



ZAVOD ZA ISPITIVANJE KVALITETE

DRUŠTVO S OGRANIČENOM ODGOVORNOŠĆU

QUALITY SUPERINTENDING COMPANY, CROATIA

10000 ZAGREB, LJUDEVITA GAJA 17/III, HRVATSKA

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

OIB 74121470605

ENERGETSKI PREGLED

STAMBENA ZGRADA, ULICA SLAVKA KOLARA 45- 47 B

VELIKA GORICA

lokacija: k.č. br. 635/3



Registarski sud u Zagrebu: MBS 00007038. Temeljni kapital: 1.029.000 DEM. Uključeno u otkup: 3.258.000 DEM. Dan uprave - sudac: Dražen Šušter. Sr. Projeznik: Nadzorni odbor: Ljubica Šušterić

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, studeni 2014.

1 SADRŽAJ

| | | |
|----|--|----|
| 1 | SADRŽAJ | 2 |
| 2 | OSNOVNO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI | 5 |
| 3 | SAŽETAK | 10 |
| 4 | OPĆI PODACI | 11 |
| | PODACI O NARUČITELJU | 11 |
| | OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI | 11 |
| | SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA | 12 |
| | GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE | 12 |
| | 4.1 SUSTAV GRIJANJA | 19 |
| | 4.2 22 | 22 |
| | 4.3 PRIPREMA SANITARNE TOPLE VODE | 22 |
| | 4.4 23 | 23 |
| | 4.4 SUSTAVI POTROŠNJE VODE | 23 |
| | 4.5 SUSTAV HLAĐENJA | 24 |
| | 4.6 SUSTAVI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE | 24 |
| | 4.7 SUSTAV ELEKTRIČNE ENERGIJE (RASVJETA I OSTALA POTROŠNJA) | 24 |
| | POBOLJŠANJE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA: | 31 |
| | POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE | 33 |
| | MJERA POBOLJŠANJE TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA | 36 |
| 7. | ZAKLJUČCI I PREPORUKE | 37 |

POPIS SLIKA

| | |
|---|-----------|
| Slika 1. Udio potrošnje po sektorima..... | 6 |
| Slika 2. Bilanca energije zgrade..... | 6 |
| Slika 3. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice..... | 19 |
| Slika 4. Energetska shema toplinske stanice..... | 20 |
| Slika 5: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji..... | 25 |
| Slika 6: Udio električnih trošila zgrade prema snazi..... | 25 |
| Slika 7: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF..... | 36 |

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 |
| Tablica 7. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja | 21 |
| Tablica 8. Modeliranje potrošnje PTV u 2013. godini | 22 |
| Tablica 9. Prosječna potrošnja vode l/dan, osoba (visoki standard) | 23 |
| Tablica 10: Električna energija za referentnu 2013. godinu | 24 |
| Tablica 11: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti | 25 |
| Tablica 12: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g. | 32 |
| Tablica 13: Prikaz mjere i procijenjene uštede | 36 |

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.

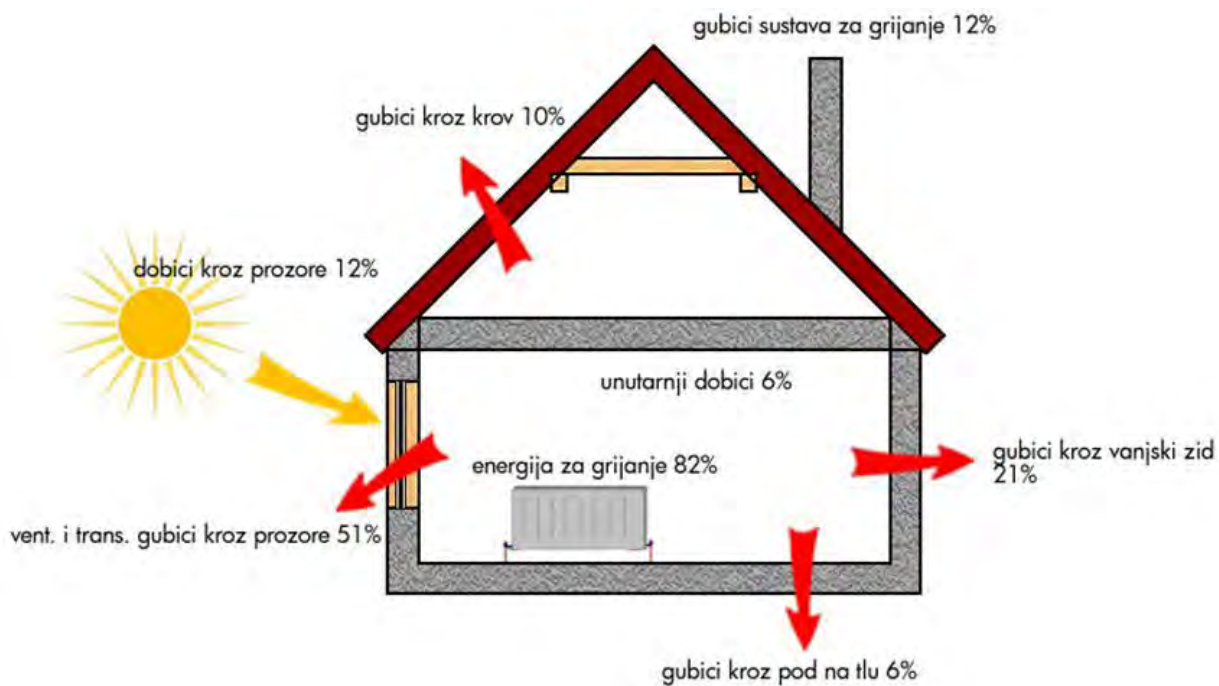
Slika 1. Udio potrošnje po sektorima



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 | 195.000 |
| Toplinska energija, kWh /2013 god. | 662.799 |
| Voda, m ³ / 2012. god. | 7.133 |

El.energija –godišnja potrošnja čitave zgrade

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 | 55 | | 19x54=1025 | |
| Voda | | 1,8 | | 37,54 |
| Toplinska energija | 131 | | 3.488 | |

NAPOMENA: Objekt koristi 190 stanara, ploština korisne površine zgrade je 3 958,42 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. | 519 703 | 143 096 | 198,84 |

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

Tablica 4: Ulazni podaci za izračun i dobivene vrijednosti

| | |
|--|---|
| Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje prema poglavlju VII. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18°C ili više | |
| Oplošje grijanog dijela zgrade | A=6156,65 [m ²] |
| Obujam grijanog dijela zgrade | V _e =12370,06 [m ³] |
| Faktor oblika zgrade | f _o =0,50 [m ⁻¹] |
| Ploština korisne površine | A _k =3958,42 [m ²] |
| Godišnja potrebna toplina za grijanje | Q _{H,nd} =521235,10 [kWh/a] |
| Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine (za stambene zgrade) | Q'' _{H,nd} =131,68(max=66,62) [kWh/m ² a] |
| Godišnja potrebna energija za hlađenje | Q _{C,nd} =14355,64 [kWh/a] |
| Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade | H' _{tr,adj} =1,10(max=0,60) [W/m ² K] |
| Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka | H _{tr,adj} =6797,58 [W/K] |
| Koeficijent toplinskog gubitka provjetranjem | H _{ve,adj} =2285,99 [W/K] |
| Ukupni godišnji gubici topline | Q _i =2775674,50 [MJ] |
| Godišnji iskoristivi unutarnji dobici topline | Q _i =624163,43 [MJ] |
| Godišnji iskoristivi solarni dobici topline | Q _s =518879,69 [MJ] |
| Ukupni godišnji iskoristivi dobici topline | Q _g =1143043,11 [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) | 131,68 | 66,62 | / | |
| Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici grijanog dijela zgrade za referentne klimatske podatke (za stambene zgrade) (referentna klima-kontinentalna) | 125,57 | 66,62 | 126 | D |

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

Tablica 6: Sumarni prikaz preporučenih mjera prema koracima za implementaciju

| Opis | Investicija | Procijenjene uštede | | | | JPP | Smanjenje emisije CO ₂ |
|---|-------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|-----------------------------------|
| | | El. en. kWh/god | Topl. En. kWh/god | Voda m ³ /god | Ukupno kn/god | | |
| | (kn) | | | | | god | tona/god |
| 1 Poboljšanje elektroenergetskog sustava stubište | 3.250 | 1.944 | | | 2.223 | 0,66 (8 mj.) | 0,0007 |
| 2 Ugradnja radijatorskih ventila | 47.586 | - | 51.970 | - | 15.591 | 3 | 15,5 |
| 3 Toplinska izolacija pročelja i krova | 805.039 | - | 176.406 | - | 72.326 | 11 | 42 |
| 4 Zamjena staklenih stijena i prozora | 752.400 | - | 149.518 | - | 61.302 | 12,27 | 35 |
| 5 Integralne mjere vanjske ovojnice zgrade | 1.557.439 | - | 325.924 | - | 133.629 | 11,65 | 77 |

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 (ovojnicu)

3 SAŽETAK

Dana 12. studenoga 2014. izvršen je energetska pregled stambene zgrade sa 51 stanom, u Velikoj Gorici, Slavka Kolara 45 - 47 B.

