



ZAVOD ZA ISPITIVANJE KVALITETE

DRUŠTVO S OGRANIČENOM ODGOVORNOŠĆU

QUALITY SUPERINTENDING COMPANY, CROATIA

10000 ZAGREB, LJUDEVITA GAJA 17/III, HRVATSKA

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

OIB 74121470605

ENERGETSKI PREGLED

STAMBENA ZGRADA, SLAVKA KOLARA 29-31

VELIKA GORICA

lokacija: k.č. br. 1553



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
	SNIMAKPOSTOJEĆEG STANJA	12
	GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE	12
5.1	SUSTAV GRIJANJA	17
5.2	SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE	20
5.3	SUSTAVI POTROŠNJE VODE	21
5.4	SUSTAV HLAĐENJA	22
5.5	SUSTAVI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE	22
5.6	SUSTAV ELEKTRIČNE ENERGIJE (RASVJETA I OSTALA POTROŠNJA)	22
5.7	ELEKTRIČNA RASVJETA	22
5.8	OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE	22
5.9	ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	24
	1.OPĆENITO	28
	POSLOVNI PROSTOR U ZGRADI (PP)	28
6	PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	29
	POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE	29
	Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 2.190.699,90 kn i godišnje uštede od 228.092,35 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 34,73 kWh/m ² a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 47,35 kWh/m ² a, odnosno energetski razred B.	32
8.	MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA	32
7	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	34

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: Ravni prohodni krov.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 5: Drveni, krilo na krilo prozori.....</i>	<i>13</i>
Slika 6. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice.....	17
Slika 7. Spremnik tople potrošne vode.....	17
Slika 8: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji.....	23
Slika 9: Udio električnih trošila zgrade prema snazi.....	23
Slika 10: Primjer zamjenskih LED žarulja.....	27
Slika 11: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF.....	32

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>17</i>
Tablica 13. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja	19
<i>Tablica 14. Modeliranje potrošnje PTV u 2012. Godini</i>	<i>20</i>
Tablica 15. Prosječna potrošnja vode l/dan, osoba (visoki standard)	21
Tablica 16: Električna energija za referentnu 2013. godinu	22
Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti	23
Tablica 18: Tablični prikaz uštede zanjenom žarulja LED žaruljom 7W u zajedničkim prostorima	28
Tablica 19: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.	28
Tablica 20: Specifični faktor emisije CO ₂	28
<i>Tablica 21: Tablica JPP građevinske mjere 1</i>	<i>30</i>
<i>Tablica 22: Tablica JPP građevinske mjere 2</i>	<i>30</i>
<i>Tablica 23: Tablica JPP građevinske mjere 3</i>	<i>31</i>
<i>Tablica 24: Tablica JPP građevinske mjere 4</i>	<i>32</i>
Tablica 25: Prikaz mjere i procijenjene uštede	33

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.

