

# Opisivanje procesa i tehnologije gradnje drvene montažne niskoenergetske kuće u obliku krovišta

---

Hranić, Eugen

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:237645>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-18**

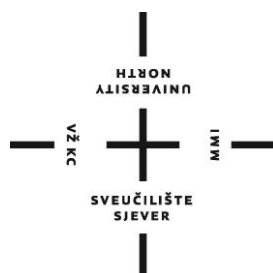


Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



ZAVRŠNI RAD br. 289/GR/2017

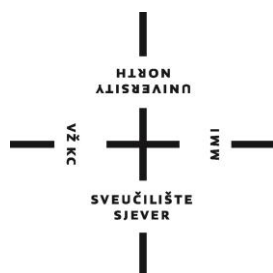
**OPISIVANJE PROCESA I TEHNOLOGIJE**  
**GRADNJE DRVENE MONTAŽNE**  
**NISKOENERGETSKE KUĆE U OBLIKU**  
**KROVIŠTA**

Eugen Hranić

Varaždin, lipanj 2017.



**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**  
**Studij GRADITELJSTVO**



ZAVRŠNI RAD br. 289/GR/2017

**OPISIVANJE PROCESA I TEHNOLOGIJE**  
**GRADNJE DRVENE MONTAŽNE**  
**NISKOENERGETSKE KUĆE U OBLIKU**  
**KROVIŠTA**

Student:  
Eugen Hranić, 5687/601

Mentor:  
Predrag Presečki, dipl. ing.

Varaždin, lipanj 2017.

## Prijava završnog rada

### Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
PRIJAVILAC	Eugen Hranić	IDENTIF. BROJ	5687/601
DATA	10. 6. 2017.	NO. RADA	Montažno građenje
NAZIV RADA	Opisivanje procesa i tehnologije gradnje drvene montažne niskoenergetske kuće u obliku krovšta		
OPIS RADA NA TIP. JEZICI	Description of process and technology of construction wooden prefabricated low-energy house in the shape of the roof		
MAJSTOR	Predrag Presecki, dipl.ing. građ.	ZVANJE	predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof. dr. sc. Božo Baldo 2. Predrag Presecki, predavač 3. Miroslav Bunić, predavač 4. dr. sc. Marija Orešković, viši predavač 5. Željko Kos, predavač		

### Zadatak završnog rada

BR. RADA	289/GR/2017
PRIS	

U završnom radu pod nazivom Opisivanje procesa i tehnologije gradnje drvene montažne niskoenergetske kuće u obliku krovšta obraditi se sa:

Priključak u radu izvesti analizu i opis procesa i tehnologije gradnje drvene montažne niskoenergetske kuće u obliku krovšta. Potrebno je napraviti sve nacrte i slike za izradu kuće te opisati materijale i njihove karakteristike. U radu te se opisati detalji zidova, stupova, krovstva, te njihove dimenzije i izvajstva. Ovisno o se obliku kuće koj izgleda kao krovštin, to pronaći i more lakog dizajna kuće. Analizirati i prikazati će prikazivan kući sa rasporedom prostora i dimenzijama kuće. Zadatak je pohvatno zmeđu ostalog odrediti po točkama: 1. Opis osnaka kuće, 2. Predložiti materijale kuće, 3. Opis konstrukcije kuće, 4.

LAZARUS BRIGADA

13. 06. 2017.



\_\_\_\_\_

## **PREDGOVOR:**

Zahvaljujem se roditeljima i bratu na pruženoj podršci. Također se zahvaljujem mentoru Predragu Presečkom na stručnoj pomoći i usmjeravanju tijekom izrade završnog rada.

Nisam htio kao neki raditi za završni rad nešto što me ne zanima samo da čim prije završim fakultet, htio sam raditi nešto od čega ću u budućnosti možda imati koristi, pa ću u ovom završnom radu pisati o tipu kuće kakvu bi htio sebi izgraditi.

Na kraju se zahvaljujem svim profesorima i djelatnicima Sveučilišta Sjever koji su mi omogućili da steknem znanja i vještine za daljnje napredovanje u radu.

## **SAŽETAK:**

Ovaj rad opisuje drvenu montažnu niskoenergetsku kuću u obliku krovišta, koja se sastoji od betonskih temelja i drvene montažne konstrukcije sa termoizolacijom između, koja je mnogo bolja i naprednija od kuća kakve se danas grade u Hrvatskoj.

Kuća predstavlja spoj američke i europske gradnje u jedinstvenom obliku koji nije dosadan kao većina današnjih kuća koje su sličnog oblika.

Prednost ovakve kuće je da se brže gradi i jeftinija je, a ima i mogućnost lakog proširenja u svim smjerovima, kod rušenja je lako zbrinjavanje otpada jer je većina drvo a ne beton i cigla koje treba pravilno i neškodljivo zbrinjavati.

Jedine mane koje zapravo to i nisu (ovisi kako kome) je to da je prizemnica i zahtjeva veliku površinu parcele, i da drvena konstrukcija neće trajati tako dugo kao betonska.

Na kraju su prikazane slike načina postavljanja montažne kuće sa drvenom konstrukcijom.

## **KLJUČNE RIJEČI:**

Drvo, konstrukcija, montažna kuća, niskoenergetska kuća, brza gradnja, krovište.

