



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, KRALJA DMITRA ZVONIMIRA 13

VELIKA GORICA

lokacija: k.č. br. 1936



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	18
5.3	SUSTAVI POTROŠNJE VODE	19
5.4	SUSTAV HLAĐENJA	20
5.5	SUSTAVI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE	20
5.6	SUSTAV ELEKTRIČNE ENERGIJE (RASVJETA I OSTALA POTROŠNJA)	20
5.7	ELEKTRIČNA RASVJETA	20
5.8	OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE	20
5.9	ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	22
	1.OPĆENITO	26
	POSLOVNI PROSTOR U ZGRADI (PP)	26
6	PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	27
	POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE	27
	Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 1.310.730,50 kn i godišnje uštede od 109.929,98 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 40,33 kWh/m ² a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 48,50 kWh/m ² a, odnosno energetski razred B.	30
8.	MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA	30
7	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	31

POPIS SLIKA

Slika 1. Udio potrošnje po sektorima.....	6
Slika 2. Bilanca energije zgrade.....	6
<i>Slika 3: Vanjski zidovi stambene zgrade.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika 4: Drveni prozori s dvostrukim staklom.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika 5: Ulazna vrata u stubište.....</i>	<i>13</i>
Slika 12: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji.....	21
Slika 13: Udio električnih trošila zgrade prema snazi.....	21
Slika 14: Primjer zamjenskih LED žarulja.....	25
Slika 19: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF.....	30

POPIS TABLICA

Tablica 1: Potrošnja energenata	7
Tablica 2: Pregled jedinične potrošnje vode i energije na godišnjoj razini	8
Tablica 3: Potrošnja energenata za 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>13</i>
<i>Tablica 2: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 3: Koeficijenti prolaska topline otvora</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 4: Gubici topline kroz vanjski omotač</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 5: Gubici topline kroz vanjske otvore</i>	<i>14</i>
<i>Tablica 6: Potrebna energija za grijanje i hlađenje</i>	<i>15</i>
Tablica 15: Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja	17
<i>Tablica 16: Modeliranje potrošnje PTV u 2013. Godini</i>	<i>18</i>
Tablica 17: Prosječna potrošnja vode l/dan, osoba (visoki standard)	19
Tablica 18: Električna energija za referentnu 2013. godinu	20
Tablica 19: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti	21
Tablica 20: Tablični prikaz uštede zanjenom žarulja LED žaruljom 7W u zajedničkim prostorima	26
Tablica 21: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.	26
Tablica 22: Specifični faktor emisije CO ₂	26
<i>Tablica 9: Tablica JPP građevinske mjere 1</i>	<i>28</i>
<i>Tablica 10: Tablica JPP građevinske mjere 2</i>	<i>28</i>
<i>Tablica 11: Tablica JPP građevinske mjere 3</i>	<i>29</i>
<i>Tablica 12: Tablica JPP građevinske mjere 4</i>	<i>30</i>
Tablica 32: Prikaz mjere i procijenjene uštede	30

2 OSNOVNO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI

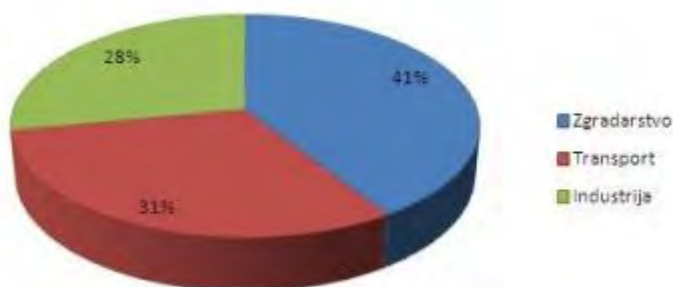
Pod pojmom energetske učinkovitosti podrazumijevamo široki opseg djelatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije u promatranom objektu, što rezultira smanjenjem emisije CO₂ uz nepromijenjenu toplinsku, svjetlosnu i drugu udobnost njezinih stanara.