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 energetska 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

PODACI O NARUČITELJU

TVRTKA/INSTITUCIJA: Suvlasnici stambene zgrade Kolareva 45 - 47 B
 LOKACIJA: Velika Gorica
 ADRESA: Slavka Kolara 45 – 47 B
 KONTAKT: Danijel Stepanić
 TELEFON:
 DATUM POSJETA: 20.07.2014. i 02.12.2014.

OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI

Na k.č. br. 635/3, k.o. Kurilovec, izgrađena je trokatna stambeno-poslovna građevina na adresi Velika Gorica, Slavka Kolara 45 – 47B - radne oznake: kolektivni stambeni objekt oznake "2" u naselju "Veliko polje" u Velikoj Gorici.

Građevina je izgrađena temeljem građevne dozvole izdate od (tadašnjeg) Sekretarijata za građevinarstvo, komunalne i stambene poslove Grada Zagreba – Općine Velika Gorica, Broj: UP-I-05-42-1982. od 23.05.1982., uporabna dozvola, rješenje broj: UP/I-05-2749/4-1983. od 15.12.1984.

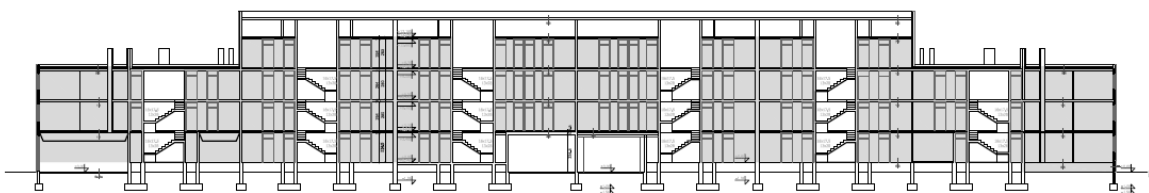
Zgrada se sastoji od šest ulaza - stubišnih jedinica, podijeljenih u tri dilatacije, ukupne veličine 97 x 14 m, visine P + 2 do P + 3.

Kroz središnju dilataciju izveden je kolni prolaz u razini prizemlja.

Izvedena je instalaciona etaža ispod središnjeg stambenog dijela prizemlja.

Grijanje i priprema PTV je centralno s toplinskom stanicom smještenom u prizemlju zgrade.

| Broj funkcionalnih jedinica | |
|-----------------------------|--------|
| Stanovi | 51 kom |
| Poslovni prostori | 1 kom |



SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA

Osnovna nosiva konstrukcija su armirano-betonski uzdužni i poprečni nosivi zidovi s armirano-betonskim stropnim pločama, sve debljine 16 cm.

Na zabatnim dijelovima zgrade visine P + 2 izveden je ravni krov, dok je na središnjem dijelu zgrade visine P + 3 izveden kosi krov s pokrovom od valovitog lima.

Obloga pročelja cijelog trećeg kata izvedena je valovitim salonitom.

Toplinska zaštita vanjske ovojnice zgrade ne zadovoljava te je potrebna provedba mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti.



GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI GRAĐEVINE

Opna pročelja izvedena je od prefabriciranih troslojnih montažnih ab panela s međuslojem toplinske izolacije 6 cm, ukupne debljine 22 cm.

Na dijelu ravnog krova izvedena je toplinska izolacija okiporom debljine 6 cm, dok je na dijelu prema kosom krovu izveden izolit debljine 10 cm.

Unutarnje stubište je negrijano, nije izvedena toplinska izolacija prema grijanim prostorima.

Stolarija je iz vremena izgradnje zgrade, drvena s dvostrukim staklom. Dio stanara promijenio je originalnu stolariju novom PVC vanjskom stolarijom.

Ulazi u zgradu i zajedničke prostore u razini prizemlja izvedeni su u crnoj bravariji s djelomičnim ostakljenjem.

OPIS OPĆEGSTANJA GRAĐEVINE I VANJSKE OVOJNICE GRAĐEVINE

VZ1 - vanjski zid je armiranobetonski sendvič panel debljine 28 cm, a.b. 16 cm + toplinska izolacija 4 cm + a.b. 6 cm. Koeficijent prolaska topline konstrukcije VZ1 je $U=0,74 \text{ W/m}^2\text{K}$.

VZ2 - vanjski zid je armiranobetonski panel debljine 10 cm, s toplinskom izolacijom debljine 6 cm, te oblogom od salonita. Koeficijent prolaska topline konstrukcije VZ2 je $U=0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$.

VZ3 – vanjski zid je armiranobetonski panel debljine 16 cm, s toplinskom izolacijom debljine 6 cm. Koeficijent prolaska topline konstrukcije VZ2 je $U=0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$.



VZ4 – vanjski zid je armiranobetonski panel debljine 16 cm, s toplinskom izolacijom debljine 6 cm. Koeficijent prolaska topline konstrukcije VZ4 je $U=0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$.

K1 – ravni krov, *fertstrop* debljine 24 cm s 5 cm okipora. Koeficijent prolaska topline konstrukcije K1 je $U=0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$.

PR – otvori, stolarija je iz vremena izgradnje zgrade, drvena s dvostrukim staklom. Dio stanara promijenio je originalnu stolariju novom PVC vanjskom stolarijom. Koeficijent prolaska topline konstrukcije PR je $U=2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.



**IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE I MAKSIMALNO 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.d=16- | 272.92 | 0.92 | 0.45 |
| VZ2/pročelie/-Vanjski zid-d=10 (3.kat | 289.00 | 0.67 | 0.45 |
| VZ3/zabat/-Vanjski zid.d=16- | 82.80 | 0.66 | 0.45 |
| VZ4-Vanjski zid.d=10- | 821.81 | 0.96 | 0.45 |
| VZ5-Parapeti | 186.48 | 1.15 | 0.45 |
| VZ6-Betonski zid -pasaž+lođa | 238.20 | 4.32 | 0.45 |
| VZ4/n-v/-Vanjski zid.d=10- | 55.26 | 0.96 | 0.45 |
| Z1/q-n/-d=16- a.b.panel-smeče-t.stanica | 201.00 | 3.21 | 0.45 |
| Z2/q-n/stubište -d=20- a.b. d=20 cm | 973.58 | 2.20 | 0.50 |
| P1-Pod na tlu | 299.82 | 0.89 | 0.50 |
| P2-Pod prema tlu /instalacije/Strop u pasažu+lođe | 600,00 | 0,86 | 0,50 |
| P1/n/-Pod na tlu | 227,74 | 0,89 | 0,50 |
| MK2-Strop prema tavanu | 765.50 | 0.61 | 0.30 |
| K2-Krov iznad stubišta | 74.08 | 3.03 | 0.50 |
| MK1/q-n/-Strop u sprem+ostava | 156.06 | 1.46 | 0.50 |
| MK1-Strop u pasažu+lođe | 117.24 | 0.53 | 0.30 |
| K1-Ravni krov | 426.30 | 0.82 | 0.30 |