## **POPIS KORIŠTENIH KRATICA**

<b>GKFI</b>	protupožarna impregnirana gips kartonska ploča
<b>GKF</b>	protupožarna gips kartonska ploča
<b>A1</b>	reakcija materijala na požar, materijal koji ne doprinosi požaru



## SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
1.1. Kuće kroz povijest.....	1
1.2. Gradnja kuća po uzoru na Amerikance.....	2
1.3. Tipovi drvenih kuća.....	3
2. OPIS KUĆE.....	6
2.1. Opis kuće .....	6
2.2. Autocad projekat.....	7
3. PREDNOSTI I MANE.....	10
3.1. PREDNOSTI.....	10
3.1.1. Jednostavnija gradnja.....	10
3.1.2. Brza gradnja.....	11
3.1.3. Trajnost.....	12
3.1.4. Jeftina gradnja i prenamjena prostorija.....	13
3.1.5. Namjena prolaza.....	14
3.1.6. Proširenje kuće.....	15
3.1.7. Mogućnost pasivne kuće.....	16
3.1.8. Osvjetljenje.....	17
3.1.9. Vatrootpornost i zaštita.....	18
3.1.9.1. Zaštita drva.....	18
3.1.9.2. Protupožarna gips kartonska ploča.....	20
3.1.9.3. Protupožarna impregnirana gips kartonska ploča.....	21
3.1.10. Gradnja bez mnogo stepenica.....	22
3.1.11. Niska težina kuće.....	22
3.1.12. Mogućnost reciklaže kuće.....	23
3.1.13. Lakši popravci u kući.....	24
3.1.14. Zdravija gradnja.....	25
3.1.15. Arhitektonska umjetnost.....	26

3.2. MANE.....	27
3.2.1. Mora biti prizemnica.....	27
3.2.2. Ograničeni gabariti kuće.....	28
3.2.3. Trajnost drva manja od betona.....	29
4. KONSTRUKCIJA.....	30
4.1. Vrste krovišta.....	30
4.2. Temelji.....	33
4.3. Sastav zida.....	35
4.4. Opis zida.....	36
4.5. Parna brana.....	37
4.6. Demit fasada.....	38
4.7. Opis stropa.....	39
4.8. Opis poda.....	40
4.9. Opis krova.....	41
5. PRIMJER PROIZVODNJE MONTAŽNE NISKOENERG. KUĆE.....	42
5.1. Projektiranje kuće.....	42
5.2. Sastavljanje .....	43
5.3. Sklapanje kuće na gradilištu.....	45
6. ZAKLJUČAK.....	47
7. LITERATURA.....	48

# 1. UVOD

## 1.1. Kuće kroz povijest:

Kuće su se u povijesti radile od onoga čega je bilo mnogo u prirodi, ako je bilo jako mnogo drva gradili su nastambe od drva, ako je bilo mnogo kamena kao u Mediteranu tada su gradili kuće od kamena. Sve dok nisu otkrili peći glinu za ciglene kuće.

Kada je otkriveno da je pečena cigla kao materijal dugotrajniji i kvalitetniji, ali i pristupačniji cijenom i rasprostranjenosti, polako su se počele gubiti drvene i kamene kuće a sve je više bilo ciglenih.

U Hrvatskoj, a posebno u Zagorju, imamo dugu tradiciju gradnje drvenih konstrukcija za kuće sa zidovima od gline sa pljevom, sitnim granjem ili sa isprepletenim šibama. Krovište je bilo drveno pokriveno slamom, a kasnije je došao glineni crijep.

Takve kuće su doživjele preko 100 godina, uz redovno održavanje zidova. Kuće nisu imale betonski nego zemljani pod, a za temelje su se koristili naslagani veliki komadi kamena.



Slika 1. Zid stare zagorske kuće



Slika 2. Strop stare zagorske kuće

Drvene i kamene kuće su se gradile tamo gdje je bilo više tog materijala, kao mediteranski kameni gradovi ili drvene vikendice u unutrašnjosti, ali većina kuća je sada od betona i cigle zbog jeftinije cijene i trajnosti. Hrvatski gradovi na obali još uvijek traže da se stare gradske jezgre očuvaju u kamenom obliku, ali većina ostalih kuća je betonska ili ciglena.



Slika 3. Kamena kuća

Sada u 2017. godini se to kod nas u Hrvatskoj polako mijenja i počinje se graditi sve više drvenih kuća zbog ekologije i zbog toga što takve drvene kuće grade brže i kvalitetnije su za život, pa sada i Hrvati žele takve kuće kakve u Sjevernoj Americi grade već stoljećima.

## **1.2. Gradnja kuća po uzoru na Amerikance**

Oko polovica Amerikanaca živi u drvenim kućama. Imaju stoljetnu tradiciju u takvoj gradnji i tržište prati velika industrijska grana građevinarstva. Takvu kuću, veličine i do nekoliko stotina kvadratnih metara može se izgraditi od temelja do krova za mjesec dana, i to vrlo povoljno. Takve su kuće atraktivne, zdrave i udobne za život. Mi u Hrvatskoj smo još uvijek opterećeni sa idejom da kuća mora biti barem za 3 generacije koje dolaze iza nas.

Amerikanci grade za sebe i eventualno za još jednu generaciju. Iduća generacija gradi za sebe, po svom ukusu i na mjestu koje sami izaberu. Tako se postiže veliko zapošljavanje, graditeljstvo se razvija, materijali i usluge postaju sve jeftiniji, itd.



Slika 4. Američka montažna kuća

### 1.3. Tipovi drvenih kuća

Drvene kuće grade se na nekoliko različitih načina i sistema. Drvena kuća od pamtivijeka je u uporabi na Hrvatskim prostorima, nekada su se gradile od hrastovih greda, a takve kuće i danas nalazimo po čitavoj Hrvatskoj od kojih su neke stare i preko 100 godina što je jasan pokazatelj kvalitete drvenih kuća. Upravo takve kuće autohtone su za naše područje i poznate su svojim arhitektonskim oblikom. Područja uz Kupu, Podravina i cijelo Hrvatsko zagorje nekada je bilo nastanjeno upravo u takvim kućama, a danas su neki uspješni takve drvene kuće raskopati i preseliti ih na drugu lokaciju pri čemu su renovirane ili čak sastavljene od dvije ili više takvih kuća. Visokokvalitetna zaštita koja je danas moguća raznim sredstvima i premazima osigurala je da kuće koje su stare 50 i više godina potraju možda još koje stoljeće.



