



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, MATICE HRVATSKE 3

VELIKA GORICA

lokacija: k.č. br. 1633



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
	SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA	12
	GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE	12
5.1	SUSTAV GRIJANJA	16
5.2	SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE	19
5.3	SUSTAVI POTROŠNJE VODE	20
5.4	SUSTAV HLAĐENJA	21
5.5	SUSTAVI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE	21
5.6	SUSTAV ELEKTRIČNE ENERGIJE (RASVJETA I OSTALA POTROŠNJA)	21
5.7	ELEKTRIČNA RASVJETA	21
5.8	OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE	21
5.9	ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	23
	1.OPĆENITO	28
	POSLOVNI PROSTOR U ZGRADI (PP) - TRGOVINA PREHRAMBENE ROBE	28
	NAMJENA – TRGOVINA ROBOM PREHRANE	28
	SUSTAV ELEKTRIČNE RASVJETE	28
6	PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	31
	POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE	31
	Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 2.341.200,30 kn i godišnje uštede od 134.687,13 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 31,56 kWh/m ² a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 44,69 kWh/m ² a, odnosno energetski razred B.	34
8.	MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA	34
7	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	35

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 prozori s dvostrukim staklom.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 5: Ulazna vrata u stubište.....</i>	<i>13</i>
Slika 9. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice.....	16
Slika 10. Spremnici tople potrošne vode.....	17
Slika 12: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji.....	22
Slika 13: Udio električnih trošila zgrade prema snazi.....	22
Slika 14: Primjer zamjenskih LED žarulja.....	26
Slika 16: Udio rasvjete prema snazi potrošača.....	29
Slika 17: 40W (za Modul 600) VPC 567, 00.....	30
Slika 19: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF.....	34

POPIS TABLICA

Tablica 1: Potrošnja energenata	7
Tablica 2: Pregled jedinične potrošnje vode i energije na godišnjoj razini	8
Tablica 3: Potrošnja energenata za 2013. godinu	8
Tablica 4: Ulazni podaci za izračun i dobivene vrijednosti	8
Tablica 5: Energetski razred zgrade	9
Tablica 6: Sumarni prikaz preporučenih mjera prema koracima za implementaciju	9
<i>Tablica 1: Geometrijski podaci</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 2: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 3: Koeficijenti prolaska topline otvora</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 4: Gubici topline kroz vanjski omotač</i>	<i>15</i>
<i>Tablica 5: Gubici topline kroz vanjske otvore</i>	<i>15</i>
<i>Tablica 6: Potrebna energija za grijanje i hlađenje</i>	<i>15</i>
Tablica 15. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja	18
<i>Tablica 16. Modeliranje potrošnje PTV u 2013. Godini</i>	<i>19</i>
Tablica 17. Prosječna potrošnja vode l/dan, osoba (visoki standard)	20
Tablica 18: Električna energija za referentnu 2013. godinu	21
Tablica 19: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti	22
Tablica 20: Tablični prikaz uštede zanjenom žarulja LED žaruljom 7W u zajedničkim prostorima	26
Tablica 21: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.	27
Tablica 22: Specifični faktor emisije CO ₂	27
Tablica 23: Tip rasvjetnih tijela prema vrsti	29
Tablica 25: Tip rasvjetnih tijela prema snazi	29
Tablica 26: Tip ostalih potrošača prema vrsti 2013.god	29
Tablica 27: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila	30
Tablica 28: Prikaz mjere i procijenjene uštede	30
<i>Tablica 9: Tablica JPP građevinske mjere 1</i>	<i>32</i>
<i>Tablica 10: Tablica JPP građevinske mjere 2</i>	<i>32</i>
<i>Tablica 11: Tablica JPP građevinske mjere 3</i>	<i>33</i>
<i>Tablica 12: Tablica JPP građevinske mjere 4</i>	<i>34</i>
Tablica 32: Prikaz mjere i procijenjene uštede	34

2 OSNOVNO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI

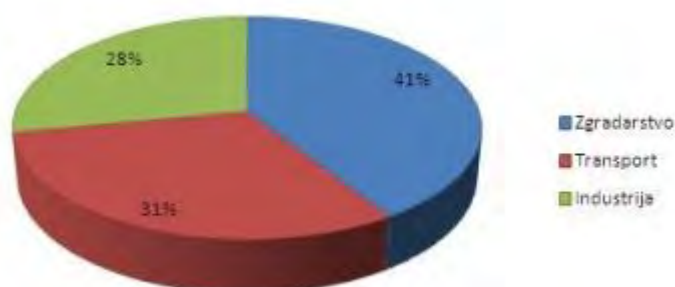
Pod pojmom energetske učinkovitosti podrazumijevamo široki opseg djelatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije u promatranom objektu, što rezultira smanjenjem emisije CO₂ uz nepromijenjenu toplinsku, svjetlosnu i drugu udobnost njezinih stanara.

Energetska učinkovitost u zgradama i održiva gradnja te primjena obnovljivih izvora energije, danas postaje apsolutni prioritet svih aktivnosti u području energetike i gradnje u Europskoj uniji. Nedostatak energije i nesigurnost u opskbi energijom, uz stalan rast cijena energenata, te klimatske promjene i zagađenje okoliša zbog neracionalne potrošnje energije te porast korištenja energije za hlađenje, posebno uvođenjem klimatizacije zgrada zahtijeva ozbiljan pristup iznalaženja mjera za povećanje energetske učinkovitosti, mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije, daljinskog grijanja i hlađenja, smanjenja korištenja fosilnih goriva i zagađenja okoliša u kojem živimo.

Energetska učinkovitost u zgradama uključuje cijeli niz različitih područja mogućnosti uštede toplinske i električne energije, uz racionalnu primjenu fosilnih goriva te primjenu obnovljivih izvora energije u zgradama, gdje god je to funkcionalno izvedivo i ekonomski opravdano.

