWh	398.000,00	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 40kW (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

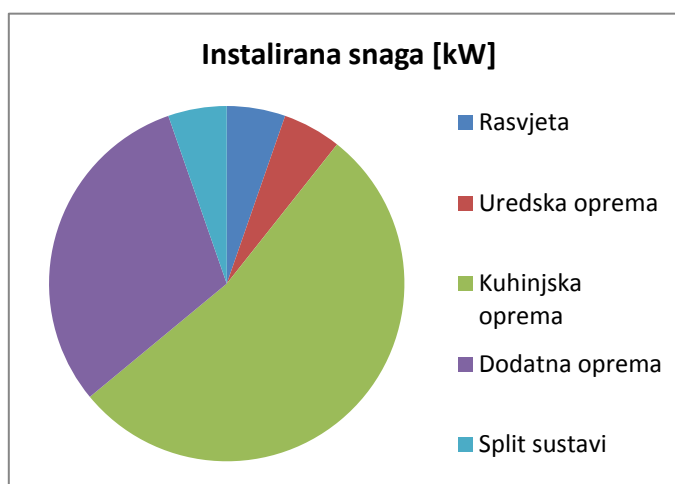
U ostale potrošače ulaze: uredska oprema, kuhinjska oprema, dodatna oprema (TV-oprema, HiFi, perilice rublja) i split-sustavi.

Potrošnja dodatne opreme za referentnu 2013. godinu iznosila je 156.000 kWh, što predstavlja **45%** ukupne potrošnje električne energije.

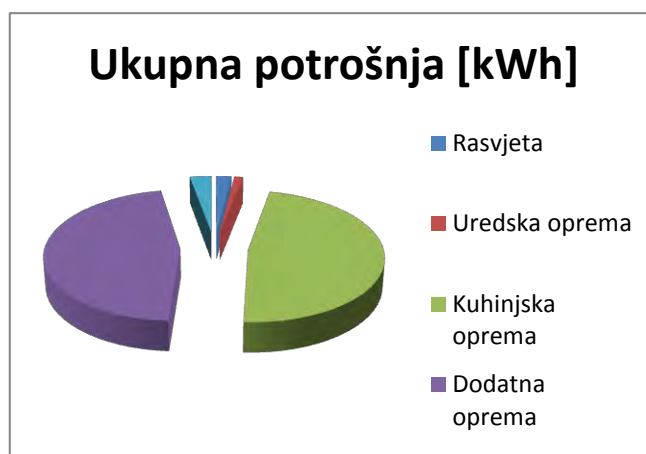
Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti

TIP OSTALIH TROŠILA PREMA VRSTI		
Tip ostalih trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Rasvjeta	40	7.000
Uredska oprema	40	4.000
Kuhinjska oprema	400	165.000
Dodatna oprema	230	160.000
Split sustavi	40	10.000
UKUPNO	750	346.000

Slika 9: Udio električnih trošila zgrade prema snazi



Slika 10: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji



5.9 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

5.9.1 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE -ST I ZP

1. Općenito o potrošnji el. energije u zgradi

Zgrada je niskoetažna, bez dizala sa 4 odvojenih ulaza (kućnih brojeva)

A) Ukupan broj stanova u zgradi: 87

B) Broj ulaza: 4

C) Broj stanova: 87

C1) Broj stanara po stanu cca: 3,5

C2) Uk. broj stanara : 300

C3) dva stana na broju 8 preuređana su dječji vrtić cca 30 djece

D) Uk. stambena površina: **4.250m²**(uključivp mini vrtić)

E) ostale površine:

PP (dva prizemna poslovna prostora) 120m²

zp-stubište/sprema 250m²

zp-kotlovnica 150m²

E1) Ukupna np zgrade **4.500m²**

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

zajednička potrošnja-mjerenje zasebno

PP vrtić- 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-30kW;

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 knx87 stan=30.450,00 kn/mj

=====

Realni račun za zgradu godišnje 30.450,00 kn/mj x12 = 365.400,00 kn/god+2,5%=**375.000kn/god**

