

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,

MARIBOR

DIPLOMSKO DELO

PRENOVA MANSARDNEGA STANOVANJA Z REKONSTRUKCIJO OSTREŠJA

Kandidat: TOPLAK DEJAN

Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190060055

Program: GRADBENIŠTVO

Mentor: Benedikt Boršič, univ.dipl.inž.grad.

Maribor, oktober 2012

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Dejan Toplak izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom:

PRENOVA MANSARDNEGA STANOVANJA Z REKONSTRUKCIJO OSTREŠJA

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah; UL št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom VSŠ Academia skladno z njenimi pravili;
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem VSŠ Academia objavo diplomske naloge na spletnem portalu šole.

Maribor, oktober 2012

Podpis:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, predavatelju Boršiču Benediktu, ki me je s svojim znanjem vodil skozi proces izdelave diplomskega dela in mi pomagal pri izbiri vsebine. Celotnemu kolektivu Višje strokovne šole Academia se zahvaljujem za podano znanje in nove možnosti.

Zahvala gre tudi gospe Lidiji Todorović za prijazno lektoriranje.

Posebej bi se zahvalil svojim bližnjim, ki so me skozi celoten študij podpirali ter me napotili na prava pota kadar sem skrenil. Mama in ata, hvala, da sta mi stala ob strani skozi celoten proces mojega izobraževanja.

Diplomsko delo posvečam svoji dragi Mojci, brez katere si ne predstavljam skupnega doma. Hvala za vso pomoč pri izdelavi naloge in da verjameš vame.

Najlepša hvala vsem.

POVZETEK

Potreba po stanovanjih se stalno povečuje. Vse dražje nepremičnine, visoki stroški ogrevanja, stanje v gospodarstvu in nestabilnost zaposlitvenega trga so prisili ljudi v rabo rezerv. Skrita rezerva bivalnih površin se je tako našla na podstrešjih.

Namen diplomske naloge je bil predstaviti rekonstrukcijo podstrešja s pomočjo strokovnjakov in sodobnih materialov v stanovanje prežeto z dnevno svetlobo. Poudarek je bil na arhitekturnih in konstrukcijskih rešitvah na hiši brez prostorskih omejitev.

V prvem – teoretičnem delu naloge sem opisal vrste strešnih konstrukcij in ravnih streh. Predstavil sem difuzijsko odprto in zaprto mansardo ter naredil primerjavo med njima. Prav tako sem opisal pomembnost zrakotesnosti objekta, izvedbo zrakotesnega ovoja in preizkus le-tega s pomočjo »Blower door« testu.

V drugem – praktičnem delu sem po gradbenih fazah na primeru prikazal rekonstrukcijo ostrešja in prenovo mansardnega prostora. Na koncu sem predstavil še finančni plan opravljenih del na objektu.

Ključne besede: mansarda, strešna konstrukcija, vrste streh, difuzijsko odprta in zaprta mansarda, zrakotesen ovoj, Blower door test, test zrakotesnosti, finančni plan

ABSTRACT

Renovation of an Attic Apartment with a Roof Reconstruction

The need for apartments is constantly growing. The rise in real estate prices, high heating costs, unstable economy, and trade market has forced people to use reserves. Therefore, the reserve of the living space has been found in the attic.

The cause of this thesis is to present a reconstruction of an attic with a help of professionals and modern materials into an apartment that is overflowed with daylight. The emphasis was in the architectural and constructional solutions in a house without spatial restrictions.

In the first – theoretical part of the thesis, I described different types of flat and pitch roof structures. In addition, a diffusion open attic and a diffusion closed attic are presented, and then a comparison is made between them. Furthermore, I described the importance of an airtight building, how an airtight wrap is implemented, and how the airtight check is made with the help of the Blower door test.

In the second – practical part of the thesis, I presented an example of a reconstruction and renovation of an attic by constructional stages. At last, the financial plan of the construction work is analyzed.

Key words: attic, roof structure, types of roofs, a diffusion open loft and a diffusion closed loft, airtight wrap, Blower door test, financial plan

KAZALO VSEBINE

ZAHVALA.....	III
POVZETEK	IV
ABSTRACT	V
KAZALO VSEBINE	VI
1 UVOD.....	10
1.1 Opredelitev obravnavane zadeve	10
1.2 Namen, cilji in trditve diplomskega dela.....	10
1.3 Predpostavke in omejitve	11
1.4 Predvidene metode raziskovanja	11
2 VRSTE STREŠNIH KONSTRUKCIJ	12
2.1 Poševne strehe	12
2.1.1 Sestavni elementi strešne konstrukcije	13
2.1.2 Vrste poševnih ostrešij	15
2.2 Ravne strehe	19
2.2.1 Materiali za izdelavo	19
2.2.2 Vrste ravnih streh	20
3 DIFUZIJA MANSARDE	21
3.1 Difuzijsko odprta mansarda.....	21
3.2 Difuzijsko zaprta mansarda	22
4 ZRAKOTESNOST.....	24
4.1 Pomembnost zrakotesnosti	24
Najvišje dovoljene vrednosti po PURES:.....	25
Najvišje dovoljene vrednosti za EKO SKLAD:	25
4.2 Izvedba zrakotesnega ovoja.....	25

4.2.1 Tesnjenje sten	26
4.2.2 Tesnjenje strehe	27
4.2.3 Tesnjenje oken in vrat.....	27
4.2.4 Tesnjenje prebojev skozi zrakotesno lupino.....	28
4.3 Preizkus zrakotesnosti	28
5 REKONSTRUKCIJA OSTREŠJA MANSARDE SKOZI PRAKTIČEN PRIMER.....	31
5.1 Tehnični opis objekta in zasnove	31
5.2 Rekonstrukcija ostrešja.....	31
6 PRENOVA MANSARDNEGA PROSTORA	34
6.1 Rušitvena dela	34
6.2 Betonska dela.....	35
6.3 Ključavničarska dela.....	35
6.4 Tesarska dela	36
6.5 Zidarska dela.....	37
6.6 Obrtniška dela.....	37
6.6.1 Mavčno-kartonska dela	38
6.6.2 Tlakarska dela.....	39
6.6.3 Keramičarska dela	40
6.6.4 Mizarska dela.....	41
6.6.5 PVC in ALU stavbno pohištvo.....	41
6.6.6 Slikopleskarska in fasaderska dela	42
6.7 Instalacijska dela.....	43
7 TERMINSKI PLAN	44
8 STROŠKOVNI PLAN	45
9 TVEGANJE PROJEKTA IN KRITIČNE TOČKE.....	46
10 ZAKLJUČEK	47

11 VIRI IN LITERATURA.....	49
11.1 LITERATURA	49
11.2 Viri.....	49
11.3 Internetni viri	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Lesena konstrukcija ostrešja	13
Slika 2: Shema sestavnih elementov ostrešja	15
Slika 3 : Konstrukcija enokapnega ostrešja.....	16
Slika 4: Konstrukcija dvokapnega ostrešja.....	16
Slika 5: Konstrukcija šotorastega ostrešja	17
Slika 6: Konstrukcija križnega ostrešja	17
Slika 7: Konstrukcija čopastega ostrešja	18
Slika 8: Konstrukcija mansardnega ostrešja.....	18
Slika 9: Ravna streha nadstreška	19
Slika 10: Prehod pare skozi steno.....	22
Slika 11: Sklenjen zrakotesen ovoj na notranji strani objekta (rdeča črta)	26
Slika 12: Blower door test membrana na vratih	30
Slika 13: Armatura točkovnega temelja s temeljnima gredama	35
Slika 14: Montaža kovinske konstrukcije.....	36
Slika 15: Lesena konstrukcija med nosilci in odrezani špirovci	37
Slika 16: Pripravljena podkonstrukcija Knauf sistema.....	38
Slika 17: Izvedeni estrihi in izravnani stiki mavčnih plošč	39
Slika 18: Položene ploščice kopalnice	40
Slika 19: Montaža lesenega stopnišča	41

Slika 20: Izvedba Demit fasade in obdelava napuščev s stirodurjem.....	42
Slika 21: Cevi za talno gretje položene na plošče iz ekspandiranega polistirena.....	43
Slika 22: Zaključena zunanost objekta	48

KAZALO TABEL

Tabela 1: Terminski plan izvedenih del za leto 2010	44
Tabela2: Terminski plan izvedenih del za leto 2011	44
Tabela 3: Stroški Izvedenih del	45

1 UVOD

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve

Potreba po stanovanjih se stalno povečuje. Vse dražje nepremičnine, stroški ogrevanja, stanje na tržišču in nestabilnost zaposlitvenega trga je ljudi prisilila k uporabi rezerv. Skrita rezerva bivalnih površin se je tako našla na podstrešjih.

Mansardna stanovanja so v arhitekturnem pogledu najbolj razgibana in zato tudi najlepša. Da se doseže enaka funkcionalnost in udobnost kot v etažnih stanovanjih, je potrebno veliko pozornosti in znanja posvetiti konstrukciji, kritini in izolaciji strehe ter v prostore privedi dovolj naravne svetlobe. Idealno rešitev prenove podstrešja v mansardno stanovanje lahko izvedemo, če nam prostorsko ureditveni pogoji omogočajo rekonstrukcijo in adaptacijo objekta brez omejitev. Vizualizacija rekonstrukcije in adaptacije podstrešja obstoječe stanovanjske hiše v bivalno mansardo prinaša v predmestno ulico novo arhitekturno obliko in kvaliteto.

Zaradi tega bom v diplomski nalogi predstavil rekonstrukcijo mansardnega prostora s predelavo ostrešja, ki smo ga v lastni režiji izvedli s pomočjo usposobljenih strokovnjakov, lastne inovativnosti ter sodobnih razpoložljivih materialov.

1.2 Namen, cilji in trditve diplomskega dela

Namen diplomske naloge je predstaviti rekonstrukcijo podstrešja s pomočjo strokovnega gradiva, strokovnjakov ter sodobnih materialov v stanovanje prežeto z dnevno svetlobo. Poudarek je na arhitekturnih in konstrukcijskih rešitvah na hiši brez prostorskih omejitev.

