

UNIVERZA V NOVI GORICI
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

**PRENOVA KLASIČNE ENOSTANOVANJSKE HIŠE V
ENERGETSKO VARČNO HIŠO**

DIPLOMSKO DELO

Vanja Širok

Mentor: prof.dr. Božidar Šarler

Nova Gorica, 2012

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so mi pomagali ter podpirali pri izdelavi diplomskega dela. Posebej se zahvaljujem mentorju prof. dr. Božidarju Šarlerju, g. Igorju Trčku iz podjetja Trigo d.o.o. in g. Bogdanu Kronovšku iz podjetja Termotehnika.

NASLOV

Prenova klasične enostanovanjske hiše v energetske varčno hišo

IZVLEČEK

V diplomskem delu smo se osredotočili na to, kako zmanjšati stroške ogrevanja klasične enostanovanjske hiše. Za osnovo analize smo vzeli enostanovanjsko hišo, grajeno pred letom 1980, z uporabno površino 160 m². Opredelili smo ukrepe, s katerimi bi pripomogli k boljši toplotni izolaciji zunanjih sten stavbe. Predstavili smo različne tehnične ukrepe ter materiale, s katerimi lahko zagotovimo boljšo izolativnost ter s tem manjšo energijsko potratnost stanovanjske hiše. V nadaljevanju smo predstavili tudi alternativne načine ogrevanja, s katerimi bi pripomogli k manjši porabi energije za ogrevanje sanitarne vode. Preučili smo toplotne izgube skozi ovoj stavbe pri obstoječem stanju ter kakšne bi bile te po izvedeni prenovi. Dobljeni rezultati služijo kot opora pri odločitvi, v katere ukrepe se nam izplača investirati glede na prihranek energije in posledično denarja, ter analizi vračilne dobe investicije. Izračuni so pokazali, da največ toplote izgublamo skozi zunanje stene zaradi nezadostne izolacije. Preučili smo ekonomičnost investicije v obnovo zunanjega ovoja stavbe ter alternativnega ogrevanja. Skupna ocenjena vrednost naložbe v predlagano prenovu znaša 18.540,97 EUR, kar predstavlja 16.927,57 EUR za investicijo v izolacijo ovoja in 1.613,40 EUR za namestitev toplotne črpalke. V kolikor bi za investicijo v obnovo fasade, kar predstavlja 8.358,30 EUR, prejeli nepovratna sredstva, katere razpisuje Ekosklad v višini 25% investicije, bi skupna vrednost naložbe v celotno prenovu znašala 16.451,39 EUR. Vračilna doba investicije v celotno sanacijo hiše je ocenjena na 8 let.

KLJUČNE BESEDE

Stanovanjska hiša, energetska prenova, izolacija, ogrevanje, varčevanje z energijo, obnovljivi viri energije

TITLE

Renovation of a traditional family house into an energy-efficient house

ABSTRACT

We focus on how to reduce heating costs in a classic one family house in the present bachelor thesis. We took for the basis of analysis a one family house built before 1980 with a usable area of 160 m². We have defined measures that would contribute to a better thermal insulation of the outer walls of the house. We presented various technical measures and materials that could provide better insulation and lower energy wastefulness of the house. In the sequel, we present alternative ways of heating, which would contribute to reducing energy consumption for water heating. We studied heat loss through the building shell for the house in the existing condition and how would they be after an overhaul. Obtained results serve as a support for the decision, which measures should be taken, with regard to energy savings and therefore money, and the analysis of the investment payback period. Calculations have shown that we are losing most of the heat through exterior walls, due to insufficient insulation. We examined the economics of investment in the renovation of the building shell and alternative heating. The total estimated value of investment in the proposed renovation would be 18,540.97 EUR, of which 16,927.57 EUR for thermal insulation and 1,613.40 EUR for heat pump installation. The renovation of the facade costs 8,358.30 EUR. In case we would receive a grant from Ekosklad in amount of 25% of the cost of the façade, the investment in the whole renovation would be 16,451.39 EUR. Payback period of investment in the total renovation of the house is estimated to 8 years.

KEYWORDS

Dwelling house, energy renovation, insulation, heating, energy saving, renewable energy sources

KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Cilji diplomskega dela	1
1.2	Predvidena metodologija	2
1.3	Pregled poglavij	2
2	ENERGIJSKO VARČNA HIŠA.....	3
2.1	Koraki do energijsko varčne hiše.....	5
2.2	Boljša toplotna izolacija fasade in strehe ter energijsko varčna okna	7
3	IZOLACIJA VARČNE HIŠE	9
3.1	Splošno o izolaciji hiše	9
3.2	Izolacija zunanjih zidov	10
3.3	Izolacija stropa k podstrešju	11
3.4	Izolacija tal.....	12
3.5	Stavbno pohištvo.....	13
3.6	Toplotni most.....	14
3.7	Vrste izolacij.....	15
3.7.1	Klasični toplotno izolacijski materiali	16
3.7.2	Alternativni toplotnoizolacijski materiali	18
4	OGREVANJE.....	19
4.1	Ogrevanje z uporabo sončne energije.....	19
4.1.1	Sončni kolektorji	21

4.2	Toplotna črpalka	26
5	PRENOVA OBSTOJEČE HIŠE V ENERGIJSKO VARČNO HIŠO.....	31
5.1	Stanje hiše pred prenovo.....	32
5.2	Stanje hiše po prenovi.....	34
6	PRIMERJAVA TOPLOTNIH IZGUB KLASIČNA/VARČNA HIŠA.....	36
6.1	Toplotne izgube pri neizolirani hiši	38
6.1.1	Okna	38
6.1.2	Vhodna vrata	38
6.1.3	Zunanje stene	38
6.1.4	Streha.....	39
6.1.5	Skupni toplotni tok za neizolirano hišo.....	40
6.2	Toplotne izgube pri izolirani hiši.....	41
6.2.1	Okna	41
6.2.2	Vhodna vrata	41
6.2.3	Zunanje stene	41
6.2.4	Streha.....	42
6.2.5	Skupen toplotni tok za izolirano hišo.....	43
6.3	Izračun potreb po energiji za ogrevanje sanitarne vode	44
7	INVESTICIJA V ENERGIJSKO VARČNO HIŠO.....	45
7.1	Investicija v zamenjavo stavbnega pohištva.....	45
7.2	Investicija v celoten ovoj stavbe.....	46

7.3	Investicija v toplotno črpalko za ogrevanje sanitarne vode.....	47
7.4	Skupna investicija v toplotni ovoj stavbe in toplotno črpalko.....	47
7.5	Primerjava stroškov investicije glede na dobo vračanja.....	48
8	ZAKLJUČKI.....	50
9	LITERATURA.....	51
	PRILOGA 1: PREDRAČUN ZA ZAMENJAVO STAVBNEGA POHIŠTVA	53
	PRILOGA 2: PREDRAČUN ZA IZVEDBO IZOLACIJE ZUNANJIH STEN IN STREHE.....	60
	PRILOGA 3: PREDRAČUN ZA DOBAVO IN MONTAŽO TOPLOTNE ČRPALKE.....	61

KAZALO SLIK

Slika 1: Shema toplotnih izgub pri tipični neizolirani hiši.....	6
Slika 2: Toplotne prehodnosti oken	8
Slika 3: Izvedba izolacije stropa k podstrešju	12
Slika 4: Zamenjava stavbnega pohištva.....	13
Slika 5: Primer pojava plesni.....	15
Slika 6: Primer sončnih kolektorjev.....	21
Slika 7: Shema delovanja.....	22
Slika 8: Primer "Heat pipe" kolektorja.....	25
Slika 9: Princip delovanja toplotne črpalke.....	26
Slika 10: Shema toplotne črpalke voda-voda in zrak-voda.....	29
Slika 11: Shema toplotne črpalke zemlja-voda.....	29
Slika 12: Tloris obravnavane hiše.....	32
Slika 13: Orientacija in izgled obravnavane hiše.....	32
Slika 14: Shema ogrevanja sanitarne vode pred prenavo.....	33
Slika 15: Stanje zunanjega ovoja pred prenavo.....	33
Slika 16: Stanje zunanjega ovoja po prenavi.....	34
Slika 17: Zunanje stene hiše, ki jih bomo dodatno izolirali.....	35
Slika 18: Zunanje stavbno pohištvo, ki ga je potrebno zamenjati.....	35
Slika 19: Shema ogrevanja sanitarne vode po prenavi.....	35
Slika 20: Prikaz investicije v obnavo in dobe vračanja.....	49

KAZALO TABEL

Tabela 1: Ukrepi za sanacijo hiše po različicah.....	31
Tabela 2: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri neizolativnih oknih.....	38
Tabela 3: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri neizolativnih vratih.....	38
Tabela 4: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri neizolativnih zunanjih stenah..	39
Tabela 5: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri neizolirani strehi.....	39
Tabela 6: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri izolativnih oknih.....	41
Tabela 7: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri izolativnih vratih.....	41
Tabela 8: Izračun toplotnih transmisijskih pri izoliranih zunanjih stenah.....	42
Tabela 9: Izračun toplotnih transmisijskih pri izolirani strehi.....	43
Tabela 10: Izračun prihrankov in dobe vračanja za stavbno pohištvo (varianta A)...	45
Tabela 11: Izračun prihrankov in dobe vračanja za investicijo v ovoj hiše (varianta B).....	46
Tabela 12: Izračun prihrankov in dobe vračanja za investicijo v toplotno črpalko....	47
Tabela 13: Izračun prihrankov in dobe vračanja za investicijo v celotno prenovo ovoja hiše ter namestitvev toplotne črpalke (varianta C).....	48

1 UVOD

Tema, ki jo obravnavamo v diplomskem delu, predstavlja v današnjem času zelo aktualno problematiko (Šarler, 2008). Razlogi za to so predvsem visoki stroški ogrevanja, ki nastajajo pretežno zaradi prevelikih toplotnih izgub in posledično vplivi na okolje zaradi večje porabe fosilnih goriv. Za primer smo vzeli tipično stanovanjsko hišo grajeno pred letom 1980, katera nima zadostne toplotne izolacije in za ogrevanje uporablja ekstra lahko kurilno olje. Namen diplomskega dela je preučiti, kako lahko z različnimi ukrepi zmanjšamo stroške ogrevanja in posodobimo sistem ogrevanja sanitarne vode, da bo ustrezal ekonomskim, energetskim in ekološkim kriterijem. Stanje obravnavane stanovanjske hiše je takšno kot ob izgradnji, torej brez toplotne izolacije zunanega ovoja z vgrajenimi lesenimi okni z enojno zasteklitvijo. Predstavili smo možne rešitve in ukrepe za sanacijo zunanega ovoja hiše ter sisteme ogrevanja z uporabo obnovljivih virov. Analizo smo naredili na podlagi izračunov skupnih toplotnih izgub objekta pred sanacijo zunanega ovoja ter po sanaciji. Izračunali smo tudi letno porabo energije za ogrevanje sanitarne vode, ter strošek zamenjave ogrevalnega vira sanitarne vode s toplotno črpalko. Podlaga za izdelavo naloge so zakoni in predpisi o varčni rabi energije, ki določajo najvišje dovoljene toplotne prehodnosti objekta (Tehnična smernica, 2011). Naredili smo primerjavo med različnimi ukrepi in dobami vračanja investicije glede na prihranek pri porabljenem energentu (Bizjak, 1996).

1.1 Cilji diplomskega dela

V nalogi smo si zastavili cilj zmanjšati izgube energije skozi ovoj hiše, stavbno pohištvo ter zamenjati del ogrevanja prostorov in sanitarne vode z virom na obnovljive vire. S temi ukrepi bomo stroške ogrevanja zmanjšali za cca. 60 %.

Omenjene ukrepe bomo obravnavali v treh različicah in prikazali katera investicija se povrne v najkrajšem času. Različice so:

- Prva različica: zamenjava samo stavbnega pohištva z toplotno izolativnim.
- Druga različica: celotna sanacija ovoja hiše (zamenjava stavbnega pohištva ter namestitve izolacije na ovoj hiše).

- Tretja različica: celotna sanacija ovoja hiše z namestitvijo toplotne črpalke za potrebe ogrevanja sanitarne vode.

1.2 Predvidena metodologija

Predstavili smo različne tehnične ukrepe in metode katere lahko uporabimo za sanacijo zunanjšega ovoja hiše, ter sisteme za ogrevanje z uporabo obnovljivih virov ogrevanja (Godfrey, 2003).

Analizirali smo toplotne izgube skozi posamične sklope stavbe (zunanje stene, stavbno pohištvo, streha) pri neizolirani hiši ter pri izolirani hiši. Izračunali smo tudi porabo energije za potrebe ogrevanja sanitarne vode ter namestitev novega vira ogrevanja s toplotno črpalko (Japelj, 1990). Naredili smo primerjavo med različnimi ukrepi in dobo vračanja investicije glede na prihranek pri porabljenem energentu (Bizjak, 1996).

1.3 Pregled poglavij

V *prvem poglavju* predstavimo temo diplomskega dela, metode, ki smo jih uporabili in glavne cilje. V *drugem poglavju* predstavimo osnovni pojem kaj je varčna hiša. V *tretjem poglavju* predstavimo, kako lahko toplotno izoliramo hišo in s tem preprečimo prekomerno uhajanje toplote. Predstavimo tudi različne tipe izolacij. V energijsko varčno hišo spada tudi sistem ogrevanja, ki uporablja obnovljive vire energije, kar smo opisali v *četrtem poglavju*. Podrobneje smo predstavili ogrevanje z uporabo sončnih kolektorjev in uporabo toplotne črpalke. V *petem poglavju* predstavimo sklope in ukrepe, katere je potrebno obnoviti v kolikor želimo našo klasično hišo preobraziti v energijsko varčno. V *šestem poglavju* smo naredili primerjavo toplotnih izgub skozi ovoj hiše za različne sklope pri neizolirani hiši ter izračun izgub skozi ovoj hiše pri izolirani hiši. Razlika med seštevkom energijskih izgub skozi vse sklope hiše pri neizolirani hiši ter seštevkom pri izolirani hiši, nam poda informacijo, kakšen je prihranek energije. Na osnovi prihranka energije in investicije v določene posege, smo v *sedmem poglavju* izračunali dobo vračanja za različne posege. V *osmem poglavju* smo predstavili pogloblitve ugotovitve diplomskega dela.

2 ENERGIJSKO VARČNA HIŠA

Izraz energijsko varčna hiša se danes vse pogosteje uporablja. Energijsko varčna hiša je pojem za stavbo, za katero porabimo manj energentov za njeno "obratovanje". S tem prispevamo k manjšim stroškom domačega proračuna, ter prispevamo k čistejšemu okolju. Večina hiš v naši okolici je še iz časov, ko na porabo energentov nismo bili toliko pozorni in porabi nismo posvečali pozornosti. V takratnih časih cene energentov ter ekologija še niso bili tako pomembni. Danes vsak lastnik ali stanovalec stremi k temu, da bi hišo toplotno izoliral, da bi tako preprečili uhajanje toplote skozi zunanje zidove. Prav tako se vse pogosteje vgrajuje kakovostno stavbno pohištvo. Pa vendar s temi ukrepi pripomoremo le k delu možnih prihrankov. S temi ukrepi lahko zagotovimo le hišo, katera porabi manj energije za ogrevanje od povprečne hiše. Z energijsko varčno zgradbo zagotavljamo manjšo porabo fosilnih goriv, prispevamo k manjšemu izpustu toplogrednih plinov, in s tem prispevamo k varovanju okolja.

Hiše, katere imenujemo energijsko varčne so tiste, ki za ogrevanje porabijo manj energije, v primerjavi z danes običajno porabo energije za ogrevanje. Poraba energije za ogrevanje znaša letno od 15 do 20 l kurilnega olja na m² ogrevane površine (Evip, 2011)

Najvišja dovoljena poraba energije za ogrevanje je po novih standardih določena z zakoni in predpisi o racionalni rabi energije (Tehnična smernica, 2011).