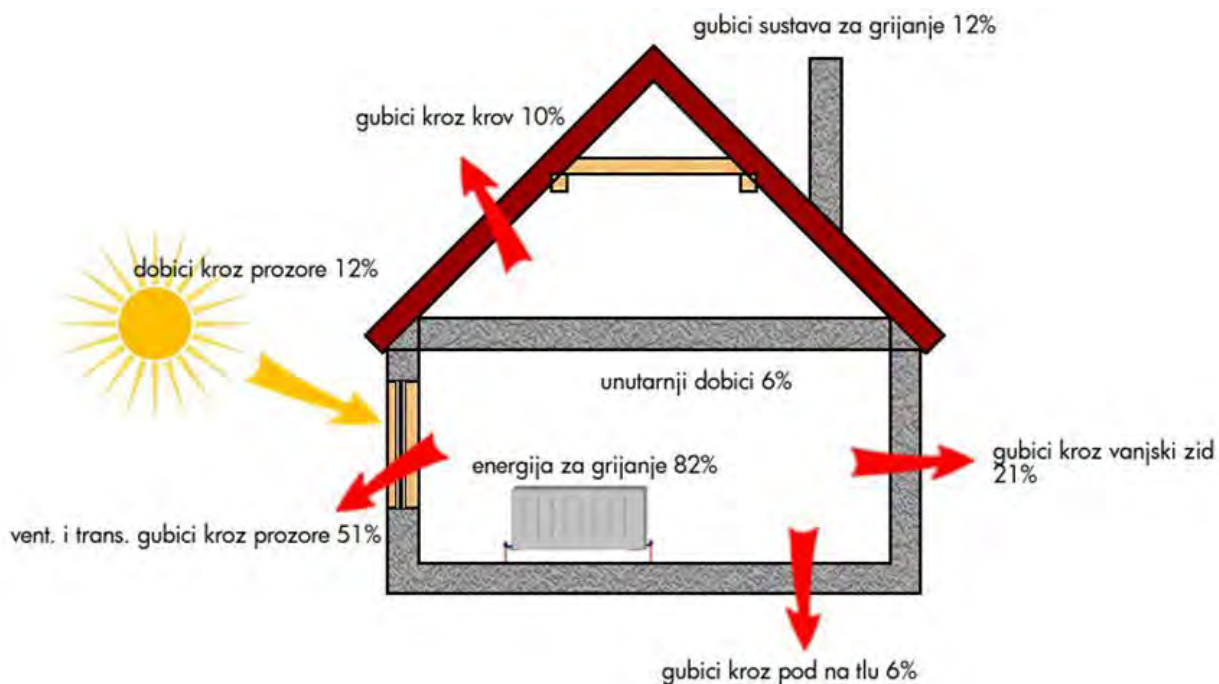
Slika 1. Udio potrošnje po sektorima



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	330.000
Toplinska energija, kWh /2012 god.	890.000
Voda, m ³ / 2012. god.	11.265

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	73		1500	
Voda	-	2,2	-	55
Toplinska energija	177,5		4341	

NAPOMENA: Objekt koristi 205 stanara, ploština korisne površine zgrade je 5013 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.	630.000	260.000	0,3* (630.000 + 260.000) /1000 =267

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=5774,29[m ²]
Obujamgrijanogdijelazgrade	V _e =15664,18[m ³]
Faktoroblikazgrade	f _o =0,37[m ⁻¹]
Ploštinakorispovršine	A _k =5012,54[m ²]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanje	Q _{H,nd} =556322,80[kWh/a]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanjepojediniciploštinekorispovršine(zastambenezgrade)	Q ["] _{H,nd} =110,99(max=47,35)[kWh/m ² a]
Godišnjapotrebnenergijazahlađenje	Q _{C,nd} =65886,55[kWh/a]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskogubitkapojediniciplošjagrijanogdijelazgrade	H _{tr,adj} =1,54(max=0,71)[W/m ² K]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskogubitka	H _{tr,adj} =8874,72[W/K]
Koeficijenttoplinskogubitkaprovjetranjem	H _{ve,adj} =2894,74[W/K]
Ukupnigodišnjigubicitopline	Q _i =3596403,50[MJ]
Godišnjiiskoristiviunutarnjidobicitopline	Q _i =790376,89[MJ]
Godišnjiiskoristivisolarnidobicitopline	Q _s =1361724,13[MJ]
Ukupnigodišnjiiskoristividobicitopline	Q _g =2152101,01[MJ]

U sljedećoj tablici prikazan je energetska razred objekta prema Pravilniku.

Tablica 5: Energetska 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)	110,99	47,35	/	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za referentne klimatske podatke (za stambene zgrade) (referentna klima-kontinentalna)	107,36	47,35	107	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	5.544	-	3.000	-	1.140	4,9	0,9
3	Toplinska izolacija ravnog krova	161.264	-	42.727	-	17.518	9,2	10,1
4	Toplinska izolacija vanjske ovojnice (ETICS)	577.997	-	101.780	-	41.730	13,9	24,1
5	Zamjena staklenih stijena i prozora	1.451.439	-	237.708	-	97.460	14,9	56,2
6	Integralne mjere vanjske ovojnice zgrade	2.190.323	-	556.323	-	228.092	9,6	131,6

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 23.12. 2014. obavljen je energetski pregled stambene zgrade sa 85 stanova i 1 posl. prostora u Velikoj Gorici, Slavka Kolara 29-31 .

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

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

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

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

4 OPĆI PODACI

TVRTKA/INSTITUCIJA: Suvlasnici stambene zgrade Slavka Kolara 29-31

LOKACIJA: Velika Gorica

ADRESA: Slavka Kolara 29-31

KONTAKT: Tomislav Debeljak i Miljenko Žugaj

TELEFON:

DATUM POSJETA: 20.07.2014. i 23.12.2014.