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

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

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

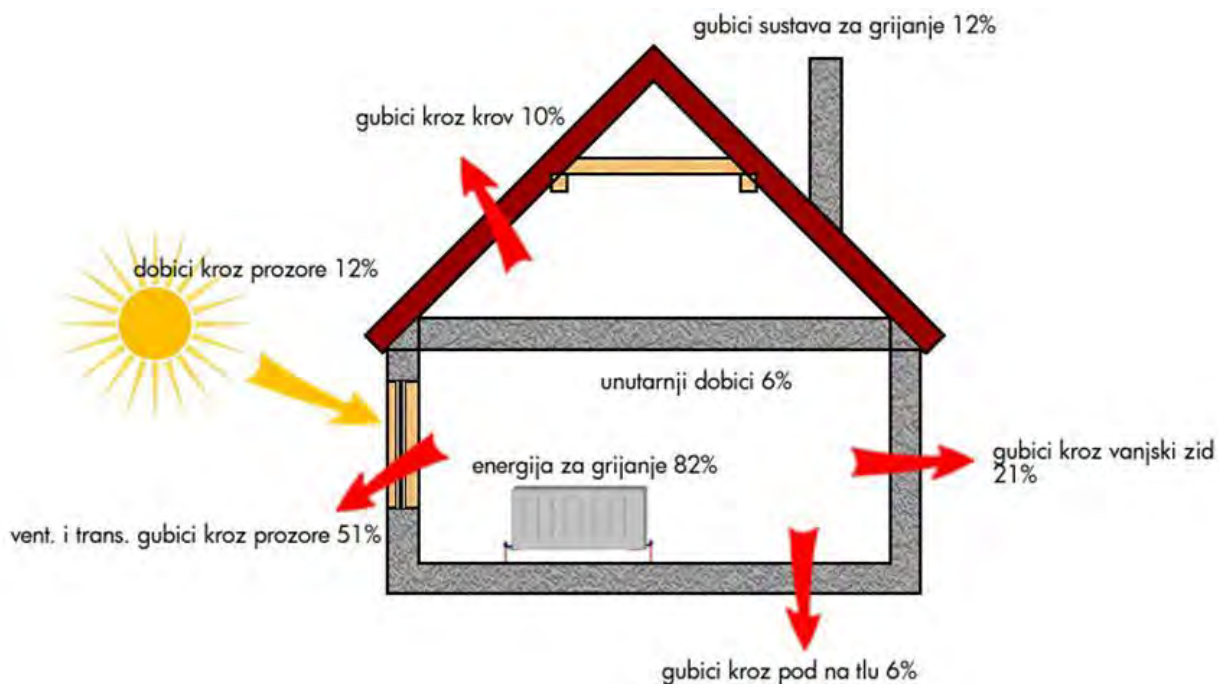
Slika 1. Udio potrošnje po sektorima



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

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

Slika 2. Bilanca energije zgrade



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

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

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

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

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

Tablica 1: Potrošnja energenata

Potrošnja energenata/godina	
Električna energija, zajednička potrošnja kWh	210.000
Toplinska energija, kWh /2013 god.	582.450
Voda, m ³ / 2012. god.	8.046

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	70		1500	
Voda	-	2,5	-	66,5
Toplinska energija	182,5		4.813	

NAPOMENA: Objekt koristi 121 stanara, ploština korisne površine zgrade je 3192 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.	418.410	164.040	0,3* (418.410 +164.040) /1000 =175