TOPLINSKI GUBICI KROZ VANJSKU OVOJNICU

Gubici topline kroz vanjski omotač zgrade

| Nazivgrađevnogdjelja | (U+0,05)·A |
|--|------------|
| VZ1-Vaniski zid.d=16- a.b.panela(1.2.kat) | 265.087 |
| VZ2/pročelie/-Vaniski zid-d=10 (3.kat salonit | 208.473 |
| VZ3/zabat/-Vaniski zid.d=16- a.b.panela(3.kat) | 58.521 |
| VZ4-Vaniski zid.d=10- a.b.panela(1.2.kat) | 829.511 |
| VZ5-Parapeti | 223.998 |
| VZ6-Betonski zid -pasaž+lođa | 1040.681 |
| MK2-Strop prema tavanu | 504.577 |
| MK1-Strop u pasažu+lođe | 68.553 |
| K1-Ravni krov | 369.168 |

Gubici topline kroz vanjske otvore

| Naziv otvora | n | A _w | U _w | H _n |
|--|-------|----------------|----------------|----------------|
| 45-P1-prozor/2.8x1.4/ | 3.00 | 3.92 | 2.90 | 34.10 |
| 45-P2-prozor/2.3 x1.4/ | 2.00 | 3.22 | 2.90 | 18.68 |
| 45-P3+BV-prozor+b.vrata/0.9 x2.2+1.4x1.4/ | 8.00 | 1.00 | 2.90 | 23.20 |
| 45-P4-prozor/2.4 x1.4/ | 3.00 | 3.92 | 2.90 | 34.10 |
| 45-UV-Ulazna vrata u zgradu | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 45-V-Vrata od pr.smeča | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 45-P5-prozor/3.1x1.15/ | 1.00 | 3.57 | 5.00 | 17.85 |
| 45A-P1-prozor/2.8x1.4/ | 4.00 | 3.92 | 2.90 | 45.47 |
| 45A-P2-prozor/2.3 x1.4/ | 2.00 | 3.22 | 2.90 | 18.68 |
| 45-P3+BV-prozor+b.vrata/0.9 x2.2+1.4x1.4/ | 6.00 | 3.94 | 2.90 | 68.56 |
| 45A-P4-prozor/2.4 x1.4/ | 11.00 | 3.36 | 2.90 | 107.18 |
| 45A-P6-prozor/1.4 x1.4/ | 3.00 | 1.96 | 2.90 | 17.05 |
| 45A-UV-Ulazna vrata u zgradu | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 45A-V-Vrata od pr.smeča | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 45A-P5-prozor/3.1x1.15/ | 1.00 | 3.57 | 2.90 | 10.35 |
| 45B-P1-prozor/2.8x1.4/ | 4.00 | 3.92 | 2.90 | 45.47 |
| 45B-P2-prozor/2.3 x1.4/ | 2.00 | 3.22 | 2.90 | 18.68 |
| 45B-P3+BV-prozor+b.vrata/0.9 x2.2+1.4x1.4/ | 12.00 | 3.94 | 2.90 | 137.11 |
| 45B-P4-prozor/2.4 x1.4/ | 7.00 | 3.36 | 2.90 | 68.21 |
| 45B-P6-prozor/1.4 x1.4/ | 4.00 | 1.96 | 2.90 | 22.74 |
| 45B-P7-prozor/2.1 x1.4/ | 3.00 | 1.96 | 2.90 | 17.05 |
| 45B-UV-Ulazna vrata u zgradu | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 45B-V-Vrata od pr.smeča | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 45B-V-Vrata od Toplinske stanice | 1.00 | 16.00 | 5.00 | 80.00 |
| 47-P1-prozor/2.8x1.4/ | 4.00 | 3.92 | 2.90 | 45.47 |
| 47-P2-prozor/2.3 x1.4/ | 1.00 | 3.22 | 2.90 | 9.34 |
| 47-P2-prozor/2.3 x1.4/šupa | 1.00 | 3.22 | 5.00 | 16.10 |
| 47-P3+BV-prozor+b.vrata/0.9 x2.2+1.4x1.4/ | 12.00 | 3.94 | 2.90 | 137.11 |
| 47-P4-prozor/2.4 x1.4/ | 7.00 | 3.36 | 2.90 | 68.21 |
| 47-P6-prozor/1.4 x1.4/ | 3.00 | 1.96 | 2.90 | 17.05 |
| 47-P7-prozor/2.1 x1.4/ | 7.00 | 1.96 | 2.90 | 39.79 |
| 47-UV-Ulazna vrata u zgradu | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 47-V-Vrata od pr.smeča | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 47A-P1-prozor/2.8x1.4/ | 12.00 | 3.92 | 2.90 | 136.42 |
| 47A-P2-prozor/2.3 x1.4/ | 2.00 | 3.22 | 2.90 | 18.68 |
| 47A-P3+BV-prozor+b.vrata/0.9 x2.2+1.4x1.4/ | 6.00 | 3.94 | 2.90 | 68.56 |
| 47A-P4-prozor/2.4 x1.4/ | 7.00 | 3.36 | 2.90 | 68.21 |

| | | | | |
|--|-------|------|------|--------|
| 47A-P6-prozor/1.4 x1.4/ | 3.00 | 1.96 | 2.90 | 17.05 |
| 47A-UV-Ulazna vrata u zoradu | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 47A-V-Vrata od pr.smeča | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 47A-P2-prozor/2.3 x1.4/šupa | 1.00 | 3.22 | 5.00 | 16.10 |
| 47B-P1-prozor/2.8x1.4/ | 3.00 | 3.92 | 5.00 | 58.80 |
| 47BA-P2-prozor/2.3 x1.4/ | 2.00 | 3.22 | 2.90 | 18.68 |
| 47B-P3+BV-prozor+b.vrata/0.9 x2.2+1.4x1.4/ | 8.00 | 3.94 | 2.90 | 91.41 |
| 47B-P4-prozor/2.4 x1.4/ | 3.00 | 3.36 | 2.90 | 29.23 |
| 47B-UV-Ulazna vrata u zoradu | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 47B-V-Vrata od pr.smeča | 1.00 | 4.48 | 5.00 | 22.40 |
| 47B-P5-prozor/3.1x1.15/ | 1.00 | 3.57 | 2.90 | 10.35 |
| 45/si/bočno pročelie-P6-prozor/1.4x1.4/ | 6.00 | 1.96 | 2.90 | 34.10 |
| 45/si/bočno pročelie-P3-BV+prozor/0.9x2.2+1.4x1.4/ | 6.00 | 3.36 | 2.90 | 58.46 |
| 47B/iz/bočno pročelie-P6-prozor/1.4x1.4/ | 4.00 | 1.96 | 2.90 | 22.74 |
| 47/iz/bočno pročelie-P3-BV+prozor/0.9x2.2+1.4x1.4/ | 4.00 | 3.36 | 2.90 | 38.98 |
| 47/iz/bočno pročelie-P8-BV+prozor/0.9x2.2+1.4x1.4/ | 4.00 | 8.85 | 5.00 | 177.00 |
| Ulazna vrata u stanove | 56.00 | 2.18 | 2.90 | 354.03 |

Tablični pregled definiranih gubitaka kroz tlo

| Gubitak | Tip građevnog dijela u odnosu na tlo | U[W/m ² K] | Hg [W/K] |
|---------|--------------------------------------|-----------------------|----------|
| G1 | Podovi na tlu | 0,33 | 395,54 |
| G2 | Uzdignuti podovi | 0,40 | 396,70 |

PRORAČUN POTREBNE TOPLINSKE ENERGIJE ZA GRIJANJE I HLAĐENJE GRAĐEVINE

| Potrebni podaci | Oznaka | Vrijednost | Mjerna jedinica |
|--|------------------|------------|--------------------|
| Oplošje grijanog dijela zgrade | A | 6156,65 | [m ²] |
| Obujam grijanog dijela zgrade | V _e | 12370,06 | [m ³] |
| Obujam grijanog zraka (Propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti, čl.4, st.11) | V | 9896,05 | [m ³] |
| Faktor oblika zgrade | f ₀ | 0,50 | [m ⁻¹] |
| Ploština korisne površine | A _K | 3958,42 | [m ²] |
| Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računane s vanjskim dimenzijama | A _f | 4417,88 | [m ²] |
| Ukupna ploština pročelja | A _{uk} | 3057,10 | [m ²] |
| Ukupna ploština prozora | A _{wuk} | 684,33 | [m ²] |

Transmisijski gubici

| | |
|---|----------------|
| Koeficijent transmisijskih gubitaka HT dobiven prema HRN EN ISO 13790 | |
| $H_{Tr}=H_D+H_{g,adj}+H_U+H_A$ | |
| H_D -Koeficijent transmisijske izmjene topline prema vanjskom okolišu $H_{g,adj}$ -Uprosječni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu H_U - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema negrijanom prostoru | |
| H_{Tr} -Koeficijent transmisijske izmjene topline | 6797,579 [W/K] |