Splošno velja, da za energijsko varčno hišo štejemo tisto hišo, pri kateri za ogrevanje porabimo manj kot 70 kWh/m² na leto. Poznamo tudi hiše, katere za ogrevanje potrebujejo še manj energije: to so pasivne hiše, katere za ogrevanje potrebujejo le 15 kWh/m². V razred varčnih hiš spadajo tudi nič energijska hiša in energijsko samozadostna hiša (Evip, 2011). Obe za ogrevanje uporabljata samo sončno energijo. Sonce izkoriščajo tako z aktivnimi kot pasivnimi sistemi. Take hiše imenujemo tudi samozadostne hiše, saj za ogrevanje ne uporabljajo fosilnih goriv.

Ob zgornjih podatkih, ki omejujejo porabo energije, se nam poraja vprašanje, kako zagotoviti hišo, ki ne bo imela takih toplotnih izgub, da bomo še lahko zadovoljili kriterijem za energijsko varčno hišo.

Energijska varčnost objekta je prikazana na energetske izkaznici stavbe (GI-ZRMK, 2011). Na izkaznici so prikazani:

- energijska učinkovitost stavbe in referenčne vrednosti (kWh/m^2 na leto),
- emisije CO_2 (kg/m^2 na leto) in
- delež obnovljivih virov energije.

V Sloveniji so energetske izkaznice za individualne stanovanjske objekte še informativnega značaja. Po novi zakonodaji bomo morali ob večji sanaciji ali trgovanju z nepremičnino tako izkaznico tudi priložiti. Že sedaj pa je potrebno za novogradnje, projektu za izdajo gradbenega dovoljenja v mapo priložiti tudi elaborat o energijski učinkovitosti stavbe s katerim se zagotavlja izpolnjevanje zahtev pravilnika o učinkoviti rabi energije. V projektni dokumentaciji mora biti priložen izpolnjen izkaz o toplotnih karakteristikah objekta. Tako lahko že v fazi projektiranja izbiramo kako varčno hišo bomo imeli.

Informacija o porabi energije zgradbe se uporablja za oceno potrebnih energetskih ukrepov, ki naj bi jih izpeljali, da zagotovimo željeno "varčnost" zgradbe.

2.1 Koraki do energijsko varčne hiše

Varčno hišo lahko dosežemo z različnimi ukrepi. Varčujemo lahko na vseh področjih, kot so (Šarler, 2008):

- električna energija: z uporabo varčnih sijalk ter ugašanje nepotrebnih luči in ostalih porabnikov katerih v tistem trenutku ne potrebujemo. Z uporabo sodobnejših naprav, katere za svoje obratovanje potrebujejo manj električne energije,
- voda: varčevanje z vodo in redno vzdrževanje naprav, racionalna uporaba vode pri osebni higieni, uporaba pomivalnega stroja namesto ročnega pranja,
- energija potrebna za ogrevanje/hlajenje: te ukrepe bomo podrobneje predstavili v nadaljevanju.

Zmanjšanje rabe energije pri prehodu iz povprečne hiše v varčno hišo lahko dosežemo z naslednjimi ukrepi (Godfrey, 2003):

- zmanjšanje toplotne prehodnosti obodnih konstrukcij,
- vgradnja energijsko varčnih oken,
- uporaba izboljšanih sistemov ogrevanja (pravilno načrtovani z izboljšani kotli z avtomatsko regulacijo) v povezavi z solarnim sistemom ali toplotno črpalko,
- izkoriščanje toplote izrabljenega zraka,....

V starejših stavbah so se v praksi uporabljali močnejši kotli, kot pa bi bili potrebni za zadovoljitev toplotnih potreb objekta. Z izboljšanjem toplotnih lastnosti stavbe, zadostuje že precej "manjši" kotel, ki za svoje obratovanje porabi tudi manj energenta.

Pred pričetkom obnove hiše je smotno opraviti energetski pregled stavbe in skrbno pripraviti strategijo obnove ter investicij, za doseganje večje energijske učinkovitosti. Priprava spiska ukrepov, s katerimi bomo zagotovili boljšo izolativnost objekta ni povezana z velikimi stroški. Za boljšo toplotno izolativnost objekta se v praksi

najprej poslužujemo cenejših ukrepov. Veliko posegov, kateri pripomorejo k boljši izolativnosti, lahko opravljamo sprotno, z rednim vzdrževanjem objekta in ne predstavljajo večjega finančnega zalogaja. Tudi manjši ukrepi pripomorejo k varčevanju energije. Sledijo ukrepi, kateri imajo daljšo dobo vračanja in tudi predstavljajo večji finančni vložek. Najpogosteje se pri energijski sanaciji hiše odločamo za ukrepe kot so: dodatno tesnjenje oken, zamenjava oken, toplotna izolacija podstrešja ali strehe, toplotna izolacija ovoja hiše.

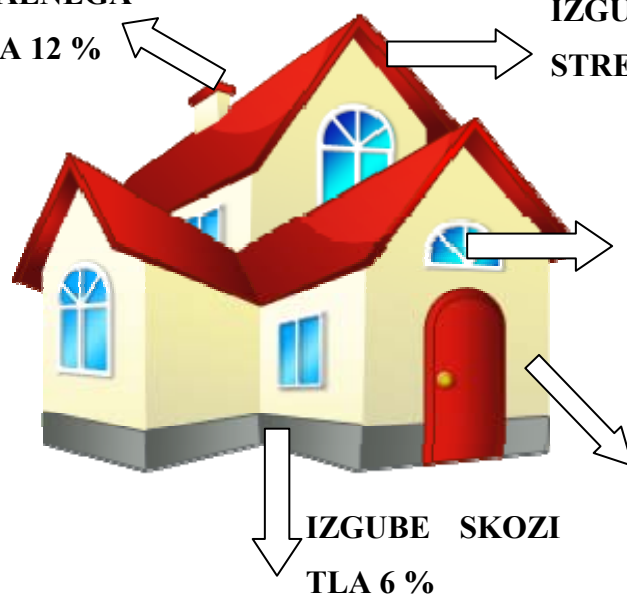
Največ toplotne energije izgubimo skozi ovoj hiše in stavbno pohištvo (slika 1). Izgube lahko omilimo z različnimi ukrepi, kjer so orientacijski prihranki energije, kateri veljajo za različne sanacijske ukrepe (Arhem, 2011):

- 20 cm izolacija strehe pomeni približno 11 % prihranka,
- zamenjava oken z vgrajenimi energijsko varčnimi stekli pomeni približno 20 % prihranka,
- 12-15 cm izolacija zunanjega ovoja pomeni približno 20 do 25 % prihranka,
- 6 cm izolacija stropa kleti pomeni približno 6 % prihranka.

IZGUBE

**OGREVALNEGA
SISTEMA 12 %**

**IZGUBE SKOZI
STREHO 10 %**



**IZGUBE
SKOZI OKNA
51 %**

**IZGUBE
SKOZI
STENE 21 %**

**IZGUBE SKOZI
TLA 6 %**

Slika 1: Shema toplotnih izgub pri tipični neizolirani hiši

2.2 Boljša toplotna izolacija fasade in strehe ter energijsko varčna okna

Po sedaj veljavnih predpisih o energetski varčnosti objektov so določene zahteve samo za novogradnje, objekte v renovi kjer vrednost adaptacije presega 25 % vrednosti objekta ter za nepremičnine namenjene za trgovanje (Tehnična smernica, 2011).

Pri večini obstoječih zgradb so te vrednosti precej nad predpisi, ki veljajo za nove objekte. Sedanji predpisi še vedno ne določajo največje dovoljene meje toplotne prehodnosti obodnih konstrukcij za obstoječe zgradbe.

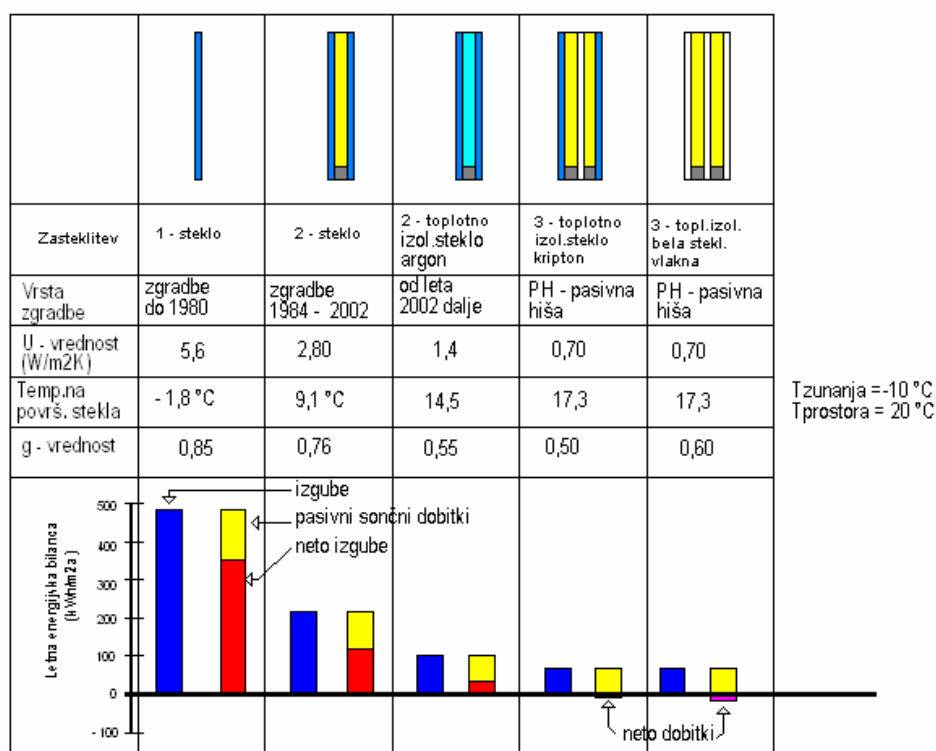
Pri vgradnji izolacije je optimalneje vgrajevati debelejšo toplotno izolacijo. Debelina toplotne izolacije je odvisna tudi od materiala izolacije in njenih lastnosti, materiala obodne konstrukcije, lege objekta ter klimatske cone v kateri objekt leži.

Po predpisih za adaptacije in novogradnje veljajo dovoljene toplotne prehodnosti (Tehnična smernica, 2011):

- zunanji zid: $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- stene k sosednjim stavbam: $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- talna plošča: $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- stena in strop vkopanih objektov: $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- strehe: $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- okna: $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- dodatek za toplotne mostove: $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Pri izdelavi stavbnega pohištva proizvajalci stremijo k oknom, ki so energijsko varčna, zato posvečajo večjo pozornost tehnologiji izdelave, ter materialom, uporabljenim za izdelavo. Tehnologija izdelave in materiali so v zadnjem času naredili velik korak naprej in veliko pripomorejo k izolativnosti in zrakotesnosti stavbnega pohištva.

Zamenjava stavbnega pohištva predstavlja večjo investicijo, zato investitorji stremijo k temu, da za svoj denar dobijo največ in pripomorejo k toplotni izolativnosti objekta. Pri današnjem stavbnem pohištvu je precej napredovala tehnologija tudi pri zasteklitvah, saj se klasičnih "termopan" stekel skoraj ne uporablja več, zaradi slabše izolativnosti. Pri sodobnem stavbnem pohištvu se uporablja zasteklitve, kjer je medstekelni prostor, polnjen s plinskim polnjenjem, ter nizko emisijskim nanosom na notranji strani, kar pripomore k boljši izolativnosti. V pasivne ter nizkoenergetske hiše se vgrajujejo stekla s trojno zasteklitvijo, polnjena z žlahtnim plinom v medstekelnem prostoru ter z nizko emisijskim nanosom, katera imajo še boljšo izolativnost (slika 2).



Slika 2: Toplotne prehodnosti oken (Evip, 2011)

3 IZOLACIJA VARČNE HIŠE

3.1 Splošno o izolaciji hiše

Velik del toplote izgubimo skozi zidove, pode in strop, zato je pri varčevanju zelo pomembna toplotna izolacija. Naloga izolacije zunanje ovoja hiše je v ogrevalni sezoni preprečiti uhajanje toplote iz hiše ter v poletnem času preprečiti vdor toplote v hišo. Toplotna izolacija se praviloma vgrajuje na zunanjo stran ovoja hiše. V določenih primerih, ko to ni izvedljivo, se lahko vgrajuje tudi na notranjo stran. Izolacija z notranje strani je cenejša, ima pa pomanjkljivost, da se zunanji zid ohladi. Na notranji strani zidu se pojavi vlaga zaradi kondenza. Posledica kondenza je vlažen zid in poškodbe na njem. Pri izvedbi izolacije z notranje strani moramo računsko določiti temperaturo rosišča, ter to upoštevati pri izbiri in postavitvi izolacije. Težavo pri izvedbi izolacije ovoja predstavljajo betonske plošče, preklade in balkoni, saj beton nudi manjši upor prehoda toplote kot zidaki. V kolikor betonske plošče niso toplotno izolirane, se na površinah, najpogosteje v vogalih, pojavljajo toplotni mostovi. Posledica toplotnih mostov je prekomerno uhajanje toplote in kondenzacija na površini.

Pri prenovah se še vedno ne posveča dovolj pozornosti pri izvedbah izolacij hiš in se zaradi malomarnosti ali neznanja dogaja, da so kljub nameščeni izolaciji toplotne izgube večje od pričakovanih. Najpogosteje se to dogaja zaradi slabe vgradnje izolativnih materialov in s tem težavami zaradi toplotnih mostov ali zaradi premajhne debeline izolacije. Po sedanjih predpisih toplotna izolacija debeline manjše od 10 cm, katero se je najpogosteje vgrajevalo kot dodatno toplotno izolacijo, ne zadošča več za izolacijo opečnega zidu debeline 29 cm. Za izolacijo zida, zidanega z zidakom debeline 29 cm, je potrebna debelina izolacije 15 - 20 cm. Pri gradnji s Termoblok opeko ali plinobetonom večjih debelin, je lahko debelina toplotne izolacije manjša, saj ima že sam zidak precej manjšo toplotno prehodnost kot opečnat zidak (Arhem, 2011).

Toplotno prehodnost označujemo s črko U in ima enoto W/m^2K . Toplotna prehodnost nam pove, kolikšen toplotni tok preteče pri stacionarnih pogojih v 1 sekundi skozi $1 m^2$ površine, če je temperaturna razlika zraka na obeh straneh sklopa $1 K$ (Nepremičnine, 2011).

3.2 Izolacija zunanjih zidov

Toplotna izolacija zunanji zidov preprečuje uhajanje toplote skozi zid. Ker zunanji zidovi predstavljajo večji del ovoja hiše, moramo temu segmentu posvetiti precej pozornosti, saj prav zunanje stene predstavljajo dobršen del toplotnih izgub. Z dobro izvedeno izolacijo pripomoremo k varčevanju z energijo za ogrevanje. Za izolacijo zunanjih zidov lahko uporabimo različne materiale, katere bomo v nadaljevanju tudi predstavili. Za izolacijo zunanjih sten se najpogosteje uporablja materiale, kateri imajo toplotno prehodnost λ med 0,02 – 0,04 W/mK. Pri izvedbi izolacije in zaključnega sloja, za katerega se v praksi uporablja beseda fasada, moramo biti pazljivi tudi na kontrolo difuzijskega prehoda vodne pare. Fasado lahko izvedemo na več načinov. Poznamo:

- Kontaktne fasade: kjer izolacijo in zaključni sloj lepimo direktno na zunanji zid. Pri izbiri zaključnega sloja je priporočljivo izbrati material, kateri je vodoodbojen a paropropusten. Ob izbiri končnega sloja moramo preprečiti, da le ta ne bi oviral prehoda vlage na prosto in s tem navlaževal izolacijo, katera bi s tem izgubila izolativnost. V kolikor kot zaključni sloj namestimo material kateri je paronepropusten je potrebno med izolacijo in zunanji zid namestiti parno zaporo. Parna zapora preprečuje prehod kondenčne vlage v izolacijo in s tem slabenje njenih toplotno izolativnih sposobnosti.
- Prezračevane fasade: kjer izolacijo pritrdimo direktno na zunanji zid, med izolacijo in zunanjo konstrukcijo je prezračevalni kanal. Plast zraka med izolacijo in zunanjo konstrukcijo pomaga pri izsuševanju vlage, katera je nastala kot posledica kondenzacije vodne pare, ki prehaja skozi zid. Vlaga, katera prehaja skozi izolacijo in se v njej kopiči, poslabša izolativne lastnosti izolacije. Poleti prezračevalni kanal preprečuje prekomerno segrevanje stavbe.