Zbog velike potrošnje energije u zgradama, a istovremeno i najvećeg potencijala energetske i ekološke uštede, energetska efikasnost je danas prioritet suvremene arhitekture i energetike. Akcijski plan za energetske efikasnost, niz direktiva i poticajnih mehanizama te obavezna energetska certifikacija zgrada, upućuju na hitnu potrebu smanjenja potrošnje energije u zgradama. Time se utječe na ugodniji i kvalitetniji boravak u zgradi, duži životni vijek zgrade, te doprinosi zaštiti okoliša. Sektor stambenih i nestambenih zgrada u Hrvatskoj troši preko 40% ukupne finalne potrošnje energije, uz stalan rast potrošnje.

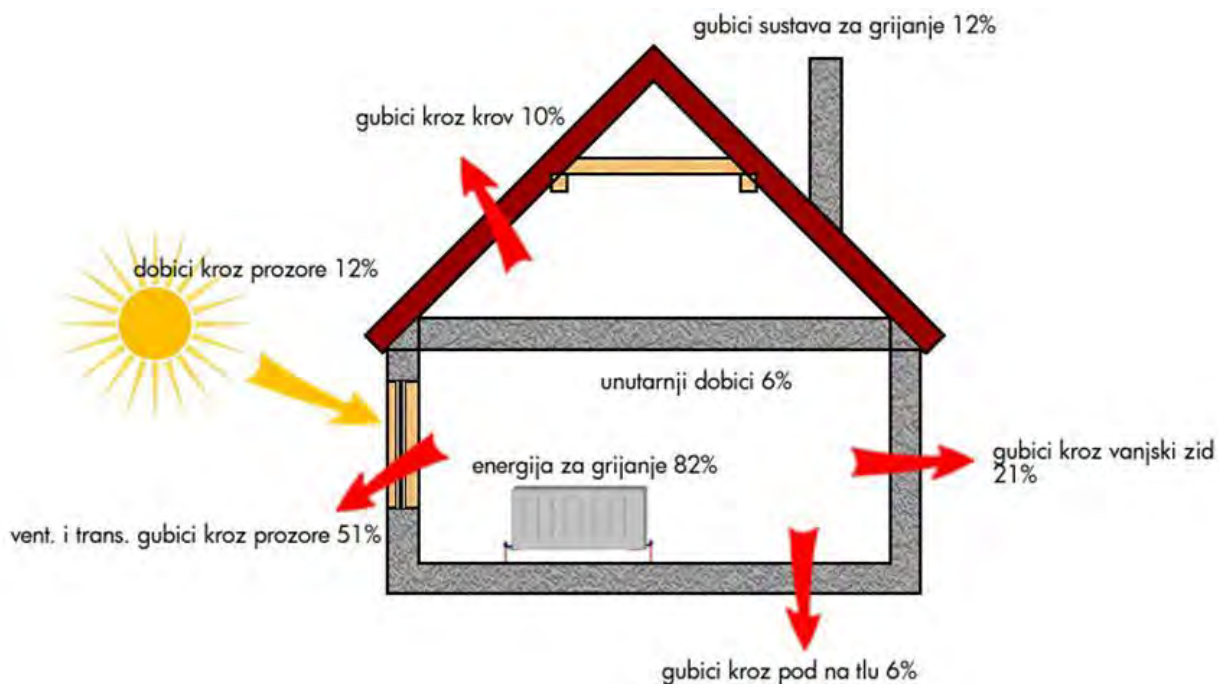
Slika 1. Udio potrošnje po sektorima



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

- karakteristike građevine,
- energetske sustavi u zgradi,
- klimatski uvjeti,
- navike korisnika.

Slika 2. Bilanca energije zgrade



Toplinska zaštita zgrada jedna je od najvažnijih tema zbog ogromnog potencijala energetske uštede. Nedovoljna toplinska izolacija dovodi do povećanih toplinskih gubitaka zimi, hladnih obodnih konstrukcija, oštećenja nastalih kondenzacijom (vlagom) te pregrijavanja prostora ljeti. Posljedice su oštećenja konstrukcije te neudobno i nezdravo stanovanje. Zagrijavanje takvih prostora zahtijeva veću količinu energije što dovodi do povećanja cijene korištenja i održavanja prostora, ali i do većeg zagađenja okoliša.

Predmet ove studije je preliminarni prikaz potencijalnih mjera energetske učinkovitosti kroz analizu toplinskih gubitaka ovojnice zgrade, analizu sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije, sustava opskrbe vodom, kao i sustava pripreme potrošne tople vode, te električnih instalacija zgrade.

Proračun potrebne toplinske energije za grijanje je napravljen u skladu s *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (Narodne novine, br. 097/14 – u daljnjem tekstu Tehnički propis) u računalnom programu KI Expert 2013, te je određen energetski razred u skladu s *Pravilnikom o energetskim pregledima zgrada i certificiranju* – Narodne novine br. 48/14, (u daljnjem tekstu Pravilnik).

Dobiveni rezultati su komparirani s proračunom u računalnom programu KI Expert 2013 za iskaz dijela gubitaka topline.

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

Tablica 1: Potrošnja energenata

Potrošnja energenata/godina	
Električna energija, zajednička potrošnja kWh	400.000
Toplinska energija, kWh /2013 god.	1.059.049
Voda, m ³ / 2012. god.	14.511

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	75		1300	
Voda		2,35		61,7
Toplinska energija	172		4.506	

NAPOMENA: Objekt koristi 235 stanara, ploština korisne površine zgrade je 6164 m²

Tablica 3: Potrošnja energenata za 2013. godinu

Godina	Q za grijanje utrošena energija [kWh/god.]	Energija utrošena za PTV [kWh/god.]	Emisija CO ₂ [t]
2013.	684.289	374.760	0,3* (684.289+374.760) /1000 =318

U donjoj tablici prikazani su ulazni podaci za proračun potrebne toplinske energije i određivanje energetskog razreda zgrade te rezultati proračuna.