Cilj je predstaviti, kako lahko z nekoliko večjim posegom, na inovativen način, drastično spremenimo klasično hišo, s praznim in neizkoriščenim podstrešjem, v moderno in ekološko. Poudarek bo predvsem na arhitekturnem in konstrukcijskem delu, izrabi sodobnih metod in materialov ter zrakotesnosti mansarde. Predstavil bom različne tipe ostrešij, kot so ravne in poševne strehe, in na praktičnem primeru prikazal njuno združitev v sodobni gradnji. Obravnaval bom razliko med difuzijsko zaprto in difuzijsko odprto izvedbo mansarde. Cilj bo

predstaviti finančni in terminski plan, gradbene faze strešne rekonstrukcije in prenove mansardnega prostora.

1.3 Predpostavke in omejitve

Pri pisanju naloge se bom omejeval na izvedena dela v predelu konstrukcije strehe ter mansardnega prostora z vsemi gradbenimi fazami. Diplomsko delo ne bo zajemalo statičnih izračunov, saj je poudarek na izgledu, funkcionalnosti in detajlih potrebnih za izvedbo projekta.

Predpostavka projekta je izvedba mansardnega stanovanja v skladu z možnostmi objekta, pri tem je poudarek na praktičnosti in izgledu. Prav tako mora biti v času gradnje omogočeno bivanje v spodnji etaži objekta.

1.4 Predvidene metode raziskovanja

Pri izdelavi diplomske naloge bom uporabil različne metode dela: v teoretičnem delu bom uporabil metodo kompilacije, torej strokovno gradivo in internet, prav tako se bom zanašal na mnenja strokovnjakov, sodelavcev ter v končni fazi na svoje lastne izkušnje.

V praktičnem delu bom uporabil metodo opazovanja ali deskripcije, saj bom opisal posamezne faze. Uporabil bom tudi metodo obdelave podatkov, s pomočjo katere bom izdelal stroškovni plan izvedenih del.

2 VRSTE STREŠNIH KONSTRUKCIJ

Streha je najpomembnejši del hiše. Ščiti ostenje pred neposrednimi vremenskimi vplivi, kot so padavine, mraz in vročina ter v zadnjem obdobju tudi pred hrupom. Vrsta strešne konstrukcije, vrsta kritine in naklon strešine sta različna glede na pokrajino, v kateri je hiša zgrajena ter stil hiše. Oblika strehe pomembno vpliva na videz stavbe, nekateri raziskovalci pa so obliko strehe celo razpoznali kot najlažje in najmočnejše določljivo sestavino naselbinskih oblik (naselij), s katerimi sta pogojeni raznolikost in razpoznavna določljivost kulturnih krajin. Tako so najbolj strme strehe v alpskem predelu, najpoložnejše pa na primorskem. V alpskem svetu so strehe bolj strme zaradi padavin, saj voda tako hitreje odteče, na primorskem pa so položnejše zaradi burje in manjših padavin. Nižja kot je hiša, manjši je upor vetra nanjo. Glede na naklon strešine razvrščamo strehe v štiri skupine:

- zelo strme – strehe z naklonom med 40° in 60° ;
- strme – strehe z naklonom med 25° in 40° ;
- položne – strehe z naklonom med 5° in 25° ;
- ravne – strehe z naklonom manjšim od 5° .

Strme in položne strehe so najpogosteje izdelane iz konstrukcijskega lesa, ravne strehe pa so v večini primerov betonske. V sodobnem gradbeništvu pogosto vidimo združljivost ravnih in poševnih streh v zanimive arhitekturne dizajne (<http://gcs.gizrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT94.htm>, 20.3.2102)

2.1 Poševne strehe

Streha je peta fasada. Ta izrek še posebej velja za poševne strehe. Poševne strehe so predvsem vidni del hiše, saj se razpenjajo čez celotno tlorisno površino hiše. Pri poševni strehi lahko s stilom konstrukcije, kritino in naklonom spremenimo celoten dizajn hiše. Konstrukcija poševne strehe je najpogosteje v celoti izdelana iz lesa (Ilić, 1987, 6-7).

V sodobnem gradbeništvu se les, kot odličen material za izdelavo strešnih konstrukcij, pojavlja v mnogih oblikah. Ne glede na to, ali ga uporabljamo v osnovni obliki kot masivni les ali v obliki visoko tehnoloških proizvodov, kaže les pred ostalimi tradicionalnimi

gradbenimi materiali številne prednosti. Pri izdelavi nosilnih elementov strešnih konstrukcij tako izstopajo zlasti njegova majhna lastna teža v primerjavi z nosilnostjo, lahka obdelava in razmeroma enostavni postopki gradnje oziroma montaže. Poraba energije, ki je potrebna za izdelavo primerno nosilnega lesenega elementa, je bistveno manjša kot pri drugih gradbenih elementih (Kuzman-Lopatič, 2008, 132).

Les uporabljen pri izdelavi strešne konstrukcije je mehak, pretežno les iglavcev, kot so **smreka** (*Picea abies*), **jelka** (*Abies alba*) in **macesen** (*Larix decidua*). Slednji se redkeje uporablja zaradi njegove cene. V preteklosti se je uporabljal tudi les listavcev, predvsem **hrast** (*Quercus*), ki pa je težek, trd in zahteven za obdelavo. Lastnosti in uporabnost lesa so poznali že naši predniki in tako so se skozi zgodovino razvili različni tipi poševnih streh, ki se še danes uporabljajo (Kuzman-Čufar, 2008, 76-77).



Slika 1: Lesena konstrukcija ostrešja

Vir: Lasten

2.1.1 Sestavni elementi strešne konstrukcije

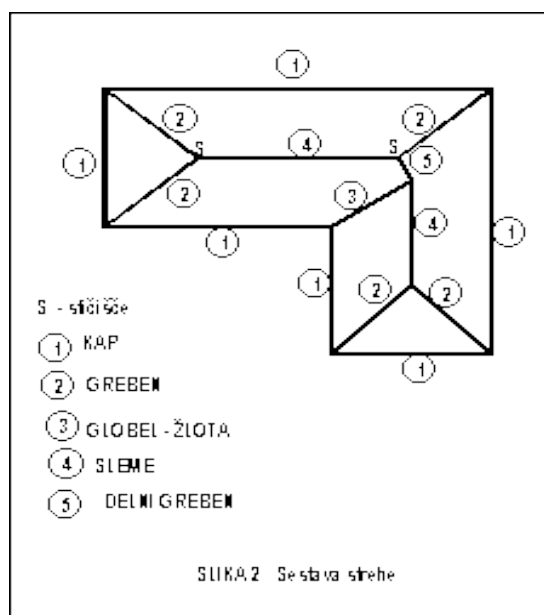
Streha je sestavljena iz različnih elementov in konstrukcijskih detajlov. Najvažnejša sta nosilna konstrukcija in kritina ter nenazadnje toplotna izolacija. Posamezni deli nosilne lesene konstrukcije so med seboj povezani s tesarskimi zvezami (pero, utor, čep itd.) in pritrjeni z žebli ali tesarskimi sponami. Pri večini lesenih konstrukcij, se obtežba prenaša na zunanje

nosilne zidove preko zidnih (kapnih) leg
(<http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT94.htm>, 20.3.2012).

Osnovni izrazi pri strehi pomenijo sledeče:

- ostrešje: *nosilna konstrukcija strehe iz leg, škarnikov in letev;*
- strešine: *bolj ali manj nagnjene ploskve, po navadi ravne lahko tudi razčlenjene;*
- sleme: *najvišji del strehe, vodoravni zaključek strešine;*
- kap: *najnižji del strehe, spodnji zaključek strešine;*
- greben: *presečišče dveh strešin na zunanjem obodu od slemena do kapi (kapa se sekata pod kotom manjšim od 180°);*
- delni greben (poševno sleme): *veže dvoje različnih slemen;*
- žlota ali globel: *presečišče dveh strešin po notranjem obodu od slemena do kapi (kapa se sekata pod kotom večjim od 180°);*
- napušč: *del strehe od zunanje stene do roba strešne ploskve;*
- čop: *poševno prirezana čelna stran strehe;*
- frčada: *dvignjen del strehe (mansardno okno), ki služi za osvetljevanje podstrešnega prostora;*
- zatrep: *zgornji del stranske fasade (trikotno ali trapezno čelo).*

(<http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT94.htm>, 20.3.2012)



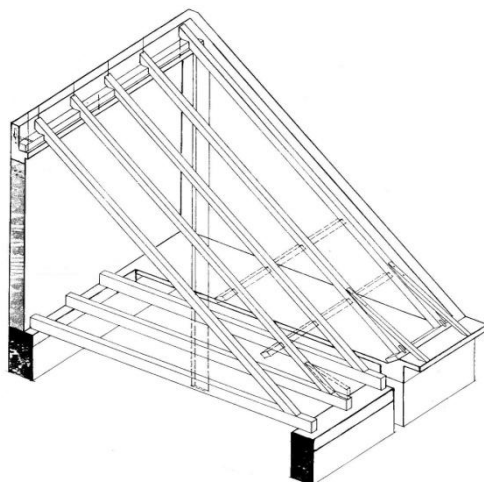
Slika 2: Shema sestavnih elementov ostrešja

Vir: Grobovšek/PT94, 20.3.2012

2.1.2 Vrste poševnih ostrešij

Vrsto ostrešja pogojuje stil hiše, razpon, obremenitev in prostor, ki ga hočemo imeti pod ostrešjem. Pri hišah s podstrešjem, ki je primerno za bivanje, je naklon strehe večji (najpogosteje 38°) kot pri hišah brez bivalnega podstrešja. Glede na število strešin razlikujemo:

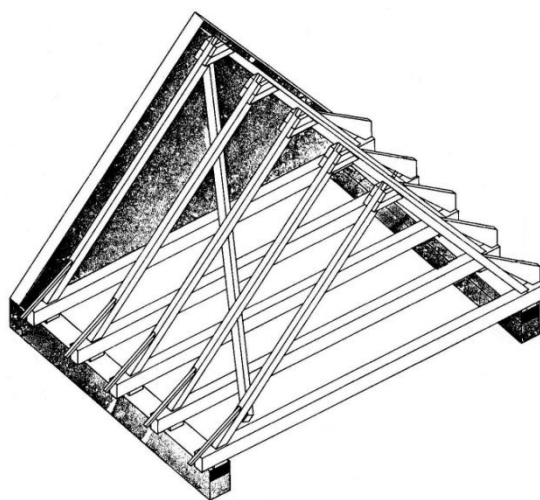
- ENOKAPNA STREHA – ena strešina, voda teče v eno smer;



Slika 3 : Konstrukcija enokapnega ostrešja

Vir: Ilić, 1987, 20

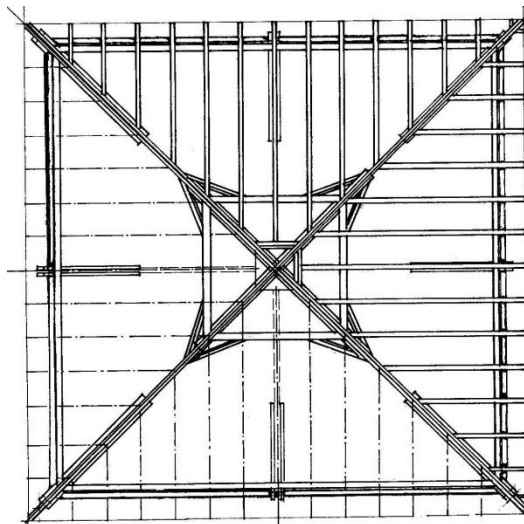
- DVOKAPNA STREHA – dve strešini, voda odteka v dveh smereh;



Slika 4: Konstrukcija dvokapnega ostrešja

Vir: Ilić, 1987, 19

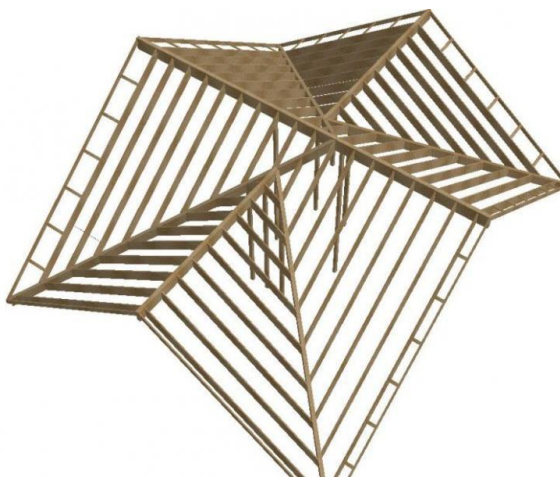
- ŠOTORASTA STREHA – streha iz štirih strešin na kvadratnim tlorisom (slemena ni, ker se vsi štirje grebeni stikajo v eni točki)



Slika 5: Konstrukcija šotorastega ostrešja

Vir: Ilić, 1987, 237

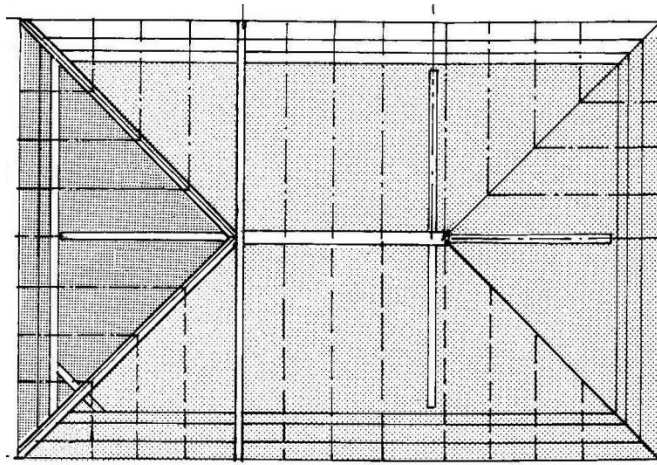
- KRIŽNA STREHA – streha nad kvadratnim tlorisom iz dveh pravokotnih slemen v isti višini (kapi ni, voda odteka po štirih žlotah in nato po štirih vertikalnih žlebovih);



Slika 6: Konstrukcija križnega ostrešja

Vir: <http://www.contractortalk.com/attachments/f14/22276d1250597207-hybrid-roof-frame-design-trusses-sticks-stickframed-roof.jpg>, 23.4.2012

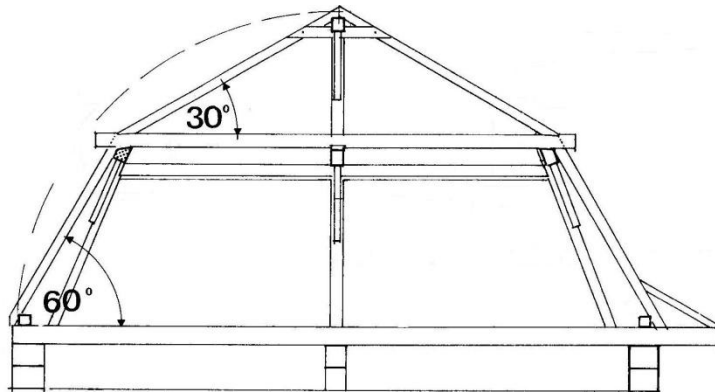
- ŠTIRIKAPNA (ČOPASTA) STREHA – streha iz štirih strešin nad pravokotnim tlorisom (sleme je vzporedno daljši zunanji steni);



Slika 7: Konstrukcija čopastega ostrešja

Vir: Ilić, 1987, 136

- MANSARDNA STREHA – streha z lomljenima strešinama, ki imata različna naklona (spodnji del od kapi proti lomu je bolj strm, zgornji del od loma proti slemenu pa položnejši).



Slika 8: Konstrukcija mansardnega ostrešja

Vir: Ilić, 1987, 304

Preostale oblike so še valjasta, piramidna, stožčasta, stolpna, žagasta, kupolasta, bazilikalna, kolenčasta in vzdolžna sedlasta streha

(<http://gcs.gizrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT94.htm>, 20.3.2012).

2.2 Ravne strehe

Za razliko od poševne strehe imajo ravne strehe zaradi majhnega naklona normalo višino podstrešja. V primerjavi s poševno streho je ravna streha horizontalna ali skoraj ravna. Stroški izdelave ravne strehe so cenejši, saj ni potrebna izvedba dragega lesenega ostrešja.

Material, ki se uporablja za prekrivanje ravnih streh, praviloma imenujemo membrana, katere glavna naloga je streho narediti vodotesno. Ravne strehe so znane po celem svetu in vsaka pokrajina ima svoj način in tradicijo izdelave ravne strehe. Toliko, kot je načinov izvedbe, je tudi različnih materialov za izdelavo. Ravna streha je lahko narejena iz lesa, betona ali kovine. Pri nas se najpogosteje uporablja beton, predvsem zaradi cene izdelave, stroškov vzdrževanja in trajnosti (http://en.wikipedia.org/wiki/Flat_roof, 21.2.2012).



Slika 9: Ravna streha nadstreška

Vir: <http://montazne-hise-on.net/images/garaza.jpg>, 26.4.2012

2.2.1 Materiali za izdelavo

Za izdelavo membrane se pri nas uporabljajo različni materiali:

- bitumenski trakovi (Izotekt): v preteklosti najpogosteje uporabljen material;
- katran: v preteklosti se je uporabljal, zdaj vedno manj zaradi zahtevnosti vgradnje;
- sintetična guma (Rubbergard): uporablja se za večje kvadrature streh;

- PVC folija (Sika, Flagon, Cefil ...): vse pogosteje uporabljena;
- pločevina: visoka cena materiala in izvedbe.

Pri nas so se najpogosteje uporabljali bitumenski trakovi, ampak sčasoma so jih nadomestile PVC folije. Za razliko od bitumenskih trakov, ki se varijo z gorilnikom, PVC folije varimo z vročim zrakom. Stike bitumenskih trakov moramo ročno zavariti, pri PVC folijah se lahko uporabi stroj za varjenje. Tako je vgradnja hitrejša, bolj čista in manj nevarna, saj se pri vgradnji ne uporablja odprti ogenj. Žal, je cena PVC folij višja od cene bitumenskih trakov. Alternativa PVC folijam je sintetična guma, katere stiki se ne varijo, ampak lepijo s posebnim lepilom.

2.2.2 Vrste ravnih streh

- Nepohodna ravna streha
- Pohodna ravna streha
- Prezračevana ravna streha
- Obrnjena ravna streha
- Kombinirana ravna streha
- Ozelenjena ravna streha

3 DIFUZIJA MANSARDE

Difuzija je spontano razširjanje snovi, toplote ali gibalne količine zaradi prostorske nehomogenosti odgovarjajočih fizikalnih količin. Difuzija je relativno hitra v plinih, počasnejša v tekočinah in zelo počasna v trdnih snoveh. Pojav lahko opazimo, če kanemo kapljico barvila v posodo z mirujočo čisto vodo, ali pri dimu, ki se dviga iz dimnika in izgublja v zraku. V obeh primerih je difuzija rezultat turbulentnega gibanja tekočine, ne pa kemijskih reakcij ali delovanja zunanjih sil (<http://sl.wikipedia.org/wiki/Difuzija>, 28.4.2012).

V stanovanjskih prostorih zaradi dihanja, potenja, kuhanja, pranja in drugih vzrokov nastaja vodna izparina. Po fizikalnih zakonih teži vodna para iz prostorov z višjim parnim tlakom v prostore z nižjim. Čeprav se na prvi pogled zdi, da vodna izparina ne more vplivati na izolacijo in počutje v prostoru, pa je ravno pravilna izvedba izolacijskih slojev glede na prepustnost pare bistvenega pomena za učinkovito izolacijo in tudi za mikroklimo in z njo za dobro počutje v prostoru. Poznamo dva načina izvedbe obodnih površin:

- **paroprepusten ali difuzijsko odprt način in**
- **paroneprepusten ali difuzijsko zaprt način.**

(<http://www.gradim.si/izolacije/paroprepustnost.html>, 7.3.2012)

3.1 Difuzijsko odprta mansarda

Za prostor, katerega obodne površine omogočajo difuzijo vodne pare navzven, pravimo da diha. Mikroklima v prostoru je prijetna, vonjave izginjajo skozi steno.