3.3 Izolacija stropa k podstrešju

Kot pri ostalih segmentih je izolaciji stropne plošče k podstrešju in same strešne konstrukcije potrebno posvetiti precej pozornosti. V večini primerov tudi pri teh sklopih, posebej pri stavbah starejšega izvora, ni nameščena zadostna debelina izolacije. Po priporočilih naj bi debelina izolacije znašala vsaj 25 cm. Težava nastane, kako izolirati stropno ploščo k podstrešju, saj je izolacija tega segmenta povezana v velikimi stroški. V kolikor želimo izolacijo namestiti na strop ogrevanega prostora, nastane težava v kolikor nimamo dovolj prostora za izvedbo spuščnega stropa ter ali bo z namestitvijo dodatne izolacije, le ta zadoščala kriterijem (slika 3). Pri izvedbi talne izolacije tlaka na podstrešju, je ta izvedba povezana z veliki stroški ter težavo v kolikor nimamo zadostne višine strehe, saj bi s tem ukrepom zmanjšali uporabno višino podstrešja. Zato se ob sanacijah najpogosteje uporablja izolacijo strehe z izvedbo spuščnega stropa, kjer pa nam prav tako težavo predstavlja izguba uporabne višine podstrešja.

Pri izolaciji podstrešij/streh moramo posebno pozornost posvetiti tudi izvedbi parne zapore. Za izvedbo parne zapore uporabimo posebno folijo, katera s strani prostora povsem preprečuje prehod vodne pare v izolacijo, saj se ob uporabi mineralnih voln njihova izolativnost z navlaževanjem zmanjša. Folija se vgrajuje čim bližje topli strani konstrukcije, direktno na končni sloj (mavčno kartonska plošča, lesena obloga,..). V primeru prezračevanih streh, se na zunanjo stran pod strešno kritino polaga tudi parna ovira, katera omogoča izhlapevanje vlage, katera nastaja zaradi prehoda toplega zraka iz hiše na zunanji mrzel zrak. Druga naloga parne ovire je tudi, da deluje kot sekundarna kritina in preprečuje vdor vode v ostrešje iz zunanje strani.



Slika 3: Izvedba izolacije stropa k podstrešju (Lastna fotografija)

3.4 Izolacija tal

Kot pri izolaciji ostalih sklopov, moramo tudi izolaciji tal posvetiti dovolj pozornosti in strokovnosti. Težavo pri izolaciji tal predstavlja tudi pravilna izvedba hidroizolacije in posledično toplotne izolacije. Pozorni moramo biti na vgradnjo zadostne debeline izolacije, za zadovoljitev predpisov o največji dovoljeni toplotni prehodnosti objekta. Za izolacijo tal se uporablja izolacije, katere imajo večjo tlačno trdnost. Pri prenovah hiše se le poredkoma odločimo za namestitev dodatne izolacije tal, saj je ta poseg povezan z velikim stroški, ter z dejstvom, da je hiša v fazi prenove neuporabna. Ob namestitvi dodatne izolacije je potrebno na novo narediti tudi tlake in položiti nove zaključne obloge. Toplotna izolacija se polaga direktno na hidroizolacijo, temu sledi končni tlak z zaključno oblogo. V primeru nezadostne izolacije tal, so tla vedno hladna. Lahko se pojavi tudi kondenzacija vode na talni oblogi, kar je posledično nevarno.

3.5 Stavbno pohištvo

Za zagotavljanje ustrezne toplotne izolativnosti objekta moramo veliko pozornosti posvetiti tudi izbiri in vgradnji stavbnega pohištva. Z vgradnjo cenovno ugodnega stavbnega pohištva, katero ne dosega zahtevanih standardov toplotne prehodnosti, smo namesto, da bi pripomogli k varčnejši porabi energije, samo nespametno porabili svoj denar. Na trgu je na razpolago obilica stavbnega pohištva iz raznih materialov. Najpogosteje se vgrajuje stavbno pohištvo iz PVC-ja (slika 4) ter leseno stavbno pohištvo z dodatno izolacijo in zaščitnim pokrovom iz aluminija. Glede na predpise o racionalni rabi energije, je potrebno vgrajevati okna, ki imajo skupno toplotno prehodnost enako ali nižjo od $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ter vhodna vrata, katera imajo toplotno prehodnost enako ali nižjo kot $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Tehnična smernica, 2011). Za pasivne hiše je ta vrednost nižja; od $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar dosežemo s stekli s trojno zasteklitvijo ter dodatno toplotno izolacijo okvirja. Pomemben člen pri izolativnosti stavbnega pohištva predstavljajo tudi vgrajena stekla, saj boljšo toplotno izolativnost stekel dosežemo s polnjenjem različnih plinov v medstekelni prostor ter z dodatnim nizkoemisijemskim nanosom. Za pasivne hiše se uporablja stekla s trojno zasteklitvijo, polnjenjem medstekelnega prostora z žlahtnim plinom ter nizkoemisijemskim nanosom.



Slika 4: Zamenjava stavbnega pohištva (Lastna fotografija)

3.6 Toplotni most

Toplotni mostovi predstavljajo velik vpliv na izolativnost objektov. Vplivajo tudi na kakovost mikroklima v prostoru, saj je pogostoma posledica toplotnih mostov, poleg uhajanja temperature, tudi pojav kondenza in posledično plesni na izpostavljenih mestih. Toplotni mostovi se najpogosteje pojavljajo na prehodih armirano betonskih plošč v neizoliran balkon, ob stavbnem pohištvu ali v vogalih hiše. Zgraditi hišo brez toplotnih mostov je skoraj nemogoče, vendar s pravilno izvedbo gradbeno betonskih detajlov se lahko večini toplotnih mostov izognemo ali pa zmanjšamo njihov vpliv. Zato moramo že v fazi projektiranja in kasneje gradnje ali adaptacije posvetiti veliko pozornost pravilni izvedbi izolacije. Toplotne mostove ločimo glede na vzrok nastanka (AURE, 2011):

- Geometrijski toplotni most se pojavlja v vogalih hiše. Pojavlja se zaradi geometrije vogala, saj je notranja topla površina precej manjša kot zunanja površina, kjer toplota prehaja na površje. Drugi razlog, da je na zunanji strani površina betonske vezi precej večja kot na notranji. Te toplotne mostove lahko odpravimo s povečanjem debeline izolacije v vogalih. Kar v primeru novogradnje pomeni, da dodatno toplotno izolacijo položimo že v opaž.
- Konstrukcijski toplotni most nastane najpogosteje pri balkonih, kateri prehajajo direktno iz armirano betonske plošče ali na drugih mestih v ovoju hiše zaradi prekinitve toplotne izolacije. Tak toplotni most lahko prekinemo z izolacijo balkona ali dela, kateri neizoliran izstopa iz ovoja hiše.
- Konvekcijski toplotni most nastane najpogosteje na stikih zidne konstrukcije s stavbnim pohištvom ali na ostalih mestih v ovoju stavbe zaradi netesnosti (slika 5). Tak toplotni most rešimo z vgradnjo stavbnega pohištva po RAL smernicah ter s pazljivo namestitvijo toplotne izolacije zunanjega ovoja. Pomembna je tudi izvedba parne zapore, kjer je potrebno spoje zalepiti, da preprečimo izmenjavo notranjega in zunanjega zraka.

Toplotne mostove lahko preverim ob posnetku hiše z IR kamero.



Slika 5: Primer pojava plesni (Lastna fotografija)

3.7 Vrste izolacij

Pri izdelavi varčne hiše je ključna tudi izbira izolacije, katera mora zmanjšati toplotne izgube in posredno stroške za energijo. Izboljšana toplotna zaščita ovoja zgradbe ima vpliv tudi na mikroklimo, saj so notranje površine sten toplejše, ter ob pravilni izvedbi izolacije ovoja zmanjšamo konvekcijo zraka iz zunanje strani. Pri izbiri izolacije je najpomembnejše, da izberemo pravilno izolacijo za določen sklop. Ena izmed pomembnejših lastnost izolacije je toplotna prevodnost λ (W/mK), ki nam pove koliko toplote preide skozi material preseka 1 m^2 , pri temperaturni razliki 1 K med obema površinama (Japelj, 1990). Toplotna prevodnost je pomembna lastnost za kvaliteto izolacije. Nižja je vrednost toplotne prevodnosti, boljša je izolacijska sposobnost izolacijskega materiala. Poleg toplotne prevodnosti so pomembne lastnosti izolacije tudi:

- tlačna trdnost,
- odpornost na UV žarke,

- požarna odpornost,
- občutljivost na vlago,
- paropropustnost,
- časovna obstojnost.

Izolacijske materiale delimo na klasične, kateri se v gradbeništvu največ uporabljajo ter alternativne materiale, kateri so se v preteklosti že uporabljali a so s prihodom novih izolacij izgubili na veljavi. Zaradi vedno večjega poudarka na varčni ter ekogradnji, pa se vedno bolj uveljavljajo. Poleg osnovne delitve jih delimo tudi po kemijski sestavi na anorganske in organske ter po fizikalnih lastnostih na vlaknaste in porozne materiale (AURE, 2011).

3.7.1 Klasični toplotno izolacijski materiali

Med klasične toplotno izolacijske materiale uvrščamo stekleno in kameno volno, ekspandiran in ekstrudiran polistiren.

Steklena volna:

Steklena volna je najpogosteje uporabljena izolacija. Dobimo jo v obliki zvitkov, katera se najpogosteje uporablja za izolacijo ostrešij ter spuščeni stropov, v obliki plošč katero uporabljamo za izolacijo talne konstrukcije, strešne konstrukcije ter fasad. Plošče izolacije iz steklenih vlaken, namenjene za izolacijo prezračevanih fasad so dodatno utrjene z dodatnim nanosom, trdih steklenih vlaken ali aluminija, kar izolacijo mehansko utrdi. Lastnosti steklene volne (Ursa, 2011):

- enostavna za rokovanje,
- ognjevarna,
- toplotna prevodnost od 0,035 - 0,044 W/mK,
- dober zvočni izolator,

- toplotno in časovno obstojna,
- občutljiva na navlaževanje.

Kamena volna:

Kameno volno dobimo v obliki plošč in se uporablja za izolacijo talne konstrukcije, strešne konstrukcije in fasad. Posebej primerna je za objekte, kje je zahtevana visoka ognjevarnost. Lastnosti kamene volne so (Ursa, 2011):

- enostavna za rokovanje,
- ognjevarna primerna za zahtevnejša okolja,
- paropropustna,
- toplotno in časovno obstojna.

Ekstrudiran polistiren:

Uporablja se predvsem za izolacijo vkopanih zunanjih zidov ter obremenjenih talnih plošč. Lastnosti ekstrudiranega polistirena so (Fragmat, 2011):

- visoka tlačna trdnost,
- neobčutljivost na navlaževanje,
- enostavna vgradnja,
- toplotna prevodnost od 0,033 - 0,037 W/mK,
- občutljivost na visoke temperature,
- občutljivost na organska topila.

Ekspandiran polistiren:

Uporablja se za izolacijo fasad, tlakov ter strešnih konstrukcij. Dobimo ga v obliki plošč in je v gradbeništvu pogostoma uporabljen material. Lastnosti ekspandiranega polistirena so (Fragmat, 2011):

- nizka teža,
- dobre mehanske lastnosti,
- nizka cena,
- toplotna prevodnost od 0,035 - 0,041 W/mK,
- neobstočno na temperaturo,
- odpornost na vodo.

3.7.2 Alternativni toplotnoizolacijski materiali

Vedno bolj se v gradbeništvu uporabljajo alternativni ali ekološki toplotnoizolacijski materiali. Te materiale se je v preteklosti že uporabljalo, vendar se je njihova uporaba, predvsem zaradi enostavnejšega rokovanja od klasičnih materialov, opustila. Alternativni izolacijski materiali se pridobivajo iz naravnih materialov kot so les, glina, trstika, slama, volna,... ali z reciklažo izdelkov. Slabost alternativnih izolacijskih materialov je predvsem v slabši ognjevarnosti, občutljivosti na navlaževanje, izvedbi izolacijskega sloja, ter ceni. Najpogosteje se kot alternativni toplotno izolacijski material uporabljajo celulozni kosmiči. Ostali alternativni materiali, kateri pa se manj uporabljajo, so tudi: pluta, slama, ovčja volna, bombaž,...

Celulozni kosmiči:

Celulozni kosmiči se uporabljajo predvsem pri izolacijah stropov in sten pri suhomontažni gradnji. So eden najbolj razširjenih alternativnih toplotnoizolativnih materialov. Vgrajujejo se predvsem z nasipanjem, vpihovanjem ali brizganjem. Toplotna prevodnost je od 0,035 do 0,45 W/mK. Pred vpihovanjem kosmičev, moramo prostor, kje bo izolacija, ograditi s folijo, da tako preprečimo uhajanje. Prednost kosmičev je, da lahko zapolnimo vse prostore v konstrukciji in tako zagotovimo učinkovitejšo izolacijo. Celulozni kosmiči so občutljivi na navlaževanje.

4 OGREVANJE

Pri izbiri pravega sistema ogrevanja, se nam zopet pojavi vprašanje po varčevanju z energijo. Izbira pravega sistema ogrevanja veliko pripomore k energijsko varčnejši naravnani hiši. Pri obstoječih sistemih ogrevanja lahko že z manjšo investicijo pripomoremo k varčevanju z energijo z namestitvijo termoglav na radiatorske ventile. Ali s posodobitvijo regulacije ogrevanja glede na zunanjo temperaturo. Z boljšo regulacijo in pravilno izbiro sistema ogrevanja pa želimo prispevati tudi k manjšemu onesnaževanju okolja. V nadaljevanju bomo predstavili sisteme ogrevanja s sončnimi kolektorji ter z uporabo toplotne črpalke. Ogrevalni sistemi, kot sta ogrevanje z uporabo sončnih kolektorjev ali toplotne črpalke so nizko temperaturni sistemi. Za uporabo teh sistemov za ogrevanje mora biti zgradba optimalno toplotno zaščiten. Razvodi in ogrevalna telesa pri nizko temperaturnem sistemu morajo biti večjih dimenzij kot pri klasičnem visoko temperaturnem sistemu, zato se pri adaptacijah starejših hiš pojavi težava pri prehodu na nizko temperaturno ogrevanje. Nizko temperaturni sistemi se pogosteje uporabljajo za površinsko ogrevanje (talno, stropno, stensko), konvektorsko in toplo zračno ogrevanje.