Tablica 4: Ulazni podaci za izračun i dobivene vrijednosti

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje prema poglavlju VII. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18°C ili više	
	STAMBENA ZONA
Oplošjegrijanogdijelazgrade	A=5837,67[m ²]
Obujamgrijanogdijelazgrade	V _e =19261,12[m ³]
Faktoroblikazgrade	f _o =0,30[m ⁻¹]
Ploštinakorisnepovršine	A _k =6163,56[m ²]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanje	Q _{H,nd} =523022,90[kWh/a]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanjepojediniciploštinekorisnepovršine(zastambenezgrade)	Q ["] _{H,nd} =84,86(max=44,69)[kWh/m ² a]
Godišnjapotrebnenergijazahlađenje	Q _{C,nd} =101521,20[kWh/a]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskogubitkapojediniciplošjagrijanogdijelazgrade	H' _{tr,adj} =1,54(max=0,79)[W/m ² K]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskogubitka	H _{tr,adj} =8967,61[W/K]
Koeficijenttoplinskogubitkaprovjetranjem	H _{ve,adj} =3381,48[W/K]
Ukupnigodišnjigubicitopline	Q _i =3773523,50[MJ]
Godišnjiiskoristivunutarnjidobicitopline	Q _i =971869,81[MJ]
Godišnjiiskoristivisolarnidobicitopline	Q _s =1700823,38[MJ]
Ukupnigodišnjiiskoristividobicitopline	Q _q =2672693,19[MJ]

U sljedećoj tablici prikazan je energetska razred objekta prema Pravilniku.

Tablica 5: Energetska razred zgrade

	Izračunata vrijednost	Dopuštena vrijednost	$Q'_{H,nd,ref}$	Energetska razred
	$Q'_{H,nd}$ kWh/m ² a	$Q'_{H,nd}$ kWh/m ² a	$Q'_{H,nd,ref}$ kWh/m ² a	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za stvarne klimatske podatke (za stambene zgrade)	84,86	44,69	-	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za referentne klimatske podatke (za stambene zgrade) (referentna klima-kontinentalna)	82,41	44,69	82	C

U sljedećoj tablici dan je sumarni prikaz svih predloženih mjera i procijenjeni učinci.

Tablica 6: Sumarni prikaz preporučenih mjera prema koracima za implementaciju

Opis	Investicija	Procijenjene uštede				JPP	Smanjenje emisije CO2
		El. en. kWh/god	Topl. En. kWh/god	Voda m ³ /god	Ukupno kn/god		
	(kn)					god	tona/god
1 Poboljšanje elektroenergetskog sustava stubište	3250	432	-	-	500	6,4	0.162
2 Ugradnja radijatorskih ventila	27.258	-	20.529	-	7.801	3,5	6,2
3 Toplinska izolacija ravnog krova	167.194	-	37.930	-	15.551	10,8	9,8
4 Toplinska izolacija vanjske ovojnice (ETICS)	433.874	-	82.685	-	33.901	12,8	21,3
5 Zamjena staklenih stijena i prozora	1.740.132	-	207.891	-	85.235	20,4	53,5
6 Integralne mjere vanjske ovojnice zgrade	2.341.200	-	328.505	-	134.687	17,4	84,5

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 109 stanova i 1 posl.prost. u Velikoj Gorici, Matice Hrvatske 3.

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 Matice Hrvatske 3

LOKACIJA: Velika Gorica

ADRESA: Matice Hrvatske 3

KONTAKT: Nada Kovačev

TELEFON:

DATUM POSJETA: 20.07.2014. i 07.01.2015.

5 OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI

Stambena zgrada Matice Hrvatske 3 sastoji se od dvije dilatacije s jednim ulazom. Zgrada ima jedanaest etaža, podrum, prizemlje i 9 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 $\Theta_i \geq 18^{\circ}C$.

SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA

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

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE

Konstrukcija zgrade je armirano betonska.

Vanjski zidovi su armiranobetonski sa toplinskom izolacijom



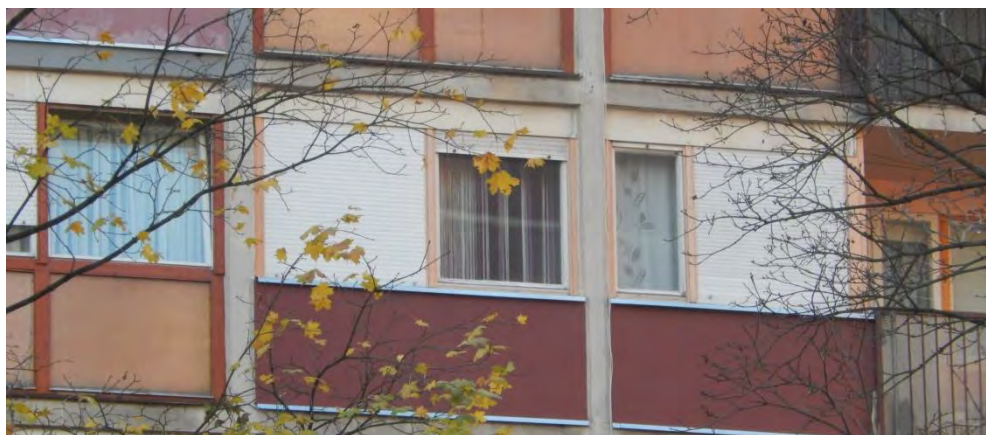
Slika 3: Vanjski zidovi stambene zgrade

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



Slika 4: Ravni prohodni krov

Otvori – Drveni s dvostrukim staklom



Slika 5: Drveni prozori s dvostrukim staklom



Slika 6: Ulazna vrata u stubište

OPIS OPĆEGSTANJA GRAĐEVINE I VANJSKE OVOJNICE GRAĐEVINE

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošjegrijanogdijelazgrade– $A[m^2]$	5837,67
Obujamgrijanogdijelazgrade– $V_g[m^3]$	19261,12
Obujamgrijanogzraka– $V[m^3]$	14638,45
Faktoroblikazgrade– $f_0[m^{-1}]$	0,30
Ploštinakorisnepovršine– $A_k[m^2]$	6163,56
Ukupnaploštinapročelja– $A_{uk}[m^2]$	4723,97
Ukupnaploštinaprozora– $A_{wuk}[m^2]$	2001,59