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=3959,48[m ²]
Obujamgrijanogdijelazgrade	V _e =9973,54[m ³]
Faktoroblikazgrade	f _o =0,40[m ⁻¹]
Ploštinakorispovršine	A _k =3191,53[m ²]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanje	Q _{H,nd} =396828,80[kWh/a]
Godišnjapotrebnatoplinazagrijanjepojediniciploštinekorispovršine(zastambenezgrade)	Q _{H,nd} ^{''} =124,34(max=48,50)[kWh/m ² a]
Godišnjapotrebnenergijazahlađenje	Q _{C,nd} =28125,39[kWh/a]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskogubitkapojediniciplošjegrijanogdijelazgrade	H _{tr,adj} ['] =1,55(max=0,68)[W/m ² K]
Koeficijenttransmisijskogtoplinskogubitka	H _{tr,adi} =6128,86[W/K]
Koeficijenttoplinskogubitkaprovjetranjem	H _{ve,adj} =1843,11[W/K]
Ukupnigodišnjigubicitopline	Q _i =2436001,50[MJ]
Godišnjiiskoristivunutarnjidobicitopline	Q _i =503240,89[MJ]
Godišnjiiskoristivisolarnidobicitopline	Q _s =770857,94[MJ]
Ukupnigodišnjiiskoristividobicitopline	Q _g =1274098,83[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)	124,34	48,50	/	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za referentne klimatske podatke (za stambene zgrade) (referentna klima-kontinentalna)	120,49	48,50	120	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
		(kn)	El. en. kWh/god	Topl. En. kWh/god	Voda m ³ /god		
1 Poboľšanje elektroenergetskog sustava stubište	3.200	430	-	-	500	6,4	0,16
2 Ugradnja radijatorskih ventila	57.750	-	41.840	-	15.900	3,6	12,5
3 Toplinska izolacija ravnog krova	79.728	-	25.576	-	10.486	7,6	6,7
4 Toplinska izolacija vanjske ovojnice (ETICS)	439.795	-	122.369	-	50.171	8,8	31,9
5 Zamjena staklenih stijena i prozora	791.208	-	120.208	-	49.272	16,1	31,3
6 Integralne mjere vanjske ovojnice zgrade	1.310.731	-	268.122	-	109.930	11,9	70

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 51 stanom i 4 posl. prostora u Velikoj Gorici, Kralja D. Zvonimira 13.

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 Kralja D. Zvonimira 13

LOKACIJA: Velika Gorica

ADRESA: Kralja D. Zvonimira 13

KONTAKT: Slavko Lubina

TELEFON:

DATUM POSJETA: 20.07.2014. i 07.01.2015.

5 OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI

Stambena zgrada ima deset etaža, od kojih je devet stambeno, dok je prizemlje predviđeno za garaže i poneki poslovni prostor ugostiteljske namjene.

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=3cm, beton u padu, hidroizolacija.

Otvori – Drveni s dvostrukim staklom



Slika 4: Drveni prozori s dvostrukim staklom



Slika 5: Ulazna vrata u stubište

OPIS OPĆEG STANJA GRAĐEVINE I VANJSKE OVOJNICE GRAĐEVINE

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošie grijanog dijela zgrade - A [m ²]	3959,48
Obujam grijanog dijela zgrade - V_e [m ³]	9973,54
Obujam grijanog zraka - V [m ³]	7978,83
Faktor oblika zgrade - f_0 [m ⁻¹]	0,40
Ploštin korisne površine - A_k [m ²]	3191,53
Ukupna ploštin pročelja - A_{wk} [m ²]	3270,71
Ukupna ploštin prozora - A_{wuk} [m ²]	959,92

Tablica 7: Geometrijski podaci

IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE I MAKSIMALNOG DOPUŠTENOG PREMA VAŽEĆEM TEHNIČKOM PROPISU

Naziv građevnog dijela	A [m ²]	U [W/m ² K]	U_{max} [W/m ² K]
VZ1 Vanjski zid	1649,16	1,06	0,30
VZ2 Vanjski zid negrijano	262,99	1,06	0,30
Zid, negrijano - garaže	27,74	3,49	0,30
Zid, grijano - garaže	90,78	3,49	0,30
Zid, grijano - negrijano	491,38	2,65	0,40
P1 - Pod na tlu grijano	174,73	0,96	0,30
P2 - Pod na tlu negrijano	83,44	0,96	0,30
Strop iznad negrijanog prostora	83,44	0,99	0,40

Strop iznad vanjsko zraka	60,64	1,05	0,25
Ravni krov	398,64	0,94	0,25

Tablica 8: Koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice

Naziv otvora	U _w [W/m ² K]	Orijentacija	A _w [m ²]	n
Drveni otvori	3,00	Sjevero-istok	1,00	183,60
	3,00	Sjevero-zapad	1,00	263,52
	3,00	Jugo-istok	1,00	302,40
	3,00	Jugo-zapad	1,00	129,60
Prozori u stubištu	4,00	Sjevero-zapad	1,00	19,80
	4,00	Jugo-istok	1,00	32,40
Ulazna vrata u zgradu	1,40	Sjevero-zapad	1,00	4,00
	1,40	Jugo-istok	1,00	3,00
Vrata u grijni prostor	4,00	Jugo-istok	2,40	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
VZ1 Vanjski zid	1920,118
Zid, grijano - garaže	325,469
Strop iznad garaža	126,997
Strop iznad vanjsko zraka	70,016
Ravni krov	413,319