U skandinavskim zemljama još prije tisuću godina gradile su se drvene kuće od trupaca, kasnije i u SAD-u i Kanadi, a takve drvene kuće ili brvnare kako ih još nazivaju grade se i dan danas. Naravno u današnje vrijeme takve kuće zahvaljujući modernim alatima i znanju te vještim rukama majstora mnogo su dugovječnije i pouzdanije nego nekada. Drvene kuće od trupaca rade se od drveta smreke, bora ili jele jer takve vrste drveta u sebi imaju prirodne smole koje na prirodan način štite drvo od propadanja. Zidovi drvene kuće od trupaca mogu biti debljine od 20 - 45 cm promjera što je više nego dovoljan zvučno toplinski izolator.



Slika 5. Primjer konstrukcije drvene kuće od trupaca

Osim drvenih kuća od hrastovih greda ili crnogoričnih trupaca na tržištu se mogu pronaći i drvene kuće od lameliranih greda, drvene kuće od poluoblica koje su uglavnom izvane drvene a iznutra se oblažu slojem termoizolacije i gipskartonskom ili drvenom završnom obradom, drvene montažne niskoenergetske kuće koje imaju nosivu konstrukciju od drvenih greda a ostatak zida je popunjen termoizolacijom kao kamena vuna ili sličnog izolacijskog materijala, te se unutar i vanjski zidovi oblače u OSB ploče, iznutra se stavlja gips kartonska ploča, a izvane se stavlja klasična fasada sa

termoizolacijom. Ovakve kuće relativno brzo se grade jer su svi materijali tvornički obrađeni te se sve sklapa od prefabriciranih elemenata. Cijenom su dostupnije nego ostale potpuno drvene kuće.



Slika 6. Primjer konstrukcije klasične drvene montažne kuće

## **2. OPIS KUĆE:**

### **2.1. Opis kuće:**

Autocad prikazuje kako bi trebala izgledati drvena montažna niskoenergetska kuća u obliku krovništva po mojem dizajnu koju bi htio jednoga dana sebi izgraditi.

Kuća će izgledati kao krovništvo koje je blizu tla, a koje ima sa bočnih strana prolaz koji može služiti kao terasa, prostor za kućne ljubimce, za proširenje kuće, itd.

Raspon kuće je 11 metara, što je idealno za sustav krovništva dvostruke stolice, dužina kuće je 13 metara. Vanjske dimenzije zidova su 6 x 11,5 metara.

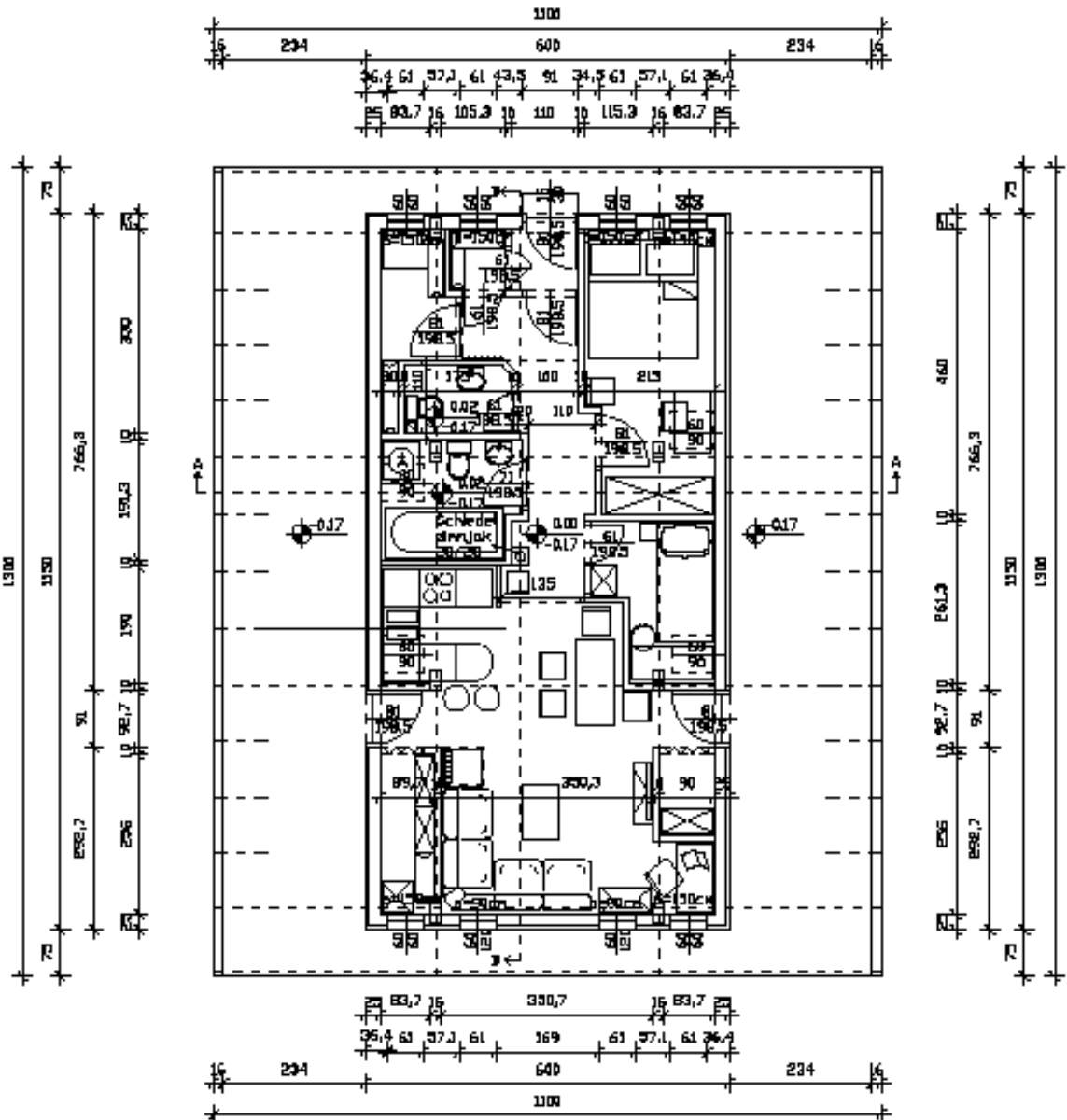
Temelji su klasični trakasti temelji sa dubinom od 80 cm od terena, i širine 30 cm punjeni betonom sa željeznom armaturom.