Tablica 7: Geometrijski podaci

IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE I MAKSIMALNOG DOPUŠTENOG PREMA VAŽEĆEM TEHNIČKOM PROPISU

Nazivgrađevnogdijela	$A[m^2]$	$U[W/m^2K]$	$U_{max}[W/m^2K]$
VZ2-Zid beton+cigla	898,69	0,88	0,30
P1-Parapet-Fasadni	570,20	0,69	0,25
VZ2/n-v/-Zid beton+cigla	78,65	0,88	0,30
VZ3-Zid od siporeksa	187,92	0,84	0,30
VZ3/n-v/-Zid od siporeksa-šupe	150,95	0,84	0,30
Z1/g-n/-Zid od betona	551,40	2,54	0,40
P1-Pod poslovnog prostora	373,28	0,86	0,30
P2/n/-Pod u šupama+stubište	432,48	0,87	0,30
MK1/g-n/-Strop iznad šupa	370,20	0,74	0,40
K1-Ravni krov	736,88	0,80	0,25
K2/-prohodna terasa -lođe	55,97	1,01	0,25
K1/n-v/-Ravni krov	43,12	0,80	0,25

Tablica 8: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice

Naziv otvora	$U_w[W/m^2]$	Orijentacija	$A_w[m^2]$	n
P1,L-otvori-Prozori i vrata	2,70	Sjevero-istok	1,00	372,50
	2,70	Sjevero-zapad	1,00	16,20
	2,70	Jugo-istok	1,00	8,10
	2,70	Jugo-zapad	1,00	372,50
P2,-otvori-Prozori	2,70	Sjevero-istok	1,00	448,15
	2,70	Sjevero-zapad	1,00	13,50
	2,70	Jugo-istok	1,00	13,50
	2,70	Jugo-zapad	1,00	448,15
P3-Prozori u grijanom hodniku	1,40	Sjevero-zapad	4,50	9,00
	1,40	Jugo-istok	4,50	9,00
P4/n-v/-Prozori u negrijanom stubištu	1,40	Sjevero-istok	2,97	9,00
	1,40	Jugo-zapad	2,97	9,00
Ulazna vrata u zgradu	5,20	Sjevero-istok	7,50	1,00
	5,20	Jugo-zapad	7,50	1,00
Pp-Prozori podruma	5,20	Sjevero-istok	1,00	9,72
	5,20	Jugo-zapad	1,00	11,41
S1-Stjenke poslovni prostori	3,10	Sjevero-istok	1,00	69,20
	3,10	Jugo-zapad	1,00	69,20
UV-Vrata iz stubišta u grijani hodnik	5,90	Sjevero-zapad	4,86	9,00
	5,90	Jugo-istok	4,86	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
VZ2-Zid beton+cigla	880,885
P1-Parapet-Fasadni	451,447
VZ3-Zid od siporeksa	176,708
VZ3/n-v/-Zid od siporeksa-šupe	141,944
K1-Ravni krov	665,772
K2/-prohodna terasa -lođe	62,331

Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač

Naziv otvora	n	A _w	U _w	H _D
P1,L-otvori-Prozori i vrata	769,3	1,00	2,70	2077,11
P2,-otvori-Prozori	923,3	1,00	2,70	2492,91
P3-Prozori u grijanom hodniku	18,00	4,50	1,40	113,40
P4/n-v/-Prozori u negrijanom stubištu	18,00	2,97	1,40	74,84
Ulazna vrata u zgradu	2,00	7,50	5,20	78,00
Pp-Prozori podruma	21,13	1,00	5,20	109,88
S1-Stjenke poslovni prostori	138,4	1,00	3,10	429,04
UV-Vrata iz stubišta u grijani hodnik	18,00	4,86	5,90	516,13

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 topline za grijanje, QH,nd (kWh)	Potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh)
1	siječanj	141.877	4
2	veljača	92.624	47
3	ožujak	51.058	742
4	travanj	5.034	8.483
5	svibanj	0	6.877
6	lipanj	0	21.864
7	srpanj	0	33.072
8	kolovoz	0	23.846
9	rujan	244	4.169
10	listopad	18.936	2.377
11	studeni	80.321	38
12	prosinac	132.928	2
	UKUPNO	523023	101521

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 523.022,90 kWh.

Specifična potrebna toplinska energija za grijanje STAMBENU ZONU za stvarnu klimu je 84,86 kWh/m²a, dok je maksimalna dozvoljena za zgradu ovih geometrijskih karakteristika 44,69 kWh/m²a.

Proračunom za referentnu klimu kontinentalne Hrvatske izračunata je specifična potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd,ref} = 82,41$ kWh/m²a, za STAMBENU ZONU što zgradu svrstava u energetske razred C.

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 razdjela dovodi do radijatorskog sustava grijanja zgrade.

Za cirkulaciju toplovodnog sustava grijanja, koriste se cirkulacijske pumpe GRUNDFOS UPC 80-120.

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

Ukupan broj ogrjevnih tijela u objektu je 394, a na njih oko 70 % (276 kom.) ugrađeni su toplinski razdjelnici i termostatski ventili.

Ekspanzija vode u sustavu riješena je ekspanzijskom posudom.