4.1 Ogrevanje z uporabo sončne energije

Toplotna energija sonca je najstarejši vir ogrevanja, katerega pozna človeštvo. Sonce je neizmeren vir energije, ki je brezplačen in ne onesnažuje okolja. Zato se razvojniki že vrsto let trudijo, kako sonce najboljše izkoristiti za ogrevanje in proizvodnjo električne energije. Na to vpliva tudi dejstvo, da je zaloga fosilnih goriv, katera se kot energent najpogosteje uporabljajo za ogrevanje, v omejenih količinah, ter da se cena teh energentov nezadržno viša. K povečani uporabi teh sistemov med prebivalstvom vpliva tudi dejstvo, da razne organizacije nudijo finančne spodbude za uporabo obnovljivih virov ogrevanja.

Sončno energijo lahko izkoriščamo na veliko načinov, saj je neizmeren vir toplotne energije. V Sloveniji je povprečno sončno obsevanje okoli 1400 kWh/m² na leto. Poznamo pasivne, aktivne ter fotovoltaične sisteme izkoriščanja sončne energije. Pri pasivnem solarnem sistemu ne potrebujemo posebnih naprav, saj je sprejemnik ter hranilnik sončne energije hiša sama, ki pa mora biti pravilno zasnovana in pozicionirana. Pri tem sistemu sončni žarki ogrevajo hišo direktno, ki toploto

akumulira in jo zvečer, ko sonce ne sveti več, oddaja v prostor. Boljšo akumulacijo dosežemo z različnimi sistemi akumuliranja toplote s stekleno fasado za katero so nameščeni različni materiali kot so: beton, kamen, voda,... Pri hišah, katere koristijo energijo sonca s pasivnimi sistemi, je toplotna izolacija objekta še bolj odločilnega pomena, saj se hiša v nasprotnem primeru prehitro ohlaja.

Osnovni sistemi za zajem sončne energije so:

- Direktni zajem skozi steklene odprtine, katere morajo imeti največjo površino orientirano proti jugu, pri čemer mora biti že hiša pravilno orientirana in zasnovana, da je izkoristek sončne energije maksimalen.
- Toplotna dioda: pri tem sistemu izkoriščamo zajem sončne energije skozi trajno zastekljeni element z uravnavanjem toplotnega toka. Poznamo toplotno diodo z regulacijo ali brez regulacije.
- Trombejeva stena: tudi pri temu načinu izkoriščanju energije sonca le to absorbiramo skozi trajno zastekljeni element za katerim je nameščena temno pobarvana masivna stena, katera absorbira toploto, katero pozneje oddaja v prostor.
- Steklenjak ali zimski vrt. V osnovi je to podaljšek bivalnega prostora, kjer je struktura prostora sestavljena iz konstrukcije z več kot 95 % steklenih površin, skozi katere priteka sončna energija, katera ogreva prostor. Pri steklenjaki predstavlja težavo močno poletno sonce ali oblačno zimsko vreme, zato moramo na površine stekel namestiti premično toplotno zaščito. Zaščita služi kot dodaten izolator, kateri nas poleti obvaruje pred močnim soncem, in s tem pred pregrevanjem prostora. Pozimi pa preprečuje prekomerno uhajanje akumulirane toplote.

Slabost teh sistemov je, da so odvisni od vremenskih razmer, saj pri dolgotrajnem oblačnem ali deževnem vremenu niso uporabni. Izvedba pasivnih sistemov ni povezana z velikimi dodatnimi stroški, saj moramo samo pravilno orientirati hišo ter pravilno razporediti stavbno pohištvo. Ta sistem ogrevanja je zato pri adaptacijah težje izvedljiv in povezan z velikimi stroški.

Pri aktivnih sončnih sistemi se za akumulacijo energije uporabljajo sončni kolektorji, ki absorbirajo energijo sonca in jo prenesejo na ogrevalni medij. V nadaljevanju bomo predstavili ogrevanje z uporabo sončnih kolektorjev (slika 6).

4.1.1 Sončni kolektorji

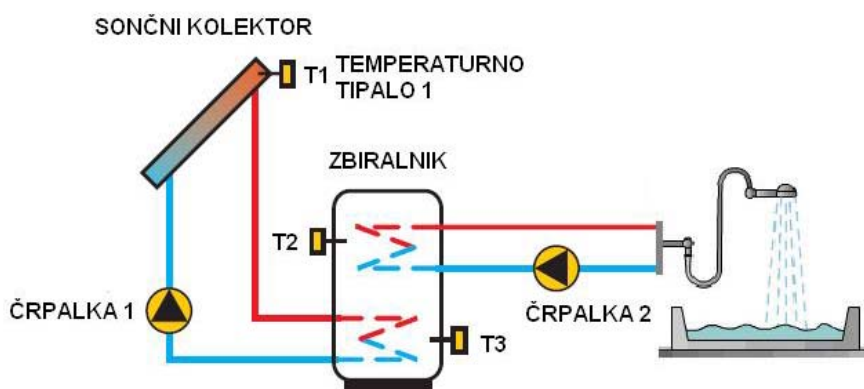


Slika 6: Primer sončnih kolektorjev (Lastna fotografija)

Ogrevanje z uporabo sončnih kolektorjev je v Evropi dokaj razširjeno. V večini primerov se uporabljajo za ogrevanje sanitarne vode. V pasivnih ter nizkoenergetskih hišah pa tudi za ogrevanje celotnega objekta. Težava pri ogrevanju hiše s sončnimi kolektorji je v potrebah po velikih absorpcijskih površinah ter nizkotemperaturnih sistemih, kateri zahtevajo dobro izolacijo ovoja hiše. Pri adaptacijah in dodatnih namestitvah se uporabljajo predvsem za ogrevanje sanitarne vode. Sončni kolektorji so sestavljeni iz ohišja in absorpcijske površine, katera absorbira energijo sonca in jo prenese na ogrevalni medij. S sončnimi kolektorji ogrevamo medij, ki prenaša toploto na ogrevalno vodo in ne same vode v ogrevalnem sistemu. Za ogrevalni medij se najpogosteje uporablja voda z dodanim sredstvom proti zmrzovanju. Ko se ogrevalni medij dovolj segreje, temperaturno tipalo zazna povišano temperaturo in vklopi črpalko, ki ogrevalni medij poganja skozi zalogovnik toplote, kjer odda toploto vodi v hranilniku. (slika 7).

Poznamo več izvedb sončnih kolektorjev. Najbolj razširjeni so ploščati kolektorji, ki so tudi najcenejši. Sodobni kolektorji so premazani z visokoselektivnimi premazi, ki omogočajo boljšo absorpcijo energije sonca, ter z dodatno izolacijo na spodnji strani, ki zvišuje izkoristek, saj manj absorbirane toplote uhaja v okolico. Težava pri ploščatih kolektorjih je, da jih, ko so enkrat montirani, ne moremo več prilagajati soncu. Pri novejših cevnih kolektorjih pa lahko kot spreminjamo do 30 stopinj in tako bolje izkoristimo sončno obsevanje (Jermanj, 1993).

Pri postavitvi kolektorjev moramo upoštevati lego hiše, ter postaviti kolektorje tako, da sončni žarki padajo nanje čim bolj pravokotno. Pomembno je, da s postavitvijo kolektorjev poskušamo zajeti čim več sonca v jesenskih in pomladanskih mesecih. V poletnih mesecih je sončne energije dovolj in tudi pri manj ugodnem je izkoristek zadosten. Ker v poletnih mesecih ne moremo vse zajete toplote porabiti, jo lahko akumuliramo v zato pripravljenih akumulatorjih toplote.



Slika 7: Shema delovanja (Lastna slika)

Postavitve kolektorjev je odvisna tudi od velikosti kolektorskih površin. Najugodneje je, da kolektorje usmerimo proti jugu pod kotom 20-60 stopinj (Jermanj, 1993). V poletnih mesecih, ko je energija sonca največja, sanitarno vodo ogrevamo samo z uporabo kolektorjev, v zimskih mesecih pa v kombinaciji z ostalimi viri ogrevanja.

Ogrevanje sanitarne vode

Ogrevanje sanitarne vode je precej razširjeno. K temu pripomorejo tudi razne finančne spodbude in vedno višje cene energentov. Pri načrtovanju potrebnih absorpcijskih površin ter velikosti zalogovnika vode, moramo upoštevati navade ter število oseb v hiši. Po osnovnih priporočilih velja, da za 4 člansko družino potrebujemo min 6 m² absorpcijskih površin ter zalogovnik vode s kapaciteto 300 litrov. Uporabljamo konvencionalne zalogovnike vode, kjer sta vgrajena dva ali več izmenjevalnikov toplote. Izmenjevalnik toplote sončnega sistema je nameščen na dnu zalogovnika in oddaja toploto ogrevalni vodi. V kolikor toplota, akumulirana s pomočjo sončnih kolektorjev, ne zadošča, se aktivira drugi izmenjevalnik toplote. Kot alternativni izmenjevalnik toplote se uporablja električni grelec ali izmenjevalec, kateri toploto prenaša iz drugih sistemov ogrevanja kot so toplotna črpalka ali centralno ogrevanje. Uporabljajo se tudi večplastni hranilniki toplote, kateri imajo ločene prekate in tako ekonomičneje razpolagajo s pridobljeno toploto. Taki zalogovniki imajo do 5% boljši izkoristek. Izkoristek zalogovnika je odvisen tudi od njegove izolacije (Director, 2008).

Ogrevanje objekta

Ogrevanje objektov z uporabo sončnih kolektorjev v Sloveniji ni še toliko razširjeno, saj je uporabno samo za nizkotemperaturne sisteme ogrevanja v dobro toplotno izoliranih hišah. Za potrebe ogrevanja hiše uporabljamo sončne kolektorje z večjimi absorpcijskimi površinami. Pri ogrevanju hiše se pogosteje uporabljajo namenski hranilniki toplote, ki služijo samo za potrebe ogrevalnega tokokroga, kot pa kombinirani, ki se uporabljajo tudi za ogrevanje sanitarne vode. Toplota, pridobljena z uporabo sončnih kolektorjev, se uporablja predvsem za nizkotemperaturno ogrevalne sisteme. Zato se tega sistema ogrevanja pri adaptacijah hiš ne poslužujemo pogosto, saj je povezan z večjimi posegi v skelet hiše, zaradi namestitve ploskovnih ogreval in s tem z velikimi stroški. Lahko pa v kombinaciji z ostalimi viri ogrevanja pripomoremo k manjši porabi energenta za ogrevanje in izkoriščamo energijo sonca predvsem za prehodna obdobja.

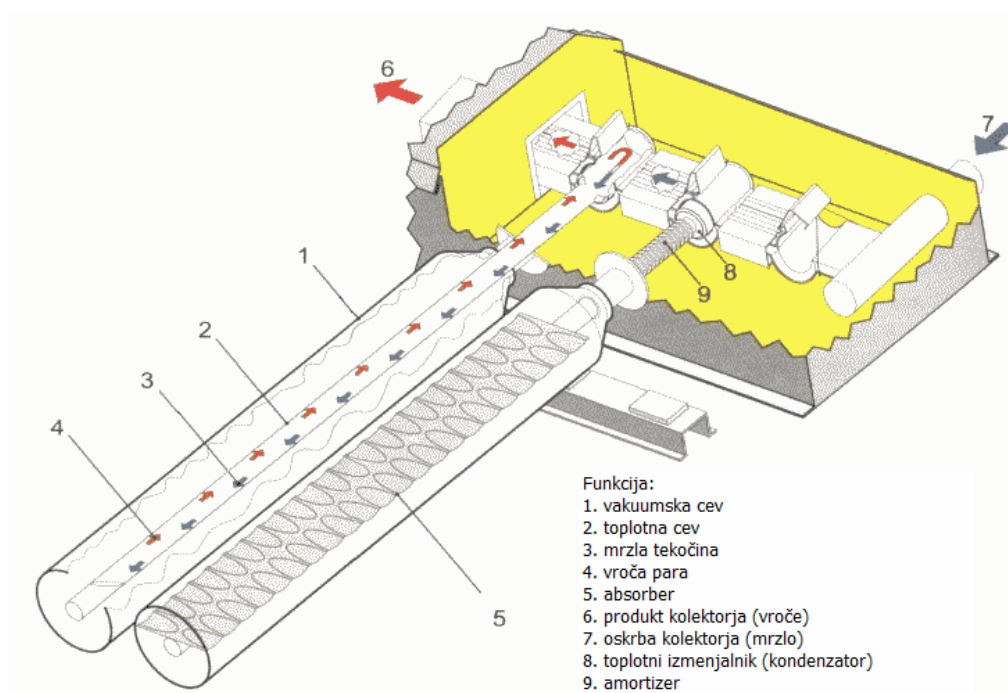
Primerjava tipov kolektorjev

V uporabi je več različnih tipov kolektorjev. Predstavili bomo različne tipe ter predstaviti prednosti ter slabosti posamičnih kolektorjev.

Glede na razvoj tehnologije izdelave kolektorjev jih razvrščamo v štiri generacije, napovedujejo pa že peto generacijo, katera naj bi bila nadgradnja četrte generacije.

- Prva generacija: ploščati kolektorji, ki so najbolj razširjeni. Sestavljeni so iz aluminijastega ali nerjavečega ohišja, kjer so vodoravno ali navpično montirane bakrene ali aluminijaste cevi, pod katerimi je nameščena absorpcijska plošča. Vsi elementi so prekriti z mehansko odpornim in visoko prosojnim steklom. So cenejši za izdelavo, zaradi njihove tehnične nezahtevnosti. Primerni so za obratovanje pri visoki stopnji osončenja in višjih temperaturah. Zato imajo v zimskih mesecih slab ali skoraj nični izkoristek.
- Druga generacija: vakuumski cevni kolektorji (sistem "cev v cevi"). Vakuumski cevni kolektorji so sestavljeni iz dveh steklenih cevi med katerima je vakuum. Na notranji cevi je nameščena absorpcijska snov, katera absorbira energijo sonca in jo prenaša na ogrevalni medij, ki se pretaka po notranji cevi. Cevni kolektorji so cenovno ugodni, zato hitri zamenjujejo ploščate kolektorje, saj imajo večjo učinkovitost tudi v zimskih mesecih. Cevni kolektorji so občutljivi na povišanje tlaka v sistemu zaradi prekomernega segrevanja medija, kar lahko povzroči poškodbo kolektorja.
- Tretja generacija: vakuumski cevni kolektorji (sistem "U cevni kolektorji"). U cevni kolektorji so nadgradnja steklenega vakuumskega cevne kolektorja. V notranji cevi je nameščena kovinska U cev, po kateri se pretaka medij za prenos toplote v zalogovnik. Zaradi bolj zapletene izdelave so dražji kot vakuumski cevni kolektorji, vendar niso občutljivi na povišan pritisk. Imajo slabšo temperaturno odzivnost kot cevni kolektorji.
- Četrta generacija: vakuumski cevni kolektorji (sistem "Heat Pipe"). Sončni kolektorji "Heat Pipe" so sestavljeni iz dveh steklenih cevi (cev v cevi) med katerima je vakuum. V notranjo cev je položena kovinska cev po kateri se

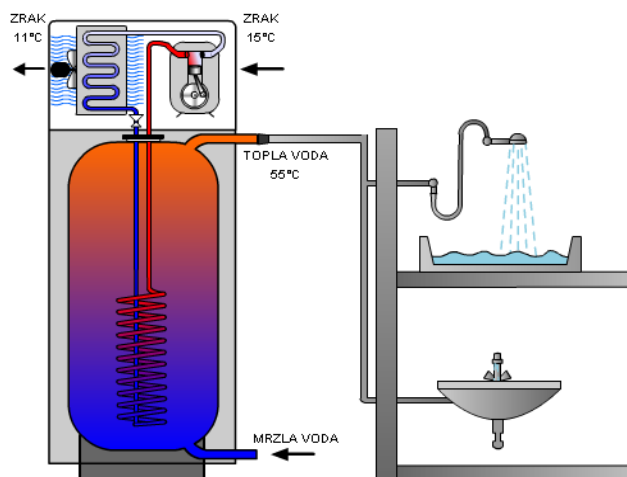
pretaka posebna tekočina, ki se uparja že pri nizkih temperaturah. Tesno na kovinsko cev je pritrjena absorpcijska površina, katera pomaga pri absorbiranju sončne energije. Toplota se iz cevne zbiralnika prenaša po sistemu uparjalnega kroga, kjer se para v kolektorju dviguje do kondenzatorja, kjer odda toploto ogrevalnemu mediju s tem se nazaj utekočini in ponovno steče v cevni zbiralnik. Prenos toplote med kondenzatorjem in prenosnikom toplote se vrši prek suhega spoja (slika 8). Za suhi spoj je uporabljen aluminij, ki ima visoko toplotno prevodnost. Zunanja steklena cev je visoko prosojna z veliko mehansko trdnostjo. Prednost teh kolektorjev je predvsem v visokem izkoristku ter delovanju v vseh letnih časih. Vsak cevni absorber je v kolektorju montiran posebej, zato nam omogoča spreminjanje kota, ter s tem boljši izkoristek v zimskih mesecih. Ta tip kolektorja je bolj uporaben za ogrevanje rastlinjakov. Za ogrevanje stavb se še ne uporablja masovno zaradi njegove cene (Sončne poljane, 2011).