5 OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI

Stambena zgrada Kolareva 29 i 31 su dvije od ukupno pet dilatacija na kućnim brojevima od 29 do 37. Ulazi u na kućnim brojevima 29 i 31 su na uličnoj, sjeverozapadnoj strani. Svaka lamela ima 4 do 5 konstruktivnih vertikalnih rastera različitih visina, od šest do devet etaža.

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

SNIMAKPOSTOJEĆEG STANJA

Zgrada je izgrađena tipično za razdoblje u kojem se izgradila 1970 do 1980. Armiranobetonska konstrukcija s minimalnom toplinskom izolacijom. Betonski pregradni elementi, te drveni otvori na stanovima i metalni otvori na ulazima u zgradu i negrijane prostorije.

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE

Konstrukcija zgrade je armirano betonska.

Vanjski zidovi su armiranobetonski sa drvolitom i gips pločama



Slika 3: Vanjski zidovi stambene zgrade

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



Slika 4: Ravni prohodni krov

Otvori – Drveni prozori krilo na krilo



Slika 5: Drveni, krilo na krilo prozori

OPIS OPĆEGSTANJA GRAĐEVINE I VANJSKE OVOJNICE GRAĐEVINE

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošjegrijanogdijelazgrade– A [m ²]	5774,29
Obujamgrijanogdijelazgrade– V_e [m ³]	15664,18
Obujamgrijanogzraka– V [m ³]	12531,34
Faktoroblikazgrade– f_0 [m ⁻¹]	0,37
Ploštinakorisnepovršine– A_k [m ²]	5012,54
Ukupnaploštinapročelja– A_{uk} [m ²]	5266,05
Ukupnaploštinaprozora– A_{wuk} [m ²]	1810,70

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]
29-VZ1-Vanjski zid -parapet	274,60	0,88	0,30
29-VZ2-Vanjski zid -prizemlje	112,40	0,62	0,30
29-VZ3-Vanjski zid - beton	484,28	0,56	0,30
29-VZ2/n-v/-Vanjski zid -prizemlje	80,00	0,62	0,30
29-VZ2/n-v/-Vanjski zid -stubište	233,62	3,88	0,30
31-VZ2-Vanjski zid -prizemlje	112,40	0,62	0,30
31-VZ2/n-v/-Vanjski zid -prizemlje	80,00	0,62	0,30
31-VZ3-Vanjski zid /bočni/- beton	335,26	0,56	0,30
31-VZ2/n-v/-Vanjski zid -stubište	234,79	3,88	0,30
31--VZ3-Vanjski zid - beton	484,28	0,56	0,30
31-VZ1-Vanjski zid -parapet	217,40	0,88	0,30
29-Z1/g-n/- zid -stubište	242,50	2,88	0,40
31-Z1/g-n/- zid -stubište	197,00	2,88	0,40
29-P1-Pod na tlu	248,81	0,73	0,30
29-P1/n/-Pod na tlu	162,22	4,00	0,30
31-P1/n/-Pod na tlu	178,12	4,00	0,30
31-P1-Pod na tlu	193,48	0,73	0,30
29-MK1-Strop iznad prizemlja	136,69	0,58	0,40
31-MK1/g-n/-Strop iznad prizemlja	152,59	0,58	0,40
29-MK2-Strop iznad vanjskog zraka	31,20	0,60	0,25
29-K1-Krov	431,03	0,81	0,25
29-K1/n-v/-Krov-stubišta	25,53	3,35	0,25
31-K1-Krov	324,23	0,81	0,25
31-K1/n-v/-Krov-stubišta	25,53	3,35	0,25