Slika 7. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice



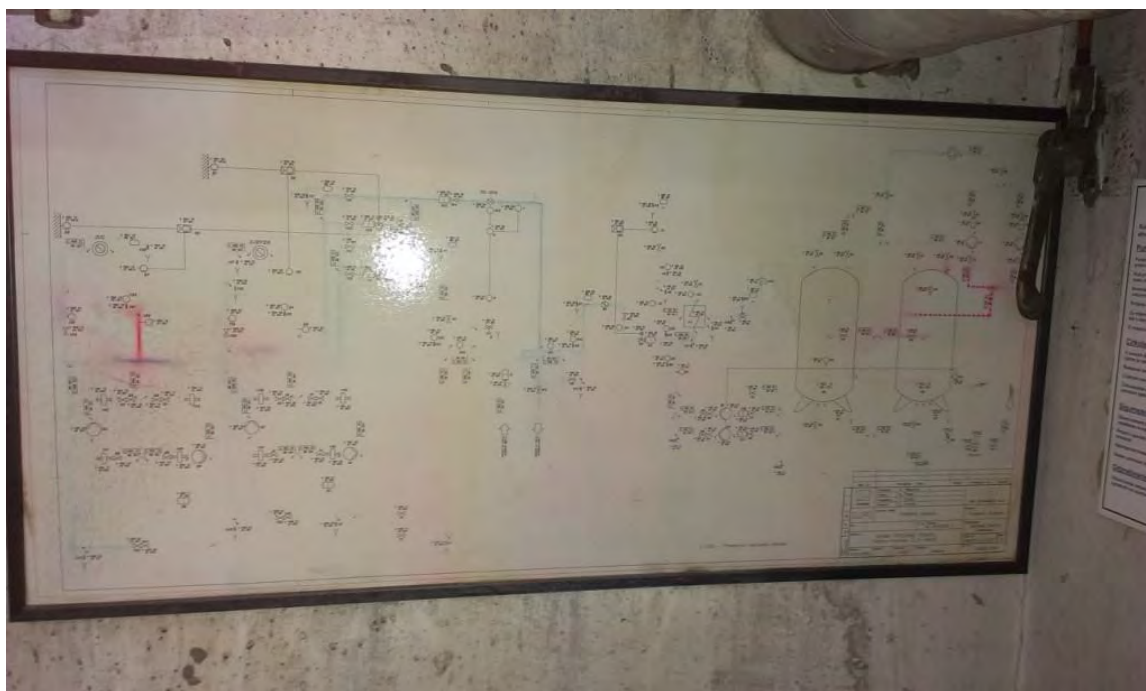
Slika 8. Spremnici tople potrošne vode



Slika 11. Izmjenjivač topline



Slika 12. Funkcionalna shema toplinske podstanice



Tablica 13. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja

Potrebna energija za referentne uvjete $Q_{h,nd,ref}$	Potrebna energija za stvarne uvjete $Q_{h,nd}$	Ukupno utrošena energija za grijanje	Utrošena energija iz toplinske mreže
kWh	kWh	kWh	kWh
507 939	523 023	684 289	684 289

5.2 SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE

Priprema potrošne tople vode (PTV) obavlja se u spremnicima toplinske stanice kapaciteta 2 x 4,5 m³, a priprema se obavlja putem izmjenjivača topline PIREKO 10C-I-NIRO.

Tablica 14. Modeliranje potrošnje PTV u 2013. Godini

Mjeseci grijanja	Dani grijanja	Toplinska energija za PTV	Toplinska snaga za grijanje PTV	Količina PTV	Potrošnja PTV	Potrošnja energije za PTV
		kWh	kW			l/dan, osoba
Siječanj	31	31.230	42	536	74	4,3
Veljača	28	31.230	46,5	536	81	4,7
Ožujak	31	31.230	42	536	74	4,3
Travanj	30	31.230	43,4	536	76	4,3
Svibanj	31	31.230	42	536	74	4,3
Lipanj	30	35.626	49,5	611	87	5
Srpanj	31	30.451	41	523	72	4,2
Kolovoz	31	27.632	37,1	473	65	3,8
Rujan	30	31.230	43,4	536	76	4,3
Listopad	31	31.230	42	536	74	4,3
Studeni	30	31.230	43,4	536	74	4,3
Prosinac	31	31.230	42	536	74	4,3
UKUPNO:	365	374.760		6.460		

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 374.760 kWh što odgovara dnevnoj potrošnji od 1027 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.

$$G_{sek} = \frac{Q_{pros}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{43}{4,2 \cdot 50} = 0,205 \frac{kg}{s}$$

$$G_{sek} = 0,205 \cdot 24 \cdot 3600 = 17.691 \frac{l}{24h} = 17,7 \text{ m}^3/\text{dan PTV}$$

5.3 SUSTAVI POTROŠNJE VODE

Zgrada se opskrbljuje sanitarnom i pitkom vodom iz mjesnog vodovoda.

Potrošnja vode u 2012. god.: $V=14.511 \text{ m}^3/\text{god.}$

Broj stanara u objektu: $n_s = 235$

Prosječna potrošnja vode po jednoj osobi i danu u objektu:

$$V_1 = \frac{V}{365 \cdot 235} \approx 0,169 \text{ m}^3 = 169 \text{ l}$$

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 56 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	400.000	kWh	458.000,00	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 120kW (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

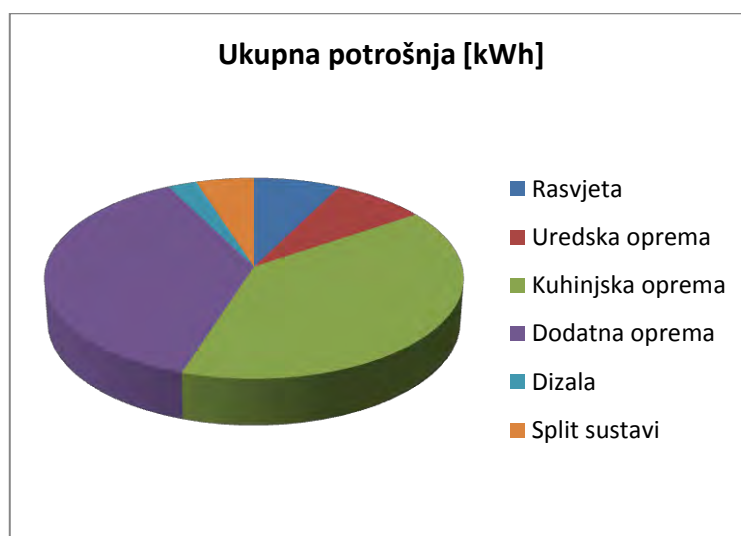
U ostale potrošače ulaze: uredska oprema, kuhinjska oprema, dodatna oprema (TV-oprema, HiFi, perilice rublja, dizala) i split-sustavi.