Slika 8: Primer "Heat pipe" kolektorja (Sončne poljane, 2011)

4.2 Toplotna črpalka

Ogrevanje s pomočjo toplotne črpalke spada med obnovljive vire ogrevanja. Ogrevanje je okolju prijazno in cenovno ugodno. Toplotne črpalke absorbirajo toploto iz okolice iz različnih medijev kot so zrak, voda, kamen, zemlja in jo pretvarjajo v toploto, ki jo koristimo za ogrevanje sanitarne vode ali za ogrevanje objektov (slika 9). Toplota, ki jo črpajo iz raznih medijev, je pravzaprav toplota sonca, katera se je akumulirala v toplejših mesecih. Torej tudi pri tem sistemu ogrevanja posredno izkoriščamo energijo sonca. Toplotna črpalka je sestavljena iz uparjalnika, ki absorbira energijo iz različnih medijev, kompresorja, ki poganja hladilo po sistemu in mu zviša tlak in temperaturni nivo ter kondenzatorja. V kondenzatorju hladilo odda toploto vodi, katero uporabljamo za nadaljnje ogrevanje. Za prenos toplote se uporablja hladiva, ki se uparjajo že pri nizkih temperaturah npr. 0-35 °C. Za delovanje črpalke moramo v sistem dovesti električno energijo, ki poganja sistem. Razmerje med dovedeno in pridobljeno energijo imenujemo grelno število. Njegova vrednost je med 2-3,5. To število pove, da smo npr. z 1 kWh vložene energije iz sistema dobili 2-3,5 kWh toplotne energije. Višje kot je grelno število, boljši je izkoristek sistema. Toplotne črpalke ločimo glede na medij iz katerega črpajo energijo ter glede na izvedbo. Po izvedbi ločimo kompaktne toplotne črpalke in črpalke v ločeni izvedbi. Pri ločeni izvedbi so posamezni deli toplotne črpalke nameščeni na različni lokaciji. Največkrat je uparjalnik nameščen blizu viru toplote, medtem, ko sta kondenzator in hranilnik toplote nameščena v kotlovnici. Najpogosteje uporabljena toplotna črpalka je zrak voda (Malovrh in drugi, 2008).



Slika 9: Princip delovanja toplotne črpalke (Termotehnika, 2011)

Ogrevanje sanitarne vode

Toplotne črpalke za ogrevanje sanitarne vode so precej razširjene. Najpogosteje uporabljamo toplotne črpalke zrak/voda manjših moči od 0,6 – 2 kW. Manjše črpalke so dobavljive v kompaktni izvedbi. Toplotno črpalko postavimo v prostor, kjer je temperatura med 7-35 °C. V praksi črpalko postavimo v prostore kot so shramba, klet ali garaža. V poletnih mesecih toplotna črpalka poleg za ogrevanje sanitarne vode služi tudi za hlajenje prostora kje je locirana. S toplotno črpalko sanitarno vodo segrevamo do 60 °C. Kot pri ogrevalnem sistemu s sončnimi kolektorji je tudi pri toplotnih črpalkah velikost hranilnika odvisna od števila družinskih članov in njihovih navad. Za ogrevanje sanitarne vode lahko potrebujemo v kombinaciji z ogrevanjem objekta tudi ostale toplotne črpalke večjih moči, katere črpajo toploto iz vode ali zemlje.

Ogrevanje objekta

Pri ogrevanju objekta se uporabljajo toplotne črpalke večjih moči, katere izkoriščajo energijo shranjeno v podtalni vodi, zemlji ali kameninah (slika 10, slika 11). Moč toplotne črpalke moramo prilagoditi potrebam objekta. Sistemi za ogrevanje hiše s toplotnimi črpalkami so nizkotemperaturni sistemi. Za uporabo ogrevalnega sistema samo s toplotno črpalko mora biti hiša primerno toplotno izolirana. S toplotno črpalko, katero ogrevamo hišo, lahko ogrevamo tudi sanitarno vodo. V primeru nezadostne energije izkoriščanega vira se toplotne črpalke za ogrevanje hiše uporablja tudi v kombinaciji z ostalimi sistemi ogrevanja.

Toplotne črpalke delimo glede na vir izkoriščanja.

- Zrak - voda: toplotna črpalka zrak/voda odvzema toploto okoliškemu zraku, pri tem se hladilna snov v toplotni črpalki upari in potuje prek kompresorja v kondenzator, kjer kondenzira in pri tem odda toploto vodi v hranilniku toplote. Toplota katera se nahaja v zunanjem zraku je neizčrpen vir v toplih mesecih. Težava se pojavi v zimskih mesecih, ko so temperature nižje, in te toplote ni toliko vendar bi jo ravno takrat najbolj potrebovali.

Na ta način lahko ogrevamo vodo skozi vse leto, predvsem učinkovita pa je uporaba v poletnih mesecih, ko lahko na ta način hladimo tudi prostor.

Področje delovanja toplotnih črpalk se vedno bolj "širi" saj se na trgu pojavlja vse več toplotnih črpalk, katere obratujejo tudi pri zunanjih temperaturah do -20 °C. Če so temperature nižje, koristimo električno dogrevanje ogrevne vode. Večji vnos dodatne energije v sistem zmanjša izkoristek toplotne črpalke, saj se razmerje med dovedeno in pridobljeno energijo zmanjšuje. Temperatura ogrevane vode se giblje od 45 - 60 °C. Toplotne moči črpalk so različne, glede na namen in uporabo. Moči toplotnih črpalk zrak/voda se gibljejo med 0,6 in 6 kW pogonske moči, kar predstavlja nekje med 2-12 kW uporabne moči. Toplotna črpalka za pridobitev 1 kW moči potrebuje cca. 400-600 m³/h, zraka, kar zavisi tudi od temperature zraka, saj se ob nizkih temperaturah izkoristek črpalke zmanjša. Črpalke so opremljene tudi z ventilatorjem, kateri pripomore k intenzivnejšemu odvzemu toplote iz zunanjega medija. Slabost tega pa je šumnost naprave.

Lahko so kompaktne izvedbe z vgrajenim bojlerjem ali ločeno od hranilnika toplote. Za pripravo tople vode so namenjene manjše enote, njihova uporaba pa je še posebej učinkovita v primerih, ko je potrebno določene prostore hladiti, tam imamo dvojni učinek, gretje sanitarne vode in hlajenje prostora.

- Voda - voda: sistem delovanja toplotne črpalke voda/voda je enak kot pri toplotni črpalci zrak/voda, le da tukaj črpalka odvzema toplotno energijo vodi in jo prenaša v ogrevalni krog. Za uporabo toplotne črpalke voda/voda moramo imeti na voljo stalen vodni vir temperature nad 6 °C. Te črpalke delimo v dve skupini. Prve kot medij izkoriščajo površinsko vodo, vendar te niso tako razširjene in črpalke katere izkoriščajo toplote podtalnice. Energija podtalnice je zelo ugoden energijski vir. Njena uporaba pride v poštev tam, kjer je na voljo podtalnica. Pri postavitvi toplotne črpalke katera izkorišča energijo podtalnice moramo pred namestitvijo pridobiti soglasje pristojnih upravnih organov za uporabo in izkoriščanje voda. Za delovanje je potrebna izgraditev sesalnega in ponornega vodnjaka, ki morata omogočati zadosten pretok količine vode, ki jo potrebuje toplotna črpalka. Pred uporabo vira talne vode je potrebno z analizo preveriti kemično sestavo vode. Za pridobitev 1 kW dobljene toplotne moči potrebujemo cca. 1400 litrov vode na uro pri temperaturni razliki 3 °C ter cca 1000 litrov pri temperaturni razliki 5 °C.

Toplotne črpalke se izdelujejo v večjih močeh med 8 - 40 kW in so namenjene pripravi tople vode in ogrevanju zgradb, saj lahko pokrijejo celoletne toplotne potrebe zgradbe (Malovrh in ostali, 2008).

Z uporabo toplotnih črpalk lahko porabo energije za pripravo tople vode popolnoma nadomestimo. Potrebna je ustrezna regulacija sistema in dobra toplotna izolativnost hiše. Slabost sistema je nekoliko višja začetna investicija in odvisnost delovanja od električne energije.



Slika 10: Shema toplotne črpalke voda-voda in zrak-voda (Termotehnika, 2011)



Slika 11: Shema toplotne črpalke zemlja-voda (Termotehnika, 2011)

- Zemlja - voda: zemlja in kamnitih masivi, predstavlja zanesljiv vir toplote, katerega prednost je njegova konstantna razpoložljivost. Zemlja ima na določeni globini kar nekaj mesecev konstantno temperaturo katera znaša med 8-10 °C. Toploto lahko črpamo na več načinov: z zemeljskim kolektorjem ali s toplotno sondo. Pri uporabi zemeljskega kolektorja le tega namestimo na zemljišče okoli stavbe na globino cca 1,5-2 m, kjer povprečni odvzem znaša od 15 do 35 W/m². Za pridobitev 1 kW uporabne toplotne moči z zemeljskega kolektorja potrebujemo od 30- 40 m² površine. Osnovno vodilo, ki se uporablja pri izračunu potrebne površine za postavitve zemeljskih kolektorjev je, da mora biti površina zemlje 3-4 krat večja od površine prostorov, ki jih ogrevamo. Za postavitve zemeljskega kolektorja je potreben večji poseg v okolico hiše, kjer bomo kolektor položili. Zemeljski kolektor opravlja funkcijo uparjalnika, kjer cevi lahko položimo v eni ali več plasteh v obliki spirale (tako imenovane košare, katere se uporablja v primeru, da razpoložljiva površina ne zadostuje za potrebe ogrevanja), vzporedno,... Cevi kolektorja so med seboj oddaljene približno 0,6 m, delovni medij, ki se uporablja, je največkrat voda. Preden pričnemo s postavitvijo kolektorja je potrebno preveriti, ali je površina, katero potrebujemo, zadostna ter prisotnost podtalnice in njen nivo. Odvzem toplote je odvisen tudi od vrste tal glede na vrsto zemljine, saj vsaka vrsta drugače akumulira toploto. Toploto lahko izkoriščamo tudi z uporabo toplotne sonde, ki jo vsadimo v že prej pripravljeno vrtino/vrtine. Pri tem načinu izkoriščamo toploto akumulirano v globokih kameninah. Za ta sistem so potrebne sorazmeroma globoke vrtine, od 60 pa do 150 m, kjer z vsakim m sonde pridobimo cca. 55 W koristne toplote. Pred izvedbo vrtin potrebujemo pridobiti soglasje pristojnih upravnih organov. V sondo dovajamo vodo ali kakšno drugo snov, katera služi za prenos toplote. V notranjosti kamnin se voda segreje, ter se po vzporedni vrtini segreta vrača na površje, kjer odda toploto črpalki. Sistem je investicijsko zahtevnejši, predvsem zaradi izvedbe vrtin (Malovrh in ostali, 2008)

5 PRENOVA OBSTOJEČE HIŠE V ENERGIJSKO VARČNO HIŠO

Pri prenovi hiše, smo se osredotočili na tri različne ukrepe, za sanacijo obstoječega stanja (Tabela 1).

Tabela 1: Ukrepi za sanacijo hiše po različicah

RAZLIČICA	UKREP	STANJE PRED PRENOVO	STANJE PO PRENOVI
A.	Zamenjava stavbnega pohištva	Okna $U = 4,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Okna $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
		Vrata $U = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	Vrata $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
B.	Zamenjava stavbnega pohištva	Okna $U = 4,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Okna $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
		Vrata $U = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	Vrata $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Dodatna izolacija ovoja hiše	Zunanje stene $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Zunanje stene $U = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Dodatna izolacija podstrešja	Streha $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Streha $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
C.	Zamenjava stavbnega pohištva	Okna $U = 4,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Okna $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
		Vrata $U = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	Vrata $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Dodatna izolacija ovoja hiše	Zunanje stene $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Zunanje stene $U = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Dodatna izolacija podstrešja	Streha $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Streha $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Namestitev toplotne črpalke za ogrevanje sanitarne vode	Ogrevanje sanitarne vode s kotlom na lahko kurilno olje moči: 34,80 kW	Ogrevanje sanitarne vode s toplotno črpalke zrak/voda toplotne moči: 1,85 kW

5.1 Stanje hiše pred prenovo

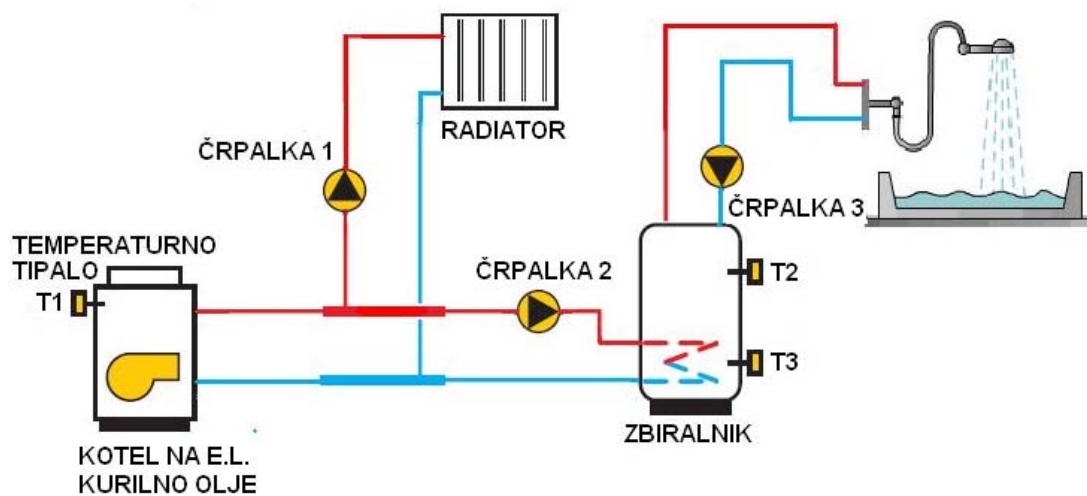
Obravnavana hiša je bila zgrajena pred letom 1980 brez toplotne izolacije z vgrajenimi klasičnimi lesenimi okni in vrati, kjer kot vir ogrevanja uporabljamo lahko kurilno olje (Slika 12, Slika 13). Hiša ima stanovanjsko površino 160 m². Glavne vire toplotnih izgub predstavljajo neizolirani zunanji zidovi, neizolirana streha ter neizolativno stavbno pohištvo (Slika 15). Za ogrevanje je uporabljen klasičen kotel na lahko kurilno olje z močjo 34,80 kW, brez dodatne avtomatske regulacije. Kotel služi za ogrevanje prostorov ter sanitarne vode (Slika 14).