Tablica 8: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice

Naziv otvora	Uw[W/m ² K]	Orijentacija	Aw[m ²]	n
29-P1-Prozori na pročelju	3,10	Sjevero-zapad	1,00	208,20
	3,10	Jugo-istok	1,00	176,00
29P2-Prozori u lođi	3,10	Sjevero-zapad	1,00	166,00
	3,10	Jugo-istok	1,00	120,94
29-BV1-Balkonska vrata - lođa	3,10	Sjevero-istok	1,00	16,25
	3,10	Jugo-zapad	1,00	42,25
29-Ulazna vrata-u zgradu	4,00	Sjevero-zapad	7,28	1,00
29-V1- vrata sa stubišta u hol	4,00	Jugo-istok	5,30	8,00
29-P3-Prozori na bočnom pročelju	3,10	Sjevero-istok	1,40	10,00
29-V2-Vanjska vrata za na krov-hol	4,00	Sjevero-istok	2,15	1,00
	4,00	Jugo-zapad	2,15	2,00
29-V3/n-v/-Vrata na stubištu	4,00	Jugo-zapad	3,64	7,00
29-S1-Na stubištu	5,90	Jugo-zapad	2,70	7,00
29-S2-Stjenke na poslovnim	4,00	Sjevero-zapad	18,00	2,00
	4,00	Jugo-zapad	18,00	7,00
31-P1-Prozori na pročelju	3,10	Sjevero-zapad	1,00	196,50
	3,10	Jugo-istok	1,00	129,60
31-P2-Prozori u lođi	3,10	Sjevero-zapad	1,00	180,52
	3,10	Jugo-istok	1,00	120,94
31-BV1-Balkonska vrata - lođa	3,10	Sjevero-istok	1,00	16,25
	3,10	Jugo-zapad	1,00	42,25
31-Ulazna vrata-u zgradu	4,00	Sjevero-zapad	7,28	1,00
31-V1- vrata sa stubišta u hol	4,00	Jugo-istok	5,30	9,00
31-V2-Vanjska vrata za na krov-hol	4,00	Sjevero-istok	2,15	1,00
	4,00	Jugo-zapad	2,15	2,00
31-V3/n-v/-Vrata na stubištu	4,00	Jugo-zapad	3,64	9,00
31-S1-Na stubištu	5,90	Jugo-zapad	2,70	9,00

Tablica 9: Koeficijenti prolaska topline otvora

TOPLINSKI GUBICI KROZ VANJSKU OVOJNICU

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

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

Naziv građevnog dijela	(U+0,10)·A
29-VZ1-Vanjski zid -parapet	267,880
29-VZ2-Vanjski zid -prizemlje	80,929
29-VZ3-Vanjski zid - beton	317,897
31-VZ2-Vanjski zid -prizemlje	80,929
31-VZ3-Vanjski zid /bočni/- beton	220,075
31--VZ3-Vanjski zid - beton	317,897
31-VZ1-Vanjski zid -parapet	212,080
29-MK2-Strop iznad vanjskog zraka	21,945
29-K1-Krov	390,232
31-K1-Krov	293,541

Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač

Naziv otvora	n	A _w	U _w	H _D
29-P1-Prozori na pročelju	384,2	1,00	3,10	1191,02
29P2-Prozori u lođi	286,9	1,00	3,10	889,52
29-BV1-Balkonska vrata - lođa	58,50	1,00	3,10	181,35
29-Ulazna vrata-u zgradu	1,00	7,28	4,00	29,12
29-V1- vrata sa stubišta u hol	8,00	5,30	4,00	169,60
29-P3-Prozori na bočnom pročelju	10,00	1,40	3,10	43,40
29-V2-Vanjska vrata za na krov-hol	3,00	2,15	4,00	25,80
29-V3/n-v/-Vrata na stubištu	7,00	3,64	4,00	101,92
29-S1-Na stubištu	7,00	2,70	5,90	111,51
29-S2-Stjenke na poslovnim prostorima	9,00	18,00	4,00	648,00
31-P1-Prozori na pročelju	326,1	1,00	3,10	1010,91
31-P2-Prozori u lođi	301,4	1,00	3,10	934,53
31-BV1-Balkonska vrata - lođa	58,50	1,00	3,10	181,35
31-Ulazna vrata-u zgradu	1,00	7,28	4,00	29,12
31-V1- vrata sa stubišta u hol	9,00	5,30	4,00	190,80
31-V2-Vanjska vrata za na krov-hol	3,00	2,15	4,00	25,80
31-V3/n-v/-Vrata na stubištu	9,00	3,64	4,00	131,04
31-S1-Na stubištu	9,00	2,70	5,90	143,37

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	141.794	5
2	veljača	96.022	40
3	ožujak	58.945	489
4	travanj	13.720	4.899
5	svibanj	2.130	3.363
6	lipanj	0	13.674
7	srpanj	0	23.663
8	kolovoz	0	16.110
9	rujan	2.010	2.207
10	listopad	25.944	1.402
11	studen	83.375	32

12	prosinac	132.382	3
	UKUPNO	556323	65887

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 556.322,830 kWh.

Specifična potrebna toplinska energija za grijanje STAMBENU ZONU za stvarnu klimu je 110,99 kWh/m²a, dok je maksimalna dozvoljena za zgradu ovih geometrijskih karakteristika 47,35 kWh/m²a.