=====

B) ZP-subišta – električni potrošači

- jedini potrošači- rasvjeta stubišta i ulaza izvana

-mjerenje potrošnje za svako od 4 stubišta –zasebno u VT i NT

B1) rasvjeta 10x40W+2x60W+ - snaga uk: 520W

B2) potrošnja prosječna ZP-stubišta naVT:0,52kW x1,5h=0,78kWh 23,4kWh /mj

potrošnja prosječna ZP-stubišta na NT:0,52kW x1h=0,52kWh > 15,6kWh/mj

B3)trošak ZP stubišta VT mjesečno:23,4x0,84= cca 20kn (cca 25 kn s pdv)

trošak ZP stubišta NT mjesečno:15,5kWh x 0,42kn=6kn (cca 8 kn s pdv)

trošak VT+NT 33kn za energiju

+faktor opskrbe 1,25 <**42,00kn s pdv**

Realni račun za sva 4 stubišta: 6x 42=250,00kn/mj> **3.000,00kn/god**

C) ZP –spremišta

C1) mjerenje VT i NT

- jedini potrošači-rasvjeta
- plafonjera 4x60W, uk. 2,4kW

C2) potrošnja na VT 2,4kWh x1h=2,4kWh (x30= **72kWh /mj**) **865kWh/god**

potrošnja na NT –zanemariva)

C3) trošak ZP spremišta VT: 72x1,15, kn= 82kn (**100kn s pdv**) **1200kn/god**

trošak s faktorom HEP-a 1,25 125kn/mj odnosno **1.500,00kn/god**

Ukupna potrošnja el.energije (bez PP ,uključivo vrtić ŽIREK) bez toplinske podstanice kroz godinu:

ST jedinice: 375.000,00kn

ZP-stubišta: 3.000,00kn

ZP-spremišta: 1.500,00kn

Ukupno: cca **379.500,00kn**

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

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

D1) potrošači: rasvjeta 4 kom plafonjere 1x200W= 800W

pumpa PTV recirkulirajuća 290W

pumpa vrele vode 880W

pumpa grijanja 3x250W= 750W

Ukupna snaga 2.75kW

D2) Energija VT; istovremenost 0,75 2,75x0,75x16 33kWh na VT dnevno(**1000kWh/mj**)

Energija NT; istovremenost 0,5 2,75x0,5 x16 22kWh na NT dnevno(**450kWh/mj**)

D3) trošak el energije VT mj: 1000x0,84kn=840,00kn (1000 kns pdv)

trošak el energije NT mj: 450x0,42kn=200,00kn (250kn s pdv)

Ukupno: 1250kn + faktor HEP-a 1,25= 1.550kn/mj (cca **18.500,00kn/god**)

Ukupni godišnji trošak el energije za zgradu ST+ ZP stubišta + ZP spremišta + kotlovnica
(za 87 stanova)

375.000,00 + 3.000,00 +1.500,00 +18.500,00 =~**398.000,00kn** (s PDV)

Po stanu godišnje: ~4.574,00kn/god/ST

Po stanu mjesečno: ~380,00kn/mj/ST

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

1.1. ST 375.000,00kn 1.2 ZP-stubišta 3.000,00 kn 1.3. ZP-spremišta 1.500,00kn

1.4 ZP-toplinskapodstanica 18.500,00x0,95 =17.500,00kn

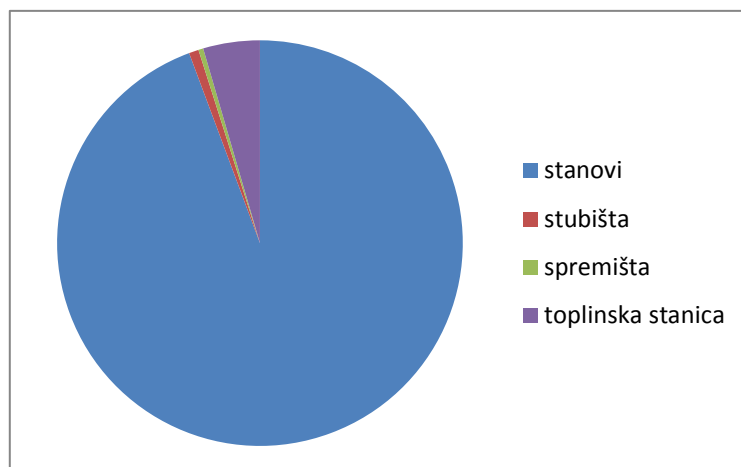


Diagram 1

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 11: 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	60x 65kn= 3.900kn	1300	1495	2,6	1300x0,376=488kg