Tablica 10: Gubici topline kroz vanjski omotač

Naziv otvora	n	A _w	U _w	H _D
Drveni otvori	879,1	1,00	3,00	2637,36
Prozori u stubištu	52,20	1,00	4,00	208,80
Ulazna vrata u zgradu	7,00	1,00	1,40	9,80
Vrata u grijni prostor	9,00	2,40	4,00	86,40

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	98.132	3
2	veljača	67.453	24
3	ožujak	43.133	268
4	travanj	11.610	2.550
5	svibanj	3.573	891
6	lipanj	0	5.346
7	srpanj	0	11.054
8	kolovoz	0	6.636
9	rujan	2.931	579
10	listopad	20.037	752
11	studeni	58.512	20
12	prosinac	91.447	2
	UKUPNO	396829	28125

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 396.828,80 kWh.

Specifična potrebna toplinska energija za grijanje STAMBENU ZONU za stvarnu klimu je 124,34 kWh/m²a, dok je maksimalna dozvoljena za zgradu ovih geometrijskih karakteristika 48,50 kWh/m²a.

Proračunom za referentnu klimu kontinentalne Hrvatske izračunata je specifična potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd,ref} = 120,49 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, 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

Glavni ogrjevni medij za grijanje zgrade distribuira se iz **centralne kotlovnice na adresi Kralja D. Zvonimira 9**, kotlovske vrelovodne postrojenje, tri kotla TKT- TOPLOTA, 3,5 MW.

Toplinska stanica za pripremu tople vode smještena je u prizemlju objekta, a čine je spremnik proiz. MONTER volumena 8,5 m³, s pumpama IMP CL 32.

Pretežita ogrijevna tijela u sustavu grijanja zgrade su limeni radijatori tipa LIPOVICA i drugi. Ukupan broj ogrijevnih tijela u objektu je 250.

Ekspanzija vode u sustavu riješena je ekspanzijskom posudom.

