

Šolski center Celje
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

ENERGETSKI PREGLED STANOVANJSKEGA OBJEKTA

Raziskovalna naloga

Avtorji:

Žiga Pesjak, S-4. a

Luka Kovačič, S-4. a

Mentorja:

Žan Podbregar, dipl. inž. str. (UN)

Aleš Ferlež, dipl. inž. str. (UN)

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2018

IZJAVA

Mentorja, Žan Podbregar in Aleš Ferlež, v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljava, da je v raziskovalni nalogi naslovom Energetski pregled stanovanjskega objekta, katere avtorja sta Žiga Pesjak in Luka Kovačič:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

Žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

DOVOLJENJE ZA OBJAVO AVTORSKE FOTOGRAFIJE V RAZISKOVALNI NALOGI

Podpisana, Žiga Pesjak in Luka Kovačič izjavljava, da sva avtorja fotografskega gradiva, navedenega v priloženem seznamu, in dovoljujema v skladu z 2. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, da se lahko uporabi pri pripravi raziskovalne naloge pod mentorstvom Žana Podbregarja in Aleša Ferleža z naslovom Energetski pregled stanovanjskega objekta, katere avtorja sva Žiga Pesjak in Luka Kovačič.

Dovoljujema tudi, da sme Osrednja knjižnica Celje vključeno fotografsko gradivo v raziskovalno nalogo objaviti na knjižničnih portalih z navedbo avtorstva v skladu s standardi bibliografske obdelave.

Celje, _____

Podpis avtorjev:

Priloga:

- seznam fotografskega gradiva (kazalo slik)

ZAHVALA

Zahvaljujema se vsem, ki so kakorkoli pomagali pri izdelavi najine raziskovalne naloge. Brez njihove pomoči naloga ne bi nastala, pa naj je šlo le za spodbudne besede, majhno idejo ali pa nasvete in kritike pri izdelovanju izdelka. Zahvaljujema se tudi vsem podjetjem, ki so nama bili pripravljene pomagati in posredovati informacije.

Najprej se zahvaljujema našima mentorjema Žanu Podbregarju, dipl. inž. str. (UN), in Alešu Ferležu, dipl. inž. str. (UN), za ves trud, čas, podporo in vztrajnost, ki sta jo vložila v izdelovanje raziskovalne naloge.

Iskreno se zahvaljujema za tehnični pregled naloge, gospe Suzani Slana, prof., za slovnični pregled in lektoriranje ter ravnateljici gospe Simoni Črep, prof., za podporo raziskovalne dejavnosti na šoli.

ENERGETSKI PREGLED STANOVANJSKEGA OBJEKTA

Ključne besede: učinkovita raba energije, energetski pregled, varčevanje, prihranek, obnovljivi viri energije.

POVZETEK

Učinkovita raba energije je ključnega pomena za zmanjševanje stroškov vsakega gospodinjstva ali podjetja. S pravilnim pristopom, spremembo slabih navad in energetsko sanacijskimi ukrepi se lahko prihrani velika količina energije.

Namen te raziskovalne naloge je ugotoviti in raziskati energetsko učinkovitost stanovanjskega objekta. Objekt smo podrobno proučili, našli njegove slabosti in naredil idejni načrt obnove objekta. Hiša ima veliko možnosti napredka. Po izvedenih energetskih spremembah bi se stroški povrnili v nekaj letih, hiša pa bi bila prijaznejša do okolja in energetsko spremenljiva.

Ugotovili smo, da je največji napredek možen predvsem v zunanjem ovoju hiše. Z zamenjavo fasade, strehe in nadgradnjo oken se da veliko privarčevati. Predvsem bi potrebovali manj toplotne energije, ker bi bila toplotna prepustnost manjša. Največje prihranke pri porabi toplotne energije bi dosegli z zamenjavo ovoja stavb, saj ima največjo površino, zaradi česar so izgube največje. Energetsko učinkovitost bi povečala zamenjava strehe, vendar pa je to cenovno velik zalogaj. Najmanjši prihranek bi dosegli z zamenjavo oken, saj so obstoječa zadovoljiva. Te bi samo nadgradili z zunanjimi senčili.

Razmislili smo tudi o izboljšavah ogrevalnega sistema. Njegova zamenjava bi bila nesmiselna, zato bi sistem združili s sistemom na obnovljivi vir energije (strešni panelni kolektorji). S tem bi zmanjšali stroške ogrevanja, hiša pa bi bila z manjšimi izpusti toplogrednih plinov prijaznejša do okolja.

Kot primer cenovno ugodnega energetskega ukrepa je predstavljena zamenjava vseh starih žarnic z žarilno nitko. Žarnice bi nadomestila z novimi varčnimi. Takšna investicija se hitro povrne in pripomore k manjši porabi električne energije.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	HIPOTEZE	2
1.2	METODE RAZISKOVANJA.....	2
1.3	STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA.....	2
2	PURES 2010	4
3	PROGRAM KNAUF INSULATION	6
4	ENOSTANOVANJSKI OBJEKT (HIŠA)	8
4.1	LOKACIJA, VRSTA IN NAMEN STAVBE:	8
4.2	KONSTRUKCIJE IN STAVBNO POHIŠTVO	8
4.3	ANALITIČNI IZRAČUN FAKTORJA TOPLOTNE PREHODNOSTI U.....	11
4.4	ANALITIČNI IZRAČUN PRIMARNE ENERGIJE, KI JE POTREBNA ZA DELOVANJE STAVBE	12
4.5	KAZALNIKI ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVBE.....	13
4.6	KOMENTAR.....	14
5	PREGLED IN SANACIJA OSTREŠJA	15
5.1	POSVET V PODJETJU KROVSTVO BOROVNIK.....	15
5.2	ENERGETSKA SANACIJA OSTREŠJA	16
5.2.1	Pregled starega ostrešja	16
5.2.2	Izbira novih materialov in način izdelave.....	16
6	PREGLED IN SANACIJA FASADE	18
6.1	SESTAVA FASADE	18
6.2	ENERGETSKA SANACIJA FASADNEGA SISTEMA	19
7	PREGLED IN SANACIJA OKEN	21
7.1	ENERGETSKA SANACIJA OKEN	22
8	PREGLED IN SANACIJA OGREVALNEGA SISTEMA	23
8.1	KOMBINIRANO OGREVANJE	23
8.2	SONČNI KOLEKTORJI	24
8.2.1	Energetska sanacija ogrevalnega sistema	24

8.2.2	Sestava kolektorjev	25
9	PREGLED MENJAVE ŽARNIC	26
9.1	IZRAČUN PRIHRANKA.....	28
10	PREDSTAVITEV REZULTATOV	30
11	ZAKLJUČEK	31
12	VIRI IN LITERATURA	32

KAZALO SLIK

Slika 1: Shematski prikaz izdelave energetskega pregleda [20.]	3
Slika 2: Skica enostanovanjskega objekta (Osebni vir)	10
Slika 3: Izkaz stavbe 1/2 (Osebni vir)	13
Slika 4: Izkaz stavbe 2/2 (Osebni vir)	13
Slika 5: Krovstvo Borovnik [9.]	15
Slika 6: Odstranjevanje lesnitnih plošč [13.]	16
Slika 7: Prikaz gradbenih plasti ostrešja [15.]	17
Slika 8: Sestava fasadnega sistema [18.]	19
Slika 9: Prikaz prereza oken iz različnih materialov [16.]	21
Slika 10: Zunanje senčilo [25.]	22
Slika 11: Shema sistema sončnega kolektorja [19.]	24
Slika 12: Ravni sončni kolektor [17.]	25
Slika 13: Menjava klasičnih žarnic z energetsko varčnimi [11.]	26
Slika 14: Klasična žarnica z žarilno nitko [4.]	27
Slika 15: Varčna žarnica [21.]	28

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz kratic materialov	11
Tabela 2: Primerjava moči žarnice z žarilno nitko in fluorescenčne žarnice pri enaki svetilnosti.....	28

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Elaborat URE

Priloga 2: Energetska izkaznica

UPORABLJENE KRATICE

URE – učinkovita raba energije

PGD – prostorsko gradbeno dovoljenje

OVE – obnovljivi viri energije

PURES 2010 – pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah

EI – energetska izkaznica

1 UVOD

Glavni cilj vsakega stanovanjskega objekta je, da zagotavlja ustrezno toplotno ugodje in bivanjske pogoje ter da se v njem dobro počutimo. Najpomembnejši dejavnik je učinkovito izrabljanje energije, ki jo dosežemo s toplotno zaščito, z ogrevanjem, s hlajenjem, s prezračevanjem, z razsvetljavo, s pripravo tople vode itd.

Doseganje učinkovite rabe energije v stavbah oziroma izpolnjevanje zahtev iz pravilnika PURES 2010 (pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah) se dokazuje v "Elaboratu gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije" (v nadaljevanju Elaborat URE). Povzetki izračunov iz elaborata URE morajo biti navedeni na obrazcu "Izkaz energijskih lastnosti stavbe".

Elaborat je pomemben zato, da se objekt zgradi oziroma da se preveri, ali je obstoječi objekt zgrajen po zahtevanih standardih, saj lahko le tako zagotovimo, da je stavba oziroma objekt bolj ekonomičen in energetsko spremenljiv. »Elaborat gradbene fizike je prav tako obvezni del PGD načrta, ki je narejen po pravilniku PURES 2010.« [2]

Za področje učinkovite rabe energije mora biti elaborat gradbene fizike opredeljen glede na namen objekta, obsegati mora spisek konstrukcij in materialov, opisani morajo biti sloji konstrukcije in njihove debeline ter predvsem toplotna prevodnost materialov. Opisano mora biti opredeljeno za zunanjo stensko konstrukcijo, za medetažne konstrukcije, za strešno konstrukcijo in za talno konstrukcijo. Del elaborata gradbene fizike je tudi izpis:

- analize konstrukcij,
- letna poraba toplote za ogrevanje stavbe $Q(NH)$,
- letni potrebni hlad za hlajenje stavb $Q(NC)$,
- letna poraba primarne energije za delovanje sistemov stavbi,
- energijska učinkovitost stavbe in
- izpis energijskih lastnosti stavbe.