Gubici provjetranjem

| | |
|--|---|
| Prirodno provjetranje | $V=9896,05[m^3]$ $n_{min}=0,70$ $V_d=0,00[m^3]$ Zaklonjenost-Nezaklonjeno Broj izloženih fasada-Višeizloženihfasada Razina zrakonepropusnosti-Srednja razina |
| Koef. gubitka topline provjetranjem | $H_V=2285,99[W/K]$ |

| | |
|--|--------------------------------------|
| Ukupni gubici topline | |
| Ukupni koeficijent toplinskog gubitka, H [W/K] | H = 9083,57 [W/K] |
| Način grijanja - Stalno grijanje | $\theta_{int,set,H}=20,00[^\circ C]$ |

| Mjesečni gubici topline | | |
|--------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Mjesec | Toplinski gubici [MJ] | Toplinski gubici [kWh] |
| Siječani | 506052.20 | 140570.06 |
| Veliča | 397747.00 | 110485.28 |
| Ožuiak | 343045.00 | 95290.28 |
| Travani | 221319.30 | 61477.58 |
| Svibani | 114348.30 | 31763.42 |
| Lipani | 35316.92 | 9810.26 |
| Srpani | 0.00 | 0.00 |
| Kolovoz | 17030.62 | 4730.73 |
| Ruian | 98887.36 | 27468.71 |
| Listopad | 231129.60 | 64202.67 |
| Studeni | 346105.80 | 96140.50 |
| Prosinac | 464692.20 | 129081.17 |

| Godišnji gubici topline | | |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|
| | Toplinskigubici[MJ] | Toplinskigubici[kWh] |
| Godišnje | 2775674,50 | 771020,69 |

Potrebna energija za grijanje

| Mjesec | $Q_{H,tr}$ | $Q_{H,ve}$ | $Q_{H,ht}$ [kW h] | $Q_{H,so}$ I | $Q_{H,int}$ | $Q_{H,gn}$ [kW h] | γ_H | $\eta_{H,g}$ n | $\alpha_{red,H}$ | $L_{H,m}$ | $Q_{H,nd}$ [kW h] |
|----------|------------|------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|------------|-------------------|------------------|-----------|-------------------|
| MJESEČ | | | | | | | | | | | |
| Siječani | 103.7 | 35.37 | 139.125 | 8.468 | 14.72 | 23.193 | 0,1 | 1,00 | 1,00 | 31,0 | 115.933 |
| Veljača | 81.98 | 27.80 | 109.790 | 12.10 | 13.30 | 25.409 | 0,2 | 1,00 | 1,00 | 28,0 | 84.386 |
| Ožujak | 71.53 | 23.98 | 95.520 | 18.70 | 14.72 | 33.425 | 0,3 | 0,99 | 1,00 | 31,0 | 62.159 |
| Travanj | 47.36 | 15.47 | 62.836 | 22.99 | 14.25 | 37.242 | 0,5 | 0,97 | 1,00 | 30,0 | 26.459 |
| Svibanj | 27.32 | 7.994 | 35.315 | 10.10 | 14.72 | 24.831 | 0,7 | 0,95 | 1,00 | 30,0 | 11.272 |
| Lipanj | 11.55 | 2.469 | 14.021 | 10.37 | 14.25 | 24.623 | 1,7 | 0,55 | 1,00 | 0,00 | 0 |
| Srpanj | 4.245 | -170 | 4.075 | 10.93 | 14.72 | 25.661 | 6,3 | 0,15 | 1,00 | 0,00 | 0 |
| Kolovoz | 8.091 | 1.191 | 9.282 | 9.773 | 14.72 | 24.499 | 2,6 | 0,37 | 1,00 | 0,00 | 0 |
| Rujan | 24.11 | 6.913 | 31.027 | 7.921 | 14.25 | 22.171 | 0,7 | 0,95 | 1,00 | 22,0 | 7.305 |
| Listopa | 49.42 | 16.15 | 65.582 | 17.24 | 14.72 | 31.966 | 0,4 | 0,99 | 1,00 | 31,0 | 33.924 |
| Studeni | 72.02 | 24.19 | 96.217 | 9.286 | 14.25 | 23.537 | 0,2 | 1,00 | 1,00 | 30,0 | 72.688 |
| Prosina | 95.57 | 32.48 | 128.061 | 6.228 | 14.72 | 20.953 | 0,1 | 1,00 | 1,00 | 31,0 | 107.108 |
| UKUPNO | | | | | | | | | | | 521235 |

4.1 SUSTAV GRIJANJA

4.1.1 TEHNIČKI OPIS TOPLINSKE STANICE I SUSTAVA GRIJANJA U OBJEKTU

Toplinska stanica smještena je u prizemlju objekta. Glavni ogrjevni medij je vrela voda, putem kojeg se preko izmjenjivača topline priprema topla voda za sustav grijanja, odnosno za sustav potrošne tople vode (PTV).

Za sustav PTV-a instaliran je spremnik volumena 8 m³.

Za cirkulaciju toplovodnog sustava grijanja, odnosno sustava PTV-a koriste se cirkulacijske pumpe BIRAL L 655, odnosno GRUNDFOS UPC 40-60.

Pretežita ogrjevna tijela u sustavu grijanja zgrade su radijatori LIPOVICA ECONOMIC I SOLAR, a instalirana snaga ogrjevnih tijela u objektu iznosi 451 071 kW.

Ukupan broj ogrjevnih tijela u objektu je 206.

Ekspanzija vode u sustavu riješena je ekspanzijskom posudom.

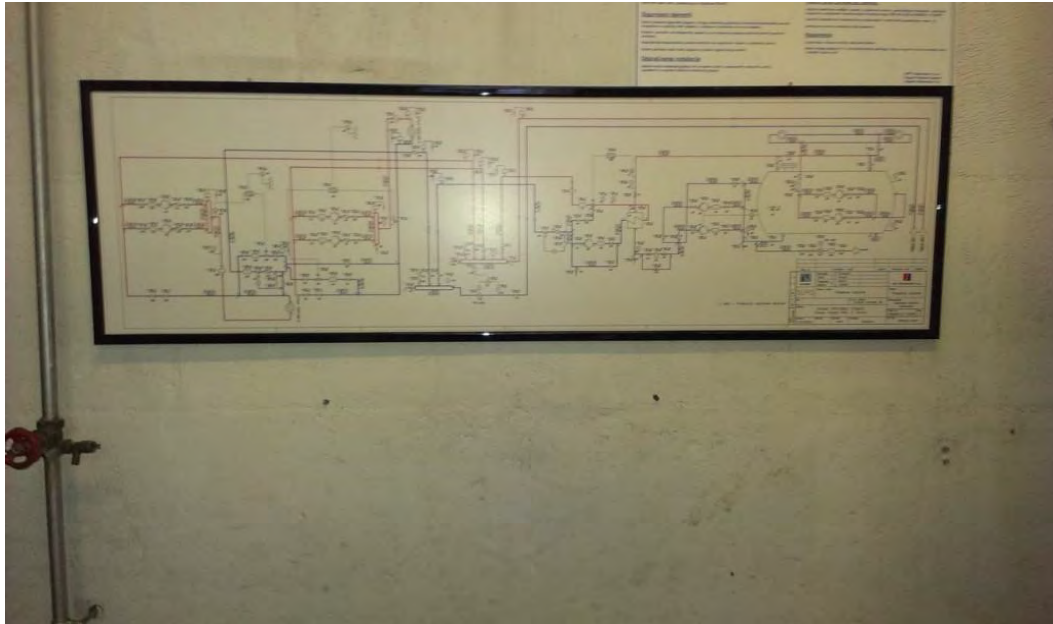
SI 1. Toplinska stanica



Slika 3. Cirkulacijske pumpe toplinske stanice



Slika 4. Energetska shema toplinske stanice



Slika 5. Izmenjivač topline



Tablica 7. Proračunska i stvarna energija za potrebe sustava grijanja

| Potrebna energija za referentne uvjete $Q_{h,nd,ref}$ kWh | Potrebna energija za stvarne uvjete $Q_{h,nd}$ kWh | Ukupno utrošena energija za grijanje kWh | Utrošena energija iz toplinske mreže kWh |
|---|--|---|---|
| 497 039,80 | 521 235 | 519 703 | 662 799 |

4.3 PRIPREMA SANITARNE TOPLE VODE

Priprema PTV vrši se u spremniku obujma 8 [m³] pomoću izmjenjivača topline.