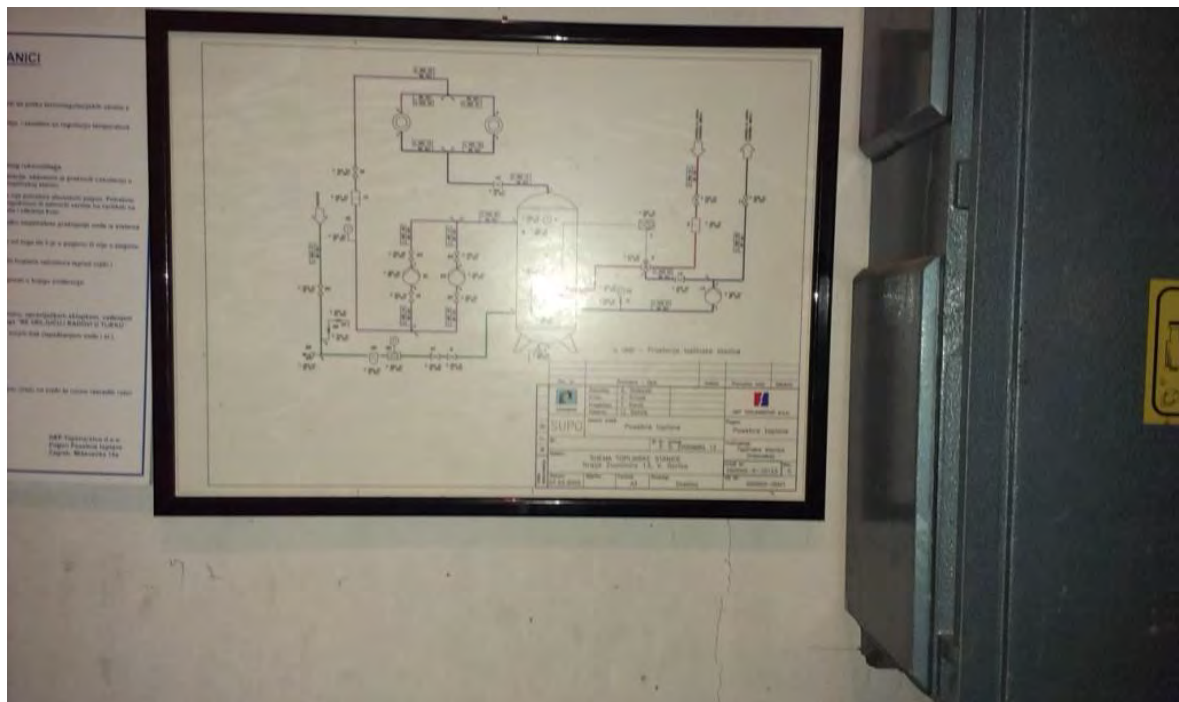
Slika 9. Spremnik tople potrošne vode



Slika 10. Cirkulacijske pumpe 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
384 540	396 829	418 410	418 410

5.2 SUSTAV PRIPREME SANITARNE TOPLE VODE

Priprema potrošne tople vode (PTV) obavlja se u spremniku toplinske stanice kapaciteta 8,5 m³, a priprema se obavlja putem izmjenjivača topline instaliranog u samom spremniku.

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	13.670	18,4	235	63	3,6
Veljača	28	13.670	20,3	234	69	4
Ožujak	31	13.670	18,4	235	63	3,6
Travanj	30	13.670	19	235	65	3,8
Svibanj	31	13.670	18,4	235	63	3,8
Lipanj	30	16.000	22,2	274	75	4,4
Srpanj	31	13.330	17,9	228	61	3,6
Kolovoz	31	11.670	15,7	200	53	3,1
Rujan	30	13.670	19	235	65	3,6
Listopad	31	13.670	18,4	235	63	3,6
Studeni	30	13.670	19	235	65	3,8
Prosinac	31	13.670	18,4	235	63	3,6
UKUPNO:	365	164.040		2.816		

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 164.040 kWh što odgovara dnevnoj potrošnji od 449 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.

$$G_{sek} = \frac{Q_{pros}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{18,76}{4,2 \cdot 50} = 0,089 \frac{kg}{s}$$

$$G_{sek} = 0,089 \cdot 24 \cdot 3600 = 7.717 \frac{l}{24h} = 7,72 \text{ m}^3/\text{dan PTV}$$

5.3 SUSTAVI POTROŠNJE VODE

Zgrada se opskrbljuje sanitarnom i pitkom vodom iz mjesnog vodovoda.

Potrošnja vode u 2012. god.: $V=8.046 \text{ m}^3/\text{god.}$

Broj stanara u objektu: $n_s = 121$

Prosječna potrošnja vode po jednoj osobi i danu u objektu:

$$V_1 = \frac{V}{365 \cdot 121} \approx 0,182 \text{ m}^3 = 182 \text{ l}$$

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 izveden je pojedinačnim split sustavima po stanovima raznih proizvođača, a ukupno je 25 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	210.000	kWh	240.000,00	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 28kW (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

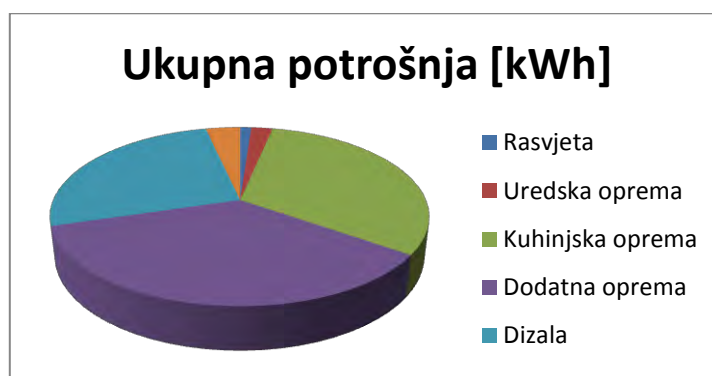
U ostale potrošače ulaze: uredska oprema, kuhinjska oprema, dodatna oprema (TV-oprema, HiFi, perilice rublja, dizala) i split-sustavi.