Zrak, ki prehaja iz prostora z višjo temperaturo v prostor z nižjo temperaturo, odda vlago. Če je zid grajen tako, da je padec temperature po preseku večji od padca koncentracije vodne pare, se ustvari pogoj za kondenzacijo vlage v zidu.

Da bi se izognili nevarnosti kondenzacije vlage v zidu, ali jo vsaj zmanjšali na najmanjšo možno mero, se moramo držati naslednjih pravil:

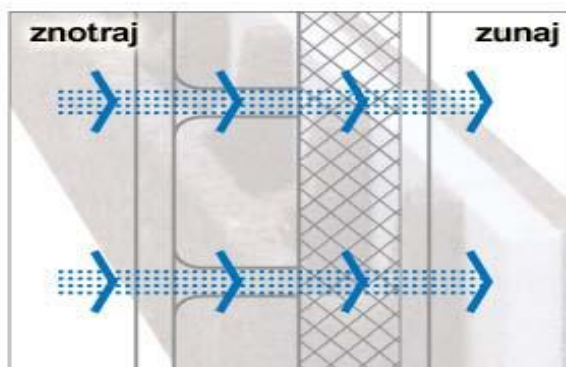
- zagotoviti moramo zadostno vrednost toplotne izolacije;

- pri večslojnem zidu moramo paziti, da je vsak sloj od znotraj navzven vedno bolj paropropusten od prejšnjega;
- pri večslojnem zidu naj bo toplotna izolacija pomaknjena čimbolj navzven.

V preseku je zunanja stena videti kot seštevka več slojev. Gledano od znotraj navzven je prva parna ovira, ki ovira vdor pare, a ga ne preprečuje. Naloga parne ovire je, da v izolacijo in zid izpusti manj vlage, kot jo lahko izpari naprej proti zunanosti. Čisto na koncu je zaključni sloj fasade, ki mora biti od vseh slojev najbolj prepusten za paro.

Podobno si sledijo sloji pri strehi nad bivalnim podstrešjem. Gledano od znotraj navzven je nad zaključno oblogo podstrešja in pod izolacijo parna ovira. Sledi izolacija in sekundarna kritina, katere prepustnost pare je bistveno večja od prepustnosti parne ovire. Na ta način vodne izparine, ki zaidejo v izolacijo, najdejo pot v prezračevani sloj in naprej navzven.

Načrtovanje za paro prepustnega sistema je natančno, prav tako mora biti natančna izvedba. Parna ovira mora tesniti po celem prostoru kot pri paroneprepustnem sistemu parna zapora. Stike je treba zalepiti s posebnim lepilnim trakom in zatesniti vse strganine v foliji (<http://www.gradim.si/izolacije/paroprepustnost.html>, 7.3.2012).



Slika 10: Prehod pare skozi steno

Vir: http://www.isospan.eu/cms/front_content.php?idcat=80&changelang=5, 12.7.2012

3.2 Difuzijsko zaprta mansarda

Paroneprepusten prostor onemogoča difuzijo pare skozi zidove in izolacijo navzven. Prostor se znoji. Žal, je bila večina gradenj do pred kratkim izvedena na tak način, deloma zato, ker na trgu še ni bilo ustreznih materialov, in deloma zato, ker znanje o paroprepustnem sistemu

in njegovih prednostih še ni bilo splošno razširjeno. K drugačnim pogledom na izdelavo obodnih površin v zadnjem času precej prispeva konkurenca z uvoženimi materiali, strokovno izobraževanje podjetnikov in članki v revijah in na internetu.

Toda tudi paroneprepusten sistem je treba pravilno izdelati. Bistveno je, da onemogočimo prodor vodne izparine v izolacijo, od koder se zelo težko odzrači, zato mora biti parna zapora vedno pred izolacijo, gledano z notranje strani. Vlaga v izolaciji namreč zmanjšuje njeno izolativnost, dolgoročno pa povzroča njeno propadanje.

Parna zapora mora povsem onemogočiti prodor pare v izolacijo. To lahko omogoči le pravilna izvedba parne zapore. Kot parno zaporo lahko uporabimo PE ali alu folijo, toda na stikih jo moramo zalepiti z lepilnim trakom iz paroneprepustnega materiala (alu trakom). Prav tako moramo zatesniti vse preboje zaradi inštalacij in druge raztrganine. Parna zapora mora v enem samem kosu neprodušno zapreti prostor (<http://www.gradim.si/izolacije/paroprepustnost.html>, 7.3.2012).

4 ZRAKOTESNOST

V naših podnebnih razmerah je večino leta v stavbi bolj toplo kot zunaj nje. Ker se zraku s spreminjanjem temperature spreminja tudi tlak, bi hiša, če bi bila lahka kot balon, poletela. Ker pa to ni mogoče, topel zrak išče netesne stike v ovoju stavbe. Težava je v tem, da se topel zrak, ko prehaja skozi gradbeni sklop (stena, streha, ipd.), ohlaja in pri tem kondenzira.

Pred leti smo imeli vgrajena slabša oz. manj tesna okna, saj poraba energije za ogrevanje ter hlajenje ni bila tako pomembna kot danes. Takrat je večina toplega zraka prehajala skozi netesna okna. Če danes zamenjamo stara okna z novimi, imamo veliko možnosti, da se pojavi v stavbi plesen. Ta nastaja deloma zaradi boljše tesnosti, deloma pa zaradi nezadostnega prezračevanja prostorov ter toplotnih mostov, ki so posledica premalo izolirane stavbe.

4.1 Pomembnost zrakotesnosti

Zrakotesnost ne pomeni, da se bomo v stavbi zadušili, temveč da bomo zaščitili toplotno izolacijo in konstrukcijske materiale pred propadanjem. Zavedati se moramo, da je zrakotesnost pomembna na celotnem ovoju stavbe. Slabo vgrajena toplotna izolacija zaradi netesne vgradnje povzroča toplotne mostove in dodatno vlaženje lesene konstrukcije, saj les vlago zelo dobro sprejema. Problem vlage v lesenih konstrukcijah je mnogo večji predvsem zato, ker le-ta največkrat ni vidna, saj se skriva v predelu izolacije in lesene konstrukcije. Lesena konstrukcija in toplotna izolacija pri preveliki vlažnosti začneta plesneti in s tem propadati. Večina zidanih hiš ima lesena ostrešja, kjer so detajli pri izvedbi enaki kot pri lesenih hišah.

Skozi netesen stik dolžine 1 m in širine 2 mm prehaja pri 6 Pa tlačne razlike 15 m³ zraka na uro, pri čemer se v eni uri v izolaciji izloči 130 g kondenzne vode, hkrati pa imamo tudi 5,1 W/(mK) toplotnih izgub. Glede na to, da se test zrakotesnosti (Blower door test) izvaja pri tlačni razliki 50 Pa, kar ustreza razmeram, kadar zunaj piha veter s hitrostjo okoli 30 km/h, so dejanske vrednosti tudi nekajkrat višje.

Zrakotesnost, ki bi ji lahko rekli tudi parotesnost je pomembna tako iz zornega kota porabe energije kot zaradi preprečevanja gradbenih poškodb. V vsakem projektu strojnih inštalacij se

pri izračunavanju energijskih potreb stavbe vnaša tudi predvidena zrakotesnost ($n_{50}=0,8 \text{ h}^{-1}$) stavbe. Realno imajo stavbe, kjer se pri izgradnji zrakotesnosti ne posveča nobene pozornosti, zrakotesnost (izmenjavo zraka na uro skozi netesna mesta na ovoju stavbe $n_{50} > 3.0 \text{ h}^{-1}$) večjo od predpisane.

Najvišje dovoljene vrednosti po PURES:

- stavbe brez mehanskega prezračevanja $n_{50} < 3.0 \text{ h}^{-1}$;
- stavbe z vgrajenim mehanskim prezračevanjem $n_{50} < 2.0 \text{ h}^{-1}$.

Najvišje dovoljene vrednosti za EKO SKLAD:

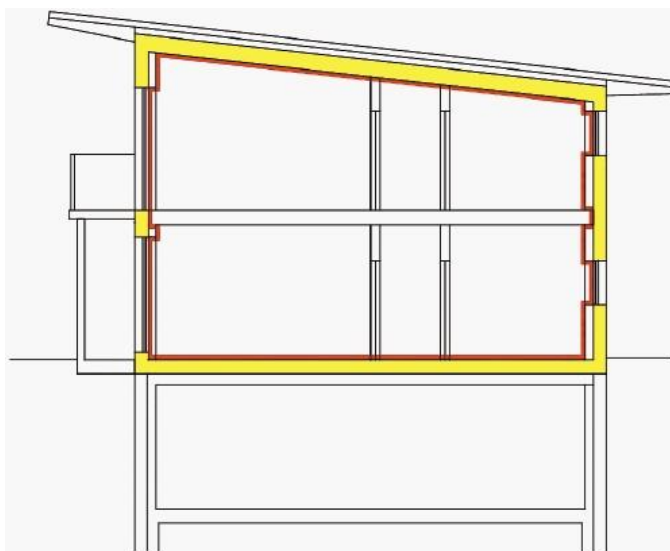
- nizkoenergijske hiše $Q_h 15 < 25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $n_{50} < 1.0 \text{ h}^{-1}$;
- pasivne hiše $Q_h < 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $n_{50} < 0.6 \text{ h}^{-1}$.