1.1 HIPOTEZE

Hipoteza je cilj, ki si ga zastavimo, ko se lotimo večjega projekta. Naš cilj je ugotoviti energetska učinkovitost stanovanjskega objekta. Do hipotez bomo prišli s proučevanjem stavbe in njenih lastnosti, z analizo porabljene in izgubljene energije. Za to moramo do potankosti poznati konstrukcijo hiše, način izgradnje in materiale, iz katerih je hiša zgrajena.

V raziskovalni nalogi smo postavili naslednje hipoteze:

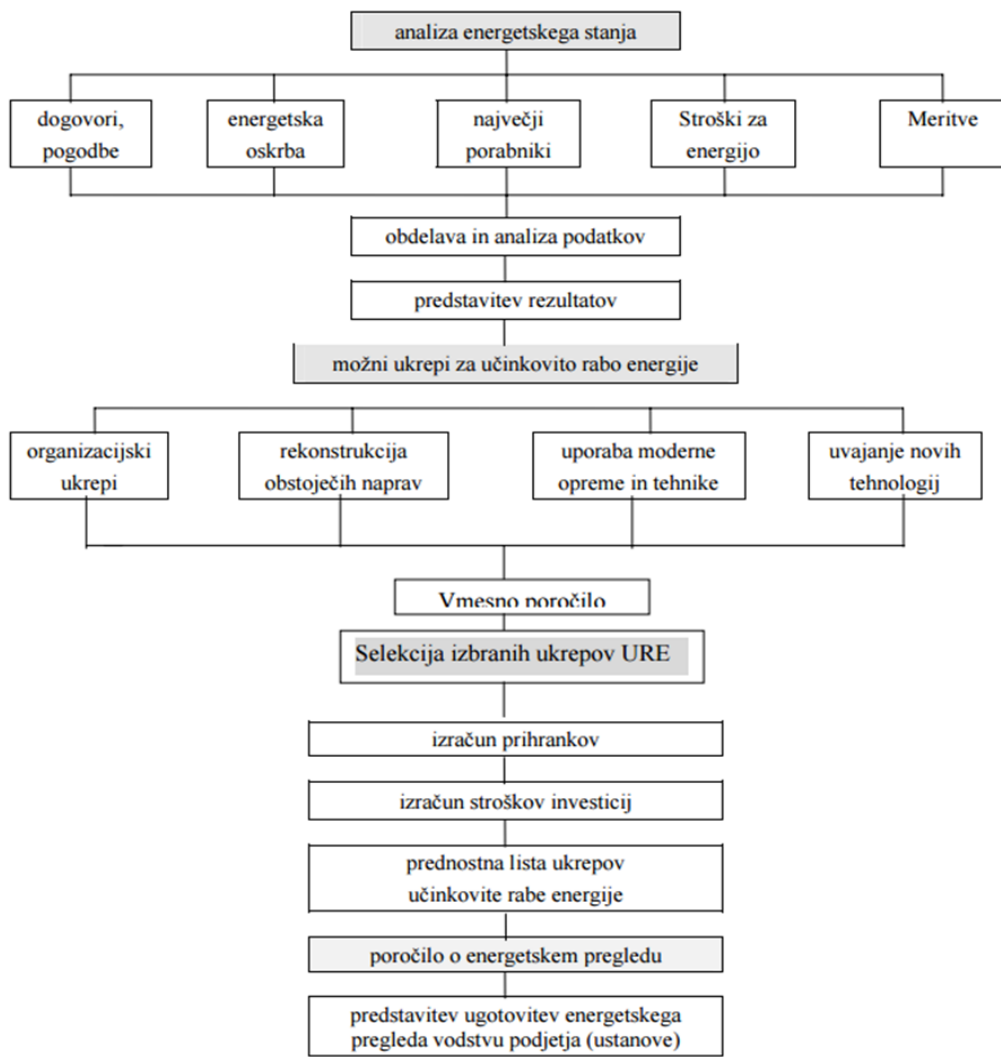
- 1) Dodatna izolacija na ostrešju pripomore k zmanjšanju porabe toplotne energije.
- 2) Zamenjava fasade je potrebna za doseganje energetske učinkovitosti.
- 3) Menjava oken je energetska neupravičen ukrep.
- 4) Uporaba bivalentnega ogrevalnega sistema v povezavi z obnovljivim virom energije prinaša prihranek.
- 5) Poraba električne energije se zmanjša z zamenjavo starih žarnic z varčnimi.
- 6) Stanovanjski objekt ima rdečo energetska izkaznico.

1.2 METODE RAZISKOVANJA

Tema je zelo obširna in aktualna, zato je na razpolago dovolj strokovnih virov in literature. V energetskem pregledu stanovanjskih objektov je velika priložnost prihranka pri stroških za energijo. Veliko gradiva je na spletu, v pomoč so bile tudi projektne naloge s to temo.

1.3 STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA

V prvem delu raziskovalne naloge smo raziskali strokovno literaturo in podatke s spleta na temo energetska pregled stanovanjskega objekta. V drugem delu smo opravili razširjen energetska pregled objekta, kar pomeni, da smo opravili natančno analizo stavbe z izračuni energetska potreb in natančno analizo ukrepov za učinkovito rabo energije. V tretjem delu pa smo se posvetili energetskim rešitvam.



Slika 1: Shematski prikaz izdelave energetskega pregleda [20.]

2 PURES 2010

»PURES 2010 je pravilnik, ki določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene v zvezi z učinkovito rabo energije na področjih hlajenja, ogrevanja, priprave tople vode in razsvetljave v stavbah, toplotne zaščite, prezračevanja ali njihove kombinacije, zagotavljanje obnovljivih virov energije za delovanje sistemov v stavbi ter metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z Direktivo 31/2010/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb.« [14]

Energetska učinkovitost stavbe je dosežena, če so izpolnjeni naslednji pogoji:

- 1) »Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja stavbe z izrazom $H_t(T) = H(T)/A$ ne sme presežati:

$$H_t(T) \leq 0,28 + \frac{T(L)}{300} + \frac{0,04}{f_o} + \frac{z}{4} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Kjer je $T(L)$ povprečna letna temperatura zunanjega zraka, $f(o)$ je brezdimenzijsko število in predstavlja razmerje med površino toplotnega ovoja stavbe in bruto ogrevano površino ($f(o) = A/V_e$). Črka z pomeni razmerje med površino odprtin (okna, vrata – velikost gradbenih površin) in površino toplotnega ovoja stavbe.

- Za $f_{(0)} < 0,2$ se upošteva $f_{(0)} = 0,2$,
- za $f_{(0)} > 1,0$ se upošteva, da je $f_{(0)} = 1,0$.

- 2) Dovoljena letna toplota za ogrevanje $Q_{(NH)}$ stavbe, preračunane na enoto kondicionirane površine $A_{(u)}$ oziroma prostornine $V_{(e)}$ stavbe, ne presega:

- za stanovanjske stavbe:

$$Q_{(NH)}/A_{(u)} \leq 45 + 60 \cdot f_{(0)} - 4,4 \cdot T(L) \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

- za nestanovanjske stavbe:

$$Q_{(NH)}/V_{(e)} \leq 0,32 + (45 + 60 \cdot f_{(0)} - 4,4 \cdot T(L)) \text{ [kWh/m}^3\text{a]}$$

- za javne stavbe:

$$Q_{(NH)}/V_{(e)} \leq 0,29 + (45 + 60 \cdot f_{(0)} - 4,4 \cdot T(L)) \text{ [kWh/m}^3\text{a]}$$

- 3) Dovoljen letni hlad za hlajenje $Q_{(NC)}$ stavbe, preračunan na enoto hlajene površine stavbe $A_{(u)}$, za stanovanjske stavbe, ne presega:

$$Q_{(NC)}/A_{(u)} \leq 50 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

Letna potrebna energija za delovanje sistemov v stavbi $Q_{(p)}$, preračunana na enoto ogrevane površine $A_{(u)}$, ne presega:

$$Q_{(p)}/A_{(u)} \leq 200 + 1,1(60 \cdot f_{(0)} - 4,4 \cdot T(L)) \text{ [kWh/m}^2\text{a}] \ll [2]$$

Vsi štirje navedeni parametri so prikazani v energetske izkaznici.

Za doseganje energetske učinkovitosti stavb je poleg zahtev v 7. Členu pravilnika PURES 2010, potrebno zadostiti tudi zahtevam za uporabo OVE. Izpolnjen mora biti vsaj eden od naslednjih pogojev:

- 1) najmanj 25 % celotne končne energije za delovanje sistemov v stavbi iz OVE,
- 2) ali če je delež končne energije za ogrevanje in hlajenje stavbe ter pripravo tople vode pridobljen na enega od naslednjih načinov:
 - najmanj 25 % iz sončnega obsevanja,
 - najmanj 30 % iz plinaste biomase,
 - najmanj 50 % iz trdne biomase,
 - najmanj 70 % iz geotermalne energije,
 - najmanj 50 % iz toplote okolja,
 - najmanj 50 % iz naprav SPTE z visokim izkoristkom v skladu s predpisom, ki ureja podpore električni energiji, proizvedeni v soproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom,
 - je stavba najmanj 50 % oskrbovana iz sistema energijsko učinkovitega daljinskega ogrevanja oziroma hlajenja,
- 3) ali če je $Q_{(NH)}$ za najmanj 30 % nižja od mejne vrednosti iz 7. člena tega pravilnika,
- 4) za enostanovanjske stavbe: če je vgrajenih najmanj 6 m² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/m²a.