Tablica 8. 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 | m ³ | l/dan, osoba | kWh/dan, osoba |
| Siječanj | 31 | 11.925 | 16,03 | 204 | 34,63 | 2,02 |
| Veljača | 28 | 11.925 | 17,75 | 191 | 35,90 | 2,24 |
| Ožujak | 31 | 11.925 | 16,03 | 204 | 34,63 | 2,02 |
| Travanj | 30 | 11.925 | 16,56 | 204 | 35,79 | 2,09 |
| Svibanj | 31 | 11.925 | 16,03 | 204 | 34,63 | 2,02 |
| Lipanj | 30 | 13.912 | 19,32 | 238 | 41,75 | 2,44 |
| Srpanj | 31 | 10.931 | 14,69 | 181 | 30,73 | 3,92 |
| Kolovoz | 31 | 10.931 | 14,69 | 181 | 30,73 | 3,92 |
| Rujan | 30 | 11.925 | 16,56 | 204 | 35,79 | 2,09 |
| Listopad | 31 | 11.925 | 16,03 | 204 | 34,63 | 2,02 |
| Studeni | 30 | 11.925 | 16,56 | 204 | 35,79 | 2,09 |
| Prosinac | 31 | 11.925 | 16,03 | 204 | 34,63 | 2,02 |
| UKUPNO: | 365 | 143.096 | | | | |

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 143.096 kWh što odgovara dnevnoj potrošnji 359,24 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.

$$G_{\text{sek}} = \frac{Q_{\text{pros}}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{14}{4,2 \cdot 50} = 0,067 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$G_{\text{sek}} = 0,067 \cdot 24 \cdot 3600 = 5,778 \frac{1}{24\text{h}} = 5,78 \text{ m}^3/\text{dan PTV}$$

4.4 SUSTAVI POTROŠNJE VODE

Zgrada se opskrbljuje sanitarnom i pitkom vodom iz mjesnog vodovoda.

Potrošnja vode u 2012. god.: $V = 7.133 \text{ m}^3/\text{god.}$

Broj stanara u objektu: $n_s = 190$

Prosječna potrošnja vode po jednoj osobi i danu u objektu:

$$V_1 = \frac{V}{365 \cdot 190} \approx 0,103 \text{ m}^3 = 103 \text{ l}$$

Dnevna prosječna potrošnja vode po stanaru u objektu je ispod visokog standarda dnevne potrošnje vode koji iznosi 225 l/danu i osobi.

Tablica 9. 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 |

4.5 SUSTAV HLAĐENJA

Sustav hlađenja izveden je pojedinačno split sustavima po stanovima raznih proizvođača.

4.6 SUSTAVI VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

Zgrada se provjetrava isključivo prirodnim putem putem prozora i vrata.

4.7 SUSTAV ELEKTRIČNE ENERGIJE (RASVJETA I OSTALA POTROŠNJA)

Tablica 10: Električna energija za referentnu 2013. godinu

| | Ukupna godišnja potrošnja | | Ukupni godišnji troškovi | |
|----------------------------|---------------------------|-----|--------------------------|----|
| ELEKTRIČNA ENERGIJA | 195.000 | kWh | 225.000,00 | Kn |

4.7.1 ELEKTRIČNA RASVJETA

Rasvjete je odabrana prema namjeni ST prostora . Razmještaj svjetiljki odabrana je tako da se dobije najpovoljnija ravnomjernost . Sustav se većinom sastoji od klasičnih i štednih žarulja snage 20-60W, a instalirana snaga rasvjete je 25kW.O tipu rasvjetnih tijela i žarulja odlučuju vlasnici stambenih prostora, a za rasvjetu zajedničkih prostorija brine upravitelj zgrade.

4.7.2 OSTALI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE

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

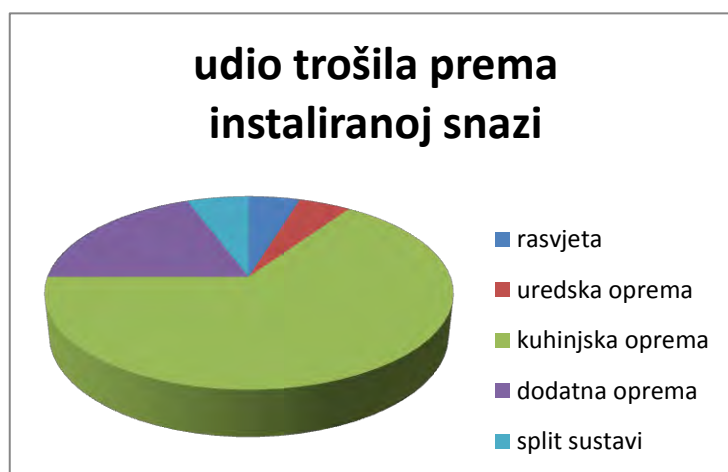
Potrošnja dodatne opreme za referentnu 2013. godinu iznosila je 91.000kWh, što predstavlja cca 45% ukupne potrošnje električne energije.

Tablica 11: Rasvjeta i ostala trošila zgrade prema vrsti

| TIP OSTALIH TROŠILA PREMA VRSTI | | |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|
| Tip ostalih trošila | Instalirana snaga [kW] | Ukupna potrošnja [kWh] |
| Rasvjeta | 25 | 2.000 |
| Uredska oprema | 25 | 6.000 |
| Kuhinjska oprema | 340 | 88.000 |
| Dodatna oprema | 100 | 91.000 |
| PTV | - | - |
| Split sustavi | 30 | 8.000 |
| UKUPNO | 520 | 195.000 |



Slika 5: Udio električnih trošila zgrade prema potrošnji



Slika 6: Udio električnih trošila zgrade prema snazi

4.7.3 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

4.7.3.1 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE -ST i ZP**1. Općenito o potrošnji el. energije u zgradi**

Zgrada je niskoetažna, bez dizala sa 6 odvojenih ulaza (kućnih brojeva)

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| A) Ukupan broj stanova u zgradi: | 54 |
| B) Broj ulaza: | 6 |
| C) Broj stanova: | 54 |
| C1) Broj stanara po stanu cca: | 3,5 |
| C2) Uk. broj stanara bez PP: | 190 |
| D) Uk. stambena površina: | 3.590m ² |
| E) ostale površine: | |

| | |
|--------------------|-------------------|
| zp-stubište/sprema | 350m ² |
|--------------------|-------------------|

| | |
|---------------|-------------------|
| zp-kotlovnica | 160m ² |
|---------------|-------------------|

| | |
|----------------------|---------------------|
| E1) Ukupna np zgrade | 3.590m ² |
|----------------------|---------------------|

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

G) Zgrada nema el.grijanje PTV,

G1) Zgrada nema el.grijanja prostorija

H) Mjerenje dvotarifnim brojilima djelatne energije u ST jedinicama, a u PP djelatne i jalove energije

J) za svaku jedinicu snaga trošila je limitirana: ST-736kW;

ZP st-7,36kW; ZP-kotlovnica 13,8

2. Osnovni potrošači u prosječnoj ST jedinici – snaga

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------|
| 1) kuhinja osnovno | - štednjak s el pećnicom 1kom | 3,5kW |
| | - hladnjak kombinirani 1kom | 0,15kW |
| | - stroj za pranje suđa 1kom | 2,2kW |
| 2) kupaona | - stroj za pranje rublja 1kom | 2,0kW |
| 3) rasvjeta- žarulje –štedne i obične | 5kom | 0,25kW |
| ----- | | |
| Snaga osnovnih aparata | | 8,10kW |
| x Faktor istovremenosti: 0,5 | | 4,05kW |

3. Ostali dodatni (povremeni) potrošači –snaga

PC+printer, TV, toster, aparat za kavu, mikrovalna pećnica, usisavač, glačalo, dodatne svjetiljke, punjači, klima uređaj i sl.