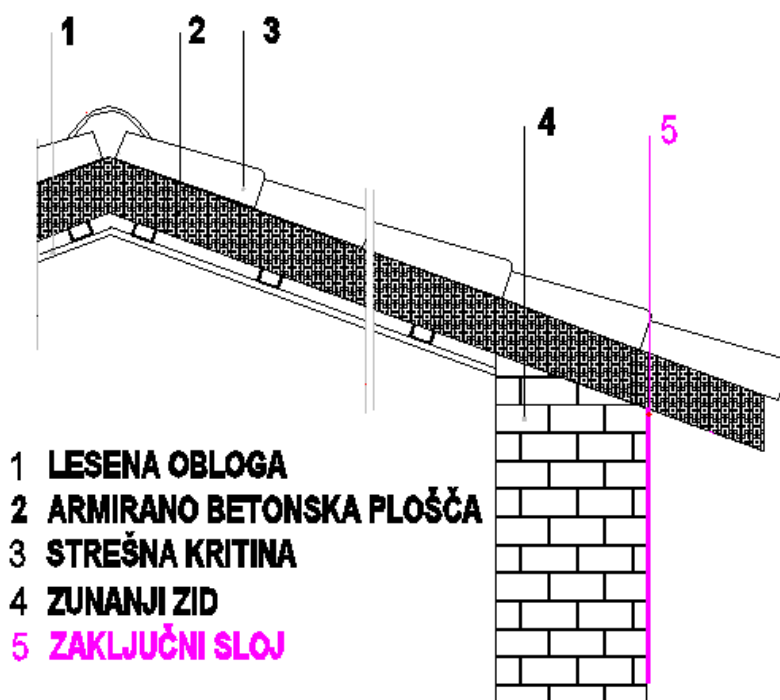
Slika 12: Tloris obravnavane hiše (Lastna slika)



Slika 13: Orientacija in izgled obravnavane hiše (Lastna slika)



Slika 14: Shema ogrevanja sanitarne vode pred prenovo (Lastna slika)



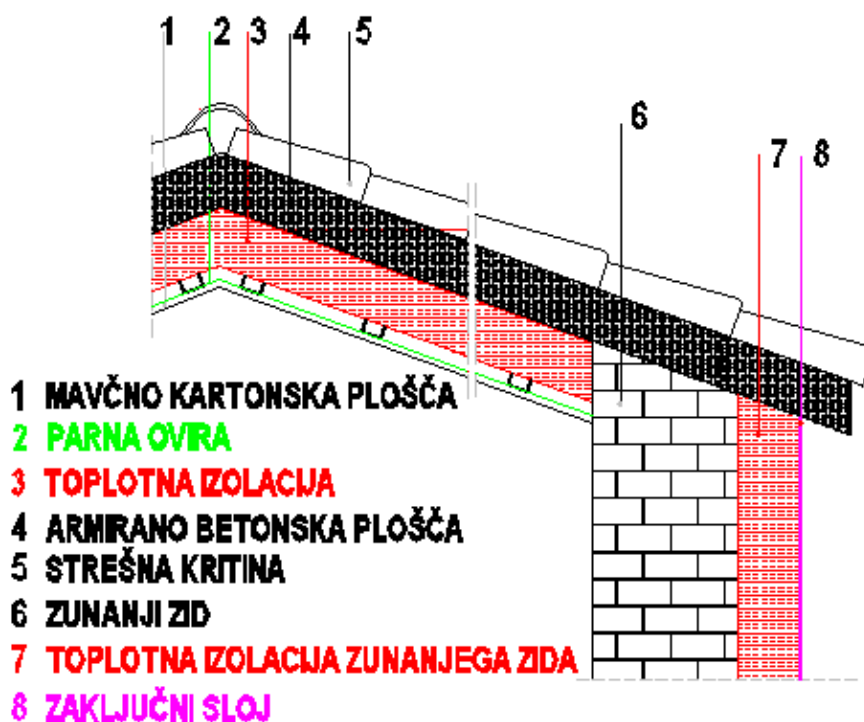
Slika 15: Stanje zunanjega ovoja pred prenovo (Lastna slika)

5.2 Stanje hiše po prenovi

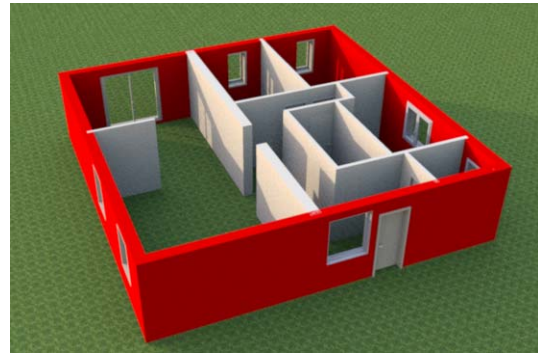
Pri prenovi hiše smo se osredotočili na toplotno izolacijo zunanjega ovoja, kar predstavlja zunanje zidove in streho hiše ter stavbno pohištvo (Slika 16). Za toplotno izolacijo zunanjih zidov in strehe, smo uporabili toplotno izolativne plošče iz mineralne volne. Pri adaptaciji ne bomo spreminjali toplotne izolacije talne plošče, saj bi ta poseg predstavljal večjo investicijo ter začasno neuporabnost hiše. Površina zunanjih zidov je 220,10 m² in je predstavljena z rdečo barvo (Slika 17).

Dotrajano leseno stavbno pohištvo smo nadomestili s PVC stavbnim pohištvom, z dvojno zasteklitvijo, polnjeno z žlahtnim plinom. Površina zamenjanega stavbnega pohištva predstavlja 19,90 m² in je predstavljena z rdečo barvo (Slika 18). Stavbno pohištvo se deli 16,60 m² na okna in balkonska vrata, ter 3,30 m² na vhodna vrata.

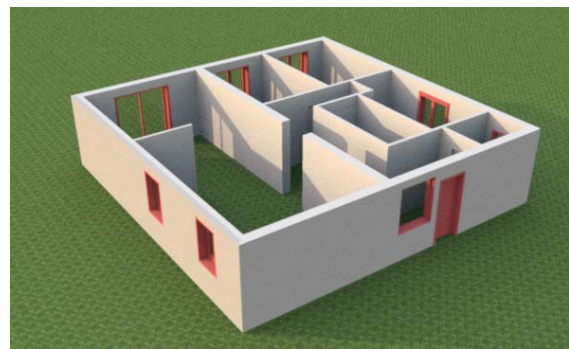
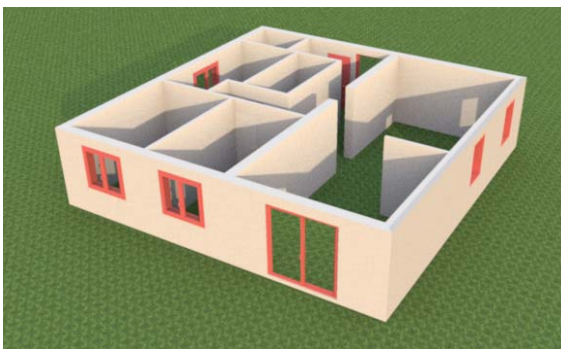
Posodobili smo tudi ogrevalni sistem, kjer smo za ogrevanje sanitarne vode postavili toplotno črpalko zrak - voda, katero smo namestili v kotlovnico in tako izkoristili toploto, katera se izgublja pri ogrevanju (Slika 19).



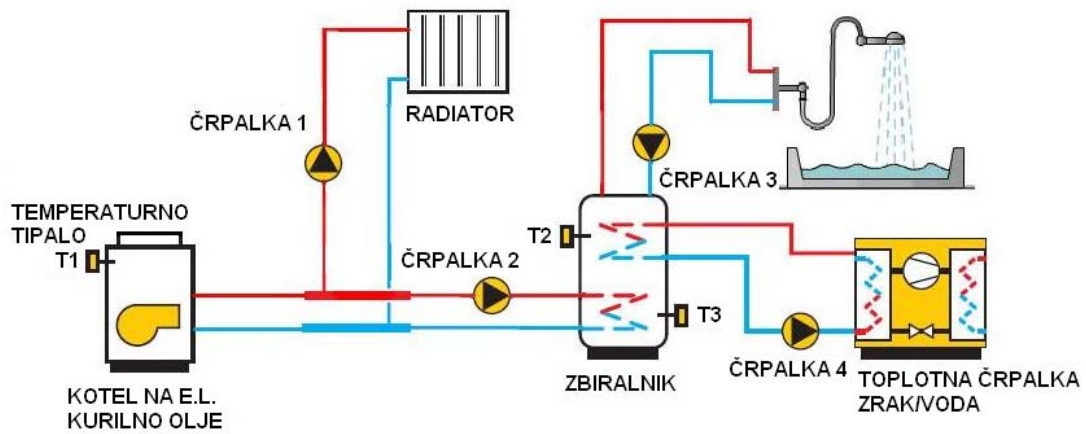
Slika 16: Stanje zunanjega ovoja po prenovi (Lastna slika)



Slika 17: Zunanje stene hiše, ki jih bomo dodatno izolirali (Lastna slika)



Slika 18: Zunanje stavbno pohištvo, ki ga je potrebno zamenjati (Lastna slika)



Slika 19: Shema ogrevanja sanitarne vode po prenovi (Lastna slika)

6 PRIMERJAVA TOPLOTNIH IZGUB KLASIČNA/VARČNA HIŠA

Pri izračunu smo se osredotočili na izgube energije skozi ovoj hiše ter stavbno pohištvo. Pri stavbnem pohištvu bomo upoštevali samo izgube, katere nastanejo zaradi toplotnih tokov, ne pa tudi ventilacijske izgube, katere nastanejo pri odpiranju oken in vrat. Teh izgub ne upošteevamo, saj je frekvenca odpiranja novih oken in vrat enaka za kot pri starem stavbnem pohištvu. Izgube katere nastanejo zaradi netesnosti, pa so zanemarljive, saj je imelo staro stavbno pohištvo že vgrajeno dodatno tesnilo. Pri adaptaciji ne bomo spreminjali toplotne izolacije talne plošče ali vgrajevali dodatnega prisilnega prezračevanja in s tem izkoriščali temperaturo odpadnega zraka. Izračun smo omejili na toplotne izgube katere nastanejo pri ogrevanju, ne pa tudi na izgube energije pri hlajenju prostorov poleti.

Za določitev toplotnih izgub smo najprej preračunali specifične toplotne tokove skozi različne sklope stavbe za neizolirani objekt, nato še za izolirani objekt. Pri izračunu specifičnih toplotnih tokov, smo si pomagali s toplotnimi koeficienti (λ , U) za različne materiale, katere dobimo iz tabel (Japelj, 1990). Za izračun toplotnih tokov smo upoštevali notranjo temperaturo prostorov $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ter zunanjo povprečno zimsko temperaturo $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ARSO, 2011) za obdobje 7 mesecev.

Uporabljene kratice in enote:

Φ - toplotni tok (W)

H - specifični transmisijski tok (W/K)

A - površina skozi katero prestopa toplota (m^2)

A_s - neto površina stanovanja (m^2)

R - toplotna prestopna upornost ($\text{m}^2\text{K/W}$)

U - toplotna prehodnost ($\text{W/m}^2\text{K}$)

λ - toplotna prevodnost (W/mK)

Q - porabljena energija (kWh)

d - debelina skozi katero se prevaja toplota (m)

t^n - temperatura notranjosti ($^{\circ}\text{C}$ ali K)

t^z - temperatura zunanosti ($^{\circ}\text{C}$ ali K)

a^n - notranja toplotna prestopnost ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

a^z - zunanja toplotna prestopnost ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

Q_w - potrebna toplota za pripravo tople vode (kWh)

q_w - specifična letna raba energije za toplo vodo na iztočnem mestu ($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$)

$d_{w,M}$ - število dni zagotavljanja tople vode v določenem mesecu (d)

Specifični transmisijski tok za posamezni sklop smo preračunali po enačbi (1):

$$H = A U \quad (1)$$

Spremenljivka U je odvisna od strukture obravnavane ploskve. Za izračun te spremenljivke potrebujemo podatke o debelini posameznega materiala, njegovi toplotni prevodnosti ter faktorjih a^n in a^z . Da bi lahko izračunali spremenljivko U , moramo najprej izračunati faktor R po enačbi (2):

$$R = 1/a^n + d/\lambda + 1/a^z \quad (2)$$

Kjer je (Japelj, 1990):

$a^n = 8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ - vrednost za notranje zidove

$a^z = 23 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ - vrednost za zunanje zidove

Sledi izračun toplotne prehodnosti U po enačbi (3):

$$U = 1/R \quad (3)$$

6.1 Toplotne izgube pri neizolirani hiši

6.1.1 Okna

Vgrajena okna so lesena z enojno zasteklitvijo $U = 4,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ s skupno površino $16,6 \text{ m}^2$ (Tabela 2).

OKNA

Tabela 2: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri neizolativnih oknih

$A \text{ (m}^2\text{)}$	$U \text{ (W/m}^2\text{K)}$	$H_o \text{ (W/K)}$
16,60	4,80	79,68

6.1.2 Vhodna vrata

Vgrajena so lesena vhodna vrata $U = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ z površino $3,3 \text{ m}^2$. Ker imamo za okna že podan faktor U nam v tem primeru ni potrebno izračunavati faktorja R (Tabela 3).

VRATA

Tabela 3: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri neizolativnih vratih

$A \text{ (m}^2\text{)}$	$U \text{ (W/m}^2\text{K)}$	$H_v \text{ (W/K)}$
3,30	3,50	11,55

6.1.3 Zunanje stene

Zunanje stene imajo površino $220,10 \text{ m}^2$ in so sestavljene iz naslednjih materialov :

- apneni omet $d = 0,02 \text{ m}$ $\lambda = 0,81 \text{ W/mK}$
- modularna opeka $d = 0,29 \text{ m}$ $\lambda = 0,52 \text{ W/mK}$

- fasadni omet $d = 0,02 \text{ m}$ $\lambda = 0,70 \text{ W/mK}$

ZUNANJE STENE

Tabela 4: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri neizolativnih zunanjih stenah

A (m²)	R (m²K/W)	U (W/m²K)	H_z (W/K)
220,10	0,78	1,28	281,83

V tabeli 4 je prikazana toplotna karakteristika zunanjih sten pred prenovo.

6.1.4 Streha

Ogrevano podstrešje ima strop površine 120 m^2 sestavljen iz naslednjih materialov:

Zunanje stene so sestavljene iz naslednjih materialov :

- smrekov les $d = 0,015 \text{ m}$ $\lambda = 0,14 \text{ W/mK}$
- apneni omet $d = 0,02 \text{ m}$ $\lambda = 0,81 \text{ W/mK}$
- mrežasta opeka $d = 0,14 \text{ m}$ $\lambda = 0,52 \text{ W/mK}$
- betonska plošča $d = 0,05 \text{ m}$ $\lambda = 2,33 \text{ W/mK}$
- betonski strešniki $d = 0,02 \text{ m}$ $\lambda = 0,47 \text{ W/mK}$

STREHA

Tabela 5: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri neizolirani strehi

A (m²)	R (m²K/W)	U (W/m²K)	H_s (W/K)
120,00	0,64	1,55	186,43

V tabeli 5 je prikazana toplotna karakteristika strehe pred prenovo.

6.1.5 Skupni toplotni tok za neizolirano hišo

Po izračunu toplotnih transmisijskih izgub po posameznih sklopih smo dobljene izgube po sklopih sešteli in izračunali toplotni tok kateri steče skozi ovoj hiše.