Proračunom za referentnu klimu kontinentalne Hrvatske izračunata je specifična potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd,ref} = 107,36$ 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 vrela voda, putem kojeg se preko izmjenjivača topline, proiz. PIREKO 6C-I-NIRO, priprema topla voda za sustav grijanja, odnosno za sustav potrošne tople vode (PTV).

Za sustav PTV-a instaliran je spremnik volumena 10 m³, proizvođača TOPLOTA.

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

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

Ukupan broj ogrjevnih tijela u objektu je 332.

Na svim radijatorima u zgradi (osim njih 26 – 4 stana) instalirani su termostatski ventili kao i razdjelnici topline. Ekspanzija vode u sustavu riješena je ekspanzijskom posudom.

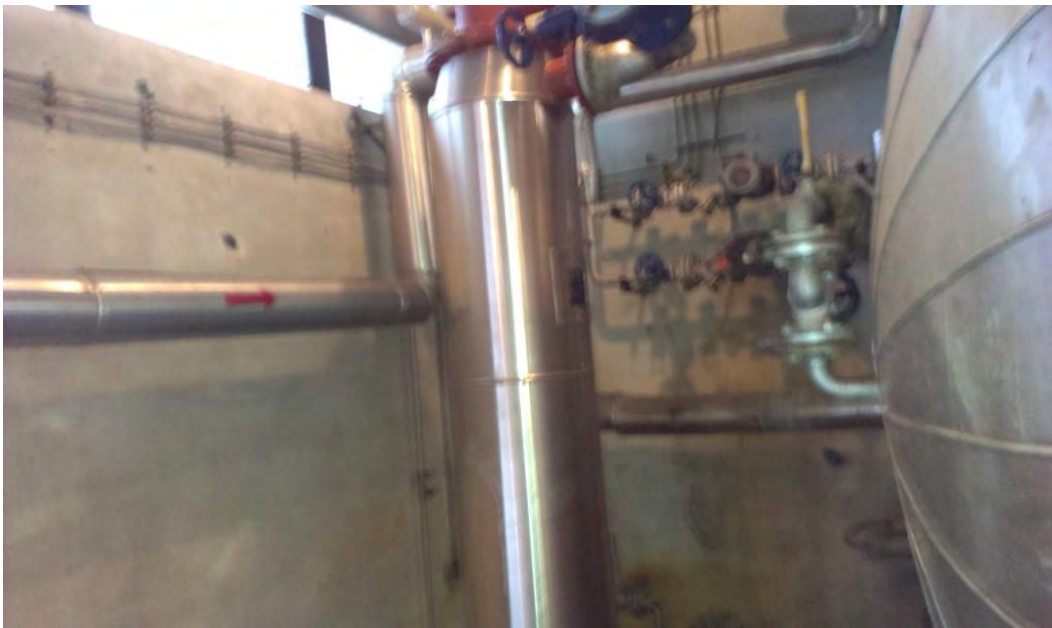
Slika 6. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice



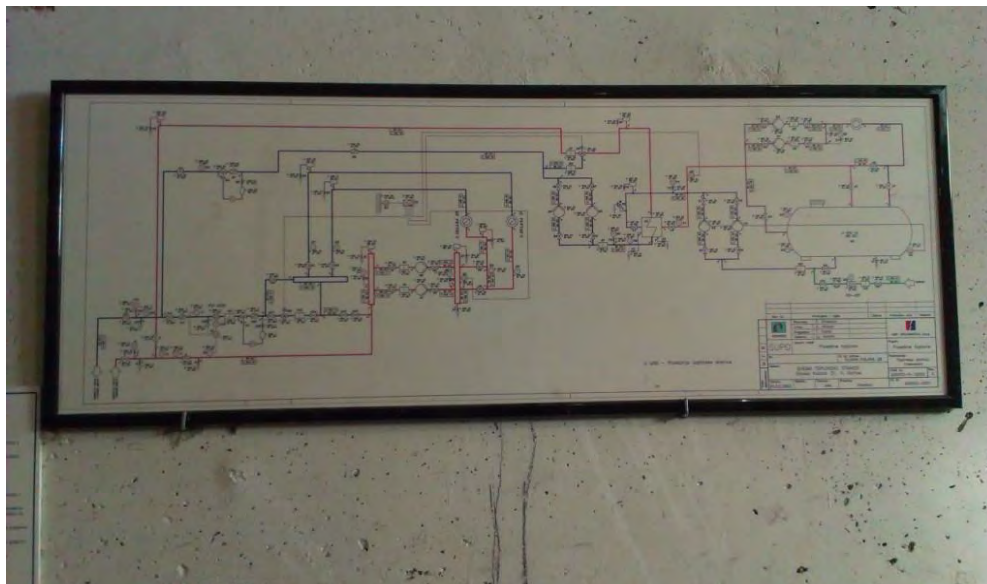
Slika 7. Spremnik tople potrošne vode



Slika 11. 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
538 142	556 323	630 000	630 000