Konstrukcija zidova će biti od drvenih greda, a ispuna od stiropora, i sve zajedno će biti obloženo OSB pločama i vatrootpornim gips kartonskim pločama.



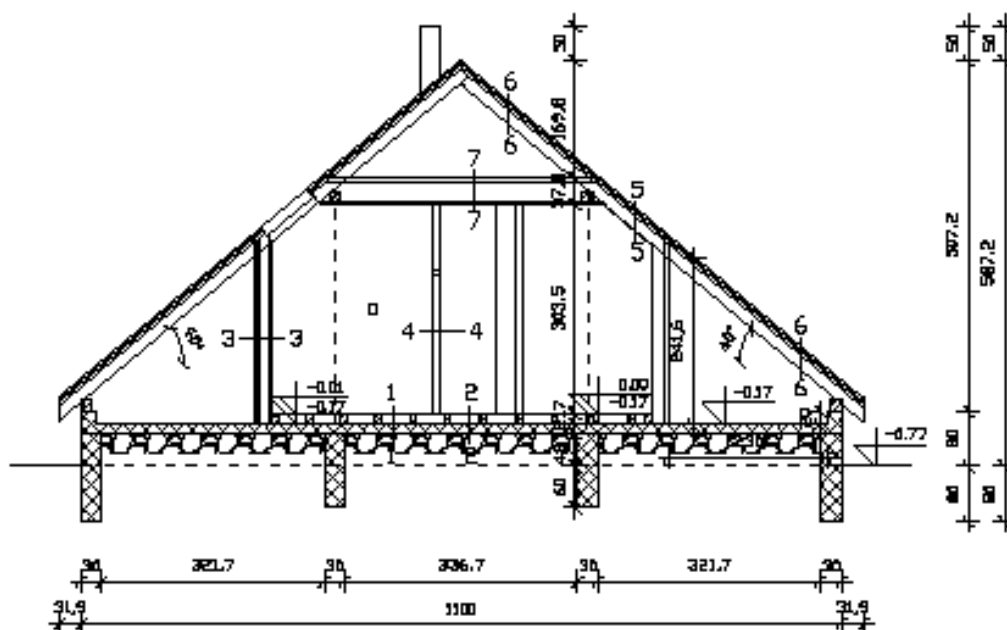
## 2.2. Autocad projekat

### TLOCRT PRIZEMLJA



UNIN 2017	Eugen Hrančić Tlocrt prizemlja	MJ 1:100
--------------	-----------------------------------	----------

# PRESJEK A-A



1-1  
 slojevi poda:  
 ker. pločice 1 cm  
 vodorob. gips kartonska ploča 1 cm  
 OSB ploča 1 cm  
 drevna konstrukcija i stropor 12 cm  
 hidroizolacija 0.5 cm  
 donja betonska podloga 12 cm

2-2  
 slojevi poda:  
 laminat 0.7 cm  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm  
 drevna konstrukcija i stropor 12 cm  
 hidroizolacija 0.5 cm  
 donja betonska podloga 12 cm

3-3  
 slojevi zida:  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm  
 OSB ploča 1 cm  
 drvena konstrukcija sa stroporom izmedu 16 cm  
 OSB ploča 1 cm  
 stropor 5 cm  
 završni silikatni i akrilni sloj

4-4  
 slojevi pregradnog zida:  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm  
 drvena konstrukcija sa stroporom 7.5 cm  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm

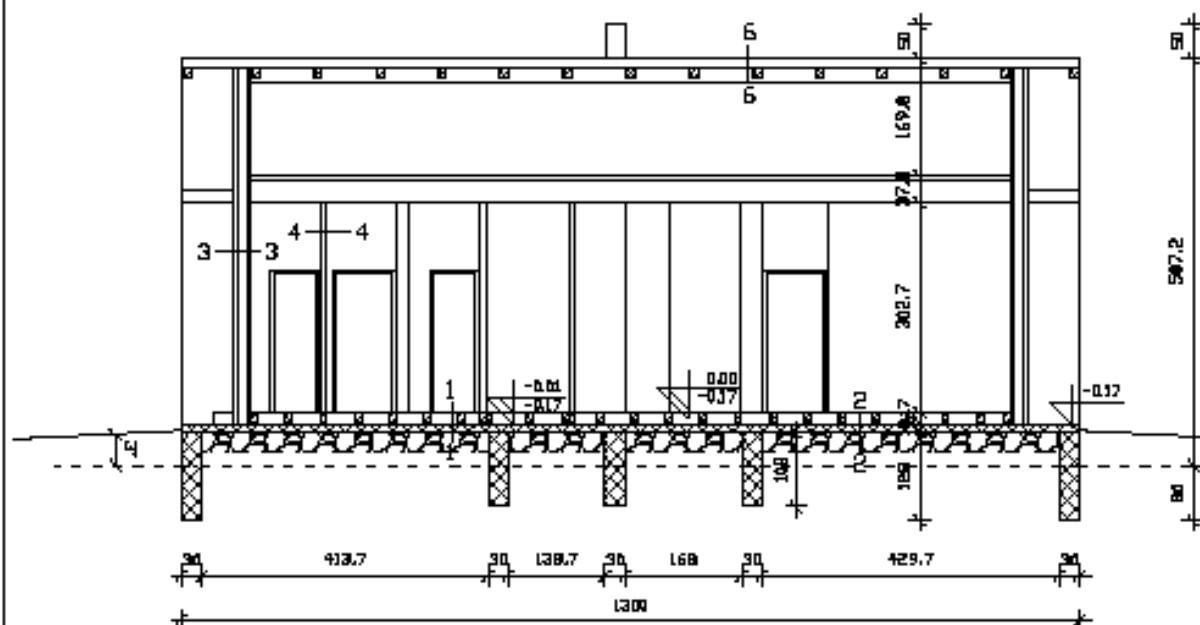
5-5  
 slojevi krovšta kuća:  
 crijep 3 cm  
 letva 3 cm  
 kontraletva 4 cm  
 krovna folija  
 OSB ploča 1 cm  
 rogovi sa termolizolacijom 16 cm  
 osb ploča 1 cm  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm

6-6  
 slojevi krovšta nadstrešnica:  
 crijep 3 cm  
 letva 3 cm  
 kontraletva 4 cm  
 krovna folija  
 osb ploča 1 cm  
 rogovi 16 cm

7-7  
 slojevi stropa:  
 stropor 5 cm  
 OSB ploča 1 cm  
 konstrukcija: fosla 5 x 30, sa stroporom izmedu 30 cm  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm  
 boja

UNIN	Eugen Hranč	MJ 1:100
2017	Presjek A-A	

## PRESJEK B-B



1-1  
 slojevi poda:  
 ker. ploščice 1 cm  
 vodoodb. gips kartonska ploča 1 cm  
 OSB ploča 1 cm  
 drevna konstrukcija i stropor 12 cm  
 hidroizolacija 0.5 cm  
 donja betonska podloga 12 cm

2-2  
 slojevi poda:  
 laminat 0.7 cm  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm  
 OSB ploča 1 cm  
 drevna konstrukcija i stropor 12 cm  
 hidroizolacija 0.5 cm  
 donja betonska podloga 12 cm

3-3  
 slojevi zida:  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm  
 OSB ploča 1 cm  
 drvena konstrukcija sa stroporom između 16 cm  
 OSB ploča 1 cm  
 stropor 5 cm  
 završni silikatni i akrilni sloj

4-4  
 slojevi pregradnog zida:  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm  
 drvena konstrukcija sa stroporom 7.5 cm  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm

6-6  
 slojevi krovšta nadstrešnica:  
 crijep 3 cm  
 letva 3 cm  
 kontraletva 4 cm  
 osb ploča 1 cm  
 krovna folija  
 rogovi 16 cm

7-7  
 slojevi stropa:  
 stropor 5 cm  
 OSB ploča 1 cm  
 konstrukcija: fosla 5 x 30, sa stroporom između 30 cm  
 vatrootporna gips kartonska ploča 1.25 cm  
 boja

UNIN 2017	Eugen Hrančič Presjek B-B	MJ 1:100
--------------	------------------------------	----------

### 3. PREDNOSTI I MANE:

#### 3.1. PREDNOSTI:

##### 3.1.1. Jednostavnija gradnja

Gradnja je jednostavnija od obične zidane kuće jer se svi elementi dovoze na gradilište već spremni za montažu jer su ispiljeni i zaštićeni zaštitnom bojom, pa se djelovi samo slažu i učvršćuju vijcima na gradilištu.

Zidove i stropove je lakše napraviti u zatvorenoj hali gdje rad ne ovisi o vremenskim uvjetima kao kad pada kiša ili puše vjetar, pa je rad lakši i brži.

Svi elementi koji se mogu napraviti u hali rade se u hali umjesto na gradilištu, pa se tako i svi rogovi pile na točne dimenzije i rade utori na mjestima za spajanje, pa se oni samo spajaju vijcima i čavlima.

Na gradilište se dovoze u kamionu i postavljaju se dizalicom sa kamiona.



Slika 7. Dovoz gotovih zidova

### 3.1.2. Brza gradnja

Gradnja svih elemenata u pogonu u hali i samo dostava i postavljanje na gradilištu je mnogo brže nego na gradilištu zbog neovisnosti o vremenskim uvjetima. Postupak sklapanja traje samo par dana za cijelu konstrukciju, pod uvjetom da su temelji i betonska podloga spremni za montažu kuće, to znači da je izbetonirana i da je prošlo 28 dana od betoniranja i da se postavila hidrizolacija na betonsku podlogu.



Slika 8. Hidroizolacija

Drvni materijali sušeni su do 14% vlažnosti i impregnirani prirodnim zaštitnim sredstvima koja osiguravaju potpunu zaštitu drva.



Slika 9. Sklapanje zida

Montaža zidova, stropova i postavljanje krovne konstrukcije u optimalnim vremenskim uvjetima u prosjeku traje jedan dan.

Vremenski period potreban za kompletnu montažu kuće na gradilištu uključujući i završne radove, a ovisno o tipu kuće i radnicima traje do 30 dana.

### 3.1.3. Trajnost

Trajnost takve drvene kuće je minimalno 30 godina a može i mnogo dulje (100 godina), a betonski temelji ostaju znatno dulje. Mnoge su drvene kuće stare po 100 godina i drvena konstrukcija još uvijek je u jako dobrom stanju.

Jedino temelje treba projektirati za više od 30 godina, do 100 godina tako da se kasnije samo mijenja drvena konstrukcija a temelji ostaju isti.

Temelje ne treba rušiti nego samo graditi na njima sljedeću kuću, pošto će sljedeća takva kuća imati slično opterećenje, a unutarnji pregradni zidovi ne predstavljaju problem kod nosivosti zbog niske težine.



Slika 10. Drvena kuća

U Americi (SAD i Kanada) ima jako mnogo primjera kako se kuće koriste i nakon 100 godina, kao i u Hrvatskom Zagorju, a sve ovisi o klimi.



### 3.1.4. Jeftinija gradnja i prenamjena prostorija

Ovakav tip kuće će biti jeftiniji za igradnju jer:

- Treba manje vremena za gradnju (radni sati)

- Bolja organizacija gradilišta jer se dovoze gotovi elementi na gradilište

- Ne treba raditi velike i skupe temelje

- Ne treba skupa oplata za beton jer nema betona u zidovima

- Nema dugotrajnog zidanja i žbukanja

Klasične montažne kuće nisu jeftine kuće, iako se često reklamiraju kao takve. Prosječno, izgradnja klasične montažne kuće do visokog “roh-bau” nivoa stoji od 350 do 450 eura po metru kvadratnom, zavisno o debljini zidova, uključenim radovima i drugo. Gradnja po principu “ključ u ruke” ima širi raspon cijena: od 550 do prosječno 750 eura, s time da gornja granica ovisi o cijeni materijala koje bira sam kupac. Završni radovi u vlastitom aranžmanu mogu stajati od 150 eura/m<sup>2</sup> na više. Treba napomenuti da odstupanja od tipskih projekata znače i odstupanja od cijene koja mogu ići i do 50 eura po kvadratu. Kuću poskupljuju dodatni uglovi, neobični kutovi, niše, razvedeni krovovi itd.