Potrošnja dodatne opreme za referentnu 2013. godinu iznosila je 70.000 kWh, što predstavlja **30%** ukupne potrošnje električne energije.

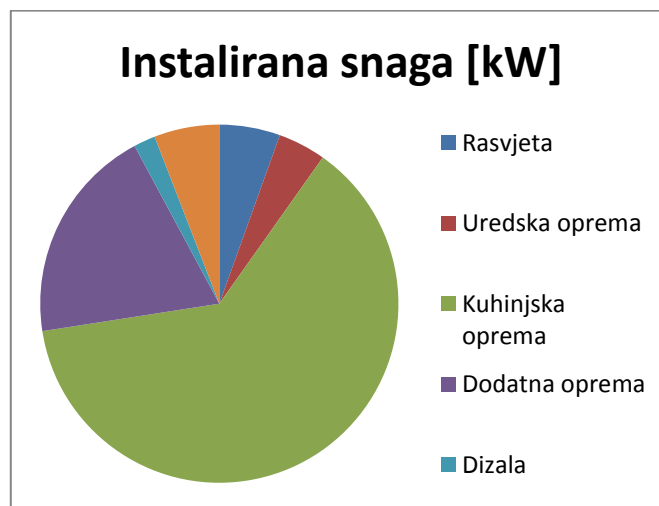
Tablica 17: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti

TIP OSTALIH TROŠILA PREMA VRSTI		
Tip ostalih trošila	Instalirana snaga [kW]	Ukupna potrošnja [kWh]
Rasvjeta	28	3.000
Uredska oprema	25	5.000
Kuhinjska oprema	320	77.000
Dodatna oprema	100	70.000
Dizala	10	80.000
Split sustavi	30	5.000
UKUPNO	510	240.000

Slika 6: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji



Slika 7: 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 dizalima sa 1 ulazu (kućnom broju 11)

A) Ukupan broj stanova u zgradi:	51
B) Broj ulaza:	1
C) Broj stanova:	51
C1) Broj stanara po stanu cca:	2,5
C2) Uk. broj stanara bez PP:	125
D) Uk. stambena površina:	3.000m ²
E) ostale površine:	
PP (4x)	160m ²
zp-stubište/sprema	350m ²
zp-kotlovnica	100m ²
E1) Ukupna np zgrade	4.300m ²
F) Razvod i mjerenje el. energije-svaki stan pojedinačno iz PMO na stubištu, zajednička potrošnja-mjerenje zasebno	
PP (4x)- 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-13,8kW;	
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-om cca 223,00kn)

7. Trošak NT prosječnog ST mjesečno:

99kWh x 0,42kn= 41,58kn(s pdv-omcca 52,00kn)

Ukupno trošak potrošnjeel.energije za prosječan ST / mj=275kn

S ostalim troškovima HEP-a na računu - faktor 1,25

275,00 kn x 1,25 =343,75kn (trošak varira ±20%, ovisno o veličini ST i komforu stanara)

Realni račun svih ST jedinica za zgradu:350,00 knx51 stan=**17.850,00 kn/mj**

=====

Realni račun za zgradu godišnje 17.850,00 kn/mj x12 = **214.200,00 kn/god**

=====

B) ZP-subišta – električni potrošači

- potrošači- rasvjeta stubišta I dizala

-mjerenje potrošnje za stubište –zasebno u VT i NT

B1) rasvjeta 20x60W - snaga uk:**1,2kW** B1.1 dizala **10kW** instalirano **11,2kW**

B2) potrošnja prosječna ZP-stubišta naVT:11,2kW x1,5h=17kWh cca **500kWh /mj**

potrošnja prosječna ZP-stubišta na NT:11.2kW x1h=11kWh > **300kWh/mj**

B3)trošak ZP stubišta VT mjesečno:500x0,84=420kn (cca 525 s pdv)

trošak ZP stubišta NT mjesečno:300kWh x 0,42kn=cca125kn (cca 155kn s pdv)

trošak VT+NT 680kn za energiju

+faktor opskrbe 1,25 <850,00kn s pdv

Realni račun za stubište s dizalima: **850,00kn/mj> 10,200,00kn/god**

C)ZP –spremište

Potrošnja je mjerena s potrošnjom toplinske podstanice na broju 9, plaćanje iz zajedničkog fonda