3 PROGRAM KNAUF INSULATION

Program Knauf Insulation – KI ENERGIJA 2017 se uporablja za izvajanje PURES 2010. Program omogoča celovito obravnavanje objekta, od arhitekturne zasnove, sestave konstrukcij in vseh možnih opcij strojne opreme. Namenjen je predvsem projektantom arhitekture, projektantom strojnih inštalacij in projektantom elektro inštalacij. Za celovito obravnavanje projekta je potrebno aktivno sodelovanje med vsemi projektanti.

Program KI ENERGIJA 2017 omogoča:

- izdelavo Elaborata gradbene fizike (skladno s ‘‘Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah – PURES 2010’’),
- izkaz energetske lastnosti stavbe in
- izpis energetske izkaznice stavbe.

Pri uporabi programa KI Energija 2017 je treba biti seznanjen z oz. imeti dostop do sledečih uradnih dokumentov:

- Tehnična smernica za graditev – TSG-1-004 – URE,
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah – PURES-2010 (Ur. l. RS št. 52/2010 z dne 30. 6. 2010).

Za izdelovanje energetske izkaznice s programom KI Energija 2014 je poleg zgornjih dveh potrebno tudi poznavanje sledečih pravilnikov:

- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavb (Ur. l. RS št. 92/2014, z dne 19. 12. 2014) in
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavb (Ur. l. RS, št. 93/2012).

Program je zasnovan na podlagi zgoraj navedenih dokumentov. V teh dokumentih so opredeljene veličine, faktorji in njihove vrednosti, kriteriji za definiranje con, računski postopki in minimalne vrednosti kriterijev.

»Tehnična smernica TSG-1-004 URE določa gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseganje zahtev iz pravilnika PURES 2010 in določa metodologijo izračuna energetske lastnosti stavbe. Uporaba tehnične smernice je obvezna.

Predstavljena metodologija obsega malo manj kot 200 strani, navedenih je več kot 400 enačb, poleg tega pa na različnih mestih vključuje različne mednarodne standarde.

Potek glavnih računskih korakov po uveljavljeni metodologiji je prikazan na sliki (desno).«

[14]

4 ENOSTANOVANJSKI OBJEKT (HIŠA)

Za enostanovanjsko hišo (srednje težke gradnje) smo izdelali računsko energetska izkaznico s pomočjo računalniškega programa Knauf Insulation – KI ENERGIJA 2017. V skladu s »Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah - PURES 2010« smo v sklopu vaje izdelali:

- elaborat gradbene fizike,
- izkaz energetskih lastnosti stavbe,
- energetska izkaznico stavbe,
- analitični izračun faktorja toplotne prevodnosti U,
- analitični izračun primarne energije, ki je potrebna za delovanje stavbe.

4.1 LOKACIJA, VRSTA IN NAMEN STAVBE:

- Naselje/ulica, kraj: Bukovlje 41, Stranice ; Katastrska občina: Preloge
- Koordinate lokacije stavbe: (Y) 522000, (X) 121000; Vrsta stavbe: 1110001
Enostanovanjske stavbe

4.2 KONSTRUKCIJE IN STAVBNO POHIŠTVO

Konstrukcija zunanje stene:

- osnovni omet (2,0 cm),
- modularna opeka (29,0 cm),
- ekspanziran polistiren – EPS – stirop
or (5,0 cm) $C_p = 800 \text{ J/kgK}$,
 $\rho = 20 \text{ kg/m}^3$, $\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$,
difuzijska upornost $\mu = 50$, $d_r = 0,07 \text{ m}$,
- zaključni sloj (2,0 cm).

Tla na terenu:

- parket (2,0 cm),
- beton s kam. agregati (2200) (6,0 cm),
- polietilenska folija (0,02 cm),

Strop proti neogrevanemu prostoru (streha):

- mavčno. kart. plošče do 15 mm (1,0 cm),
- parna zapora Homesal LDS 100 (0,02 cm),
- steklena volna UNIFIT 035 (5,0 cm),
- kamena volna DP-5 (5,0 cm),
- cementna malta (1,0 cm).

Tla v nadstropju:

- parket (3,0 cm),
- cementni estrih (4,0 cm),
- kamena volna DF (5,0 cm),

- steklena volna classic 0,37 (5,0 cm),
- bitumenska lepenka (1,0 cm),
- beton s kam. agregati (2500) (12,0 cm).
- beton s kam. agregati (2200) (16,0 cm),
- cementna malta (2,0 cm).

Stena proti neogrevanemu prostoru:

- cementna malta (1,0 cm),
- modularna opeka (29,0 cm),
- cementna malta (1,0 cm).

Elementi zunanjega ovoja neogrevane cone:

- tla v garaži: $U=0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- garažna vrata $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- zunanji zid je enak zunanji konstrukciji objekta,
- garažno okno $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ (2,5 x 0,7 m).

Stavbno pohištvo:

- vhodna vrata PVC (1,20 x 2,10 m),
- večje PVC okno dimenzij (2,2 x 1,5 m), 0,85 zastekljenost, $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, brez senčenja in senčil,
- manjše PVC okno dimenzij (1,8 x 1,35 m), 0,85 zastekljenost, $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, brez senčenja in senčil.

Stavbno pohištvo med ogrevanim delom in neogrevano cono:

- vrata v garažo $U=0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- dodatno: ventilator v kopalnici (50W, $100 \text{ m}^3/\text{s}$).

VRSTA OGREVALNEGA SISTEMA: Srednje temperaturni kurilni sistem (drva) z ne ventiliranimi radiatorji in z 220-litrskim hranilnikom toplote v kotlovnici (brez prekinitev). Regulacija temperature prostora se vrši s termostatom v objektu.

TOPLA VODA: Sistem s pretočnim električnim grelnikom v kotlovnici.



Slika 2: Skica enostanovanjskega objekta (Osebni vir)

4.3 ANALITIČNI IZRAČUN FAKTORJA TOPLOTNE PREHODNOSTI U

Tabela 1: Prikaz kratic materialov

Material (sloj)	Kratica
Osnovni omet	om
Modularna opeka	mod
Lepilna malta za stiropor	lms
Stiropor	St
STOSIL zaključni silikatni sloj	Zs

(Osebni vir)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_i \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} =$$

$$\frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_{om}}{\lambda_{om}} + \frac{d_{mod}}{\lambda_{mod}} + 2 \cdot \frac{d_{lms}}{\lambda_{lms}} + \frac{d_{st}}{\lambda_{st}} + \frac{d_{zs}}{\lambda_{zs}} + \frac{1}{\alpha_e}} =$$

$$\frac{1}{\frac{1 \text{ m}^2\text{K}}{8 \text{ W}} + \frac{0,02 \text{ m mK}}{0,87 \text{ W}} + \frac{0,29 \text{ m mK}}{0,61 \text{ W}} + 2 \cdot \frac{0,006 \text{ m mK}}{0,9 \text{ W}} + \frac{0,05 \text{ m mK}}{0,041 \text{ W}} + \frac{0,02 \text{ m mK}}{0,45 \text{ W}} + \frac{1 \text{ m}^2\text{K}}{23 \text{ W}}} =$$

$$0,5144 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

4.4 ANALITIČNI IZRAČUN PRIMARNE ENERGIJE, KI JE POTREBNA ZA DELOVANJE STAVBE

$$W_p = W_f \cdot f_p = 9652 \frac{kWh}{a} \cdot 2,5 = 24130 \frac{kWh}{a}$$

W_f ... energija, ki je potrebna za delovanje stavbe

$$W_f = 9652 kWh/a$$

$f_p = 2,5$... faktor za električno energijo iz omrežja

Analitični izračun ni tako natančen kakor numerični, saj pri preračunu ne upošteva nobenih dejavnikov, za razliko od programa. Faktor za električno energijo iz omrežja je približek, zato so tudi rezultati temu primerni.

4.5 KAZALNIKI ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVBE

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Skupaj		
	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/a		
Toplota in hlad															
QNH,1		779	392	0	0	0	0	0	0	0	207	713	2091		
QNC,1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
QW		168	152	168	163	168	163	168	163	168	163	168	1980		
Qf,h - dovedena toplota za ogrevanje		4637	3301	2293	991	0	0	0	0	1263	2926	4453	19865		
Qf,w - dovedena toplota za toplo vodo		648	585	648	627	648	536	554	536	648	627	648	7256		
Qf,c - doveden hlad za hlajenje		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe		5285	3886	2940	1618	648	536	554	536	1911	3553	5100	27121		
Qove - toplota iz OVE v Qf		4637	3301	2293	991	0	0	0	0	1263	2926	4453	19865		
Električna energija															
Wf,h+aux - potrebna energija za ogrevanje		88	70	62	46	1	0	0	0	1	50	68	473		
Wf,w+aux - potrebna energija za toplo vodo		648	585	648	627	648	536	554	536	648	627	648	7256		
Wc+aux - potrebna energija za hlajenje		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
KAZALNIKI ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVBE															
												Ustreznost			
H't - koeficient specifičnih transmisijskih izgub	W/m²K			0,568		NE		Ogrevana površina				165 m²			
H't dovoljeno	W/m²K			0,375				Hlajena površina				0 m²			
QNH/Au	kWh/m²a			107,1		NE		Notranji dobitki pozimi				4 W/m²			
QNH/Au dovoljeno	kWh/m²a			52,8				Specifična moč svetilk				6 W/m²			
Qp - potrebna primarna energija za delovanje stavbe	kWh/a			26117											
Qp/Au	kWh/m²a			158,3		DA									
Qp/Au dovoljeno	kWh/m²a			208,6											
FOVE - delež obnovljivih virov energije	%			67		DA									
letni izpust CO2	kg/a			5116				Izkaz stavbe		Elaborat URE		Enerq. izkaznica			