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	40	0,8	4	1000	8.000
Uredska oprema	40	0,5	4	1000	15.000
Kuhinjska oprema	400	0,5	2	500	185.000
Dodatna oprema	230	0,5	6	250	180.000
Split sustavi	40	0,5	4	200	10.000
SVEUKUPNO	750				398.000,00

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

5.9.4 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U PP

1.OPĆENITO

POSLOVNI PROSTORI U ZGRADI (PP)



Dječji vrtić Žirek smješten je na prvoj etaži broja 8 u dva stana (vlasništvo grada V.Gorica).
Troškovi potrošnje el energije obrađeni su u stambenom dijelu izvješća.



Kafić BALTAZAR



Ured JADRANSKO OSIGURANJE

Poslovni prostori u prizemnom dijelu su KAFFE BAR I UREDSKI PROSTOR OSIGURANJA.
Potrošnja uredskog poslovnog prostora je minimalna te se zanemaruje.

Potrošnja el.energije u Kaffe baru pridonosi ukupnoj potrošnji zgrade kako slijedi:

Kaffe bar Baltazar smješten je u prizemlju zgrade nab r. 2 ,ali s odvojenim ulazom.

Površina -80m² ukupno sa sanitarnim dijelom

Električna oprema: rasvjeta,, hladnjak i PC, rashladni pult i espresso aparat.

Napajanje el.energijom iz zasebnog PMO s direktnim mjerenjem djelatne i jalove energije na VT i NT. EES 30kW. Tarifni model NN bijeli.

Grijanje prostora izvedeno je iz toplinske podstanice zgrade,a trošak el.energije podstanice kafić plaća kućnom savjetu (5% potrošnje)

Namjena – kaffe bar

SUSTAV ELEKTRIČNE RASVJETE

U zgradi se nalazi ukupno dva tipa rasvjetnih tijela: **svjetiljke s običnom žaruljom (60W)** i halogene spot armature (50W)

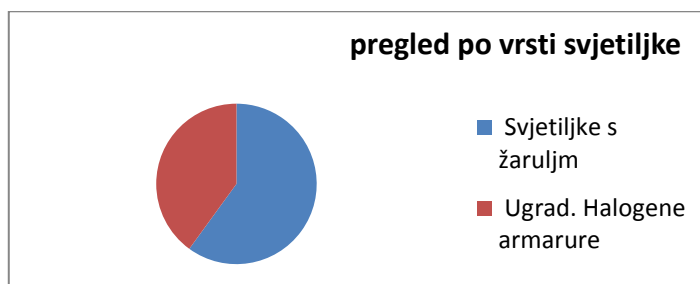
Instalirana električna snaga rasvjete:

4,6 kW

Tablica 21: Tip rasvjetnih tijela prema vrsti

TIP RASVJETE PREMA VRSTI		
Tip rasvjete	Broj svjetiljki	Ukupna djelatna snaga Uključivo balast [kW]
Svjetiljke s žaruljm	30	3.6
Ugrad. Halogene armature	20	1.0
UKUPNO:	50	4.6