C1) mjerenje VT i NT

- jedini potrošači-rasvjeta fluo armature 4x4x18Ws potrošnjom balasta =360W
+ plafonjera 1x60W, uk. 0,42kW

C2) potrošnja na VT 0,42kWh x1h=0,42kWh (x30= 12,6kWh /mj)

potrošnja na NT –zanemariva (5kWh mjesečno)

C3) trošak ZP spremišta VT: 12,6x0,84kn=10,58kn (13,13kn s pdv)

trošak ZP spremišta NT: 5x0,42=2,10kn (2,62kn s pdv)

trošak potrošnje ZP spremište: 15,00kn/mj

trošak s faktorom HEP-a 1,25 18,75kn/mj odnosno 225,00kn/god

Ukupna potrošnja el.energije (bez toplinske podstanice)

ST jedinice: 220.200,00kn

ZP-stubišta: 10.200,00kn

ZP-spremišta: 200,00kn

Ukupno: cca 218.200,00kn

D) ZP kotlovnica-kućni savjet (toplinska podstanica)

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

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

pumpa PTV recirkulirajuća 290W

pumpa vrele vode 880W

pumpa grijanja 2x250W= 500W

Ukupna snaga 1.57kW

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

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

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

Trošak podstanice (na br 9) s troškovima spremišta na 3 ulaza dijeli se na 3 dijela te iznosi **5,000,00kn**

Ukupni godišnji trošak el energije za zgradu ST+ ZP stubišta + ZP spremišta + kotlovnica

(za 51 stan)=235.00,00,00kn +5.000,00=**240.000,00kn(s PDV-om)**

tj **.220.000,00 + 10.000,00 +5000,00 +5.000,00 =~240.000,00kn (s PDV)**

PROSJEČNI TROŠAK EL.ENERGIJE:

Po stanu godišnje: ~4.700,00kn/god/ST

Po stanu mjesečno: ~390,00kn/mj/ST

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

1.1. ST 220.000,00kn 1.2 ZP-stubišta 10.000,00 kn 1.3. ZP-spremišta 5000,00kn

1.4 ZP-toplinska podstanica 5,000,00x0,95 =4.750,00kn

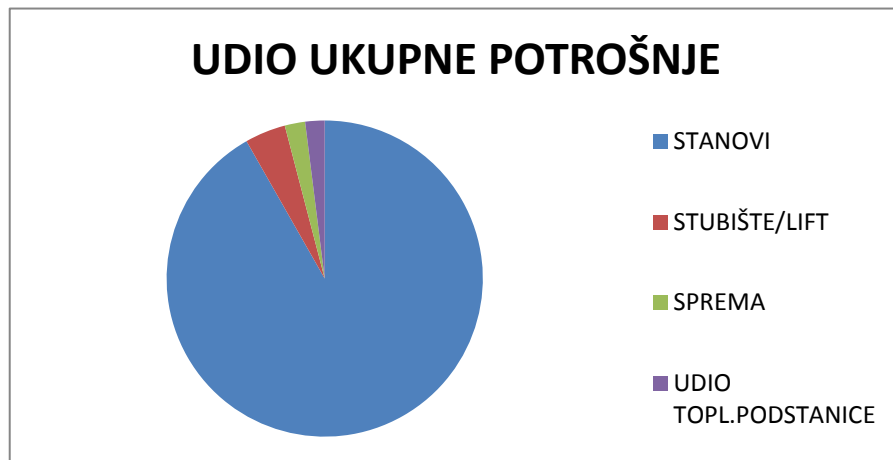


Diagram 1

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 8: 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	25	0,8	4	1000	3.000
Uredska oprema	25	0,5	4	1000	5.000
Kuhinjska oprema	320	0,5	2	500	77.000
Dodatna oprema	100	0,5	6	250	70.000
Dizala	10	0,5	6	2000	80.000
Split sustavi	30	0,5	4	200	5.000
SVEUKUPNO	510				240.000,00