Rezultate bomo uporabili za kasnejši izračun prihrankov pri energiji z namestitvijo dodatne izolacije. Toplotni tok smo izračunali po formuli (4):

$$\Phi_s = (H_o + H_v + H_z + H_s) (t^n - t^z) \quad (4)$$

$$\Phi_s = (79,68 \text{ W/K} + 11,55 \text{ W/K} + 281,83 \text{ W/K} + 186,43 \text{ W/K}) (20,00 \text{ }^\circ\text{C} - 5,00 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$\Phi_s = 8.392,47 \text{ W}$$

Skupen toplotni tok kateri steče skozi celoten zunanji ovoj hiše je 8,39 kW.

Skupne potrebe po ogrevalni energiji smo izračunali na podlagi skupnega toplotnega toka kateri steče skozi ovoj hiše v kurilni sezoni kar predstavlja 220 dni (ARSO, 2011) s predpostavko, da sistem obratuje v povprečju 14 ur dnevno. V nočnem času je ogrevanje izklopljeno. Porabo energije smo izračunali po formuli (5):

$$Q_s = \Phi_s t_s \quad (5)$$

Preden lahko izračunamo skupno porabo energije moramo izračunati čas obratovanja katerega smo izračunali po formuli (6):

$$t_s = 220 \text{ dni } 14 \text{ h} = 3080 \text{ h} \quad (6)$$

Po izračunu časa delovanja ogrevalnega sistema smo izračunali skupno porabo energije za ogrevanje:

$$Q_s = 8,39 \text{ kW } 3080 \text{ h} = 25.848,80 \text{ kWh}$$

6.2 Toplotne izgube pri izolirani hiši

6.2.1 Okna

Za našo energijsko varčno hišo smo izbrali pet komorna PVC okna s trojnim tesnjenjem in termoizolacijskimi stekli polnjenimi z žlahtnim plinom $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ s skupno površino $16,6 \text{ m}^2$ (Tabela 6).

OKNA

Tabela 6: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri izolativnih oknih

A (m ²)	U (W/m ² K)	H _{ot} (W/K)
16,60	1,30	21,58

6.2.2 Vhodna vrata

Vgradili smo 4 komorna PVC vrata $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ s površino $3,3 \text{ m}^2$. Ker imamo za okna že podan faktor U nam v tem primeru ni potrebno izračunavati faktorja R (Tabela 7).

VRATA

Tabela 7: Izračun toplotnih transmisijskih izgub pri izolativnih vratih

A (m ²)	U (W/m ² K)	H _{vi} (W/K)
3,30	1,80	5,94

6.2.3 Zunanje stene

Ovoj hiše smo obdali z toplotno izolacijo iz mineralne volne debeline $0,15 \text{ m}$. Stene so sestavljene iz naslednjih materialov :

- apneni omet $d = 0,02 \text{ m}$ $\lambda = 0,81 \text{ W/mK}$

- modularna opeka $d = 0,29 \text{ m}$ $\lambda = 0,52 \text{ W/mK}$
- fasadni omet $d = 0,02 \text{ m}$ $\lambda = 0,70 \text{ W/mK}$
- lepilna malta $d = 0,003 \text{ m}$ $\lambda = 0,80 \text{ W/mK}$
- toplotna izolacija $d = 0,15 \text{ m}$ $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$
- lepilna malta $d = 0,003 \text{ m}$ $\lambda = 0,80 \text{ W/mK}$
- barvni zaključni sloj $d = 0,003 \text{ m}$ $\lambda = 0,80 \text{ W/mK}$

ZUNANJE STENE

Tabela 8: Izračun toplotnih transmisijskih pri izoliranih zunanjih stenah

A (m ²)	R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	H _{zi} (W/K)
220,10	5,08	0,20	43,34

V tabeli 8 je prikazana toplotna karakteristika zunanjih sten po prenovi.

6.2.4 Streha

Za izvedbo toplotne izolacije ogrevanega podstrešja, smo vgradili spuščeni strop iz mavčno kartonskih plošč, z dodatno izolacijo iz mineralne volne debeline 0,18 m. Čeprav nam strokovnjaki predlagajo vgradnjo vsaj 0,25 m toplotne izolacije smo zaradi tehničnih omejitev (višina stropa) bili primorani vgraditi le 0,18 m izolacije. S tehničnega vidika je prav tako priporočena vgradnja toplotne izolacije na zunanjo stran strehe, vendar je ta postopek cenovno precej dražji. Po adaptaciji je strop postrešja sestavljen iz naslednjih materialov:

- mavčno kartonska plošča $d = 0,0125 \text{ m}$ $\lambda = 0,21 \text{ W/mK}$
- parna zapora $d = 0,00053 \text{ m}$ $\lambda = 0,190 \text{ W/mK}$
- toplotna izolacija $d = 0,18 \text{ m}$ $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$

- apneni omet $d = 0,02 \text{ m}$ $\lambda = 0,81 \text{ W/mK}$
- mrežasta opeka $d = 0,14 \text{ m}$ $\lambda = 0,52 \text{ W/mK}$
- betonska plošča $d = 0,05 \text{ m}$ $\lambda = 2,33 \text{ W/mK}$
- betonski strešniki $d = 0,02 \text{ m}$ $\lambda = 0,47 \text{ W/mK}$

STREHA

Tabela 9: Izračun toplotnih transmisijskih pri izolirani strehi

A (m ²)	R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	H _{si} (W/K)
120,00	5,74	0,17	20,90

V tabeli 9 je prikazana toplotna karakteristika strehe po prenovi.

6.2.5 Skupen toplotni tok za izolirano hišo

Skupen toplotni tok pri izolirani hiši smo izračunali po že prej omenjenem postopku.

$$\Phi_s = (H_{oi} + H_{vi} + H_{zi} + H_{si}) (t^n - t^z)$$

$$\Phi_s = (21,58 \text{ W/K} + 5,94 \text{ W/K} + 43,34 \text{ W/K} + 20,90 \text{ W/K}) (20,00 \text{ }^\circ\text{C} - 5,00 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$\Phi_s = 1.376,46 \text{ W}$$

Skupen toplotni tok kateri steče skozi celoten zunanji ovoj izolirane hiše je 1,38 kW.

Skupna poraba energije za izolirano hišo:

$$Q_s = \Phi_s t_s$$

$$Q_s = 1,38 \text{ kW } 3080 \text{ h}$$

$$Q_s = 4.259,64 \text{ kWh}$$

6.3 Izračun potreb po energiji za ogrevanje sanitarne vode

Naredili smo izračun potrebne energije za ogrevanje sanitarne vode. Za osnovo smo vzeli že prej omenjeno enostanovanjsko hišo. Potrebno energijo za ogrevanje sanitarne vode smo izračunali po enačbi (7) (Tehnična smernica, 2011)

$$Q_w = (q_w/365) d_w M A_s \quad (7)$$

$$Q_w = (12/365) 365 100$$

$$Q_w = 1.200,00 \text{ kWh}$$

kjer je q_w :

za enostanovanjsko hišo: $q_w = 12 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (Tehnična smernica, 2011)

za večstanovanjsko hišo: $q_w = 16 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (Tehnična smernica, 2011)

Za ogrevanje sanitarne vode porabimo letno 1.200,00 kWh.

7 INVESTICIJA V ENERGIJSKO VARČNO HIŠO

Ovrednotili smo investicijske ukrepe, potrebne za adaptacijo obstoječe hiše v energijsko varčno hišo. Investicijske ukrepe smo predstavili po sklopih in primerjali s prihranki energije ter s tem izračunali prihranek energenta za ogrevanje. Z dobljenim podatkom glede prihranka energenta smo izračunali dobo vračanja investicije.

7.1 Investicija v zamenjavo stavbnega pohištva

Prihranek energije na letni ravni za posamičen ukrep smo izračunali na podlagi razlike med toplotnimi izgubami med neizolativnimi okni ter izolativnimi okni (Tabela 10). Dobro vračanja investicije v zamenjavo stavbnega pohištva smo izračunali na podlagi dobljenega prihranka energije ter investicije v obnovo, za kar smo pridobili ponudbo s strani proizvajalca stavbnega pohištva (Priloga 1). Po izračunu smo ugotovili, da se investicija v zamenjavo stavbnega pohištva vrne v 17,58 leta.

Tabela 10: Izračun prihrankov in dobe vračanja za stavbno pohištvo (varianta A)

UKREP	Zamenjava stavbnega pohištva
ZNESEK INVESTICIJE (EUR)	4.988,83
PRIVARČEVANA ENERGIJA (kWh) letno	2.943,40
PRIHRANEK ELKO (L)	300,35
VREDNOST PRIHRANKA (EUR)	283,83
DOBA VRAČANJA INVESTICIJE (LETA)	17,58

7.2 Investicija v celoten ovoj stavbe

V naslednjem sklopu smo obravnavali investicijo v celotno sanacijo ovoja stavbe, kjer je nameščena dodatna izolacija zunanjih zidov, izolacija strehe ter novo izolativno stavbno pohoštvo. Po izračunu smo ugotovili, da je začetna investicija v celotni ovoj stavbe precej večji finančni zalogaj kot sama investicija v stavbno pohoštvo. Za ovrednotenje tega posega smo pridobili ponudbo s strani ponudnika tovrstnih storitev (Priloga 2). Po izračunih smo videli, da se investicija v obnovo celotnega ovoja hiše povrne v 8,12 leta. V kolikor prijavimo investicijo v Ekosklad, kateri nam povrne 25 % investicije se nam investicija povrne v 7,12 leta kot prikazano v tabeli 11 (Ekosklad, 2011).

Tabela 11: Izračun prihrankov in dobe vračanja za investicijo v ovoj hiše (varianata B)

UKREP	Zamenjava stavbnega pohoštva, izolacija zunanjih sten, izolacija strehe
ZNESEK INVESTICIJE (EUR)	16.927,57
SUBVENCIJA EKO SKLADA ZA IZVEDBO TOPLOTNE IZOLACIJE FASADE (EUR)	2.089,57
INVESTICIJA Z ODBITO SUBVENCIJO (EUR)	14.837,99
PRIVARČEVANA ENERGIJA (kWh) letno	21.609,29
PRIHRANEK ELKO (L)	2.205,03
VREDNOST PRIHRANKA (EUR)	2.083,75
DOBA VRAČANJA INVESTICIJE BREZ SUBVENCIJE (LETA)	8,12
DOBA VRAČANJA INVESTICIJE Z PRIDOBLENJO SUBVENCIJO (LETA)	7,12

7.3 Investicija v toplotno črpalko za ogrevanje sanitarne vode

Po izračunu prihrankov pri sanaciji zunanjega ovoja hiše, smo naredili primerjavo koliko energije bi prihranili, v kolikor bi za ogrevanje sanitarne vode namesto sedanjega ogrevalnega medija namestili za potrebe ogrevanja sanitarne vode toplotno črpalko zrak – voda. Za ovrednotenje investicije za nabavo in namestitev toplotne črpalke smo dobili ponudbo s strani pooblaščenega dobavitelja toplotne tehnike (Priloga 3). Shema pred in po posodobitvi sistema ogrevanja sanitarne vode je predstavljen v (Priloga 4). Izračuni pokažejo, da se investicija povrne v 17,67 leta kar je prikazano v tabeli 12.

Tabela 12: Izračun prihrankov in dobe vračanja za investicijo v toplotno črpalko

UKREP	Namestitev toplotne črpalke za ogrevanje sanitarne vode
ZNESEK INVESTICIJE	1.613,40
PRIVARČEVANA ENERGIJA (kWh) letno	1200,00
PRIHRANEK ELKO (L)	122,45
VREDNOST PRIHRANKA (EUR)	91,30
DOBA VRAČANJA INVESTICIJE (LETA)	17,67

7.4 Skupna investicija v toplotni ovoj stavbe in toplotno črpalko

Po izračunu prihrankov energije po posamičnih sklopih, smo preračunali še kakšen bi bil prihranek in doba vračanja za izvedbo vseh prej predstavljenih investicij. Izračunali smo dobo vračanja glede na prihranek energije pri že prej omenjenih posegih, ter prijavi investicije v obnovo zunanjega ovoja hiše na razpis, katerega objavlja Ekosklad. V tem primeru Ekosklad povrne 25 % investicije v obnovo zunanjega ovoja stavbe. Glede na vse prihranke in dodelitev nepovratnih sredstev s strani Ekosklada, se investicija povrne v 7,48 leta, kar je prikazano v tabeli 13.

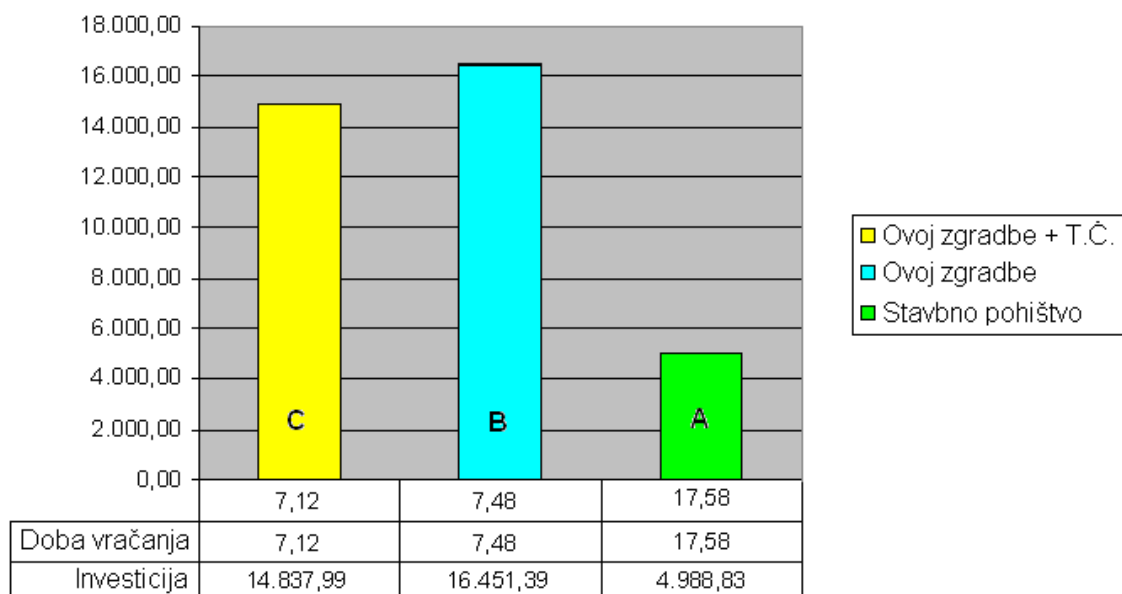
Tabela 13: Izračun prihrankov in dobe vračanja za investicijo v celotno prenovo ovoja hiše ter namestitvev toplotne črpalke (varianta C)

UKREP	Skupna sanacija zunanjega ovoja in montaža toplotne črpalke
ZNESEK INVESTICIJE (EUR)	18.540,97
SUBVENCIJA EKO SKLADA ZA IZVEDBO TOPLOTNE IZOLACIJE FASADE (EUR)	2.089,57
INVESTICIJA Z ODBITO SUBVENCIJO (EUR)	16.451,39
PRIVARČEVANA ENERGIJA (kWh) letno	22.809,29
PRIHRANEK ELKO (L)	2.327,48
VREDNOST PRIHRANKA (EUR)	2.199,47
DOBA VRAČANJA INVESTICIJE (LETA)	7,48

7.5 Primerjava stroškov investicije glede na dobo vračanja

Glede na dobljene rezultate spoznamo, da se investicije v celotno prenovo povrnejo v krajšem času, kot investicije v posamičen ukrep. K temu pripomore večji prihranek energije ob celotni sanaciji objekta. Slika 17 prikazuje graf kjer so predstavljeni prihranki glede na investicijo kjer x os ponazarja dobo vračanja y os pa investicijo v posamičen ukrep. V diplomskem delu smo obravnavali samo prihranke pri ogrevanju hiše, ne pa tudi prihranke pri hlajenju hiše v poletnih mesecih. Saj nam boljša izolativnost hiše pomaga tudi v poletnih mesecih, saj se z boljšo izolacijo hiša počasneje segreva, zato z namestitvijo dodatne izolacije prihranimo tudi pri energiji

potrebni za ohlajanje. V kolikor bi upoštevali tudi te prihranke, bi videli, da se nam investicija v obnovo toplotne izolacije povrne v še krajšem času.