| | |
|------------------------------|--------|
| Snaga dodatnih aparata: cca | 4,0kW |
| x Faktor istovremenosti: 0,2 | 0,80kW |

4. Potrošnja ST jedinice na VT (6,00-22,00=16h/dan)

| | |
|-------------------------|---------------------|
| -štednjak s el pećnicom | 3,5kW x0,8h= 2,8kWh |
| -hladnjak kombinirani | 0,15kWx16h= 2,4kWh |
| - rasvjeta ukupno | 0,25kW x 4h= 1.0kWh |
| - dodatni aparati | 0,8kW x 2h= 1,6kWh |

Ukupna potrošnja na VT prosječne ST jedinice=7kWh/dan

Ukupna potrošnja na VT mjesečno:7x30 dana=210kWh/mj

5. potrošnja ST jedinice na NT 22,00 6,00=8h/dan)

| | |
|--------------------------|----------------------|
| -hladnjak kombinirani | 0,15kWx8h= 1,2kWh |
| -stroj za pranje suđa | 2,2kW x0,5h= 11kWh |
| - stroj za pranje rublja | 2,0kW x0,3h = 0,6kWh |
| - dodatni aparati | 0,8kW x 0,5h= 0,4kWh |

Ukupna potrošnja na NT prosječne ST jedinice=3,3kWh/dan

Ukupna potrošnja na NT mjesečno:3,3x30 dana=99kWh/mj

6. Trošak VT prosječnog stana mjesečno:

210kWh x0,85kn=178,50kn (s pdv-omcca 223,00kn)

7. Trošak NT prosječnog ST mjesečno:

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

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

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

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

Realni račun svih ST jedinica za zgradu:350,00 knx54 stan=18.900,00 kn/mj

=====

Realni račun za zgradu godišnje 17.850,00 kn/mj x12 = 226.800,00 kn/god

=====

B) ZP-subišta – električni potrošači

- jedini potrošači- rasvjeta stubišta i ulaza izvana

-mjerenje potrošnje za svako od 6 stubišta –zasebno u VT i NT

B1) rasvjeta 6x40W+2x60W+ reflektor 300W - snaga uk:660W

B2) potrošnja prosječna ZP-stubišta naVT:0,66kW x1,5h=0,99Wh 29,7kWh /mj

potrošnja prosječna ZP-stubišta na NT:0,66kW x1h=0,66kWh > 19,8kWh/mj

B3)trošak ZP stubišta VT mjesečno:29,7x0,84=24,95kn (cca 31,25kn s pdv)

trošak ZP stubišta NT mjesečno:19,8kWh x 0,42kn=8,31kn (cca 10,35kn s pdv)

trošak VT+NT 41,60kn za energiju

+faktor opskrbe 1,25 <52,00kn s pdv

Realni račun za svih 6 stubišta: 6x 52=312,00kn/mj> 3.744,00kn/god

C)ZP –spremište

C1)mjerenje VT i NT

- jedini potrošači-rasvjeta fluo armature 4x4x18Ws potrošnjom balasta =360W

+ plafonjera1x60W, 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 PP vrtić) bez toplinske podstanice

ST jedinice: 226.800,00kn

ZP-stubišta: 3.744,00kn

ZP-spremišta: 225,00kn

Ukupno: cca **230.7075,00 kn**

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 54 stana)

$226.800,00 + 3.750,00 + 225,00 + 15.000,00 = \sim 245.000,00\text{kn}$ (s PDV)

Po stanu godišnje: $\sim 4.540,00\text{kn/god/ST}$

Po stanu mjesečno: $\sim 380,00\text{kn/mj/ST}$

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

ST 226.800,00kn 1.2 ZP-stubišta 3.750,00 kn 1.3. ZP-spremišta 225,00kn
1.4 ZP-toplinskapodstanica $15.000,00 \times 0,95 = 14.250,00\text{kn}$