Iz navedenih vrednosti vidimo, da pomen zrakotesnosti narašča glede na energijsko učinkovitost stavbe. Če je izmenjava zraka skozi ovoj stavbe prevelika, se poleg večje rabe energije zelo poveča tudi tveganje glede gradbenih poškodb. V večini primerov hiše plesnijo v ostrešju, pri lesenih stavbah plesnijo tudi stene. Pri zidanih hišah se največkrat dogaja, da topel zrak potuje skozi vtičnice po votlih zidakah proti ostrešju, kjer se ohladi in kondenzira. Pri slabši zrakotesnosti v PH nastaja poleg večjih potreb po toploti tudi neugodje. Prave PH imajo inštalirano moč grelne naprave do 1.5 kW, ogrevajo pa se preko sistema prezračevanja. Zrak, ki skozi netesna mesta vstopa v stavbo, povečuje delež hladnega zraka pri tleh, s tem pa se povečuje neugodje bivanja.

Zrakotesnost stavbe je pomembna zato, ker preprečimo nenadzorovan prehod toplega zraka iz stavbe v toplotno izolacijo (<http://www.ekoprodukt.si/zrakotesna-gradnja.html>, 12.6.2012).

4.2 Izvedba zrakotesnega ovoja

Najbolje je, da se celotna stavba tesni na notranji strani, izjemoma celotna stavba na zunanji strani.



Slika 11: Sklenjen zrakotesen ovoj na notranji strani objekta (rdeča črta)

Vir: http://www.dnevnik.si/tiskane_izdaje/dnevnik/1042294690, 12.6.2012

4.2.1 Tesnjenje sten

Lesene stene so lahko masivne ali skeletne. Masivne stene se tesnijo znotraj pod stensko oblogo, če so obložene z oblogo oziroma zunaj takoj za steno, če je masivna stena vidna. Skeletne stene se tesnijo na notranji strani. Lahko se tesnijo z OSB ploščo ali z zrakotesno lepljenimi parnimi ovirami ali parnimi zaporami. Pri lesenih stenah so izjemno pomembni vsi stiki npr. stiki stene s tlemi, stene z stropom ali stene v zgornji etaži. Stene se morajo tesniti neprekinjeno po vsem obodu od tal do strehe. Stavbno pohištvo mora biti tesnjeno direktno na zrakotesne stene.

Opečne stene predstavljajo največji izziv in praviloma najbolj puščajo. Čeprav so ometane z ometom, vsaka luknja v ometu (doza za stikalo, vtičnico, vgradni kotlički ...) pušča zrak. Montažne obloge zidov (mavčne obloge, lesene obloge) na zidovih brez ometa ali folije zagotavljajo zelo slab rezultat. Deloma lahko preboje in luknje v ometu zatesnimo z mehkoceličnimi purpeni in trajnoelastičnimi tesnilnimi masami, vendar zelo malo hiš doseže zahtevano zrakotesnost. Edina rešitev je debeloslojni omet na zunanji strani stene, na katerega se tesnijo vsi preboji skozi steno (dovod in odvod prezračevanja, zvonec, zunanje luči, dovod elektrike za senčila, dovodi elektrike in vode v hišo ter vsi ostali preboji skozi stavbno lupino). Šele na ometan zid se lahko namesti fasadna izolacija in fasada (ki sama po sebi ne

zagotavlja zrakotesnosti). V mansardi mora biti vsaka stena zaključena z betonskim vencem, sicer zrak in vlaga prehajata skozi steno navzgor v toplotno izolacijo.

Porobeton praviloma zagotavlja zelo dobro zrakotesnost, saj so opeke polne in lepljene po celotni površini. Potrebno pa je skrbno delo zidarjev in zidanje brez špranj.

Isorast in Wolf zidaki praviloma zagotavljajo zelo dobro zrakotesnost, vendar le v kombinaciji z notranjim in zunanjim ometom. Vsi zidovi morajo biti ometani z obeh strani. Montažne obloge niso primerne (<http://www.celuloznaizolacija.si/index.php/blower-door-test>, 5.6.2012).

4.2.2 Tesnjenje strehe

Streha velikokrat predstavlja velik problem pri izvedbi zrakotesnosti. Pri masivnih opečnih, porobetonskih in neopor hišah se lahko mansarda izvede z armirano betonsko ploščo, ki praviloma dobro zagotavlja zrakotesnost. V tem primeru morajo dobro tesniti preboji skozi ploščo (prezračevanje, luči, odduhi ...)

Kadar se investitor odloči za montažni strop, je potrebno strehi posvetiti precej dela in materialov. Parne ovire ali zapore je potrebno tesniti na stene (na fini omet), po stikih in pri vseh prebojih. Treba je uporabljati trajno elastične mase in tesnilne trakove, ki so obstojni in namenjeni tesnjenju (tovrstni trakovi imajo med 200 g in 260 g lepila/m² površine traku). Vsi preboji skozi folijo morajo biti tesnjeni. Druga varianta tesnjenja mansardnega stropa je instalacijska ravnina, pri kateri najprej naredimo zrakotesno ravnino (npr. iz OSB plošč s prelepljenimi vsemi stiki – folije namesto plošč iz konkretnih razlogov niso primerne) in nato pod njo naredimo sekundarno konstrukcijo s stropno oblogo, vmes pa so razpeljane instalacije (<http://www.celuloznaizolacija.si/index.php/blower-door-test>, 5.6.2012).

4.2.3 Tesnjenje oken in vrat

Okna in vrata se lahko montirajo le z RAL montažo. RAL montaža mora biti izvedena po certificiranem sistemu, zato je najbolje izbrati izvajalca na podlagi strokovnih priporočil in referenc.

Pri vgradnji slepih podbojev in naknadni vgradnji oken po RAL standardu je težko kvalitetno izvesti zrakotesnost. Čeprav je montaža med slepim okvirjem in oknom izvedena brezhibno, je slepi okvir na zid montiran samo s peno (purpenom) in ta stik pušča enako kot bi puščal stik med samim oknom in steno, če ne bi bilo RAL montaže. Slepí podboji se vgrajujejo z namenom, da se okna pri delu (ometih) ne umažejo in poškodujejo. Ker pa gradbena dela praviloma trajajo dlje časa, sonce in zunanji vplivi pa ves čas uničujejo montažno peno, je ta detajl kritičen.

Pri strešnih oknih je pomembna pravilna vgradnja in izvedba zrakotesne parne zapore. Pri vgradnji samega okna moramo uporabiti toplotno izolacijski set BDX, pri izdelavi mansardnega stropa pa parno zaporo BBX.

Pri meritvah se napake pokažejo kot prepíh med oknom in okensko špaletó ali kot prepíh pri luknjah v stropu (zraven luči, prezračevalnih ventilov, pri razpokah v mavcu) (<http://www.celuloznaizolacija.si/index.php/blower-door-test>, 5.6.2012).

4.2.4 Tesnjenje prebojev skozi zrakotesno lupino

Preboji skozi zrakotesno lupino so velikokrat kritični pri meritvah zrakotesnosti in jim moramo nameniti posebno skrb. Preboji se pojavijo pri dovodih elektrike, vode, telekomunikacij, kanalizacije, prezračevanja, zunanjih lučeh, zvoncu, domofonu, napajalnih kablíh za senčila, raznih senzorjih, odduhu, dimniku itd. Pri meritvah najdemo napake v obliki prepíha pri dozah, izpod estrihov, pri lučeh, pri senčilih, pri omaricah talnega ogrevanja, pri elektro omaricah, pri vgradnih kotličkih. Netesna mesta, ki so pod betonskimi estrihi, se ne dajo več zatesniti brez visokih stroškov. Pri hišah grajenih z opeko lahko elektro instalacije deloma tesnimo z zrakotesnimi dozami, ki pa zahtevajo previdno in natančno montažo, v nasprotnem primeru ne dosežajo želenega učinka (<http://www.celuloznaizolacija.si/index.php/blower-door-test>, 5.6.2012).

4.3 Preizkus zrakotesnosti

Za doseganje zrakotesnega ovoja je treba natančno načrtovati vse stike gradbenih elementov. Tako kot toplotnoizolacijski mora biti tudi zrakotesni ovoj zgradbe popoln in brez prekinitev.

Učinkovitost zrakotesnega ovoja se kontrolira s testom »Blower Door«. Za ta test se v odprtino vrat namesti naprava z ventilatorjem, s katerim se v hiši ustvari nadtlak in podtlak in izmeri prehod zraka skozi konstrukcijo oz. netesna mesta. Za pasivne hiše je določena mejna vrednost $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$, kar pomeni, da se pri tlačni razliki 50 Pa skozi vsa netesna mesta v zgradbi odvede ali dovede 0,6 celotnega notranjega volumna zraka v eni uri (http://www.fa.uni-lj.si/filelib/8_konzorcijph/detajli_v_ph.pdf, 12.5.2012).

»Blower door« test terja veliko dela. V stavbi je potrebno zapreti vse zunanje odprtine, kot so okna, vrata, prezračevalne cevi, kanalizacijo, kanalizacijske odduhe.

V sami stavbi je potrebno odpreti vsa notranja vrata, da dosežemo enak zračni tlak v vsej stavbi. Za zamašitev večjih cevi uporabimo napihljive žoge, manjše cevi in odprtine pa prelepimo. Vhodna vrata odpremo in v odprtino vstavimo kovinski okvir, ki je raztegljiv in se prilagaja glede na velikost odprtine. Preko okvirja napnemo cerado, v cerado vstavimo ventilator »Blower door«. Le tega lahko povežemo z računalnikom, ni pa nujno. Povsem zadovoljive rezultate nam da naprava sama. Naprava meri zračni pritisk zunaj hiše, v samem ventilatorju in v hiši.