Klasična montažna kuća je u startu oko 10% jeftinija od zidane. U obzir treba uzeti i činjenicu da je montažna kuća spremna za useljenje u roku od 2 mjeseca, dok se zidana kuća gradi od 6 mjeseci do godine dana. Ukoliko ste u tom roku podstanar, montažna kuća je još povoljnija opcija od klasične gradnje.

Svaka generacija ima priliku svakih 30 – 50 godina izmjeniti cijelu kuću do temelja tako da ostave temelj ne promjenjen samo promjene cijelu konstrukciju kuće.

Svaka generacija ima neke svoje zahtjeve kako kuća mora izgledati, koliko soba mora imati, koliko kupaonica,... , jer se tako do sada mijenjao standard u kućama.

Do sada svaki put kada bi se mijenjao standard u kućama, kod ciglenih i betonskih kuća su se morali rušiti pregradni cigleni zidovi, a to je stvaralo jako puno građevinskog otpada, koji se kod drvenih kuća može ponovno upotrijebiti kao energent za grijanje.

Kada su se gradile u Hrvatskoj ciglene kuće nisu sve kuće imale kupaonicu, pa je trebalo proširiti kuću, nakon toga su svi uveli wc kao zasebnu prostoriju pa su ponovno pregradili kuću, danas već sve novije kuće imaju 2 kupaonice, prostoriju za gospodarstvo ( pranje odjeće, peglanje, itd. ), posebnu prostoriju za računalo, itd.

Tako da svaka generacija treba napraviti razmještaj prostorija po svojim željama i standardu življenja, a kod drvenih montažnih niskoenergetskih kuća prostorije se mogu mijenjati vrlo lako jer su svi zidovi (osim vanjskih) pregradni pa se mogu srušiti i postaviti novi, ili proširiti kuću.

Zbog jeftinije gradnje i održavanja od klasičnih ciglenih i betonskih kuća, moguća je gradnja nove kuće svakih 30 – 50 godina.

### **3.1.5. Namjena prolaza**

Prolaz je širine 2,3 metra i visine na najvišem djelu 2,41 metar, tako da je visina prolaza u dijelu gdje se prolazi oko 2 metra, a to je dovoljno velika visina za prolaz.

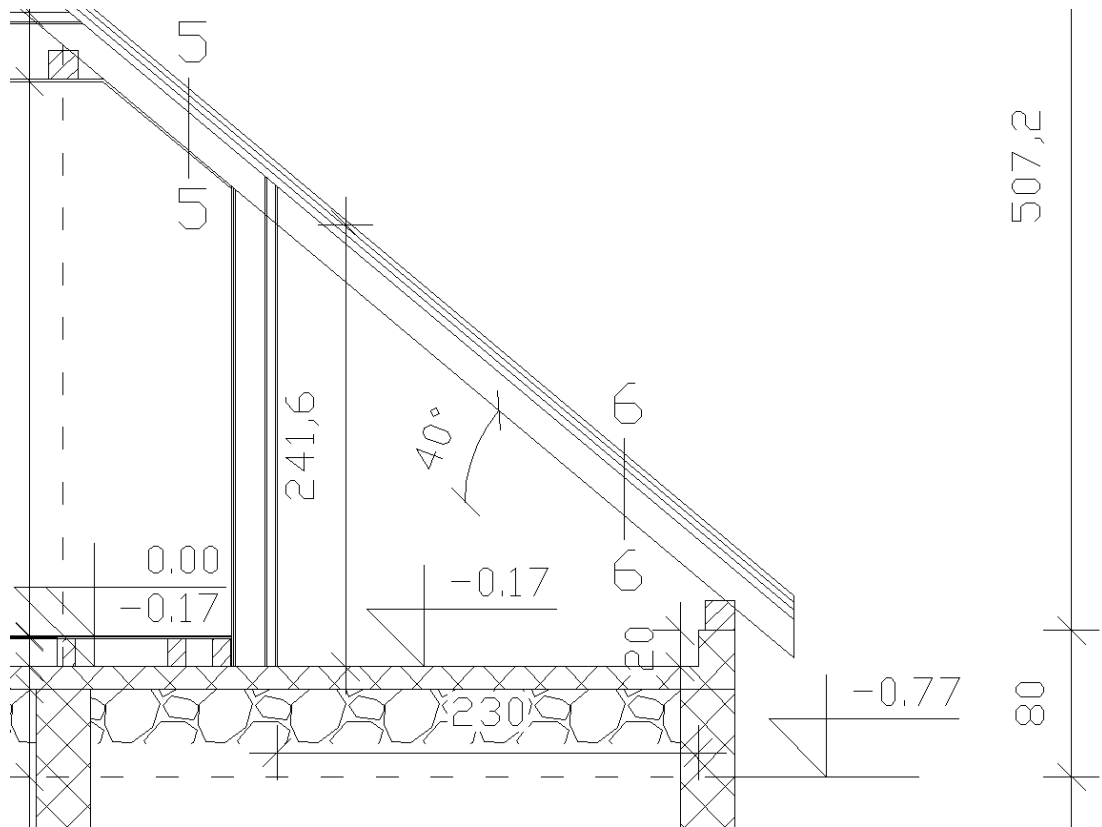
U tom predjelu kuće je zamišljeno da se može držati kućne ljubimce, skutere, spremišta, itd, ali prolaz će se najčešće koristiti kao natkrivena terasa za sjedenje ili natkriven prolaz od prednjeg djela kuće do zadnjeg djela kuće.

Kroz svaki će prolaz biti ulazna vrata u kuću, tako da se može ući u kuću kroz 3 ulaza, sa 3 strane kuće.