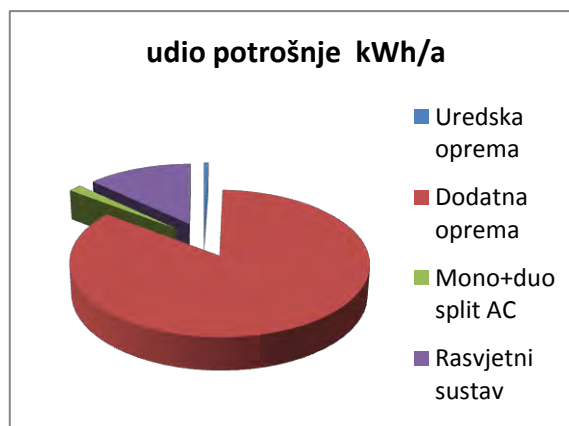
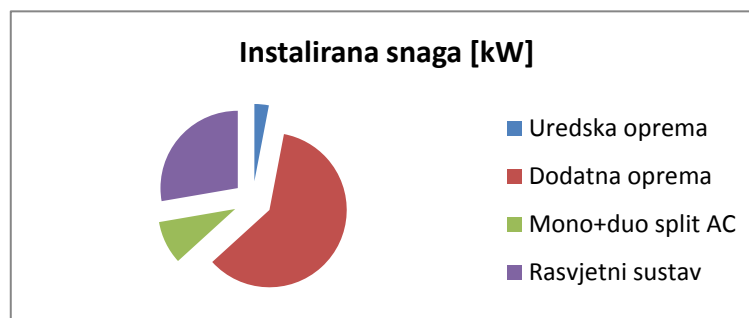
Tablica 22: Udio rasvjete prema vrsti



Tablica 23: Tip rasvjetnih tijela prema snazi

TIP UNUTARNJE RASVJETE PO SNAZI			
Tip rasvjete	Snaga jedne jedinice [W]	Broj rasvjetnih tijela	Ukupna snaga [kW]
Standard svjetiljka	2X60=120	30	3,6
Halogena svjetiljka	50	20	1
UKUPNO:		50	4.6

Slika 12: Udio rasvjete prema snazi potrošača



5.9.5 OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE

U ostale potrošače ulaze: PC, dodatna oprema (rashladni ugo. aparati, i za pranje čaša, espresso aparat, i split sustav AC). Potrošnja svih potrošača električne energije PP – kaffe bara za referentnu 2013. godinu iznosila je 92.000 kWh (na VT, i NT)djelatne energije. Jalova energija- za takav tip PP-a je zanemariva.

Tablica 24: Tip ostalih potrošača prema vrsti 2013.god

TIP OSTALIH POTROŠAČAPREMA VRSTI		
Tip trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Uredska oprema	0,5	500
Dodatna oprema	10	78000
Mono+duo split AC	1,5	1500
Rasvjetni sustav	4,6	12.000
UKUPNO:	16,6	92.000

Tablica 25: Prikaz modularane potrošnje pojedine vrste trošila

Područje	Instalirana snaga (W)	Faktor istovremenosti	Dnevni sati rada	Godišnje sati rada	Potrošnja (kn)
Rasvjeta	4,6	0,8	16		15.000
Uredska oprema	0,5	0,9	16		1.000
Dodatna oprema	10	0,4	4		87.000
Split sustav AC	1,5	1	16		2.000
SVEUKUPNO:	16,6				105.000

5.9.6 POBOLJŠANJE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

POBOLJŠANJE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

Povoljna mjera u PP je zamjena običnih žarulja 60W s LED žaruljama 7W i spot halogenih žarulja 50W s LED spot žaruljama 7W, čime bi se snaga smanjila sa 4,6kW na 1,5kW, na 30% uz isti nivo rasvjetljenosti.

Investicija $60 \times 65 \text{kn} = 3.900,00 \text{kn}$

Primjeri LED žarulja prikazani su u dijelu obrade stambenog prostora.