Ko ugotovimo, koliko zraka stavba spušča, se lotimo iskanja netesnih mest, kjer nam zrak uhaja. Špranje lahko zatesnimo enostavno in poceni, vendar jih moramo najprej najti. Pri tem nam pomaga »Blower door«. Ko je v hiši nadtlak/podtlak 50Pa, je prepih skozi špranje precej večji kot običajno. Z anemometrom merimo hitrost zraka v določeni točki. Z njim pregledamo vsa okna, elektro cevi, ki gredo iz hiše, in vse ostale preboje stavbne lupine. Preverimo tudi špranje med estrihom in steno, stike med zunanjo steno in stropom in vsa mesta, kjer bi lahko zrak uhajal. Uporabljamo tudi generator megle. Z njim določen prostor v stavbi popolnoma zameglimo in nato opazujemo, kje nam zrak uhaja iz hiše. Ta postopek lahko obrnemo, tako da naredimo v hiši podtlak in zameglimo vsako okno od zunaj. V hiši pa opazujemo, kje na okenskem okvirju zrak prihaja v stavbo. Ko zatesnimo špranje, nam »Blower door« pove, kako dobro smo delo opravili (<http://www.celuloznaizolacija.si/index.php/blower-door-test>, 5.6.2012).



Slika 12: Blower door test membrana na vratih

Vir: <http://www.lifepr.de/presscorner/firma/rubner-tueren-ag/meldung/boxid/99618/iframe/121>, 12.6.2012

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah objavljen 30. 6. 2010 v Uradnem listu Republike Slovenije št. 52/2010 določa tehnične zahteve o zrakotesnosti stavb. V poglavju 3.4 točkah 3 in 4 Tehnične smernice TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije je zahtevano, da zrakotesnost stavbe ali njenega dela brez mehanskega prezračevanja, merjena po standardu SIST EN 13829, ne sme presegati treh izmenjav zraka na uro (pri tlačni razliki 50 Pa) oziroma v stavbah z vgrajenim sistemom mehanskega prezračevanja z več kot 0,7-kratno izmenjavo zraka, računano z V_e , ne sme presegati dve izmenjavi zraka na uro (pri tlačni razliki 50 Pa).

5 REKONSTRUKCIJA OSTREŠJA MANSARDE SKOZI

PRAKTIČEN PRIMER

5.1 Tehnični opis objekta in zasnove

Za praktičen primer sem uporabil objekt, ki smo ga adaptirali v lastni režiji. Po funkciji je obstoječi objekt enostanovanjska, enodružinska zgradba, ki po etažnosti obsega pritličje in delno izkoriščeno mansardo (P+M). Obstoječi objekt ima tlorisno obliko črke "L" ter je dimenzij 14,09 m x 8,49 m + 7,49 m x 4,21 m. Najdaljši stranici objekta sta tako 14,09 m ter 12,99 m. Streha je simetrična dvokapnica, tlorisno prav tako v obliki črke L. Naklon vseh strešin je 38°, streha je krita z opečno kritino.

Predmet rekonstrukcije je:

- izvedba novega notranjega stopnišča, lesene izvedbe, za dostop v mansardo;
- predstavitev kopalnice;
- izvedba dveh otroških sob iz prostorov prejšnje kopalnice in sobe;
- izvedba večnamenskega prostora v neizkoriščenem delu mansarde;
- rekonstrukcija strehe;
- izvedba nove fasade na mansardnih čelnih zidovih (Demit);
- zamenjava obstoječih solarnih kolektorjev z novimi učinkovitejšimi.

Predmet dozidave je izvedba prizidka, pokrita terasa v mansardi, v JZ delu objekta, ob stičišču slemen strehe. Tako se je v tem delu izvedla ravna streha, ki sega v prostor objekta, kar mu daje dodaten volumen in funkcionalnost (nova kopalnica, večnamenski prostor). V pritličju smo tako dobili pokrito teraso z nosilnim stebrom prizidka (jeklena konstrukcija oblečena z kamnom). Tlorisna površina prizidka je 3,05 m x 4,36 m, etažnosti M.

5.2 Rekonstrukcija ostrešja

Strešna konstrukcija je simetrična dvokapnica naklona 38°, ki jo sestavljata dve kapni legi dimenzije 16/16 cm ter vmesna lega v smeri V-Z dimenzije 16/24 cm (podprta s sredinskim

nosilnim zidom), v smeri S-J pa dimenzije 26/30 cm (podprta z lesenimi sohami dimenzije 26/26 cm, ki so postavljene na armirano betonskem nosilcu dimenzije 40/30 cm, ki poteka v celotni dolžini strešnega slemena in ga podpirajo betonski stebri. Vse lege so sidrane v nosilne zidove. V območju slemena so izvedene povezovalne škarje dimenzije 2 x 5/20 cm, ki povezujejo špirovce dimenzije 12/16 cm.

Pri rekonstrukciji ni prišlo do sprememb nosilnih zidov in nosilne konstrukcije, odstranile in na novo so se pozidale predelne stene. V območju prizidka se je v obeh etažah izvedel nosilni steber sestavljen iz dveh HEA 160 stebrov oblečenih v kamen. Steber služi kot nosilni element za jekleno stropno in strešno konstrukcijo nove terase. Za nosilni steber se je izvedel novi točkovni temelj dimenzije 79 x 109 cm in višine 80 cm.

V območju terase se je izvedla ravna streha v naklonu 1,5 % iz dveh smeri proti nosilnemu stebri iz 2 x HEA 160 nosilcev. Ravna streha se zajeda v obe dvokapnici, ki sta se v tem delu odrezali. Ravna streha je sestavljena iz jeklenih nosilcev HEA 160, ki so pritrjeni v armirana betonska nosilca strešne konstrukcije.

Sestava ravne strehe v prerezu od konstrukcije do kritine sledi:

- zaključni sloj (»Demit«)
- »Farmacell« plošče
- parna zapora
- »Knauf« konstrukcija z 10 cm odmikom in toplotno izolacijo
- HEA 160 nosilci med nosilci lesene lege 16/16 cm (med nosilci toplotna izolacija)
- lesene letve v naklonu dimenzij 8/6-14 cm
- kosmate deske (colarce)
- paroprepustna folija lepljena na stikih
- kontra letve 5/8 cm, ki tvorijo zračni prostor
- OSB plošče debeline 25 mm
- finalna zaščita iz gumi hidroizolacije (»Sika«)

Poševni strehi se je v celoti odstranila kritina, kleparski zaključki, letve ter ostanki razpadle PVC folije. Strešna konstrukcija se je očistila, popravila, dodali so se stropniki 2 x 5/20cm z namenom, da se streha na mestih, kjer bo odrezana poveže in okrepi. Stropniki so pritrjeni na špirovce z žičniki in privijačeni z navojnimi palicami. Celotno ostrešje se je na novo obilo s

kosmatimi deskami, na katere se je položila paroprepustna folija (»Tyvek DuPont«). Sledijo kontra letve 5/8 cm ter letve 4/5 cm. Betonsko kritino je nadomestila lažja opečna kritina.

Sestava poševne strehe v prerezu sledi:

- požarno varne mavčno-kartonske plošče
- parna ovira
- »Knauf« konstrukcija z 10 cm odmikom ter toplotno izolacijo
- leseni špirovci 14/16 cm (med špirovci toplotna izolacija)
- kosmate deske (colarce)
- paroprepustna folija
- kontra letve 5/8 cm
- letve 4/5
- opečna kritina

Po zaključeni izvedbi strehe je sledila montaža strelovoda, ki je postal obvezen zaradi večje količine jeklenih nosilcev v strešni konstrukciji in terasi. Potrebne meritve strelovoda je izvedla pooblaščen oseba.

6 PRENOVA MANSARDNEGA PROSTORA

6.1 Rušitvena dela

Pri rekonstrukciji ostrešja je prišlo do sprememb mansardnega prostora, kar je zahtevalo prenovo. Ker je objekt star 30 let in ker je zgornja etaža zgrajena skeletno, smo se odločili za kompletno odstranitev predelnih zidov, tlakov ter stropnih in stenskih oblog. Talno gretje se je v celoti odstranilo, kakor tudi vse strojne in elektro instalacije. Prav tako se je zamenjala toplotna izolacija, ki je bila posledično uničena zaradi vdora vode skozi ostrešje.

Odstranjevanje stenskih oblog se je nadaljevalo na zunanost zgornje etaže, saj je bila fasada zgornje etaže obdelana z opažnim lesom na leseni konstrukciji s 5 cm toplotne izolacije. Za odstranitev smo se odločili zaradi dotrajanosti in nezadostne izolativnosti. Na objektu smo odstranili vso stavbno pohištvo na fasadi, tudi strešna okna. Rušitvena dela so se izvajala sočasno z rekonstrukcijo ostrešja.

Ves odstranjen material se je ločeval in odpeljal na odlagališča predvidena za določen material.

6.2 Betonska dela

Zaradi spremembe ostrešja in dodatne terase je bilo potrebno izvesti točkovni temelj s temeljnima gredama navezanima na obstoječe temelje objekta. Točkovni temelj je bil osnova za postavitev stebra, na katerega se opira terasa in streha nad teraso. Betonska dela so zajemala še ploščo terase v pritličju in ploščo terase, ki se je vlila na HI-Bond pločevino. Betonska dela so bila ključnega pomena za pričetek postavitve jeklene konstrukcije in s tem predelavo ostrešja.



Slika 13: Armatura točkovnega temelja s temeljnima gredama

Vir: Lasten

6.3 Ključavničarska dela

V našem primeru so bila ključavničarska dela ključnega pomena pred nadaljevanjem del. Zajemala so postavitev jeklene konstrukcije iz HEA 160 profilov, ki je nalegala na novem točkovnem temelju in betonski gredi strešne konstrukcije. Profili so bili peskani in prebarvani

s protikorozijsko barvo. Montaža je potekala vsega skupaj dva dni ter se je izvedla s pomočjo posebnega dviga imenovanega pajek, katerega velikost mu omogoča dostop na manjša in slabo dostopna mesta. Profili so se med seboj na stikih varili, na spojih z objektom in temelji pa so se pričvrstili s hitro montažnimi sidri za beton. Po končani montaži konstrukcije se je lahko pričela predelava ostrešja in podzidava z opeko. Ključavničarska dela so zajemala še izdelavo balkonskih kovanih ograj in kovinskega nadstreška pred vhodom v objekt.