Potrošnja dodatne opreme za referentnu 2013. godinu iznosila je **135.000 kWh**, što predstavlja **35%** ukupne potrošnje električne energije.

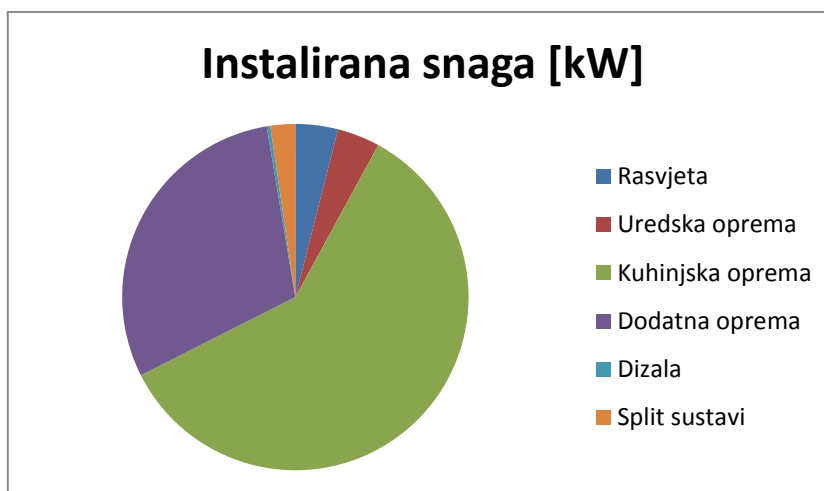
Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti

TIP OSTALIH TROŠILA PREMA VRSTI		
Tip ostalih trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Rasvjeta	120	30.000
Uredska oprema	120	32.000
Kuhinjska oprema	1800	158.000
Dodatna oprema	900	150.000
Dizala	10	10.000
Split sustavi	70	20.000
UKUPNO	3020	400.000

Slika 9: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji



Slika 10: Udio električnih trošila zgrade prema snazi



5.9 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

5.9.1 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE -ST I ZP

1. Općenito o potrošnji el. energije u zgradi

Zgrada je visokoetažna, s 2 dizala, s jednim ulazom (kućnim brojem)

A) Ukupan broj stanova u zgradi: 109

B) Broj ulaza: 1

C) Broj stanova: 109

C1) Broj stanara po stanu cca: 3

C2) Uk. broj stanara bez PP: 330

D) Uk. stambena površina: 5.250m²

E) ostale površine:

PP trgovina PREHRANA 200m² (prostor u podnajmu cca 50%)

zp-stubište/sprema 400m²

zp-kotlovnica 180m²

E1) Ukupna np zgrade 5.850m²

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

PP trgovina- napajanje el energijom i mjerenje zasebno

G) Zgrada nema el.grijanje ,osim PP trgovina-grijanje klima uređajem

H) Mjerenje dvotarifnim brojljima 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 knx109 stanova=**38.150,00 kn/mj**

=====

Realni račun za zgradu godišnje 38.150,00 kn/mj x12 = **457.800,00 kn/god**

=====

B) ZP-subišta – električni potrošači

- jedini potrošači- rasvjeta stubišta i ulaza I ulaznog prostora

-mjerjenje potrošnje zajedničko za oba stubišta –zasebno u VT i NT

B1) rasvjeta 50x40W - snaga uk:2000W 2kWinstalirano

B2) potrošnja prosječna ZP-stubišta naVT 2kW x1,5h=3kWh **90kWh /mj**

potrošnja prosječna ZP-stubišta na NT:2kW x1h=2kWh > **60kWh/mj**

B3)trošak ZP stubišta VT mjesečno:90kWhx0,84=75,6kn (cca 90kn s pdv)

trošak ZP stubišta NT mjesečno:60kWh x 0,42kn=25kn (cca 32kn s pdv)

trošak VT+NT 112kn za energiju

+faktor opskrbe 1,25 <140,00kn s pdv

Realni račun za oba stubišta: 140,00kn/mj> **1.700,00kn/god**

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

Trošak energije dizala: cca 12.500,00kn godišnje

Trošak energije stubišta (dizala i rasvjeta) 14.200,00 kn godišnje

C)ZP –spremišta

C1)mjerenje VT i NT

- jedini potrošači -rasvjeta 50 žarulja snage 100W, instalirano 5kW

C2) potrošnja na VT 5kWh x1h=5kWh (x30= **150kWh /mj**)

potrošnja na NT –zanemariva

C3)trošak ZP spremišta VT: 150x0,84kn=125kn (**160kn s pdv**)

trošak potrošnje ZP spremište: 1900,00kn/god

trošak s faktorom HEP-a 1,25 odnosno ukupno **2350,00kn/god**

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

ST jedinice: 457.800,00kn

ZP-stubišta: 14.200,00kn

ZP-spremišta: 2350,00kn

Ukupno: cca 474.350,00 kn (bez troška energije toplinske podstanice)

D) ZP kotlovnica-kućni savjet (toplinska podstanica)

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

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

pumpa PTV recirkulirajuća 290W

pumpa vrele vode 880W

pumpa grijanja 2x250W= 500W

Ukupna snaga 1.57kW

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

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

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

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

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

Ukupni godišnji trošak el energije za zgradu ST+ ZP stubišta + ZP spremišta + kotlovnica
 (za 109 stanova)