Tablica 26: Prikaz mjere i procijenjene uštede

Opis	Investicija	Procijenjene uštede		JPP	Smanjenje emisije CO ₂
	(kn)	kWh/god	kn/god	godina	tona/god
Poboljšanje elektroenergetskog sustava	3900	8000	1,15x8000	0,5	8000x0,376kg=3008kg (3T)

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

6 PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE

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

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

TOPLINSKA IZOLACIJA VANJSKE OVOJNICE

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

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

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

Opis	Količina	Jedinična cijena, [kn]	Ukupni trošak, [kn]
1. Izvedba ETICS sustava toplinske izolacije vanjskih zidova pločama EPS debljine 14 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. pripreme 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 koji će osiguravati siguran pristup zgradi, te dobava, montaža, korištenje i	m ² 2.618,09	230,00	602.160,70 kn

	demontaža zaštitnog paravana kao osiguranja gradilišta)			
UKUPNO				602.160,70 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]				115.158,00
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³				30.060,74
Ušteda [kn/god.]				47.214,78 kn
JPP [god.]				12,75

Tablica 27: Tablica JPP građevinske mjere 1

Ukupna modelirana toplinska energija iznosi $Q_{H,nd} = 446.825,60$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 331.667,60$ kWh/godišnje. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 115.158,00 kWh/godišnje energije. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je 602.160,70 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 47.214,78 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 12,75 godina.

Napomena:

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 $U = 0,17$ W/(m²K), 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 1.080,28	200	216.056,00 kn
UKUPNO			216.056,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]			29.911,30
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³			7.808,00
Ušteda [kn/god.]			12.263,63 kn
JPP [god.]			17,62

Tablica 28: Tablica JPP građevinske mjere 2

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 446.825,60$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 416.914,30$ kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 29.911,30 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 12.263,63 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 216.056,00 kn, ostvarena ušteda u troškovima 12.263,63 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 17,62g.

ZAMJENA STAKLENIH STIJENA I OTVORA

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

Opis		Količina	Jedinična cijena, [kn]	Ukupni trošak, [kn]
1.	Zamjena postojećih prozora i ostakljenih stijena prozorima s niskoemisivnim ostakljenjem $U_g \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ 4c/26Ar/4/16Ar/c4 i $U_f \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, koeficijent prolaska topline prozora $U_w \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stavkom je obuhvaćena demontaža postojećih prozora i prozorskih klupčica, obrada unutarnjih špaleta, ugradnja prozora prema RAL smjericama s brtvljenjem spoja prozora i zida brtvenom trakom $SD > 100$ s unutarnje strane, $SD < 50$ s vanjske strane te ispunja međuprostora poliuretanskom izolom cijskom pjenu.	m ² 1.298,91	900	1.169.019,00 kn
UKUPNO				1.169.019,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]				160.010,90
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³				41.769,08
Ušteda [kn/god.]				65.604,47 kn
JPP [god.]				17,82

Tablica 29: Tablica JPP građevinske mjere 3

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 446.825,60$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 286.814,70$ kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 160.010,90 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 65.604,47 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 1.169.019,00 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 65.604,47 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 17,82 godine.

INTEGRALNE MJERE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 2.190.699,90 kn i godišnje uštede od 125.082,88 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 34,61 kWh/m²a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 47,95 kWh/m²a, odnosno energetski razred B.

UKUPNO	1.987.235,70 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	305.080,20
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³	79.637,82
Ušteda [kn/god.]	125.082,88 kn
JPP [god.]	15,89

Tablica 30: Tablica JPP građevinske mjere 4

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti **305.080,20kWh/godišnje** energije odnosno**125.082,88kn**. Ukupno potrebno ulaganje u integralnu primjenu mjera je 1.987.235,70 kn, a **period povrata investicije** u mjere je **15,89 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 348 radijatora

Još oko 30 % ogrjevnih tijela (104 radijatora) nije pokriveno s razdjelnicima odnosno termostatskim ventilima.

Moguće uštede: $0,1 \times 0,3 \times 611\ 232 = 18\ 340$ kWh/god.

Investicija: 231 kn/radijatoru = 24.024 kn)

Slika 13: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF



Tablica 31: Prikaz mjere i procijenjene uštede

Opis	Investicija	Procijenjene uštede	Procijenjene uštede	Jednostavan period povrata	Smanjenje emisije CO ₂
	(kn)	kWh/god	kn/god	godina	tona/god
Ugradnja radijatorskih ventila s elektroničkom termostatskom glavom sa programatorom	24.024	18.340	6.970	3,4	5,5

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.