Također se taj prolaz može koristiti za najlakšu mogućnost proširenja kuće jer je potrebno samo napraviti nove zidove i izolirati sa termoizolacijom



prostor između rogova i zatvoriti ih. Tako je trošak proširenja jako malen jer konstrukcija već postoji, kao i pod i krov, nedostaje samo termoizolacija, nekoliko greda, parna brana, pod, nekoliko OSB ploča i vatrootpornih gips kartonskih ploča, vijci i boja.



Slika 11. Prolaz

### 3.1.6. Proširenje kuće

Kuća se može proširiti ispod nadstrešnice tako da se samo postave zidovi i termoizolacija, i može se dobiti dodatna dječja soba ili povećati dnevni boravak ili neka druga prostorija u kući sa minimalnim utroškom vremena i novca.

Kuća se može proširiti sa zabačnih strana tako da se dobetoniraju novi temelji i proširiri krovšte i napravi novi zabačni zid, tako ćemo produžiti kuću u dužinu.

### 3.1.7. Mogućnost pasivne kuće

Ako se niskoenergetskoj kući ugrade rekuperator zraka i solarni paneli za električnu energiju i ploče za dobivanje tople vode tada će kuća najvjerojatnije biti u kategoriji pasivne kuće sa manje (ili jednako) od 15 kWh/m<sup>2</sup> a sve ovisi o položaju i obliku kuće.

Zbog malog volumena kuće nema velike potrebe za grijanjem, a zbog debele termoizolacije od 21 cm ovakav tip kuće je lako grijati na drva upravo zbog ta dva razloga, a peć na drva je ekološki najprihvatljiviji način za zagrijavanje kuće.

Kuća mora imati dvostruko ili trostruko IZO staklo zbog jako dobrih termoizolacijskih svojstava, sa PVC ili drvenim okvirom koji će se ljepo uklopiti u drvenu kuću.



Slika 12. Solarni fotonaponski paneli na krovu

### 3.1.8. Osvjetljenje

Kuća se može osvijetliti sa više ili manje sunca, i to prozorima na zabatnom zidu, krovnim prozorima, i krovnim prozorima na nadstrešnici ili na zidovima ispod nadstrešnice po želji.

Prozori će biti napravljeni kao dvostruko ili trostruko IZO staklo.

IZO staklo je tijelo sastavljeno od dvije ili više staklenih ploha, koje su međusobno odijeljene sa jednim ili više hermetički zatvorenim međuprostorom. Međuprostor između staklenih ploha može biti ispunjen zrakom ili nekim od inertnih plinova. U PVC stolariji se najčešće koristi staklo ukupne debljine 24 mm,  $U_g = 1,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , 4 – 16 – 4LOW-E gdje brojevi predstavljaju: debljina prve ploče stakla [mm] – debljina međuprostora ispunjena zrakom ili inertnim plinom [mm] – debljina druge ploče stakla [mm]. Porastom svijesti o energetskej održivosti danas se sve više koriste troslojna stakla niske toplinske provodljivosti s  $U_g = 0,6 – 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

Glavno svojstvo IZO stakla je da svojom konstrukcijom smanjuje toplinske gubitke.

Kuća preko prozora dobiva sunčevu energiju kao toplinu, ali obični jednoslojni prozor zapravo gubi više energije za grijanje zimi nego što dobiva od sunca ljeti.



Slika 13. Krovni prozor



Slika 14. Trostruko IZO staklo

### **3.1.9. Vatrootpornost i zaštita**

Da bi se zadovoljili sigurnosni standardi treba sa unutarnje strane konstrukcije staviti vatrootpornu gips kartonsku ploču u svim djelovima kuće.

U kupaonici se pločice postavljaju na zelene gips kartonske ploče (protupožarne impregnirane gips kartonske ploče) koje dozvoljavaju ljepljenje pločica na njih.

#### **3.1.9.1. Zaštita drva**

Protupožarna zaštita:

Obrada drvenih elemenata materijalima koji usporavaju gorenje može učinkovito spriječiti ili odgoditi nastanak i rasprostiranje požara.

Reakcija usporivača gorenja drva najčešća je u početnoj fazi požara, kada mogu odgoditi vrijeme pojave požara ili zaustaviti njegovo širenje. Materijali za usporavanje gorenja drva uglavnom su proizvedeni na osnovi fosfora, dušika, bora, aluminijske hidroksida i nekoliko drugih spojeva. Oni djeluju na sljedeće načine: mijenjaju tijek pirolize, štite površine izolacijskim slojem, mijenjaju toplinska svojstva materijala, razrjeđuju plinove nastale pirolizom i prekidaju lančanu reakciju gorenja. Većina sustava za usporavanje gorenja djeluje kombinirano - više spomenutih načina sadržani su u jednom sistemu. S obzirom na način nanošenja, materijali za usporavanje gorenja mogu se podijeliti na dva tipa:

- prekrivni (premazi i prevlake)
- impregnacijski - kemijska impregnacija se češće koristi, a posebno za novije proizvode od kojih se zahtijeva određen stupanj vatrootpornosti.

Premazi se češće koriste u postojećim konstrukcijama, lako se nanose i ekonomični su, ali su podložni abraziji, što može utjecati na njihov učinak u praksi. Kod izbora usporivača gorenja, za drvo svakako treba imati na umu vrstu drvne podloge i propisane zahtjeve radi li se o novoj građevini ili o dogradnji. Također su važni uvjeti upotrebe, postavljanje, ekološki propisi,

cijena, zahtjevi o održavanju i utjecajima na izgled ili neko drugo unutarnje svojstvo podloge.

Dimnjak se izvodi od čvrstog, negorivog zidanog materijala.