Slika 3: Izkaz stavbe 1/2 (Osebni vir)

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Skupaj		
	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/m	kWh/a		
Qf,h - dovedena toplota za ogrevanje		4637	3301	2293	991	0	0	0	0	1263	2926	4453	19865		
Qf,w - dovedena toplota za toplo vodo		648	585	648	627	648	536	554	536	648	627	648	7256		
Qf,c - doveden hlad za hlajenje		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe		5285	3886	2940	1618	648	536	554	536	1911	3553	5100	27121		
Qove - toplota iz OVE v Qf		4637	3301	2293	991	0	0	0	0	1263	2926	4453	19865		
Električna energija															
Wf,h+aux - potrebna energija za ogrevanje		88	70	62	46	1	0	0	0	1	50	68	473		
Wf,w+aux - potrebna energija za toplo vodo		648	585	648	627	648	536	554	536	648	627	648	7256		
Wc+aux - potrebna energija za hlajenje		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Wv+aux - potrebna energija za prezračevanje		37	34	37	36	37	36	37	36	37	36	37	438		
Wlight - potrebna energija za razsvetljavo													1485		
Wf - potrebna el. energija za delovanje stavbe		773	689	747	708	686	572	591	573	735	731	771	9652		
Wove - elektrika iz OVE v Wf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
KAZALNIKI ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVBE															
												Ustreznost			
H't - koeficient specifičnih transmisijskih izgub	W/m²K			0,568		NE		Ogrevana površina				165 m²			
H't dovoljeno	W/m²K			0,375				Hlajena površina				0 m²			
QNH/Au	kWh/m²a			107,1		NE		Notranji dobitki pozimi				4 W/m²			
QNH/Au dovoljeno	kWh/m²a			52,8				Specifična moč svetilk				6 W/m²			
Qp - potrebna primarna energija za delovanje stavbe	kWh/a			26117											
Qp/Au	kWh/m²a			158,3		DA									
Qp/Au dovoljeno	kWh/m²a			208,6											
FOVE - delež obnovljivih virov energije	%			67		DA									
letni izpust CO2	kg/a			5116				Izkaz stavbe		Elaborat URE		Enerq. izkaznica			

Slika 4: Izkaz stavbe 2/2 (Osebni vir)

4.6 KOMENTAR

Iz zgornjih slik izkaza lahko povzamemo naslednje. 165 m² velik stanovanjski objekt, ki se ogreva s kurilnim sistemom na drva, za ogrevanje letno potrebuje 27121 kWh toplotne energije. Letna poraba električne energije za potrebe stanovalcev pa znaša 9652 kWh.

Iz elaborata lahko razberemo, da bi bilo smiselno izboljšati kakovost ovoja stavbe, da bi tako zmanjšali porabo toplotne energije, predlagamo menjavo ostrešja, menjavo oken, glede na to, da ima ovoj stavbe 5 cm izolacije, predlagamo dodatni sloj do debeline 12 cm. Stanovanjski objekt ima zraven bivalnega dela neogrevano garažo. Za ločilno steno neogrevanega dela garaže od ogrevanega pa v garaži predlagamo dodatno izolacijo ali dodatno namestitev grelnega sistema.

Za izboljšanje energetske učinkovitosti predlagamo namestitev sončnih kolektorjev za kombinirano ogrevanje. S tem bi zmanjšali stroške električne energije in porabo toplotne energije za ogrevanje. Predlagamo menjavo žarnic, saj se ta investicija hitro povrne, zato bi vse klasične žarnice z žarilno nitko zamenjali z energetsko varčnimi žarnicami. Uvedli bi organizacijski ukrep kot uvedbo pravila, da so prostori brez zasedenosti z ljudmi brez vklopljenih luči.

Toplotne izolativnost in ogrevalni sistem objekta sta v slabem stanju, zato je energetska izkaznica rdeča oziroma rumena. Ko bo lastnik zamenjal predlagano, se bo kazalnik energetske izkaznice pomaknil k zelenemu delu. Za pridobitev zelene EI je potrebna celovita sanacija objekta od izolacije temeljev do ostrešja. Tudi če bi zamenjali toplotni ovoj stavbe in stavbno pohištvo razen oken, ne bi pridobili zelene izkaznice brez uporabe alternativnega vira ogrevanja s sončnimi kolektorji.

5 PREGLED IN SANACIJA OSTREŠJA

Zgornji zaključni konstrukcijski del stanovanjskega objekta imenujemo streha. Ta nas ščiti pred vremenskimi vplivi, omogoča zvočno in toplotno ugodje. Zaradi estetskega učinka imenujemo streho tudi peta fasada. Pozna več različnih oblik streh. Na obliko strehe vplivajo urbanistični in geografski dejavniki. Sestavljena je iz več različnih plasti. Najbolj izpostavljen del objekta ščiti kritina, ki pokriva konstrukcijo strehe. Pod zaključnim slojem strehe se nahaja zračni sloj, ki skupaj s paro propustno folijo omogoča dihanje. Izolacijski elementi so nameščeni v več zamaknjenih plasteh nad ali med špirovci odvisno od zasnove strehe.

5.1 POSVET V PODJETJU KROVSTVO BOROVNIK

Podjetje krovstvo Borovnik se ukvarja z obnovo ostrešij vključno s tesarskimi deli. Predstavili so nam proizvodnjo, način dela in cilje za prihodnost. Je manjše družinsko podjetje v občini Vitanje. Z obrtjo so se začeli ukvarjati leta 1988. Od začetka se ukvarjajo z obnovo in gradnjo ostrešij. Imajo svojo proizvodno linijo, v kateri izdelujejo žlebove, obrobe in cevi. Na področju obnove streh imajo dolgoletne izkušnje in so pravi naslov, za pridobivanje mnenja za učinkovitejše ostrešje.



Slika 5: Krovstvo Borovnik [9.]

5.2 ENERGETSKA SANACIJA OSTREŠJA

5.2.1 Pregled starega ostrešja

Po posvetu smo prišli do spoznanja, da bi za energetske učinkovitost stavbe morali menjati celotno ostrešje. Staro ostrešje je narejeno na stari način brez zračnega mostu, izolacije in paro propustne folije. Takšne strehe so izdelovali zato, ker niso imeli podstrešnih stanovanj. Sestava stare:

- 1) leseni opaž,
- 2) parna zapora (PVC folija),
- 3) izolacija (steklena volna),
- 4) letve,
- 5) kritina (lesonitne plošče).



Slika 6: Odstranjevanje lesonitnih plošč [13.]

5.2.2 Izbira novih materialov in način izdelave

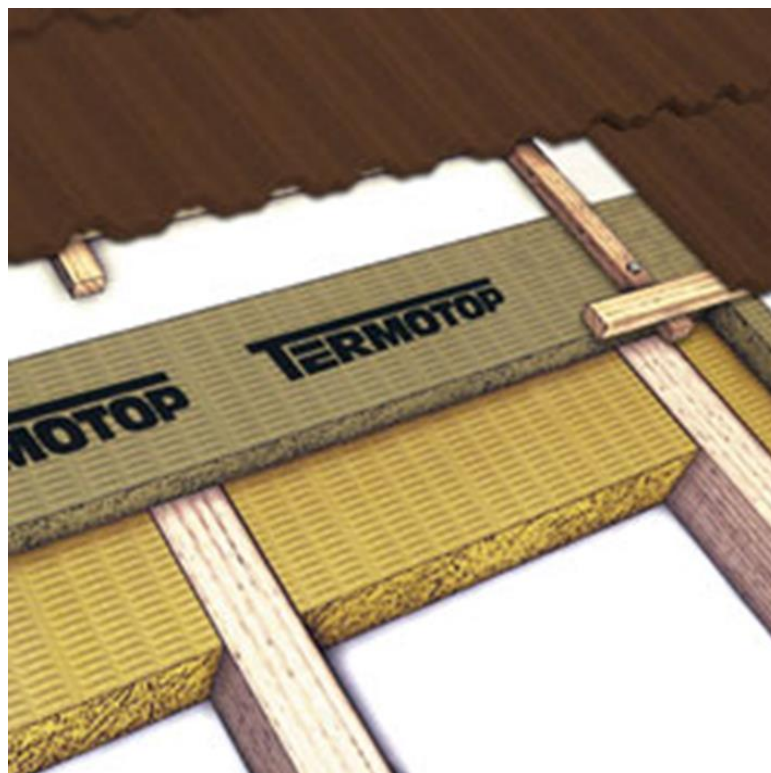
Izdelovanje podstrešnih stanovanj je krovce in izdelovalce strešnih elementov vzpodbudilo k razvijanju novih materialov in novega načina izdelave ostrešij. Po nasvetu strokovnjakov naj bo novo ostrešje sestavljeno iz materialov po naslednjem vrstnem redu (materiali so navedeni od notranjega bivalnega dela proti zunanjemu):

- 1) mavčne plošče,
- 2) parna zapora,
- 3) mehka toplotna izolacija (kamena volna 25 cm),
- 4) trda toplotna izolacija položena na špirovce (10 cm),
- 5) paro propustna folija,

- 6) zračni most,
- 7) prečne letve in
- 8) pločevinasta kritina (Gerard).