Slika 14: Montaža kovinske konstrukcije

Vir: Lasten

6.4 Tesarska dela

Zraven opaževanja AB temelja z gredama, plošč teras ter AB vezi so tesarska dela zajemala predelavo ostrešja in postavitve delovnega odra. Predelavo ostrešja, deskanje in prekrivanje s paroprepustno folijo ter kontra letve smo izvedli v lastni režiji in tako privarčevali na delu. Dimenzije lesa in detajle smo prej dorekli s pomočjo statika in projektanta. Po predelavi smo prepustili krovu letvanje, pokrivanje ter kleparske zaključke.



Slika 15: Lesena konstrukcija med nosilci in odrezani špirovci

Vir: Lasten

6.5 Zidarska dela

Po vseh rušitvenih delih in predelavi ostrešja je podstrešje bilo en velik prostor. Potrebno je bilo postaviti predelne zidove tez zazidati zevajočo odprtino na mestu nove terase. Po izvedbi prebojev in utorov za potrebe instalacij pa so se izvedli grobi in fini ometi. Zidarska dela so še zajemala obdelavo špalet ter popravila silikatne opeke v pritličju zaradi odstranitve opaznega lesa napuščev.

6.6 Obrtniška dela

Vsak gradbenik in naročnik se zavedata, da brez obrtniških del hiša ali stanovanje ni dokončano. Ko govorimo o obrtniških delih, je govora o finalizaciji objekta. Obrtniška dela zajemajo vse od strehe, oken, vrat, estrihov, ometov, predelnih sten pa vse do finalnih opleskov in podov. V naslednjih točkah bom naštel pomembnejše pri našem projektu.

6.6.1 Mavčno-kartonska dela

Mavčno kartonska dela so zajemala obdelavo stropov, poševnin mansarde ter sten. Na stropu mansarde se je dodala toplotna izolacija v debelini 40 cm nad knauf stropnim sistemom. Poševnine so se dodatno izolirale na debelino 26 cm, kar zadostuje, da se mansarda v vročih poletnih dneh ne pregreva. Stene ter parapetni zidci so se dodatno izolirali 5 cm, saj drugače ni bilo mogoče skleniti zrakotesnega ovoja. Ker je strešna konstrukcija v večjem delu iz lesa, je na podkonstrukcijo Knauf sistema pričvrščena dvoslojna obloga iz Knauf ognjevarnih mavčnih plošč (2 x12,5 mm), ki predstavlja požarno zaščito oznake F26. Požarno varne plošče ločimo od ostalih GKB plošč po rdečem napisu in steklenih vlaknih v mavcu.

Po montaži oblog sledi bandažiranje z mrežico iz steklenih vlaken in zapolnjevanje stikov s posebno maso za stike. Stiki plošč morajo biti obvezno zapolnjeni na spodnjem in zgornjem sloju. Vogali sten se obdelajo z aluminijastimi vogalniki, ki jih pripnemo s sponkami, prelepimo z mrežico in obdelamo z maso za zapolnjevanje stikov. Ko so vsi stiki suhi, se še enkrat izravnavajo z maso za stike, saj se zaradi skrčka materiala stiki ne izravnavajo popolnoma.



Slika 16: Pripravljena podkonstrukcija Knauf sistema

Vir: Lasten

6.6.2 Tlakarska dela

Tlakarska dela sledijo za ometi oziroma stenski obloga ter za strojnimi in elektro instalacijami. Vsi predelni zidovi morajo biti postavljeni in grobo obdelani pred izvedbo tlaka.

Pri stanovanjski gradnji se izvajajo tako imenovani plavajoči estrihi. To pomeni, da je pod betonskim tlakom toplotna izolacija, na kateri dobesedno tlak plava. V mojem primeru se je prav tako izvedel plavajoči estrih na toplotni izolaciji debeline 5 cm iz ekspandiranega polistirena oznake EPS-50, ki je zadostne trdote, da se pod težo tlaka ne posede. Na te 5 cm EPS-50 so se položile namenske plošče za talno gretje, ki so plastificirane in imajo čepe, med katere so se položile PVC cevi za talno gretje. Sledil je cementni estrih predhodno zmešan s plastifikatorjem ter steklenimi vlakni in vgrajen v debelini 4-5 cm merjeno od vrha PVC cevi. Finalni tlaki so v sobah izvedeni v parketu, ostalo pa v keramiki.



Slika 17: Izvedeni estrihi in izravnani stiki mavčnih plošč

Vir: Lasten

6.6.3 Keramičarska dela

Keramičarska dela so zajemala obdelavo komunikacijskih prostorov, kopalnice, stranišča, kuhinje ter lož s teraso. Ploščice so različnih oblik, barv ter imajo različen koeficient trenj glede na prostor, kjer so položene. V kopalnici, ložah in terasi imajo ploščice višji koeficient trenja zaradi prisotnosti vode ter milnice v kopalnici. V ostalih prostorih je kriterij lahko bolj estetski, saj ni tako velike možnosti zdrs.

Keramičarska dela je izvedel kvalificiran keramičar, saj je bilo potrebno veliko detajlov rešiti na mestu samem in jih nekvalificirana oseba ne bi mogla pravilno izvesti. Pomembno je poudariti, da so se vse talne ploščice lepile s fleksibilnim lepilom, saj je po celotni notranji kvadraturi stanovanja talno gretje in bi zaradi raztezanja materialov med kurilno sezono lahko prišlo do odstopanja ploščic. Na terasi in ložah pa zaradi nizkih zimskih in visokih poletnih temperatur prav tako lahko pride do odstopanja ploščic zaradi slabše kvalitete oz. nefleksibilnega lepilnega sredstva. Po polaganju ploščic je sledilo zapolnjevanje reg med ploščicami in zapolnjevanje reg stikov dilatacij in stikov med steno in tlemi s trajno elastičnim kitom.



Slika 18: Položene ploščice kopalnice

Vir: Lasten

6.6.4 Mizarska dela

Mizarska dela so zajemala vgradnjo podbojev in vrat v stanovanju ter izdelavo in montažo lesenega stopnišča z ograjo galerije. Mizarska dela so se izvajala po zaključenih tlakih ter so trajala sočasno s slikopleskarskimi deli. Smeri odpiranja vrat so bila izvedena po projektu, stopnišče pa je bilo prilagojeno prostoru.



Slika 19: Montaža lesenega stopnišča

Vir: Lasten

6.6.5 PVC in ALU stavbno pohištvo

Prenova je zajemala vgradnjo novih oken in vrat, saj je pri rekonstrukciji prišlo do novih odprtín v zunanjih stenah objekta. Okna in balkonska vrata so iz PVC materiala s tri-slojno zasteklitvijo. Za senčila smo namesto tradicionalnih zunanjih rolet izbrali Alu žaluzije z možnostjo zastiranja. Vhodna vrata so zaradi trpežnosti in zaščite pred vlomom izdelana iz aluminija in imajo večtočkovni zaklep. Vso stavbno pohištvo je bilo dobavljeno in vgrajeno s strani pooblaščenega podjetja.

6.6.6 Slikopleskarska in fasaderska dela

Slikopleskarska dela so zajemala izravnavo in zapolnjevanje neravnin sten in stropov ter zaključni oplesk. Dela so se izvajala pet dni. Fasaderska dela so zajemala izvedbo DEMIT fasadnega sistema z izolacijo iz ekspandiranega polistirena debeline 15 cm ter obdelavo napuščev z ekstrudiranim polistirenom debeline 2 cm na pocinkani podkonstrukciji KNAUF sistema. Barvo in teksturo zaključnega sloja je izbral investitor.



Slika 20: Izvedba Demit fasade in obdelava napuščev s stirodurjem

Vir: Lasten

6.7 Instalacijska dela

Instalacijska dela so zajemala kompletno obnovo kurilnice s pripadajočimi solarnimi kolektorji ter v celoti na novo izvedene elektro instalacije v zgornji etaži od elektro omarice naprej. Prav tako se je na novo izvedlo talno ogrevanje in vse strojne instalacije v zgornji etaži. Okrog hiše se je položil valjanec ter izvedel strelovod. Instalacijska dela so potekala sočasno čez celotno prenovo in so se zaključila po slikopleskarskih delih z montažo stikal in luči ter kopalniške opreme. Komunalni priključki so obstoječi in se niso spreminjali. Vsa instalacijska dela so izvedle usposobljene osebe. Vse meritve elektro instalacij je opravilo pooblaščenno podjetje in izdalo končno poročilo.