5.2 SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE

Priprema PTV vrši se u spremniku proizvođača TOPLOTA volumena 10 [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	21.660	29,1	371	58	3,4
Veljača	28	21.660	32,2	371	65	3,8
Ožujak	31	21.660	29,1	371	58	3,4
Travanj	30	21.660	30	370	60	3,5
Svibanj	31	21.660	29,1	371	58	3,4
Lipanj	30	21.660	30	370	60	3,5
Srpanj	31	21.660	29,1	371	58	3,4
Kolovoz	31	21.660	29,1	371	58	3,4
Rujan	30	21.660	30	370	60	3,5
Listopad	31	21.660	29,1	371	58	3,4
Studeni	30	21.660	30	370	60	3,5
Prosinac	31	21.660	29,1	371	58	3,4
UKUPNO:	365	259.920		4.448		

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 154.268 kWh što odgovara dnevnoj potrošnji od 423 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.

$$G_{sek} = \frac{Q_{pros}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{29,7}{4,2 \cdot 50} = 0,141 \frac{kg}{s}$$

$$G_{sek} = 0,141 \cdot 24 \cdot 3600 = 12.219 \frac{l}{24h} = 12,2 \text{ m}^3/\text{dan PTV}$$

5.3 SUSTAVI POTROŠNJE VODE

Zgrada se opskrbljuje sanitarnom i pitkom vodom iz mjesnog vodovoda.

Potrošnja vode u 2012. god.: $V=11.265 \text{ m}^3/\text{god.}$

Broj stanara u objektu: $n_s = 205$

Prosječna potrošnja vode po jednoj osobi i danu u objektu:

$$V_1 = \frac{V}{365 \cdot 205} \approx 0,150 \text{ m}^3 = 150 \text{ l}$$

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 42 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	330.000	kWh	384.000,00	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

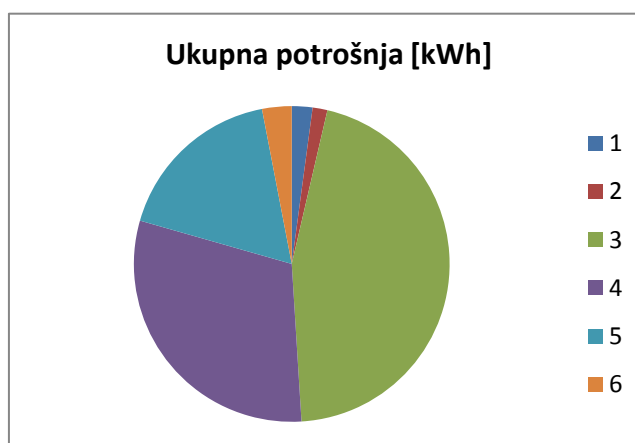
U ostale potrošače ulaze: uredska oprema, kuhinjska oprema, dodatna oprema (TV-oprema, HiFi, perilice rublja, dizala) i split-sustavi.

Potrošnja dodatne opreme za referentnu 2013. godinu iznosila je 160.000 kWh, što predstavlja **48%** ukupne potrošnje električne energije.

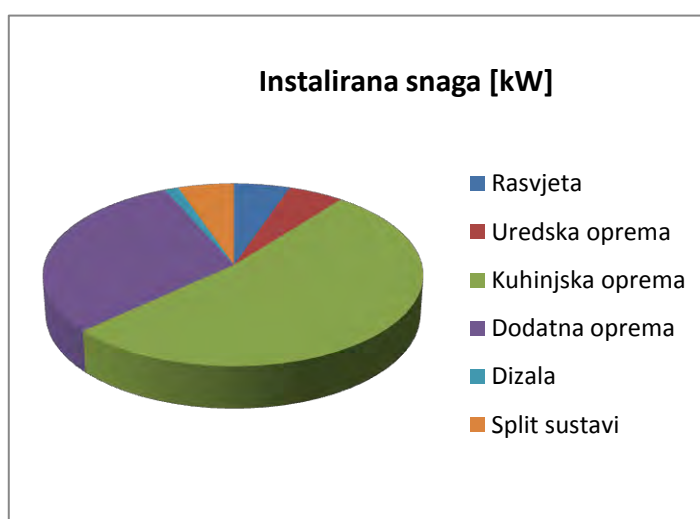
Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti

TIP OSTALIH TROŠILA PREMA VRSTI		
Tip ostalih trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Rasvjeta	40	7.000
Uredska oprema	40	5.000
Kuhinjska oprema	400	150.000
Dodatna oprema	230	100.500
Dizala	10	58.000
Split sustavi	40	10.000
UKUPNO	750	330.000

Slika 8: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji



Slika 9: Udio električnih trošila zgrade prema snazi



5.9 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

5.9.1 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE -ST I ZP

1. Općenito o potrošnji el. energije u zgradi

Zgrada je visokoetažna, s 2 dizala sa 2 odvojenih ulaza (kućnih brojeva, 29 I 31)

A) Ukupan broj stanova u zgradi: 85

B) Broj ulaza: 2

C) Broj stanova: 85

C1) Broj stanara po stanu cca: 3

C2) Uk. broj stanara bez PP: 250

D) Uk. stambena površina: 4.600m²

E) ostale površine:

PP (trgovina MLINAR) 60m²

zp-stubište/sprema 350m²

zp-kotlovnica 160m²

E1) Ukupna np zgrade 4.600m²

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, osim PP-trgovina

G1) Zgrada nema el.grijanja prostorija

H) Mjerenje dvotarifnim brojlilima 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	
	-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 kn85 stan=29.750,00 kn/mj

=====

Realni račun za zgradu godišnje 29.750,00 kn/mj x12 = **357.000,00 kn/god**

=====

B) ZP-subišta – električni potrošači

- jedini potrošači- rasvjeta stubišta i dizala

-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**

Dizala:instalirano 10kW, cca 10.000kwh/god ,odgovara cca 10.000kn

Realni račun za oba stubišta: rasvjeta 2x 42=84,00kn/mj > **1.000,00kn/god**

Realni račun za oba dizala: 10.000,00kn

Ukupno stubišta: 11.000,00kn godišnje

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 trgovina) i bez toplinske podstanice

ST jedinice: 357.000,00kn

ZP-stubišta: 11.000,00kn

ZP-spremišta: 1.500,00kn

Ukupno: cca **369.500,00kn**

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 vrela vode 880W

pumpa grijanja 2x250W= 500W

Ukupna snaga 1.57kW

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

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

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

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

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

Ukupni godišnji trošak el energije za zgradu ST+ ZP stubišta + ZP spremišta + kotlovnica (za 85 stanova)

357.000,00 11.000,00 +1.500,00 +15.000,00 =~384.000,00kn (s PDV)

Po stanu godišnje: ~4.520,00kn/god/ST

Po stanu mjesečno: ~375,00kn/mj/ST

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

ST 357.000kn 2.2 ZP stubišta 11.000kn 2.3 ZP spremišta 1.500kn
 2.4 ZP-toplinska podstanica 14.500kn



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 10: 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	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 modulirane 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	178.000
Dodatna oprema	230	0,5	6	250	100.000
Dizala	10	0,5	6	2000	75.000
Split sustavi	40	0,5	4	200	10.000
SVEUKUPNO	760				384.000,00

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

1.OPĆENITO

POSLOVNI PROSTOR U ZGRADI (PP)