457.800,00 + 14.200,00 +2.350,00 +15.000,00 =~**490.000,00kn (s PDV)**

Po stanu godišnje: ~4.490,00kn/god/ST

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

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

1.1. ST 457.800,00kn 1.2 ZP-stubišta 14.200,00 kn 1.3. ZP-spremišta
2.350,00kn 1.4 ZP-toplinskapodstanica 15,000,00x0,95 =14.250,00kn

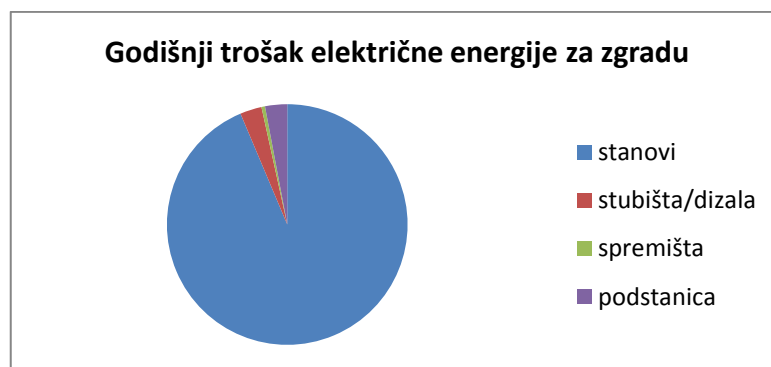


Diagram 1

5.9.2 POBOLJŠANJE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA:

- 1) Stanovi ne mogu ostvariti uštedu bez velikih investicija u kućanske aparate A+ klase, što nije trenutno ostvariva varijanta.
- 2) Rasvjeta u stanovima i stubištima - moguće su uštede od 30 do 90 % u odnosu na korištenje postojećih običnih i štednih žarulja
- 3) Poboljšanjem toplinske izolacije zgrade moguća je ušteda el.energije boljom regulacijom pumpi u toplinskoj podstanici od 10-20%

Slika 11: Primjer zamjenskih LED žarulja



VPC: 49,80kn

63,98kn

48,60kn

49,80kn

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

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

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

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

Područje	Instalirana snaga (kW)	Faktor istovremenosti	Dnevni sati rada	Godišnje sati rada	Potrošnja (kn)
Rasvjeta	120	0,8	4	1000	35.000
Uredska oprema	120	0,5	4	1000	32.800
Kuhinjska oprema	1800	0,5	2	500	200.000
Dodatna oprema	900	0,5	6	250	150.500
PTV	10	0,5	6	2000	10.000
Split sustavi	50	0,5	4	200	20.000
SVEUKUPNO	3020				458.000,00

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) - TRGOVINA PREHRAMBENE ROBE



Trgovina ALDI smještena je u prizemlju zgrade ,ali s odvojenim ulazom.Površina 100m².
Prostor je u podnajmu poduzeća PREHRANA. (Ostatak PP nije u funkciji,
Električna oprema: rashladne vitrine 10kom, rasvjeta, klima split, i PC.Sanitarni čvor –samo za osoblje.
PTV iz sustava zgrade,grijanje /hlađenje –split sustavi 5kW
Napajanje elenergijom iz zasebnog PMO s direktnim mjerenje djelatne i jalove energije na VT i NT. EES 30kW.

NAMJENA – TRGOVINA ROBOM PREHRANE

SUSTAV ELEKTRIČNE RASVJETE

U zgradi je instaliran jedan tip rasvjetnih tijela: nadgradne svjetiljke - fluorescentne cijevi (36W T8) 10kom

Instalirana električna snaga: 2 kW

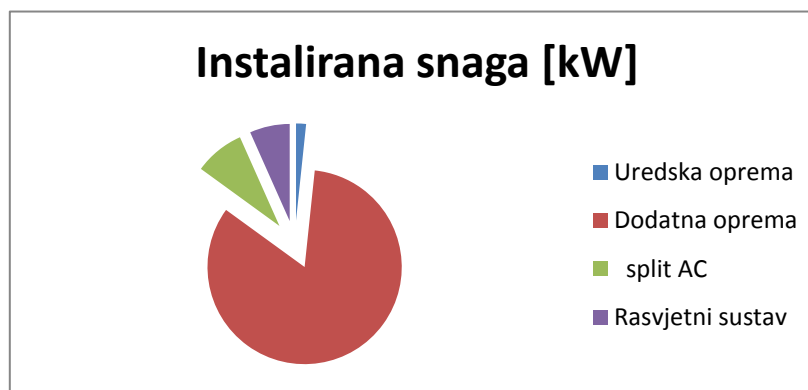
Tablica 21: Tip rasvjetnih tijela prema vrsti

TIP RASVJETE PREMA VRSTI		
Tip rasvjete	Broj svjetiljki	Ukupna djelatna snaga Uključivo balast [kW]
Fluorescentna cijev 40kom x 36W	10	2kW
UKUPNO:	10	2

Tablica 22: Tip rasvjetnih tijela prema snazi

TIP UNUTARNJE RASVJETE PO SNAZI			
Tip rasvjete	Snaga jedne jedinice [W]	Broj rasvjetnih tijela	Ukupna snaga [kW]
Fluorescentna cijev	4x36	10	2
UKUPNO:		10	2

Slika 12: Udio rasvjete prema snazi potrošača



5.9.5 OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE

U ostale potrošače ulaze: PC, , dodatna oprema - hladnjaci i rashladne vitrine, split sustav AC) Potrošnja svih potrošača električne energije PP za referentnu 2013. godinu iznosila je 48.000 kWh na VT, i 16.000 kWh na NT djelatne energije. Jalova energija za istu godinu iznosi na VT 20.000 kWh čemu doprinosi induktivni karakter rasvjetnog sustava motora - kompresora rashladnih uređaja. U noćnom režimu NT potrošnja jecca 40% tj. 8kWhr .