Slika 21: Cevi za talno gretje položene na plošče iz ekspandiranega polistirena

Vir: Lasten

7 TERMINSKI PLAN

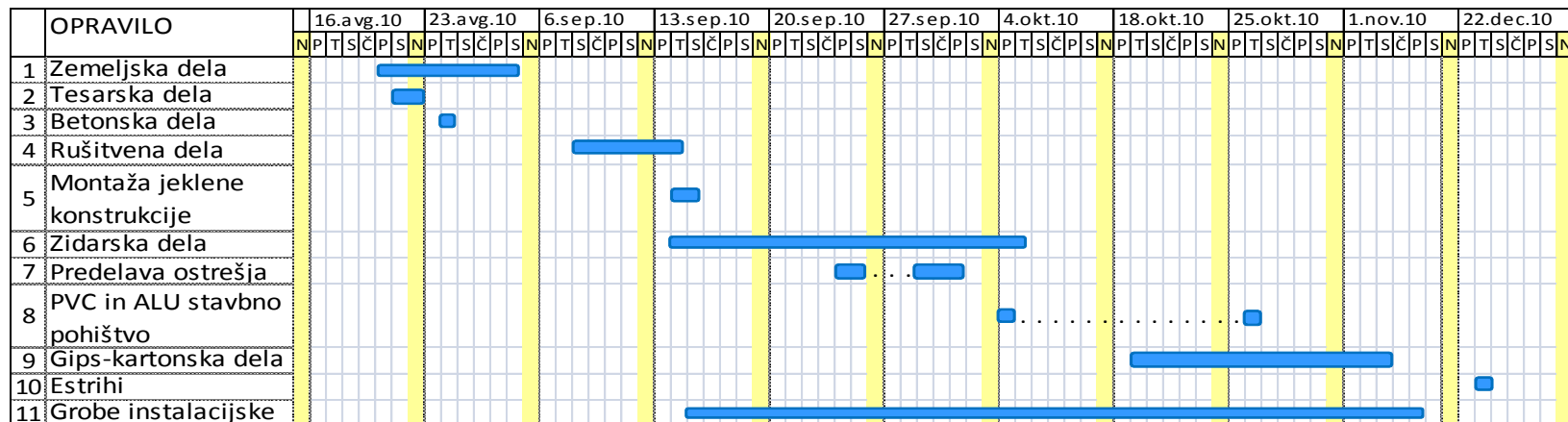


Tabela 1: Terminski plan izvedenih del za leto 2010

Vir: Lasten

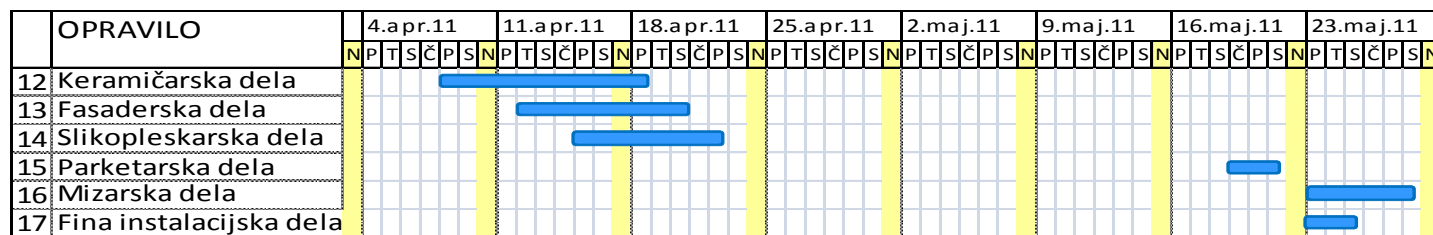


Tabela 2: Terminski plan izvedenih del za leto 2011

Vir: Lasten

8 STROŠKOVNI PLAN

Pri stroškovnem planu govorimo o stroških nastalih pri gradnji objekta. Stroški so razdeljeni po postavkah, ker zajemajo posamezna dela potrebna za dokončanje projekta. Vsaka postavka ima svojo vrednost.

Pri tem projektu cenovno izstopajo ključavničarska dela, ki pa so bila tudi najpomembnejša in precej obsežna. Na ceno so vplivale cene jekla na tržišču ter nafte za transport in montažo. Najdražja postavka so instalacijska dela, ki so tudi najdlje trajala.

Ostali stroški projekta so zajeti v spodnji tabeli.

Opis dela:	Strošek:
Rušitvena dela	1.720,00 €
Betonska dela	1.590,00 €
Ključavničarska dela	12.595,00 €
Tesarska dela	5.460,00 €
Zidarska dela	890,00 €
Mavčno-kartonska dela	6.390,00 €
Tlakarska dela	1.500,00 €
Keramičarska dela	5.890,00 €
Mizarska dela	4.050,00 €
PVC in ALU stavbno pohištvo	6.375,00 €
Slikopleskarska in fasaderska dela	9.768,00 €
Instalacijska dela	15.340,00 €
SKUPAJ:	71.568,00 €

Tabela 3: Stroški izvedenih del

Vir: Lasten

9 TVEGANJE PROJEKTA IN KRITIČNE TOČKE

Tveganj pri projektu rekonstrukcije in adaptacije je bilo veliko. Zaradi zakasnele izdaje gradbenega dovoljenja smo morali dela prestaviti na jesen, kar je precejšen problem pri delih na strehi. Največje tveganje je predstavljala montaža železne konstrukcije in predelava lesene konstrukcije, saj je obstajala možnost deformacije oziroma delne porušitve ostrešja. V času predelave je zaradi dežja nastala manjša škoda na silikatni opeki fasade pritličja, saj je bil napušč v času več-dnevnega dežja odrezan in streha delno odkrita.

Do kritične točke je prišlo pri spremembi strešne konstrukcije, saj je nastala večja odprtina v stavbi v poznem jesenskem času, kar je predstavljalo problem predvsem zaradi bivanja v spodnji etaži objekta v času rekonstrukcije. Eno izmed kritičnih točk je povzročila dobava velikih balkonskih vrat, kar je še dodatno zakasnilo izvedbo naslednjih gradbenih faz in hiša je bila med tem časom nezaščiten pred vremenskimi vplivi, predvsem mrazom. Zaradi vseh teh zapletov se je čas gradnje podaljšal in stroški povečali.

Kar se tiče konstrukcije, kvalitete betonov ter izvedenih detajlov obstoječega objekta, nismo imeli nikakršnih težav. Objekt je bil v odličnem stanju, redno vzdrževan in izdelan s kvalitetnimi materiali. Konstrukcijskih sanacij ni bilo potrebno izvajati, kar nam je prihranilo veliko časa in stroškov.

10 ZAKLJUČEK

Mansardna stanovanja so bila v preteklosti pogosto temna, neprijazna, z neizkoriščenimi koti in brez prave kvalitete bivanja. S pomočjo današnje tehnologije, sodobnih materialov in projektantskih rešitev je mogoče iz podstrešnega prostora ustvariti nov dom.

Kadar se odločamo za prenovo je dobro poznati zgodovino hiše. S tem je mišljeno kdo je hišo zgradil, kakšni so bili uporabljeni materiali, ali je zgrajena po projektu in če je bil prisoten strokovni nadzor pri gradnji. Večina gradenj v lastni režiji nima uporabnega dovoljenja, kar pomeni, da ni bilo končnega pregleda, pri katerem bi ugotavljali ali je vse narejeno po projektu. V takih primerih se je potrebno dobro pozanimati o materialih, inštalacijah in drugih odstopanjih od prvotnih načrtov. Zaradi trenutnega gospodarskega stanja in otežene možnosti pridobitve kredita se vse več mladih odloči s starši živeti pod isto streho, saj so tako stroški bivanja manjši. Z relativno nizkim denarnim vložkom se lahko tako katerokoli podstrešje spremeni v lep bivalen prostor.

V diplomskem delu sem najprej opisal kako pomembno vlogo pri bivanju v mansardi opravlja streha in načine, kako jo izvedemo. Obširneje sem razložil najpogosteje uporabljene poševne in ravne strehe, elementi iz katerih so sestavljene in vrste materialov uporabljenih za izdelavo. Predstavljen je tudi pojem difuzije in podrobneje opisana razlika med difuzijsko zaprto in odprto mansardo.

Najpomembnejši del diplomskega dela je vsekakor podroben opis zrakotesnosti. V današnjem času, ko je energija vedno bolj dragocena in stroški ogrevanja vedno višji, se pozornosti usmerja k dobri izolaciji in zrakotesnosti objekta. Sklenjen zrakotesen ovoj tako preprečuje nastanek škode zaradi kondenziranja toplega zraka v stenah pri prehodu skozi njih.

Na praktičnem primeru sem predstavil potek obnove mansardnega prostora iz vidika izvajalca in investitorja. Opisal sem vse postopke, ki so bili potrebni za izvedbo in dokončanje projekta. Prikazane so faze rekonstrukcije, terminski in stroškovni plan. Poudarek je na rekonstrukciji ostrešja, ki je bistveno spremenila mansardni prostor in zunanost celotne hiše. Sam sem bil

prisoten pri vseh fazah dela, kot nadzor ali kot izvajalec, zato mi je stanovanje, kot tudi to diplomsko delo neprecenljive vrednosti .

Bivanje v obnovljenem mansardnem stanovanju je tako s pomočjo izvirnosti, spretnosti, zagnanosti, strokovnega dela in finančnega zaledja, postalo kakovostno in prijetno.



Slika 22: Zaključena zunanost objekta

Vir: Lasten

11 VIRI IN LITERATURA

11.1 LITERATURA

1. Barry, R.: *The Construction of Buildings, Fourth edition*, Blackwell science, Oxford, 1996.
2. Chudley, R.: *Construction Technology, Third edition*, Addison Wesley Longman Limited, Edinburgh Gate, 1999.
3. Ilić, S.: *Klasični drveni krovovi*, IRO "Građevinska knjiga", Beograd, 1987.
4. Kuzman, M.: *Gradnja z lesom izziv in priložnost za Slovenijo*, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 2008.
5. Lopatič, J., Markelj, V., Saje, F.: *Zbornik/33. Zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije*, Ljubljana, 2011.
6. Strehe in kritine, Tematska revija *Gradbenik*, junij 2011, stran 14 - 30, 2011.
7. Žemva, Š.: *Gradbene kalkulacije z osnovami operativnega planiranja in obračunom gradnje objektov*, Center za poslovno usposabljanje, Ljubljana, 2010.

11.2 Viri

1. Uradni list Republike Slovenije, d. o. o.: *Predpisi o graditvi objektov*, Ljubljana, 2010.
2. Uradni list Republike Slovenije, d. o. o.: *Zakon o graditvi objektov*, Ljubljana, 2008.
3. Uradni list Republike Slovenije, d. o. o.: *Zakon o urejanju prostora in Zakon o prostorskem načrtovanju*, Ljubljana, 2008.

11.3 Internetni viri

1. <http://www.celuloznaizolacija.si/index.php/blower-door-test>, 5.6.2012
2. http://www.fa.uni-lj.si/filelib/8_konzorcijph/detajli_v_ph.pdf, 12.5.2012
3. <http://www.gradim.si/izolacije/paroprepustnost.html>, 7.3.2012
4. <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT60.htm>, 23.2.2012

5. <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT64.htm>, 17.3.2012
6. <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT94.htm>, 20.3.2012
7. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Difuzija>, 28.4.2012
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Flat_roof, 21.2.2012
9. <http://www.novolit.si/slo>, 4.3.2012
10. <http://www.ekoprodukt.si/zrakotesna-gradnja.html>, 12.6.2012