POSLOVNI PROSTOR-TRGOVINA MLINAR

-SAMOM POVRŠINOM NE UTIČE BITNO NA ENERGETSKU BILANCU ZGRADE (cca 1,5%)
TE SE UTICAJ POTROŠNJE ENERGIJE ZANEMARUJE

6 PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE

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

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

TOPLINSKA IZOLACIJA VANJSKE OVOJNICE

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

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

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

Opis	Količina	Jedinična cijena, [kn]	Ukupni trošak, [kn]
<p>1. Izvedba ETICS sustava toplinske izolacije vanjskih zidova pločama EPS debljine 12 cm, $\lambda=0,040 \text{ W/mK}$, s tankoslojnom polimer cementnom žbukom debljine 0,5 cm armiranom staklenom alkalnootpornom mrežicom. Završni dekorativni sloj od silikatne žbuke debljine 0,3 cm. Mehaničko učvršćenje izvesti PVC pričvršnicama s čeličnim trnom. U stavku je uključen sav osnovni i pomoćni rad i materijal, kao i obrada špaleta elementima debljine 2 cm.</p> <p>Obračun se vrši po m² bez dodatka za obradu špaleta, bez obzira na veličinu otvora.</p> <p>U jediničnu cijenu uključiti:</p> <p>1. limarske radove - nabavu materijala, transport i montaža limarskih elemenata (opšavi, okapi) od plastificiranog lima sa izvedenim svim propisanim okapima, opšavima i spojevima potkonstrukcijom i učvršćenjima koja će se propisati glavnim projektom</p> <p>2. pripremne radove koji uključuju:</p> <ul style="list-style-type: none"> - privremeno uklanjanje i deponiranje gromobrana, kablova, antena, rashladnih uređaja i sl., - zaštita prozora PVC folijom, - priprema podloge, - demontaža postojeće građevinske limarije - opšava i okapa, - prijenos i odvoz otpadnog materijala i šute. <p>3. dobavu i montažu skele za izvedbu radova na pročeljima, do završetka radova (uključena izrada nacрта montaže skele i zaštite konstrukcije zgrade, svi elementi zaštite na radu, gromobrankska instalacija i atesti skele, izrada i uklanjanje po izvedbi radova pješačkog tunela iznad ulaza koji će osiguravati siguran pristup zgradi, te dobava, montaža, korištenje i</p>	m ² 2.513,03	230,00	577.996,90

demontaža zaštitnog paravana kao osiguranja gradilišta)			
UKUPNO	577.996,90 kn		
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	101.779,50		
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³	24.067,90		
Ušteda [kn/god.]	41.729,60 kn		
JPP [god.]	13,85		

Tablica 21: Tablica JPP građevinske mjere 1

Ukupna modelirana toplinska energija iznosi QH,nd = 556.322,80 kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 454.543,30 kWh/godišnje. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 101.779,50 kWh/godišnje energije. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je 577.996,90 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 101.779,50kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 13,85godina.

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 ² 806,32	200	161.264,00
UKUPNO	161.264,00 kn		
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	42.726,80		
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³	10.103,61		
Ušteda [kn/god.]	17.517,99 kn		
JPP [god.]	9,21		

Tablica 22: Tablica JPP građevinske mjere 2

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 556.322,80 kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 513.596,00 kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 42.726,80 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 17.517,99 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 76.800,00 kn, ostvarena ušteda u troškovima 161.264,00 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 9,21 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 1.612,71	900	1.451.439,00 kn
UKUPNO			1.451.439,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]			237.708,10
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³			56.210,98
Ušteda [kn/god.]			97.460,32 kn
JPP [god.]			14,89

Tablica 23: Tablica JPP građevinske mjere 3

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 556.322,80$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 318.614,70$ kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 237.708,10 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 97.460,32 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 1.451.439,00 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 97.460,32 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 14,89 godine.

INTEGRALNE MJERE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 2.190.699,90 kn i godišnje uštede od 228.092,35 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 34,73 kWh/m²a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 47,35 kWh/m²a, odnosno energetski razred B.

UKUPNO	2.190.699,90 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	556.322,80
Smanjenje emisija CO ₂ [kg/god.] 1,9 kg CO ₂ /m ³	131.554,00
Ušteda [kn/god.]	228.092,35 kn
JPP [god.]	9,60

Tablica 24: Tablica JPP građevinske mjere 4

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti **556.322,80 kWh/godišnje** energije odnosno **228.092,35** kn. Ukupno potrebno ulaganje u integralnu primjenu mjera je 2.190.699,90 kn, a **period povrata investicije** u mjere je **9,60 g**.

8. MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA

UGRADNJA RADIJATORSKIH VENTILA S ELEKTRONIČKOM TERMOSTATSKOM GLAVOM

U svim stanovima u zgradi, osim u 4 stana, ugrađeni su razdjelnici topline te termostatski ventili.

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%.

Termostatski ventili još nisu instalirani u 4 stana na 24 radijatora.

Na 4 stana otpada oko 5 % godišnje potrošene energije za grijanje cijele zgrade.

Ušteda zbog ugradnje 24 termostatska ventila iznosi oko (0,1 x 30 000) 3000 kWh/god.

Investicija: 231 kn/radijatoru = 5.544 kn

Slika 11: 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	5.544	3.000	1.140	4,9	0,9

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.