Način obnove ostrešja:

- 1) odkrivanje starega ostrešja,
- 2) čiščenje, zaščita in obnova lesenega dela ostrešja,
- 3) menjava toplotne izolacije na prvotno parno zaporo,
- 4) polaganje trde toplotne izolacije Termotop na špirovce,
- 5) polaganje sekundarne kritine (paro propustna folija),
- 6) montaža kontra letev za izdelavo zračnega mostu,
- 7) montaža prečnih letev za izdelavo konstrukcije za polaganje pločevinaste kritine,
- 8) izdelava zaključnih elementov z montažo zračnih oddušnikov.



Slika 7: Prikaz gradbenih plasti ostrešja [15.]

6 PREGLED IN SANACIJA FASADE

Fasada je ogledalo vsake hiše. Najpomembnejši korak k energetske učinkovitosti objekta je primarna izolacija zunanjih sten. Objekt zaščiti pred zunanjimi vplivi in tako zagotavlja estetski izgled. Vizualno jo zaznamujeta barva zaključnega sloja in struktura. V času naraščajočih cen energije in omejenih virov energentov je kakovost fasade zelo pomembna. Skrb vsakega odgovornega lastnika objekta je ustrezna fasada. Slabo izoliran objekt je lahko posledica velikih izgub toplotne energije, v nasprotnem primeru pa lahko pridemo do velikih prihrankov. Primer: kakovostna toplotna obnova fasade in zamenjava starih oken z novimi zmanjša stroške ogrevanja tudi do 60 %. Fasadni sistem ne omogoča samo nižjih stroškov bivanja, ampak tudi večjo kakovost bivalnega prostora. Z vgradnjo toplotno izolacijskega sistema se odločimo za učinkovito rabo energije.

Fasaderstvo Oblak je družinsko podjetje. Glavna dejavnost podjetja je izdelava tankoslojnih fasad. Specializirali so se pred desetimi leti, pred tem so bili splošno gradbeno podjetje. Za spremembo dejavnosti so se odločili zaradi razmer na trgu in negotovih obetov v splošnem gradbeništvu. V preteklih letih so izdelali že preko 300 fasad, kar potrjuje njihovo predanost in strokovnost. Nudijo tudi strokovno svetovanje pri izbiri najprimernejšega toplotnega sistema in pri postopkih za pridobitev nepovratnih sredstev iz Eko sklada.

6.1 SESTAVA FASADE

Nove in energetske učinkovite fasade so večslojne, sloji si sledijo po naslednjem vrstnem redu:

- fasadno lepilo za lepljenje izolacijske plošče,
- izolacijska plošča,
- fasadno lepilo za izdelavo armiranega sloja,
- armirana mreža,
- osnovni premaz in
- zaključni sloj.



Slika 8: Sestava fasadnega sistema [18.]

Izolacija: Primarna naloga izolacije je preprečevanje prehajanja toplote in zniževanje porabe toplotne energije za ogrevanje pozimi ter zaščita pred zunanjo vročino poleti.

Fasadno lepilo: Omogoča kakovosten stik podlage z izolacijskim materialom.

Armirana mrežica: Zmanjša napetosti, ki se pojavijo na fasadi, preprečuje raztezke in krčenja, saj ti povzročajo razpoke na zaključnem sloju.

Osnovni premaz: Uporablja se pred izdelavo zaključnih slojev. Služi za enakomerno vpojnost podlage in močno vez med podlago, fasadnim lepilom ter zaključnim slojem, njegova barva preprečuje sevanje skozi podlago.

Zaključni sloj: Je najbolj izpostavljen in obremenjen del fasade, saj je stalno podvržen temperaturnim spremembam, močenju in drugim naravnim biološkim dejavnikom. Njegova glavna naloga je zaščita fasadnega sistema in videz stavbe.

6.2 ENERGETSKA SANACIJA FASADNEGA SISTEMA

Po proučevanju fasadnih sistemov smo prišli do spoznanja, da je kakovosten in dober fasadni sistem ključ do zagotavljanja energetsko spremenljivega stanovanjskega objekta. Po nasvetu podjetja Fasaderstvo Oblak je sprejemljiv sestav fasadnega sistema:

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 52/2010) določa, da je lahko največja toplotna prehodnost zunanjšega zidu $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pogojem zadostimo, če za izolacijo stene iz votle opeke debeline 29 cm izberemo:

- fasadni stiropor EPS-F grafitni, debeline 10 cm,
- fasadni stiropor EPS-F beli, debeline 12 cm,
- fasadna mineralna volna, debeline 12 cm.

Nasvet podjetja Fasaderstvo Oblak:

»Kateri fasadni sistem boste izbrali, je odvisno od vaših potreb in pričakovanj. Fasado delamo za naslednjih 40 in več let, zato pri debelini izolacije ne varčujemo. Nekaj centimetrov več pri debelini izolacije fasade ne bo bistveno podražilo, se bo pa poznalo pri nižjih stroških ogrevanja in bivalnem ugodju v objektu.«

7 PREGLED IN SANACIJA OKEN

»Okna so eden ključnih faktorjev za zagotavljanje energetske sprejemljivega objekta. Investicija z zamenjavo novih oken je zelo draga, zato mora biti investicija dobro preiščljena in načrtovana. Od novih oken pričakujemo, da bomo po njihovi menjavi porabili manj toplotne energije za ogrevanje, da bodo tesnila in ne bomo več čutili prepaha ter da se bodo gladko odpirala.« [14]

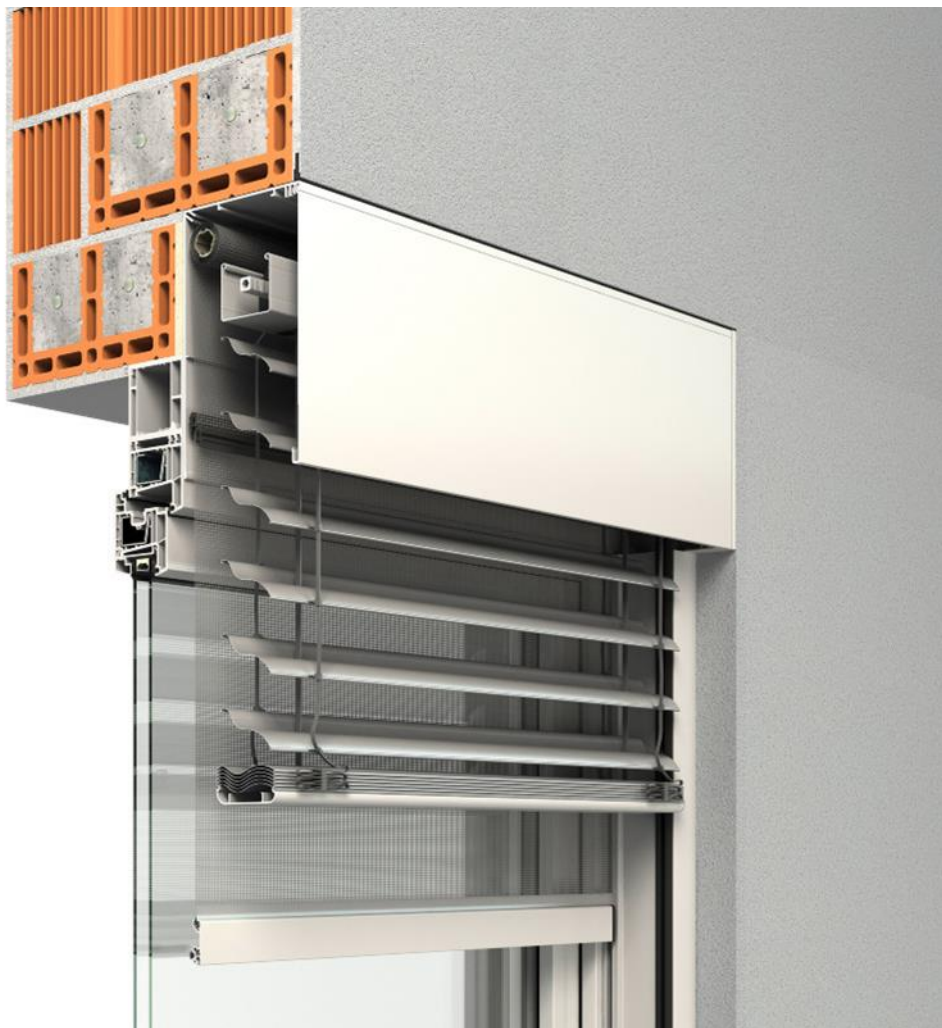
Menjava oken je proces, ki ga opravimo praviloma enkrat v življenju. Zato moramo biti pozorni na vsako podrobnost. Okna izbiramo glede na lokacijo stavbe, smer neba, namembnost prostorov, tip ali vrsto starih oken in finančne zmožnosti. Najboljši čas menjave oken je ob energetske sanaciji objekta. Na trgu je veliko različnih vrst oken. Ko se odločamo med različnimi materiali (PVC, les, aluminij ...), imajo tako ena kot druga prednosti in slabosti. Lastnost, ki nas bo pri menjavi oken najprej zanimala, je vsekakor toplotna prevodnost, ki jo označujemo s črko U (enota W/m^2K). Določena je s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije PURES-2. Najvišja dovoljena vrednost je $1,3 W/m^2K$, do spremembe pride le pri oknih, ki imajo kovinsko konstrukcijo. Pri teh je najvišja dovoljena toplotna prevodnost $1,4 W/m^2K$. Vedeti moramo, kaj potrebujemo in tako izkoristiti predvsem prednosti izbranega materiala. Da bi zagotovili čim boljšo toplotno in protitoplotno izolacijo, pomagajo tudi senčila, ki v zimskih mesecih odbijajo mrzel zrak, poleti pa toploto. Zaradi dobrega tesnjenja novih oken moramo razmisliti tudi o prezračevanju, ki je lahko naravno (odpiranje oken) ali umetno (ventilatorji, rekuperatorji). Nekatera okna imajo vgrajen prezračevalni sistem.