Tablica 23: Tip ostalih potrošača prema vrsti 2013.god

TIP OSTALIH POTROŠAČAPREMA VRSTI		
Tip trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Uredska oprema	0,5	1000
Dodatna oprema	25	60000
split AC	2,5	3000
Rasvjetni sustav	2	64000+20000(Whr)
UKUPNO:	30	64.000kWh+ 20.000kWhr

Tablica 24: Prikaz modularane potrošnje pojedine vrste trošila

Područje	Instalirana snaga (W)	Faktor istovremenosti	Dnevni sati rada	Godišnje sati rada	Potrošnja (kn)
Rasvjeta	2	0,8	16	3200	6.000
Uredska oprema	0,5	0,86	16	3200	2.000
Dodatna oprema	25	0,5	24	8000	230.000
Split sustav AC	2,5	1	8	4000	11.500
SVEUKUPNO:	30				Energija: s paušalom I jalovom energijom: 250.000,00

5.9.6 POBOLJŠANJE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

Jedina mjera u PP je zamjena rasvjetnih armatura T8 s LED modulom 40W čime bi se snaga smanjila na 50% uz isti nivo rasvjetljenosti.,Potreban broj panela :20.

Investicija 20x600kn=12.000,00kn

Potrošnja 20 kom 40W modula za 16h rada dnevno daje 240kWh/mj s minimalnim udjelom jalove komponente.Godišnji trošak energije s LED modulima iznosi 4.000,00 god. Godišnja ušteda :2000kn, Povrat investicije: cca 6.god.

Tablica 25: 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	12000	2000	2000	6	2000x0,376kg=752kg (0,752T)

NAPOMENA: za procjenu uštede u izračun su uvrštene cijene: 1,15704 kn/kWh za električnu energiju.

Primjer zamjeske LED armature za nadgradnju na strop



Slika 13: 40W (za Modul 600) VPC 567, 00

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 pričvršnicama s čeličnim trnom. U stavku je uključen sav osnovni i pomoćni rad i materijal, kao i obrada špaleta elementima debljine 2 cm. Obračun se vrši po m ² bez dodatka za obradu špaleta, bez obzira na veličinu otvora. U jediničnu cijenu uključiti: 1. limarske radove - nabavu materijala, transport i montaža limarskih elemenata (opšavi, okapi) od plastificiranog lima sa izvedenim svim propisanim okapima, opšavima i spojevima potkonstrukcijom i učvršćenjima koja će se propisati glavnim projektom 2. pripremne radove koji uključuju: - privremeno uklanjanje i deponiranje gromobrana, kablova, antena, rashladnih uređaja i sl., - zaštita prozora PVC folijom, - priprema podloge, - demontaža postojeće građevinske limarije - opšava i okapa, - prijenos i odvoz otpadnog materijala i šute. 3. dobavu i montažu skele za izvedbu radova na pročeljima, do završetka radova (uključena izrada nacrtu montaže skele i zaštite konstrukcije zgrade, svi elementi zaštite na radu, gromobrankska instalacija i atesti skele, izrada i uklanjanje po izvedbi radova pješačkog tunela iznad ulaza	m ² 1.886,41	230,00	433.874,30 kn

	koji će osiguravati siguran pristup zgradi, te dobava, montaža, korištenje i demontaža zaštitnog paravana kao osiguranja gradilišta)			
UKUPNO				433.874,30 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]				82.684,80
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³				21.277,50
Ušteda [kn/god.]				33.900,77 kn
JPP [god.]				12,80

Tablica 26: Tablica JPP građevinske mjere 1

Ukupna modelirana toplinska energija iznosi QH,nd = 523.022,90 kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 440.338,10 kWh/godišnje. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 82.684,80kWh/godišnje energije. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je 433.874,30 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 33.900,77 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 12,80godina.

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 $U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, 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 ² 835,97	200	167.194,00 kn
UKUPNO			167.194,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]			37.929,80
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³			9.760,60
Ušteda [kn/god.]			15.551,22 kn
JPP [god.]			10,75

Tablica 27: Tablica JPP građevinske mjere 2

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 523.022,90 kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 485.093,10 kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 37.929,80kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 15.551,22 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 167.194,00 kn, ostvarena ušteda u 15.551,22 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 10,75.

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 smjernicama 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 1.933,48	900	1.740.132,00 kn
UKUPNO				1.740.132,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]				207.890,60
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³				53.497,21
Ušteda [kn/god.]				85.235,15 kn
JPP [god.]				20,42

Tablica 28: Tablica JPP građevinske mjere 3

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 523.022,90$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 315.132,30$ kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 207.890,60 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 85.235,15 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 1.740.132,00 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 85.235,15 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 20,42 godine.

INTEGRALNE MJERE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 2.341.200,30 kn i godišnje uštede od 134.687,13 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 31,56 kWh/m²a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 44,69 kWh/m²a, odnosno energetski razred B.

UKUPNO	2.341.200,30 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	328.505,20
Smanjenje emisija CO ₂ [kg/god.] 1,9 kg CO ₂ /m ³	84.535,31
Ušteda [kn/god.]	134.687,13 kn
JPP [god.]	17,38

Tablica 29: Tablica JPP građevinske mjere 4

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti **328.505,20kWh/godišnje** energije odnosno**134.687,13 kn**. Ukupno potrebno ulaganje u integralnu primjenu mjera je2.341.200,30 kn, a **period povrata investicije** u mjere je **17,38 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 394 radijatora

Još oko 30 % ogrjevnih tijela (118 radijatora) nije pokriveno s razdjelnicima odnosno termostatskim ventilima.

Moguće uštede: $0,1 \times 0,3 \times 684\ 289 = 20\ 529$ kWh/god.

Investicija: 231 kn/radijatoru = 27.258 kn)

Slika 14: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF



Tablica 30: 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	27.258	20.529	7.801	3,5	6,2

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.