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 PROSTORI (4x) U ZGRADI DUŽE VRIJEME NISU U FUNKCIJI , A SAMOM POVRŠINOM NE UTIČU BITNO NA ENERGETSKU BILANCU ZGRADE TE JE NJIHOV UTICAJ ZANEMAREN

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 špaleta 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 nacрта montaže skele i zaštite konstrukcije zgrade, svi elementi zaštite na radu, gromobrnska 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 demontaža zaštitnog paravana kao osiguranja gradilišta)	m ² 1.912,15	230,00	439.794,50 kn

UKUPNO	439.794,50 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	122.369,30
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³	31.943,18
Ušteda [kn/god.]	50.171,41 kn
JPP [god.]	8,77

Tablica 21: Tablica JPP građevinske mjere 1

Ukupna modelirana toplinska energija iznosi QH,nd = 396.828,80 kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 274.459,50 kWh/godišnje. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 122.369,30 kWh/godišnje energije. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je 439.794,50 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 50.171,41 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 8,77 godina.

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 ² 398,64	200	79.728,00 kn
UKUPNO			79.728,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]			25.576,00
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³			6.676,34
Ušteda [kn/god.]			10.486,16 kn
JPP [god.]			7,60

Tablica 22: Tablica JPP građevinske mjere 2

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 396.828,80 kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi QH,nd = 371.252,80 kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 25.576,00 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 10.486,16 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje 79.728,00 kn, ostvarena ušteda u 10.486,16 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 7,60.

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 $U_g \leq 0,7 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ 4c/26Ar/4/16Ar/c4 i $U_f \leq 1,0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, koeficijent prolaska topline prozora $U_w \leq 0,85 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. Stavkom je obuhvaćena demontaža postojećih prozora i prozorskih klupčica, obrada unutarnjih špaleta, ugradnja prozora prema RAL smjericama s	m ² 879,12	900	791.208,00 kn

	brtvljenjem spoja prozora i zida brtvenom trakom SD>100 s unutarnje strane, SD<50 s vanjske strane te ispunjena međuprostora poliuretanskom izolacijom pjenom.			
UKUPNO				791.208,00 kn
Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentnu potrošnju [kWh/god.]				120.176,60
Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³				31.370,77
Ušteda [kn/god.]				49.272,41 kn
JPP [god.]				16,06

Tablica 23: Tablica JPP građevinske mjere 3

Ukupna izračunata trenutna potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 396.828,80$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti potrebna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 276.652,20$ kWh/godišnje.

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 120.176,60 kWh/godišnje potrebne energije za grijanje ili 49.272,41 kn/godišnje. Ukupno potrebno ulaganje je 791.208,00 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 49.272,41 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 16,06 godine.

INTEGRALNE MJERE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

Kombinacijom svih mjera uz investiciju od 1.310.730,50 kn i godišnje uštede od 109.929,98 kn, postiže se potrebna toplinska energija za grijanje zgrade od 40,33 kWh/m²a za stvarne klimatske podatke što je niže od maksimalne dopuštene toplinske energije od 48,50 kWh/m²a, odnosno energetski razred B.

UKUPNO	1.310.730,50 kn
Ušteta u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.]	268.121,90
Smanjenje emisija CO ₂ [kg/god.] 1,9 kg CO ₂ /m ³	69.990,29
Ušteta [kn/god.]	109.929,98 kn
JPP [god.]	11,92

Tablica 24: Tablica JPP građevinske mjere 4

Opisanom mjerom je moguće uštedjeti **268.121,90kWh/godišnje** energije odnosno **109.929,98 kn**. Ukupno potrebno ulaganje u integralnu primjenu mjera je 1.310.730,50 kn, a **period povrata investicije** u mjere je **11,92 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 250 radijatora.

Moguće uštede: $0,1 \times 418\,410 = 41.840$ kWh/god.

Investicija: 231 kn/radijatoru = 57.750 kn)

Slika 9: 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	57.750	41.840	15.900	3,6	12,5

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.