Slika 9: Prikaz prereza oken iz različnih materialov [16.]

7.1 ENERGETSKA SANACIJA OKEN

Pri obravnavanem stanovanjskem objektu so vgrajena PVC-okna. Po raziskavi sva prišla do spoznanja, da zamenjava oken ne bi bila smiselna. Okna so stara 7-8 let in so še energetsko sprejemljiva. Seveda pa bi jih lahko izboljšali na različne načine in povečali njihovo energetsko učinkovitost. Pri energetski obnovi objekta bi bila smiselna vgradnja zunanjih senčil, ki služijo kot zelo dober izolator. Pri podjetju Mik okna so zagotovili, da pri izbiri primernih senčil prihranimo do 80 % energije za ohlajevanje prostora, manjša je tudi toplotna prevodnost.



Slika 10: Zunanje senčilo [25.]

8 PREGLED IN SANACIJA OGREVALNEGA SISTEMA

Stanovanjsko hišo in sanitarno vodo ogrevamo s centralnim sistemom na leseno biomaso (drva). Les lahko za kurjavo uporabljamo v različnih oblikah, najbolj razširjena je uporaba lesene biomase, ki jo kurimo v kaminih, lončenih pečeh, litoželeznih pečeh in v kotlih, kadar gre za sistem centralne kurjave. V različnih primerih centralnega ogrevanja se uporabljajo tudi kotli na sekance, pelete in lesne brikete.

Les je čisti vir energije, če uporabljamo brezhibne sodobne peči in kotle, ki imajo zelo učinkovito izgorevanje. Pri teh pečeh je količina trdnih delcev, ki jih izpustijo v okolje, zelo majhna, medtem ko je pri zastarelih in slabo vzdrževanih pečeh problem z izpustom trdnih delcev, ki jih lahko vidimo v obliki dima. »Poznamo različne vrste lesa, zato imajo tudi različne kurilne vrednosti in lastnosti gorenja:

- en kubični meter gabra ima energetska vrednost 3.420 kWh,
- en kubični meter hrasta ima energetska vrednost 3.312 kWh,
- en kubični meter bukve ima energetska vrednost 3.078 kWh in
- en kubični meter smreke ima energetska vrednost 2.178 kWh.« [3]

Les je res obnovljiv vir energije in je zelo poceni, če imamo lasten gozd in lastno oskrbo s poleni, vendar ima tudi negativne lastnosti:

- letna poraba drv je visoka (približno 15 kubičnih metrov),
- krčenje gozdov,
- pri gorenju se v ozračje sprošča nezaželeni ogljikov dioksid (CO₂), ki povzroča učinke tople grede,
- večletna ponovna zarast gozdov.

Zaradi negativnih lastnosti bi bilo smiselno kombiniranje z drugim ogrevalnim sistemom na obnovljiv vir energije.

8.1 KOMBINIRANO OGREVANJE

Poleg finančnega vidika ogrevanja s poleni imajo polena tudi svojo prednost, saj so zelo prilagodljiva in omogoča kombiniranje s skoraj vsemi ostalimi ogrevalnimi sistemi z obnovljivimi viri energije. Nekateri izmed njih so:

- sončni kolektorji,
- toplotna črpalka,
- vetrna energija (vetrnice),
- geotermalna energija (geotermalne črpalke) in

- vodna energija.

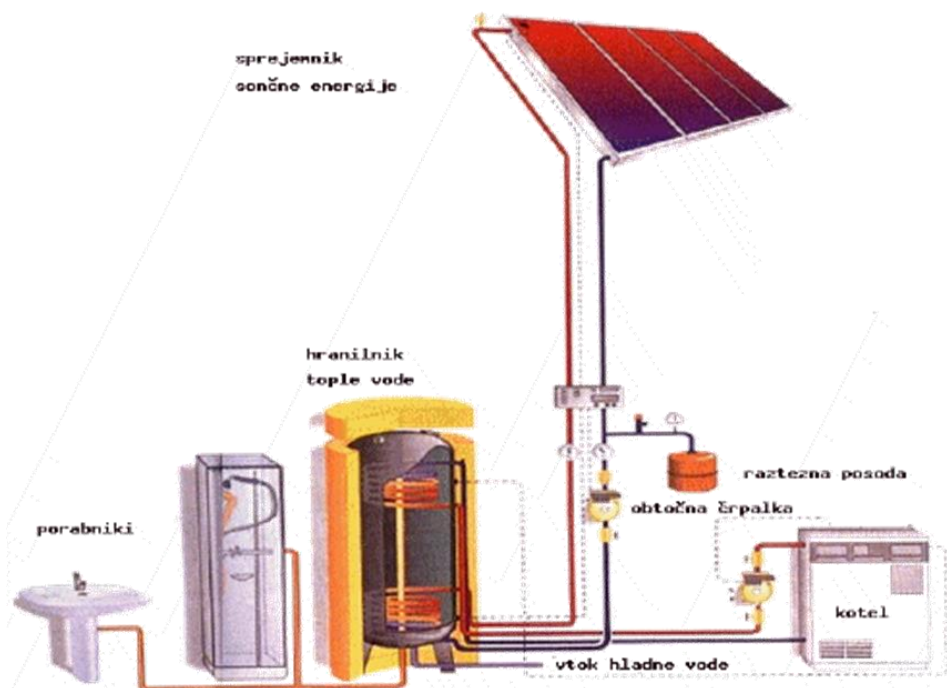
Obnovljivi viri energije vključujejo vse vire energije iz naravnih procesov, so stalni in ne izčrpajo vira, nasprotno pa z uporabo fosilnih goriv v kratkem času izčrpamo energijo, ki se je shranjevala tisoče ali milijone let. Zaradi dolgotrajne obnovljivosti fosilnih goriv ne štejemo med obnovljive vire.

8.2 SONČNI KOLEKTORJI

8.2.1 Energetska sanacija ogrevalnega sistema

Za zmanjšanje prej naštetih negativnih dejavnikov centralnega ogrevanja na polena, bi ogrevanje kombinirali z namestitvijo sončnih kolektorjev. Sončni kolektorji imajo sonce kot obnovljiv vir energije (sončno sevanje), zato bi ta kombinacija pokazala dobre rezultate predvsem v poletnih mesecih, takrat ko je sončno sevanje največje, in bi s sončnimi kolektorji pridobili skoraj vso potrebno energijo in takrat ne bi bilo treba uporabljati centralnega ogrevanja na polena. Solarna tehnologija je glede na način zajema:

- aktivna, ki deluje na principu kolektorjev, ali
- Pasivna, ki zajema usmerjenost stavb in izbiro najugodnejšega materiala.



Slika 11: Shema sistema sončnega kolektorja [19.]

8.2.2 Sestava kolektorjev

Kolektorji so sestavljeni iz naslednjih elementov:

- glazirano steklo,
- aluminijški ram,
- selektivni absorber,
- zadnji absorber,
- odvodna toplotna cev,
- izolacija rama,
- aluminijška zaščita in
- držalo glazure.

Sončne kolektorje namestimo tam, kjer je sončno sevanje najmočnejše in traja najdlje časa, pri namestitvi moramo biti pozorni na naklon, ki vpliva na količino prejetega sončnega sevanja.

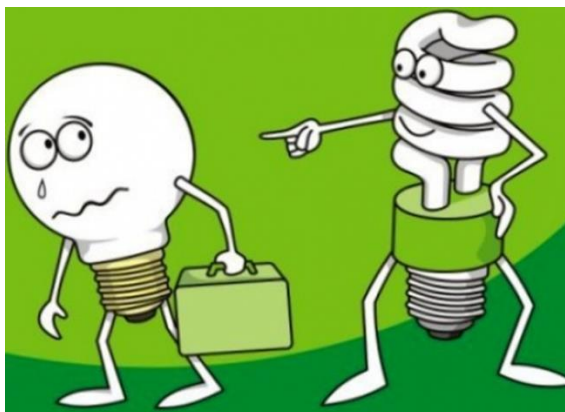


Slika 12: Ravni sončni kolektor [17.]

9 PREGLED MENJAVE ŽARNIC

Hipoteza 5 pravi, da bi lahko z menjavo žarnic dosegli manjšo porabo električne energije in zmanjšanje stroškov za električno energijo. Ker žarnice oddajajo svetlobo, je izrednega pomena njihov izbor. Izбира bo vplivalo na svetlobo, ki jo bo svetilo oddajalo v prostor. Čeprav se oblika in barva svetila lahko spremenita, je ključnega pomena izbor žarnice. Odločili smo se, da bomo stare žarnice z žarilno nitko zamenjali z varčnimi žarnicami. Pri tem bomo upoštevali faktorje kakovostne razsvetljave, ki so naslednji:

- zadovoljiv nivo osvetljenosti, ki je odvisen od prostora,
- enakomerna osvetljenost,
- izkoristek razsvetljave in porazdelitev svetlobe,
- barva svetlobe,
- barvni videz,
- omejitev bleščanja, smer vpada svetlobe in senčnost ter
- ekonomičnost.



Slika 13: Menjava klasičnih žarnic z energetske varčnimi [11.]

Električne žarnice z žarilno nitko so svetlobni vir, ki jih najpogosteje uporabljamo v stanovanjskih prostorih. Njihove dobre lastnosti so:

- nizka nabavna cena,
- enostavna montaža,
- temperaturna neobčutljivost in
- število vklopov in izklopov ni bistveno za življenjsko dobo.



Slika 14: Klasična žarnica z žarilno nitko [4.]