Diagram 2 Potrošnja el. energije u kWh na VT

2.1 ST 128.520kWh 2.2 ZP stubišta 356kWh 2.3 ZP spremišta 150kWh
2.4 ZP-toplinska podstanica 7.200kWh

Diagram 3 Potrošnja el. energije u kWh na NT

3.1 ST 61.200kWh 3.2 ZP stubišta 120kWh 3.3 ZP spremišta 5kWh
3.4 ZP-toplinska podstanica 5.400kWh

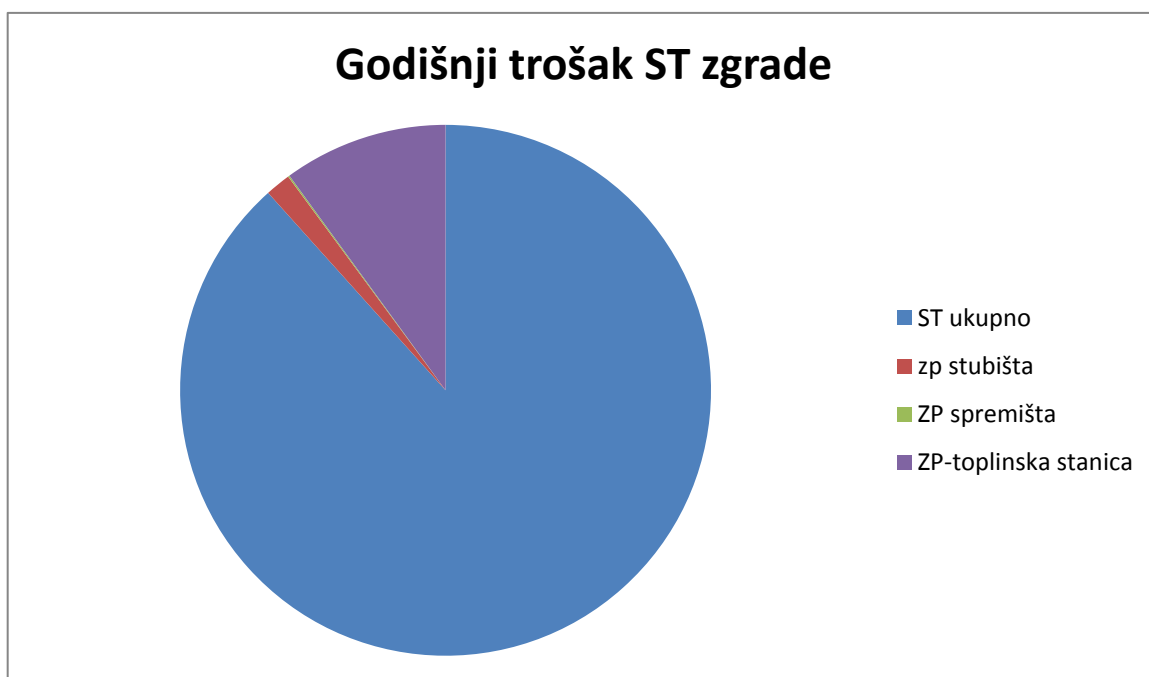


Diagram 1

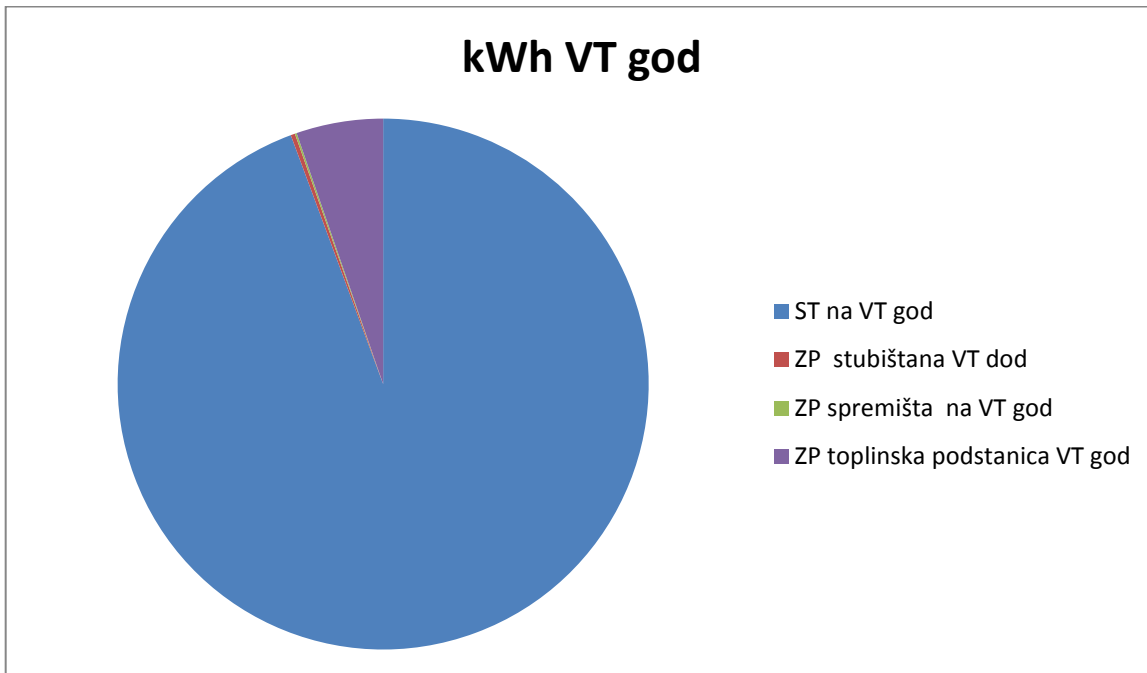


Diagram 2

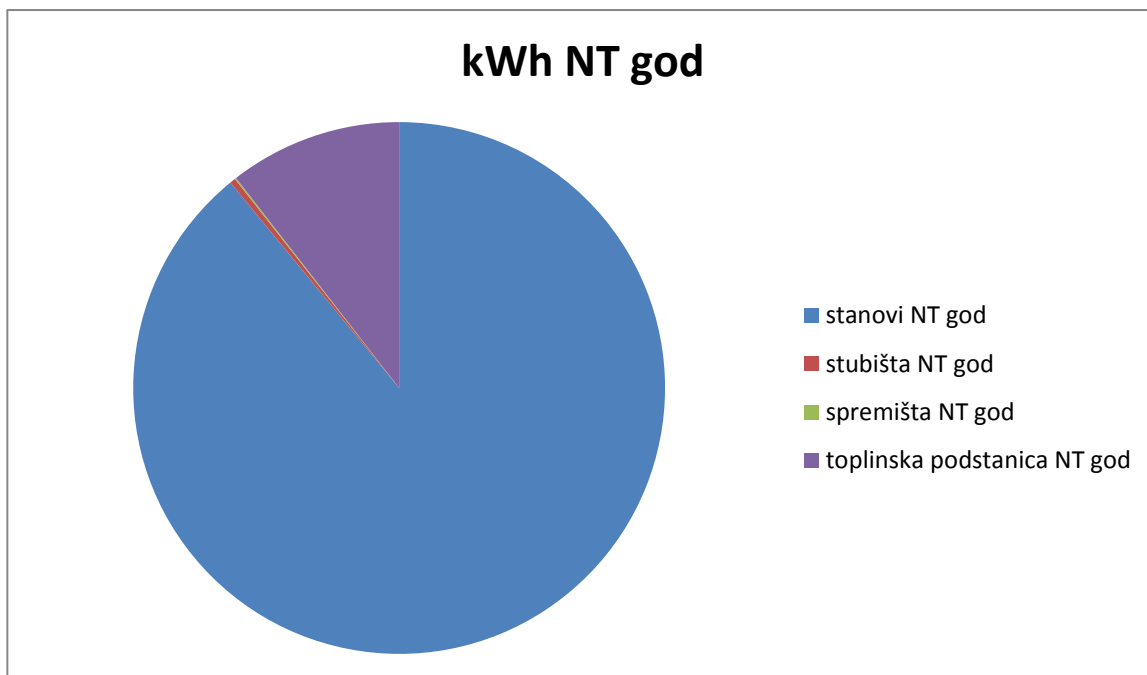


Diagram 3

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%

Primjer zamjenskih žarulja

VPC: 49,80kn

63,98kn

48,60kn

49,80kn

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 | 0,9x2160 =1944kWh | 1944kWhx1,15= 2,223kn/god | 0,68god 8 mjeseci | 1944x0,376=731g |

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

Tablica 12: Prikaz modulirane potrošnje pojedine vrste trošila za 2013.g.

| <u>Područje</u> | <u>Instalirana snaga (kW)</u> | <u>Faktor istovremenosti</u> | <u>Dnevni sati rada</u> | <u>Godišnje sati rada</u> | <u>Potrošnja (kn)</u> |
|------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Rasvjeta | 25 | 0,8 | 4 | | 2.000x1,15 |
| Uredska oprema | 25 | 0,5 | 4 | | 6.000x1,15 |
| Kuhinjska oprema | 340 | 0,5 | 2 | | 88.000x1,15 |
| Dodatna oprema | 100 | 0,5 | 6 | | 91.000x1,15 |
| PTV | | | | | - |
| Split sustavi | 30 | 0,5 | 4 | | 8.000x1,15 |
| SVEUKUPNO | 520 | | | | 195.000,00x1,15=225.000kn |

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

PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

POVEĆANJE TOPLINSKE ZAŠTITE VANJSKE OVOJNICE

Za daljnje analize ostvarenih ušteda koristit će se podaci stvarne potrošnje energije iz računa za energiju odnosno za modeliranu potrošnju toplinske energije za grijanje u vrijednosti 524.235,10 kWh/a. Proračunata potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke i prema definiranom periodu korištenja je 131,68 kWh/m²/a.

TOPLINSKA IZOLACIJA PROČELJA I KROVA

Izolacija pročelja

Predlaže se izvedba ETICS fasadnog sustava s osnovnom toplinskom izolacijom pročelja EPS debljine 12 cm. Na dijelovima pročelja lođa prema grijanom prostoru izvedenom od siporeksa debljine 30 cm predviđa se ugradnja sustava debljine 12 cm u cilju zadržavanja korisne površine lođa. Pročelje etaže trećeg kata, uvučene nosive konstrukcije, izvodi se sustavom debljine 24 cm u cilju postizanja ravnine pročelja kroz sve etaže, a po izvršenoj demontaži obloge od azbest-cementnih ploča s podkonstrukcijom. Svi toplinski mostovi izoliraju se izolacijom u debljini 6 cm. U donjem pojasu (nadtemeljni zidovi) u kontaktu s podlogom izvodi se izolacija XPS debljine 5 cm.. Izvedba dodatne toplinske izolacije značajno će povećati ugodnost boravka u prostoru. Potrebno je prilagoditi prozorske klupčice novoj debljini zida nakon izvedbe toplinske izolacije.

Predloženom mjerom se poboljšavaju postojeći koeficijenti prolaska topline vanjskih zidova ($U=0,96 \text{ W/m}^2\text{K}$) i iznose $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, u skladu su sa zahtjevom Tehničkog propisa o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti zgrada (NN 110/08, 89/09, 79/13 i 90/13).

Izolacija ravnog krova i stropa prema tavanu

Predlažu se mjere povećanja energetske učinkovitosti **ravnog krova**, koje se sastoje od izrade nove toplinske izolacije pločama ekstrudiranog polistirena (XPS) debljine 20 cm na postojeće slojeve toplinske i hidroizolacije uz izvođenje nove hidroizolacije kao završnog sloja.

Mjere povećanja energetske učinkovitosti **stropa prema tavanu** su izolacija stropa zadnje etaže prema negrijanom prostoru, mineralnom vunom debljine 12 cm. S obzirom da je prostor krovništa u načelu neprohodan, osim za potrebe održavanja zgrade, ne izvodi se završni zaštitni sloj već se predviđa polaganje staze od OSB ploča u cilju osiguranja nužne komunikacije.