Slika 20: Prikaz investicije v obnovo in dobe vračanja

8 ZAKLJUČKI

V diplomskem delu smo analizirali možne ukrepe, ki se najpogosteje uporabljajo pri energetske sanaciji stanovanjske hiše. Preučili smo toplotne izgube, ki nastajajo pri ogrevanju pri obstoječi hiši, ter izgube po opravljeni energetske sanaciji. Ugotovili smo, da je vzrok za največje toplotne izgube nezadostno izoliran zunanji ovoj hiše, saj le ta predstavlja tudi največjo površino, kjer toplota prehaja s hiše na okolico. Po analizi prihrankov in dob vračanja za posamične ukrepe smo ugotovili, da se ukrepi, ki zajemajo celovito sanacijo hiše, povrnejo v krajšem času, kot ukrepi, ki zajemajo le po en sklop prenove. Čeprav je doba vračanja za celotno sanacijo precej krajša, kot doba vračanja za posamičen ukrep, težavo še vedno predstavlja vrednost naložbe. Investicijo v celotno sanacijo hiše je smiselno razdeliti na dve leti. V prvem sklopu bi zamenjali stavbno pohištvo in namestili toplotno črpalko, v drugem sklopu pa bi opravili prenovo ovoja hiše, torej namestili dodatno izolacijo na streho ter izvedbo fasade. V diplomskem delu smo se omejili samo na izračun prihrankov pri ogrevanju, ne pa tudi na prihranek pri ohlajanju hiše, saj bi bila s tem tudi doba vračanja še krajša. Omejili smo se samo na ovoj hiše in posodobitev ogrevalnega sistema za ogrevanje sanitarne vode. Lahko pa bi uporabili tudi ostale ukrepe, kot je posodobitev celotnega sistema ogrevanja s prehodom na nizkotemperaturni sistem ogrevanja, ali namestitev sistema za koriščenje toplote odpadnega zraka. S prihrankom energije, zaradi že prej omenjenih ukrepov, veliko pripomoremo tudi k varovanju okolja, saj z manjšo porabo fosilnih goriv prispevamo k manjšim izpustom CO₂ v okolje.

9 LITERATURA

Arhem, <http://www.arhem.si/?p=4001>, pridobljeno s svetovnega spleta dne 20.09.2011

ARSO, http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso, pridobljeno s svetovnega spleta dne 15.10.2011

AURE, <http://www.aure.si>, pridobljeno s svetovnega spleta dne 15.10.2011

Bizjak, F., Petrin, T. (1996). Uspešno vodenje podjetja. 1. Natis. Ljubljana: Gospodarski vestnik

Director, M. (2008). Novi ogrevalni sistemi, Ljubljana: Tehniška založba Slovenije

Ekosklad, <http://www.ekosklad.si/html/razpisi/main.html>, pridobljeno s svetovnega spleta 20.10.2011

Evip, http://www.evip.si/index.php?option=com_content&task=category§ionid=20&id=71&Itemid=159, pridobljeno s svetovnega spleta 20.09.2011

Fragmat, <http://www.fragmat.si/slo/02.htm>, pridobljeno s svetovnega spleta dne 15.10.2011

Godfrey, B. (2003). Managing Energy Demand. Glasgow: Open University

GI-ZRMK, http://www.gi-zrmk.eu/?page_id=100, pridobljeno s svetovnega spleta dne 12.10.2011

Japelj, T. (1990). Strojne instalacije. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije

Jermanj, B. (1993). Sonce v vašem domu. Ljubljana: Potencial

Nepremičnine, http://nepremicnine.si21.com/Toplotna_in_zvocna_zascita/, pridobljeno s svetovnega spleta dne 15.09.2011

Sončna energija, <http://kid.kibla.org/~gverila/vegansvet/clanki.htm>, pridobljeno s svetovnega spleta dne 20.09.2011

Sončne poljane, <http://www.soncnepoljane.si/>, pridobljeno s svetovnega spleta dne 30.09.2011

Šarler, B. (2008). Zapiski s predavanj predmeta Energetika in energetske naprave 2008. Nova Gorica: Poslovno-tehniška fakulteta, Univerza v Novi Gorici.

Tehnična smernica TSG-1-004:2010, <http://www.mop.gov.si>, pridobljeno s svetovnega spleta dne 10.11.2011

Termotehnika, http://www.termotehnika.com/podtalna_voda.php, pridobljeno s svetovnega spleta dne 15.10.2011

Malovrh, M., Oberžan, D., Pogačnik, J., Šijanec, M., Repič, K. (2008). Toplotne črpalke. Ljubljana: Agencija RS za učinkovito rabo energije

Ursa, http://www.ursa.si/izdelki_steklena-volna.htm, pridobljeno s svetovnega spleta dne 13.10.2011

PRILOGA 1: PREDRAČUN ZA ZAMENJAVO STAVBNEGA POHIŠTVA

gospod
Vanja ŠIROK

Ponudba

List : 1

Št. Ponudbe : Št. stranke: Telefon-Št.: Datum:
01100125 ŠIROK 040 / 577 262 10.09.2011

SPOŠTOVANI !

Hvala vam za povpraševanje in možnost, da vam ponudimo naslednje izdelke in storitve podjetja SATLER:

- kvalitetna PVC, ALU okna in vrata sodobne oblike s senčili in okenskimi policami, garažna dvizna vrata,
- prodajno svetovanje in natančne izmere na vašem objektu,
- strokovno montažo v novogradnjo ali suhomontažno zamenjavo z zaključnimi deli.

Naša okna in vrata se odlikujejo z:

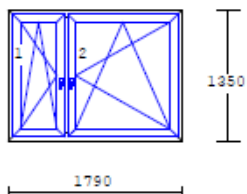
- odlično toplotno in zvočno izolativnostjo (5 ali 6 komorni "soft line" profili renomiranega podjetja ALUPLAST iz Nemčije, trojno sivo tesnenje),
- standardno vgrajenimi izolacijskimi stekli 4-16-4, polnjenimi s plinom in K-vrednostjo 1,1 W/m²K ter oksidnim nanosom, Rw=32 dB,
- vrhunskim varnostnim okovjem za dvostransko odpiranje WINKHAUS Autopilot-siva galvanska obdelava, serijsko vgrajen razbremenilni element tečajev, blokada kljuka in dve stopnji varovanja,
- izredno odpornostjo proti vremenskim vplivom in staranju,
- enostavnim vzdrževanjem.

Vsa naša okna in vrata so v skladu z veljavnimi gradbenimi standardi in predpisi. Garancijska doba za naše izdelke in delo je 10 let. Našo kakovost dokazujemo s pridobljenimi certifikati najvišje kategorije tako doma kot v tujini.

Za dodatne informacije smo vam na voljo na telefonski številki 041 / 213 242 - Matej Gradišar

 Poz. Količina Opis Cena/EUR Sk. cena EUR

1 3 Kos



2-delni element

Barva okvirja : BELA/ZLATI HRAST
 Polnilo :
 2 x IPLUS steklo 4-16-4 K=1,1
 Okovje: 1 x Odpiranje levo in kip
 1 x Odpiranje desno in kip
 Profil: ID5000A

301,00 903,00

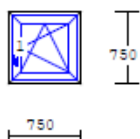
1.1 3 kos

ALU. ROLETE Z NOTRANJO OMARICO

Mere: 1790 x 1350 mm

156,00 468,00

2 2 Kos



1-delni element

Barva okvirja : BELA/ZLATI HRAST
 Polnilo :
 1 x IPLUS steklo 4-16-4 K=1,1
 Okovje: 1 x Odpiranje desno in kip
 Profil: ID5000A

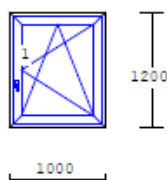
116,00 232,00

Prenos : 1.603,00

 Poz. Količina Opis Cena/EUR Sk. cena EUR

Prenos : 2.783,70

5 1 Kos

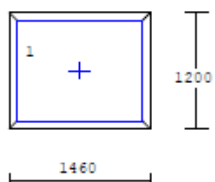


1-delni element

Barva okvirja : BELA/ZLATI HRAST
 Polnilo :
 1 x IPLUS steklo 4-16-4 K=1,1
 Okovje: 1 x Odpiranje desno in kip
 Profil: ID5000A

166,00 166,00

6 1 Kos



1-delni element

Barva okvirja : BELA/ZLATI HRAST
 Polnilo :
 1 x IPLUS steklo 4-16-4 K=1,1
 Okovje: 1 x Fiksna zasteklitev
 Profil: ID5000A

120,00 120,00

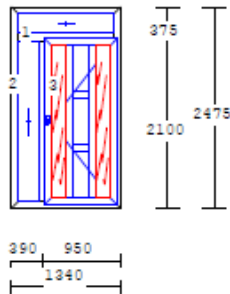
Prenos : 3.069,70

 Poz. Količina Opis Cena/EUR Sk. cena EUR

Prenos : 3.069,70

7 1,00 Kos

VHODNA VRATA



3-delni element
 Barva okvirja :
 BELA/8001 GOLDENOA
 Steklo : 5 x 4/16Ar/:4 1,1
 (ČINČILA)
 2 x PANEL 24mm 1x DEKOR
 Okovje:
 2 x Fiksno okno
 1 x Vrtljivo Basis desno belo
 Križi: steklo deljivi križi 84
 Profil: ID4000

998,20 998,20

Prenos : 4.067,90

Poz.	Količina		Opis	Cena/EUR	Sk. cena EU

				Prenos :	4.067,90
8	71	m	Demontaža obstoječih elementov (BREZ ODVOZA)	4,50	321,30
9	71	m	Montaža v pripravljeno odprtino, pritrnitev z vijaki in tesnitev s purpenom.	5,90	421,26
10	6	kos	Montaža rolet	28,00	168,00
11	1	kos	Dostava elementov	35,63	35,63

					4.997,83
					-399,83
zimski popust			-8.00 %		
Vsota netto					4.598,00
8.5 % DDV			8.50 %		390,83
Vsota brutto					4.988,83

Plačilni pogoji: 50% brezobrestni avans, 50% 15 dni po montaži.
V primeru 100% avansa vam priznamo dodatni 3% popust.

Opcijski rok ponudbe: 14 dni.

PONUDBA : 01100125 Datum:10.09.2011, List 7

Rok dobave: 7 - 9 tednov od plačila avansa

Garancija: - 10 let za PVC profile, steklo, funkcionalnost okovja
- 10 let za polnula Hurst ter Obst
- 5 let za polnula Artdor
- 15 let za notranje police Wertzalit
- 25 let za police iz umetnega kamna Azur
- 5 let za okovje vhodnih vrat, drsnih vrat in senčila
- 1 leto za elektromaterial, kljuke, navijalce za rolete,
drobni potrošni material

Blago je do končnega plačila last prodajalca.

Lep pozdrav

Ponudbo sestavil

Matej GRADIŠAR
041 / 213 242

PRILOGA 2: PREDRAČUN ZA IZVEDBO IZOLACIJE ZUNANJIH STEN IN STREHE

OBLAGANJE TAL IN STEN
ANDREJ VIDRIH S.P.
SLEJKOTI 8
5270 AJDOVŠČINA

PONUDBA – Stanovanjska hiša
VANJA ŠIROK
VOJKOVA 16
5270 AJDOVŠČINA

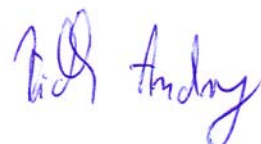
- **FASADA Z 15 cm IZOLACIJE**
220,10 m² x 35 eur = 7.703,50 eur
- **GIPS STROP V MANSARDI Z 18 cm IZOLACIJE**
120 m² X 27,50 eur = 3.300,00 eur

SKUPAJ :

7.703,50 eur
3.300,00 eur
11.003,50 eur

SKUPAJ Z DDV 8,5 % = 11.938,80 eur

OBLAGANJE TAL IN STEN
Andrej Vidrih S.p.
Slejkoti 8, 5270 AJDOVŠČINA
GSIN: 044415005
ID št. za DDV: SI75418401



PRILOGA 3: PREDRAČUN ZA DOBAVO IN MONTAŽO TOPLOTNE ČRPALKE

 IKA, TRGOVSKO PODJETJE, ŽIRI, d.o.o. Industrijska ulica 11 SI-4226 Žiri SLOVENIJA	Telefonska št.: +386 (0)4 518 44 44 Fax: +386 (0)4 518 44 00 Internet: http://www.ika.si E-mail: info@ika.si Matična št.: 5332150 ID št. za DDV: SI84885211 Davčna številka: 84885211	Stran 1																					
	Banka: NOVA KBM D.D. SI56 0475 0000 1161 432 KBMASXXGOR SKB BANKA D.D. SI56 03128 1000 504 549 SKBAS2X																						
Dokler blago ni v celoti plačano je last podjetja IKA, TRGOVSKO PODJETJE, ŽIRI, D.O.O.																							
Poslovalnica Nova Gorica Industrijska cesta 5, 5000 Nova Gorica tel/fax: 05 33 84 790 / 791 nova.gorica@ika.si																							
Naročnik: 0 VANJA ŠIROK AJDOVŠČINA	Veljavnost ponudbe: 22.11.2011 Datum opravljene dobave blaga/storitve: Datum zapadlosti: 15.11.2011 Plačilni pogoji: Takojšnje plačilo v gotovini Datum naročila: 15.11.2011. Po nalogu: PON11-I29889 Dobava: GO Osební dvig v poslovalnici Nova Gorica, Ozemlje: Dokument izdelal: PULTNG2 Naročilo: Šifra prodajalca: JC ID št. kupca: SI Fax: Telefon: E-mail: GSM:																						
Vaše naročilo lahko pošljete tudi na e-mail info@ika.si . V primeru zamude plačila si pridružujemo pravico do obračuna zakonitih zamudnih obrestí.																							
Nova Gorica, 15.11.2011		PONUDBA PON11-I29889																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Poz.</th> <th>Številka</th> <th>Opis</th> <th>DDV %</th> <th>Merska Količina enota</th> <th>Cena enote brez DDV EUR</th> <th>Znesek</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>A032192</td> <td>TOPLOTNA ČRPALKA TEHNOHLAD TČ-Z2 BT - 300L FI 650</td> <td>20</td> <td>1 kos</td> <td>1.287,00</td> <td>1.287,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>MONTAŽA IN PRIKLOP</td> <td>20</td> <td>1 kos</td> <td>200,00</td> <td>200,00</td> </tr> </tbody> </table>	Poz.	Številka	Opis	DDV %	Merska Količina enota	Cena enote brez DDV EUR	Znesek	1	A032192	TOPLOTNA ČRPALKA TEHNOHLAD TČ-Z2 BT - 300L FI 650	20	1 kos	1.287,00	1.287,00	2	1	MONTAŽA IN PRIKLOP	20	1 kos	200,00	200,00		
Poz.	Številka	Opis	DDV %	Merska Količina enota	Cena enote brez DDV EUR	Znesek																	
1	A032192	TOPLOTNA ČRPALKA TEHNOHLAD TČ-Z2 BT - 300L FI 650	20	1 kos	1.287,00	1.287,00																	
2	1	MONTAŽA IN PRIKLOP	20	1 kos	200,00	200,00																	
						Skupaj EUR brez DDV 1.487,00 8,5 % DDV 126,40 Skupaj EUR z DDV 1.613,40																	