Ena izmed njihovih največjih slabosti je, da imajo zelo veliko porabo električne energije. Svetlobni izkoristek (to je razmerje med oddajnim svetlobnim tokom in prejeto močjo) je zelo slab, ki se z razmeroma kratko življenjsko dobo zmanjšuje. V povprečju je življenjska doba takšne žarnice 1000 ur, kar v povprečnem gospodinjstvu pomeni eno leto uporabe.

Ker je varčevanje danes zelo razširjena in aktualna tema, so izdelali tudi t. i. varčne žarnice, ki oddajajo primerno količino svetlobe, hkrati pa ne porabijo preveč energije, zato je izkoristek svetlobnega vira veliko boljši kot pri žarnicah z žarilno nitko. Pravilno se varčne žarnice imenujejo fluorescenčne sijalke, vendar jih na tržišču poznamo pod imenom varčne žarnice. Fluorescenčne sijalke delujejo tako, da s pritiskom na stikalo tok elektronov zbudi pare živega srebra, ki oddajajo nevidno UV-svetlobo, ta pa aktivira prevleko iz fluorescentnih fosforjevih soli, da zažarijo v beli svetlobi. Prednosti teh žarnic so naslednje:

- življenjska doba je od 8000 do 12000 ur,
- svetlobni izkoristek je do petkrat boljši od žarnic z žarilno nitko,
- boljša energetska učinkovitost, za isti svetlobni tok porabijo do 80 % manj električne energije kot navadne žarnice.

Po navadi varčne žarnice namestimo tam, kjer smo prej uporabljali žarnice z žarilno nitko. Zanimiva je naslednja primerjava moči, ki je potrebna za enako svetilnost med obema svetlobnima viroma.

Tabela 2: Primerjava moči žarnice z žarilno nitko in fluorescenčne žarnice pri enaki svetilnosti

Žarnica z žarilno nitko (moč v W)	25	40	60	75	100	120
Kompaktna fluorescenčna žarnica (moč v W)	5	7	11	15	20	23

(Osebni vir)

Iz tabele lahko razberemo, da je svetlobni izkoristek varčnih žarnic do petkrat boljši kot pri žarnicah z žarilno nitko. Varčna žarnica z močjo 20 W oddaja približno enak svetlobni tok kot navadna žarnica z močjo 100 W.



Slika 15: Varčna žarnica [21.]

Tudi varčne žarnice imajo nekaj slabih lastnosti:

- so kar nekajkrat dražje od žarnic z žarilno nitko,
- niso priporočljive za uporabo na hodnikih, stopniščih oz. na tistih mestih, kjer se luči velikokrat prižigajo in ugašajo, saj na njihovo življenjsko dobo vpliva tudi število vklopov in izklopov,
- pri nabavi varčnih žarnic moramo biti izjemno pozorni na barvo svetlobe, saj na tržišču obstajajo v različnih izvedbah oz. t. i. barvnih temperaturah.

9.1 IZRAČUN PRIHRANKA

Primer: Izračunajmo prihranek v enem letu, če 5 navadnih žarnic z močjo 100 W zamenjamo z energetsko varčnimi žarnicami, ki imajo moč 20W. Pri tem upoštevamo, da žarnice svetijo približno 3 ure na dan.

Obratovalne ure žarnic v enem letu: 365 dni x 3 ure = 1095 ur

Naslednji izračun prikazuje, koliko električne energije porabimo v enem letu s petimi klasičnimi žarnicami: $W_{kž} = 5 \times 100 \text{ W} \times 1095 \text{ ur} = 547.5 \text{ kWh}$

Cena ene kWh se giblje okoli 0.0716€ z vštetim DDV, tako letni strošek 5 klasičnih žarnic znaša: $l \text{ Skž} = 547.5 \text{ kWh} \times 0.0716 \text{ €} = 39.20 \text{ €}$

Poraba 5 varčnih žarnic v obdobju enega leta: $W_{vž} = 5 \times 20 \text{ W} \times 1095 \text{ ur} = 109.5 \text{ kWh}$

Letni strošek 5 varčnih žarnic znaša: $l \text{ Svž} = 109.5 \text{ kWh} \times 0.0716 \text{ €} = 7.84 \text{ €}$

Letni prihranek porabe električne energije: $W_{kž} - W_{vž} = 547.5 \text{ kWh} - 109.5 \text{ kWh} = 438 \text{ kWh}$
ali izraženo v odstotkih: 80 %.

Letni prihranek stroškov za električno energijo: $l \text{ Skž} - l \text{ Svž} = 39.20 \text{ €} - 7.84 \text{ €} = 31.36 \text{ €}$

Z nakupom 5 varčnih žarnic moči 20 W bi strošek znašal 31.95 €, nakup 5 klasičnih žarnic z žarilno nitko moči 100 W pa 14.95 €. Razlika v ceni je 17 €, glede na to, da letno z uporabo 5 varčnih žarnic prihranimo 31.36 €, vidimo, da se strošek menjave žarnic povrne približno v enem letu.

10 PREDSTAVITEV REZULTATOV

Prva hipoteza, da dodatna izolacija na ostrešju pripomore k zmanjšanju porabe toplotne energije, je potrjena. Izhajalo smo iz strokovno mnenje podjetja Krovstvo Borovnik, kjer so nama predstavili sestavo novega ostrešja in potrdili občutno zmanjšanje porabe toplotne energije.

Druga hipoteza pravi, da je za doseganje energetske učinkovitosti potrebna zamenjava fasade. Z raziskovanjem smo ugotovili, da ta hipoteza popolnoma drži. Strokovno mnenje smo poiskali na spletni strani družinskega podjetja Fasaderstvo Oblak, kjer so nam predlagali rešitev za doseganje zelene energetske učinkovitosti stavbe. To potrjujeva tudi s prilogami elaboratov.

Tretja hipoteza pravi, da je menjava oken energetska neupravičen ukrep. To sva potrdila na podlagi raziskovanja in proučevanja starih oken. Okna so stara 7-8 let in so še energetska sprejemljiva, zato menjava ne bi bila smiselna. Našli smo učinkovito rešitev, ki toplotno prevodnost na območju okenskih odprtin zmanjša, to so zunanja vgradna senčila.

Četrta hipoteza temelji na zmanjševanju stroškov porabe toplotne energije v povezavi bivalentnega ogrevalnega sistema z obnovljivim virom energije. Z raziskovanjem smo prišli do ugotovitve, da ta hipoteza drži. Povezava kurilnega sistema na drva s panelnimi kolektorji to hipotezo potrjuje. Na takšen način je v poletnih mesecih oskrba s toplo vodo neodvisna od peči na drva. S tem privarčujemo pri stroških ogrevanja, povzročamo pa tudi manjši izpust toplogrednih plinov.

Peta hipoteza, da se poraba električne energije z zamenjavo starih žarnic z novimi varčnimi žarnicami zmanjša, je bila raziskana z natančnimi izračuni in na ta način tudi potrjena.

Zadnja hipoteza, da ima hiša rdečo energetska izkaznico, je bila potrjena z izdelavo elaborata. Ta potrjuje, da sta toplotna izolativnost in ogrevalni sistem v zelo slabem stanju. V primeru upoštevanja in izvedbe vseh predlaganih rešitev za energetska sanacijo objekta bi se energetska izkaznica pomaknila proti zeleni.

11 ZAKLJUČEK

Raziskave so pokazale, da je raziskovana stanovanjska hiša energetske nesprejemljiva in potrebna obnove. V času gradnje so bili materiali slabši, način dela pa drugačen kot sedaj. Zaradi velike propustnosti, predvsem fasade in strehe, je poraba energije visoka. Poiskali smo rešitve, kako sprejemljivo energetsko sanirati hišo. Zamenjava fasade na način, kot so priporočili v podjetju Fasaderstvo Oblak. Predlagali so, da obstoječi fasadi dodamo 7 cm izolacije, kar je cenejša rešitev, ali pa jo zamenjamo drugo izolacijo debeline 12 cm. To bi moralo zadoščati za dovoljeno toplotno propustnost fasade. Zelo draga, vendar učinkovita rešitev, je menjava strehe. Sestava stare strehe je neučinkovita in energetske nespremenljiva. Pri podjetju Krovstvo Borovnik so podrobno predstavili sestavo starega ostrešja in sestavo energetske sprejemljivega, novega. Novo ostrešje bi vsebovalo dve vrsti izolacije, zračni most, paro propustno folijo in pločevinasto kritino. Po proučevanju nadaljnjih rešitev smo prišli do ugotovitve, da bi bila menjava oken nesmiselna, ker so ta še sprejemljiva. Lahko bi jih nadgradili z zunanjimi senčili, ki bi učinkovito pripomogla k prepustnosti toplote. Do toplotne energije pridemo s pomočjo peči na drva. Da bi znižali stroške, bi ogrevalni sistem nadgradili in povezali z enim izmed obnovljivih virov. Dobra in cenovno sprejemljiva rešitev se nam zdijo panelni kolektorji. Kolektorji skrajšajo kurilno sezono, saj v poletnih mesecih pridobivamo toplo vodo le iz njih. Dodatna rešitev je zamenjava žarnic z žarilno nitko z novimi varčnimi. Ta investicija je cenovno ugodna in tudi dokaj učinkovita. Po izračunih bi se povrnila v enem letu. V dokaz izredno slabega stanja toplotne izolativnosti hiše prilagamo elaborat in energetske izkaznico, kjer je vse nazorno prikazano.