Predloženom mjerom se poboljšavaju postojeći koeficijenti prolaska topline ravnog krova i stropa prema tavanu ($U=0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$) i iznose $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, u skladu su sa zahtjevom Tehničkog propisa o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti zgrada (NN 110/08, 89/09, 79/13 i 90/13).

| Opis | | Količina | Jedinična cijena, [kn] | Ukupni trošak, [kn] |
|------|--|-------------------------|------------------------|---------------------|
| 1. | Toplinska izolacija pročelja ETICS sustavom od EPS debljine 12 cm. Ukjučivo lijepljenje po rubovima i pričvršćivanje nehrđajućim vijcima, rubne i kutne profile, polimer-cementno ljepilo, tekstilno-staklena alkalno otporna mrežica, impregnirajući sloj i završna obrada silikatnom žbukom. Prilagoditi prozorske klupčice novoj debljini zida. Kod prozora i vanjskih vrata uključivo zidarska obrada rubova, brtvljenje svih spojeva. | m ² 1.946,47 | 230,00 | 447.688,10 |

| | | | | |
|---|--|-----------------------|--------|---------------------|
| 2. | Toplinska izolacija sokla u visini cca 50 cm iznad tla i cca 80 cm uz temelj ekstrudiranim polistirenom u debljini 4 cm (kao KI Polyfoam c-350). Uključivo pričvršćivanje nehrđajućim vijcima, perforirani alu sokl, rubne i kutne profile, i završni sloj plastična žbuka 1,0 mm. Uključivo iskop i ponovno zatrpavanje . | m ² 210 | 190,00 | 39.900,00 |
| 3. | Toplinska izolacija stropa prema tavanu s 12cm mineralne vune (kao Knauf Insulation višenamjenska ploča DP3). U cijeni m2 komplet izvedene podne površine obuhvatiti pripremu podloge, dobavu i postavu izolacije te obradu svih rubova, završetaka, spojeva i prodora. | m ² 765,50 | 105,50 | 80.760,25 |
| 4. | Toplinska izolacija krovne ploče s 20 cm XPS. Postava vjetronepropusne-paropropusne-vodonepropusne ljepenke (kao LDS 0.40). Postava parne brane (kao KI LDS 2 silk). Uključivo dobavu i postavu svih slojeva i kompletne građivinsko obrtničke radove. | m ² 510 | 464,1 | 236.691,00 |
| UKUPNO | | | | 805.039,35 |
| Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.] | | | | 176.406,93 |
| Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³ | | | | 42 000 |
| Ušteda [kn/god.] | | | | 72.326,84 kn |
| JPP [god.] | | | | 11,13 |

Ukupna modelirana toplinska energija iznosi $Q_{H,nd} = 521.235,10$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti finalna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 344.828,17$ kWh/godišnje. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 176.406,93 kWh/godišnje energije. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je 805.039,35 kn, ostvarena ušteda u troškovima je 176.406,93 kn/godišnje, a period povrata investicije u mjeru je 11 godina.

Napomena: (1kWh = 0,41kn, sve cijene su bez PDV-a)

ZAMJENA STAKLENIH STIJENA I PROZORA

Nužna je zamjena prozora, vanjskih vrata i staklenih stijena s koeficijentom prolaska topline većim od 2,20 W/m²K. Minimalne zahtjeve toplinske zaštite odnosno koeficijenta prolaska topline za prozore i ostakljena balkonska vrata $U \leq 1,80$ W/m²K je moguće ostvariti PVC 5-komornim profilom s 2 brtve i dvostrukim izolacijskim staklom s plinovitim punjenjem (Ar) i lowe premazom.

Preporuka je ugradnja šestkomornih profila, s trostrukim IZO staklom punjeno plinom, telow-E premazom, $U < 1,00$ W/m²K.

| Opis | Količina | Jedinična cijena, [kn] | Ukupni trošak, [kn] |
|---|--------------------|------------------------|---------------------|
| 1 Dobava i postava prozora od PVC 5-komornih profila s 2 brtve i dvostrukog izolacijskog stakla s plinovitim punjenjem (Ar) i lowe premazom ($U_f = 1,8$ W/m ² K, $U_g = 1,4$ W/m ² K, $g = 0,6$), $U_w = 1,48$ W/m ² K. Kod prozora uključivo zidarska obrada rubova, brtvljenje svih spojeva i ugradnja novih vanjskih plastificiranih alu klupčica (cca 20 cm) i unutarnjih PVC klupčica (cca 20 cm). | m ² 684 | 1.100,00 | 752.400,00 |
| UKUPNO | | | 752.400,00 |
| Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.] | | | 149.518,87 |
| Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³ | | | 35.356,82 |
| Ušteda [kn/god.] | | | 61.302,74 kn |
| JPP [god.] | | | 12,27 |

Ukupna modelirana toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 521.235,10$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti finalna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 371.716,23$ kWh/godišnje. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 149.518,87 kWh/godišnje energije ili 61.302,74 kn. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je 752.400,00, a **period povrata investicije** u mjeru je **12,27 g**

INTEGRALNE MJERA VANJSKE OVOJNICE ZGRADE

| Opis | | Količina | Jedinična cijena, [kn] | Ukupni trošak, [kn] |
|---|---|----------------------------|------------------------|------------------------|
| 1. | Toplinska izolacija pročelja ETICS sustavom od EPS debljine 12 cm. Uključivo lijepljenje po rubovima i pričvršćivanje nehrđajućim vijcima, rubne i kutne profile, polimer-cementno ljepilo, tekstilno-staklena alkalno otporna mrežica, impregnirajući sloj i završna obrada silikatnom žbukom. Prilagoditi prozorske klupčice novoj debljini zida. Kod prozora i vanjskih vrata uključivo zidarska obrada rubova, brtvljenje svih spojeva. | m ² 1.946,47 | 230,00 | 447.688,10 |
| 2. | Toplinska izolacija sokla u visini cca 50 cm iznad tla i cca 80 cm uz temelj ekstrudiranim polistirenom u debljini 4 cm (kao KI Polyfoam c-350). Uključivo pričvršćivanje nehrđajućim vijcima, perforirani alu sokl, rubne i kutne profile, i završni sloj plastična žbuka 1,0 mm. Uključivo iskop i ponovno zatrpavanje . | m ² 210 | 190,00 | 39.900,00 |
| 3. | Toplinska izolacija stropa prema tavanu s 12cm mineralne vune (kao Knauf Insulation višenamjenska ploča DP3). U cijeni m2 komplet izvedene podne površine obuhvatiti pripremu podloge, dobavu i postavu izolacije te obradu svih rubova, završetaka, spojeva i prodora. | m ² 765,50 | 105,50 | 80.760,25 |
| 4. | Toplinska izolacija krovne ploče s 20 cm XPS. Postava vjetronepropusne-paropropusne-vodonepropusne ljepenke (kao LDS 0.40). Postava parne brane (kao KI LDS 2 silk). Uključivo dobavu i postavu svih slojeva i kompletne građivinsko obrtničke radove. | m ² 510 | 464,1 | 236.691,00 |
| 5. | Dobava i postava prozora od PVC 5-komornih profila s 2 brtve i dvostrukog izolacijskog stakla s plinovitim punjenjem (Ar) i low _e premazom (U _f = 1,8 W/m ² K, U _g = 1,4 W/m ² K, g=0,6), U _w =1,48 W/m ² K. Kod prozora uključivo zidarska obrada rubova, brtvljenje svih spojeva i ugradnja novih vanjskih plastificiranih alu klupčica (cca 20 cm) i unutarnjih PVC klupčica (cca 20 cm). | m ² 684 | 1.100,00 | 752.400,00 |
| UKUPNO | | | | 1.557.439,35 kn |
| Ušteda u potrebnoj toplinskoj energiji referentu potrošnju [kWh/god.] | | | | 325.925,80 |
| Smanjenje emisija CO₂ [kg/god.] 1,9 kg CO₂/m³ | | | | 77.071,89 |
| Ušteda [kn/god.] | | | | 133.629,58 kn |
| JPP [god.] | | | | 11,65 |

Ukupna modelirana toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 521.235,10$ kWh/godišnje. Nakon primjene mjere energetske učinkovitosti finalna toplinska energija za grijanje iznosi $Q_{H,nd} = 195.309,30$ kWh/godišnje. Opisanom mjerom je moguće uštedjeti 325.925,80 kWh/godišnje energije ili 133.629,58 kn. Ukupno potrebno ulaganje u mjeru je 1.557.439,35 kn, a **period povrata investicije** u mjeru je **11,65 g**

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 termostatskim glavama i predpodešavanjem postižu se uštede između 10% što iznosi (0,1 x 519.703) do 51.970 kWh/god. Ukupno se u zgradi nalazi 206 radijatora (Investicija: 231 kn/radijatoru = 47.586 kn)

Slika 7: Elektronička termostatska glava sa programatorom HERZ ETKF



Tablica 13: 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 | 47.586 | 51.970 | 15.591 | 3 | 15,5 |

NAPOMENA: za procjenu uštede u izračun su uvrštene cijene: 0,3 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.