12 VIRI IN LITERATURA

- [1.] *Energetska učinkovitost zgradb.* (spletni vir). (citirano 24.2.2018) Dostopno na naslovu: <http://www.energetska-ucinkovitost.si/energetska-ucinkovitost-v-stavbah/energetski-pregled-stavbe/>.
- [2.] Ferlež, A: *Oskrba industrijskih objektov.* Zapiski predavanj. Krško, 2016.
- [3.] *Izvedba energetskega pregleda.* (spletni vir). (citirano 24.2.2018) Dostopno na naslovu: http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/arhiv_aure/metodologijaep-1.pdf.
- [4.] *Klasična žarnica z žarilno nitko.* (spletni vir). (citirano 28.2.2018) Dostopno na naslovu: <https://www.merkur.si/vse-za-dom/zarnice-in-sijalke/zarnice-z-zarilno-nitko/nizkonapet-zarnica-general-electric-100w-24v-e27-bistra> (28.2.2018; 17.36)
- [5.] *Klasična žarnica z žarilno nitko.* (spletni vir). (citirano 27.2.2018) Dostopno na naslovu: https://www.google.si/search?q=%C5%BEarnica+z+%C5%BEarilno+nitko&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjN_c7K7NXZAhXQLFAKHfMUCEMQ_AUICigB&biw=1536&bih=759#imgcr=ZMOj0u4iKjoCCM.
- [6.] *Klasične žarnice.* (spletni vir). (citirano 28.2.2018) Dostopno na naslovu: [https://www.svetila.com/si/105-klasicne-zarnice#s\[34\]\[\]:&s\[18\]\[\]:220-220&s\[19\]\[\]:27-500&s\[25\]\[\]:&s\[11\]\[\]:&s\[21\]\[\]:&s\[22\]\[\]:&s\[10\]\[\]:&s\[23\]\[\]:&s\[31\]\[\]:&s\[13\]\[\]:&s\[24\]\[\]:&s\[3\]\[\]:68&ash\[3\]\[\]:68&rg:&sid:1&h:leftColumn&ics:105&abs:YToxOntpOjA7aTo2ODt9](https://www.svetila.com/si/105-klasicne-zarnice#s[34][]:&s[18][]:220-220&s[19][]:27-500&s[25][]:&s[11][]:&s[21][]:&s[22][]:&s[10][]:&s[23][]:&s[31][]:&s[13][]:&s[24][]:&s[3][]:68&ash[3][]:68&rg:&sid:1&h:leftColumn&ics:105&abs:YToxOntpOjA7aTo2ODt9).
- [7.] *Kompaktna fluorescentna sijalka.* (spletni vir). (citirano 1.3.2018) Dostopno na naslovu: https://sl.wikipedia.org/wiki/Kompaktna_fluorescentna_sijalka.
- [8.] KRAUT, B. *Strojniški priročnik.* Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2007.
- [9.] *Krovstvo Borovnik.* (spletni vir). (citirano 29.2.2018) Dostopno na naslovu: https://www.google.si/search?q=krovstvo+borovnik&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiC0dDP4t7ZAhXM7xQKHcZ9BbcQ_AUICygC&biw=1536&bih=759#imgdii=U7ens8yhyt3zeM:&imgcr=dg_qgFGboQFtFM:.
- [10.] *Les za ogrevanje in kurjavo.* (spletni vir). (citirano 23.2.2018) Dostopno na naslovu: <https://www.gozd-les.com/les/les-ogrevanje>.

- [11.] *Menjava klasičnih žarnic z energetsko varčnimi.* (spletni vir). (citirano 27.2.2018) Dostopno na naslovu: https://www.google.si/search?biw=1536&bih=759&tbm=isch&sa=1&ei=kH6eWvK2PLLgkgW78LCYBw&q=var%C4%8Dna+%C5%BEarnica+sestava&oq=var%C4%8Dna+%C5%BEarnica+sestava&gs_l=psy-ab.3...149781.153352.0.153785.8.7.0.1.1.0.123.627.5j2.7.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.3.241...0j0i30k1j0i24k1.0.sle38wdbdM4#imgcr=nq0BohQydPz-wM.
- [12.] *Mik okna.* (spletni vir). (citirano 27.2.2018) Dostopno na naslovu: <http://www.mik-ce.si/okna/dodatki-za-okna/sencila/>.
- [13.] *Odstranjevanje lesnitnih plošč.* (spletni vir). (citirano 29.2.2018) Dostopno na naslovu: https://www.google.si/search?tbm=isch&sa=1&ei=xyagWp3dN6OR6ATL8oq4Cw&q=aazbestna+kritina&oq=aazbestna+kritina&gs_l=psy-ab.3..0i13k1.7992.8382.0.8857.2.2.0.0.0.139.262.0j2.2.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.2.258...0j0i24k1.0.xQAcp0XpXRU#imgcr=nQLIxnqbFJI6zM.
- [14.] PRAUNSEIS, Z. et al. *Energetska oskrba objektov.* Fakulteta za energetiko, 2014.
- [15.] *Prikaz gradbenih plasti ostrešja.* (spletni vir). (citirano 27.2.2018) Dostopno na naslovu: https://www.google.si/search?q=bauder+pir+gerard&tbm=isch&tbs=ring:CXfGKRV4ouU0IjgO-7oSC7n5UjpISjvj0HBaE-DSgihxKI-I2JoNXprnq98msfhYEfyTRxWqr_13tR4hJwc-X4LJvoyoSCQ77uhILuflSERKNRbX_1mXJAKhIJOkhKO-PQcFoRwzfgakto8ScqEgkT4NKCKHEojxFTv2oNawyFxSoSCYjYmgIemuerEeyCC9b5DW5JKhIJ3yax-FgR_1JMRXtftT37vfxdcqEglHFaqv_1e1HiBH1sr02jC2qLioSCUnBz5fgsm-jEdbASp4XzqYo&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwiz9aOr3djZAhWK6qQKHaeMDhcQ9C96BAgAEBw&biw=1236&bih=557&dpr=1.1#imgcr=3yax-FgR_JPLXM.

- [16.] *Prikaz prereza oken iz različnih materialov.* (spletni vir). (citirano 28.2.2018)
Dostopno na naslovu:
https://www.google.si/search?rlz=1C1GGRV_enSI752SI752&biw=1236&bih=602&tbm=isch&sa=1&ei=ZtGfWpS1MMK6UeWIutAF&q=okna+mik+celje&oq=Okna+mik&gs_l=psy-ab.1.0.0i2j0i5i30k1j0i8i30k1i3j0i24k1i4.60004.60958.0.63127.4.4.0.0.0.0.635.806.2j5-1.3.0....0...1c.1.64.psy-ab..1.3.805...0i67k1.0.JEJhCib6EtI#imgrc=NFHbNm5r-sl6xM.
- [17.] *Ravni sončni kolektor.* (spletni vir). (citirano 2.3.2018) Dostopno na naslovu:
https://www.google.si/search?q=ravni+son%C4%8Dni+kolektorji&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwimyNTA5tnZAhWBJ8AKHR9ID40Q_AUICigB#imgrc=VX-3qHx2QuLdQM.
- [18.] *Sestava fasadnega sistema.* (spletni vir). (citirano 27.2.2018) Dostopno na naslovu:
<http://www.fasaderstvo-oblak.si/fasade/estava-fasadnega-sistema/>.
- [19.] *Shema sistema sončnega kolektorja.* (spletni vir). (citirano 2.3.2018) Dostopno na naslovu:
[:https://www.google.si/search?tbm=isch&sa=1&ei=vaOfWsSIIoLPgAaml5_wBA&q=shema+kolektorji&oq=shema+kolektorji&gs_l=psy-ab.3...31770478.31773334.0.31773625.19.11.0.0.0.0.380.1341.0j6j1j1.8.0....0...1c.1.64.psy-ab..14.2.500...0j0i7i30k1j0i24k1.0.OhrrSSIEw0#imgrc=vS_1YQzW5AOxmM](https://www.google.si/search?tbm=isch&sa=1&ei=vaOfWsSIIoLPgAaml5_wBA&q=shema+kolektorji&oq=shema+kolektorji&gs_l=psy-ab.3...31770478.31773334.0.31773625.19.11.0.0.0.0.380.1341.0j6j1j1.8.0....0...1c.1.64.psy-ab..14.2.500...0j0i7i30k1j0i24k1.0.OhrrSSIEw0#imgrc=vS_1YQzW5AOxmM).
- [20.] *Shematski prikaz energetskega pregleda.* (spletni vir). (citirano 25.2.2018)
Dostopno na naslovu:
http://www.energetikaportal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/arhiv_aure/metodologijaep-1.pdf.
- [21.] *Varčna žarnica.* (spletni vir). (citirano 27.2.2018) Dostopno na naslovu:
<https://www.merkur.si/vse-za-dom/zarnice-in-sijalke/varcne-zarnice/varcna-sijalka-e27-osram-dulux-value-20w-865-e27-220v-6000h>.
- [22.] *Varčne žarnice.* (spletni vir). (citirano 29.2.2018) Dostopno na naslovu:
<https://www.svetila.com/si/1092-tornado>.
- [23.] Zastopnik podjetja Borovnik 2018, intervju z avtorjema, Celje 2018.
- [24.] Zastopnik podjetja Fasaderstvo Oblak 2018, intervju z avtorjema, Celje 2018.

[25.] *Zunanje senčilo*. (spletni vir). (citirano 2.3.2018) Dostopno na naslovu:

https://www.google.si/search?rlz=1C1GGRV_enSI752SI752&biw=1236&bih=557&tbm=isch&sa=1&ei=NtWfWpqmCYaVUfagjjg&q=+vgradnja+sen%C4%8Dil&oq=+vgradnja+sen%C4%8Dil&gs_l=psy-ab.3...20024.25232.0.25441.16.11.0.5.5.0.203.1044.7j2j1.10.0....0...1c.1.64.psy-ab..1.12.736.0..0j0i30k1j0i8i30k1j0i24k1.0.zx-zaMGAJ14#imgdii=xKfwdNdfVIu2BM:&imgrc=jaPGtjXqM3NMjM