Zaštita od vlage:

Drvene konstrukcije koje sadržavaju do 20% vlage nisu sklone propadanju, odnosno truljenju. Optimalni uvjeti za propadanje drva nastaju kada je sadržaj vlage veći od 25%. Ako je drvo zaštićeno od vode ili od kondenzacije i ako je pri tome izloženo normalnim atmosferskim prilikama kakve postoje u građevini i izvan nje, sadržaj vlage rijetko prijeđe 15%. Jednostavna i praktična metoda kontrole sadržaja vlage i zaštite od truljenja ostvaruje se kroz prikladno oblikovanje konstrukcijskih detalja. Izvori vlage uključuju vodu iz kiše, snijega, tla, visoku vlagu i vodu koja se isparava iz unutarnjeg i vanjskog okoliša. Stupanj do kojega će vlaga opterećivati konstrukciju ovisi o varijabilnim faktorima: klimatskim uvjetima, građevinskim faktorima kao što su lokacija, izloženost suncu, izloženost vjetru, okoliš oko zgrade, vegetacija i teren, faktorima oblikovanja zgrade kao što su strehe, vijenci, drenaže i pokrovi nad tlom.

Vlaga se može kretati u i kroz zgradu putem nekoliko mehanizama:

Kapilarnost: vlaga se kreće pod utjecajem pokretne sile kao što je gravitacija, ili usisavanjem uzrokovano kapilarnim djelovanjem.

Zračno kretanje: kretanje vlage zrakom i njeno propuštanje kroz zidove, stropove i krovne šupljine.

Difuzija: direktno kretanje vodene pare kroz stropne i zidne površine, s obzirom na razliku pritiska vodene pare.

Spomenuti mehanizmi kretanja kapljevine proizvode najznačajnije djelovanje vlage. Stoga ne treba čuditi što kiša i kontrola podzemne vode zauzimaju primarni fokus graditelja već generacijama. Kako bi se ograničio sadržaj ulaza vode i kako bi se postigla ravnoteža sadržaja vlage, osnovni principi vodnog upravljanja uključuju otklanjanje, separaciju, odvodnju i sušenje.

Otklanjanje je prvi princip i glavni prioritet vodnog upravljanja. Cilj je zadržati vlaženje od kiše daleko od građevine. Otklanjanje obuhvaća: smještaj građevine tako da je ona zaštićena od dominantnih vjetrova, izvođenje

dovoljno velikih streha i sustava za prikupljanje vode, izvedbu dobrog brtvenog sistema koji preusmjerava vodu dalje od građevine, izvedbu drenažnog sustava oko temelja kako bi prihvatio vodu koja dolazi s krova, postavljanje paropropusnih difuznih usporivača na vanjske površine zidova i podova, uključujući i donji dio betonskih ploča, adekvatnu separaciju elemenata od izvora vlage uključujući tlo i beton.

### **3.1.9.2. Protupožarna gips kartonska ploča (GKF)**

Koristi se za oblaganje stropova i zidova na podkonstrukciji, šahtovi, nenasivi pregradni zidovi, spuštene stropovi, poludovršeni elementi sa protupožarnim zahtjevima.

Protupožarne gips kartonske ploče napravljene su iz gipsane jezgre koja je dodatno ojačana i u kojoj se radi povećanja čvrstoće u slučaju požara nalaze armaturna vlakana iz staklene svile duljine 3-30 mm. Posebnom tehnologijom izrade postiže se ojačavanje upuštenih rubova, čime se postiže ista čvrstoća ploče na svim dijelovima. Oznake na poleđini ploče su crvene boje.



Slika 15. Protupožarna gips kartonska ploča

Drvo je prirodni gorivi materijal koji ima vrlo široku primjenu u graditeljstvu.

Ponašanje drva u požaru ovisi o:

- vrsti drva (meko – tvrdo)
- gustoći , vlažnosti , presjeku

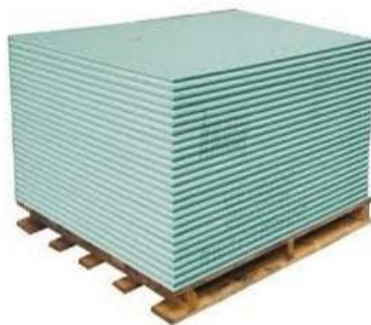
Prosječna temperatura zapaljenja je oko 280° C, nakon zapaljenja površinski sloj drveta pougljeni. Pougljenjeni dio se ponaša kao izolator te određeno vrijeme štiti jezgru drveta od visokih temperatura.

Potrebna otpornost na požar postiže se povećanjem presjeka raznim zaštitama.

### **3.1.9.3. Protupožarna impregnirana gips kartonska ploča (GKFI)**

Isto kao protupožarna gips kartonska ploča samo prilagođena primjeni u „vlažnim prostorijama“ npr. kupaonica, WC i kuhinja. Nije pogodna za vanjsku primjenu.

Protupožarne gips kartonske ploče napravljene su iz gipsane jezgre i kartona koji su impregnirana protiv upijanja vlage. Oznake na poleđini ploče su crvene boje, prednji i stražnji karton su zelene boje.



Slika 16. Protupožarna impregnirana gips kartonska ploča

### **3.1.10. Gradnja bez mnogo stepenica**

Kuće bi se trebale gradi tako da se kuća pokuša što više približiti k zemlji, težnja k što manje stepenica zbog lakšeg ulaska i izlaska iz kuće.

Problem je kod te gradnje to što u zimi zapadne snijeg, pa drvenoj građi nije najbolje da bude prenisko pa ovakva kuća je ispod terase povišena za 60 cm od tla, pod u kući je povišen za 77 cm od tla, a drvena građa od krovišta (rogovi i nazidnica) su 80 cm iznad tla.

Kuća će sa prednje i stražnje strane imati zemljanu kosinu od 3% i jednu stepenicu od samo 10 cm tamo gdje se dolazi na betonsku podlogu, i jednu na ulazu od 15 cm.

Time se skoro pa sasvim uklanjaju stepenice iz cijele kuće, jer se i na tavan ne dolazi pomoću stepenica nego pomoću drvenih sklopivih ljestava koje se montiraju na strop. Takve ljestve je lakše spremi u strop kada ne trebaju i ne zauzimaju prostor kao klasične betonske stepenice.

Stepenice nisu najbolje rješenje za hodanje, jer ljudi mogu past i ozlijediti se, zato skoro svi dućani imaju najviše jednu stepenicu na ulazu, a to je cilj koji bi se trebao postići kod svih kuća.

### **3.1.11. Niska težina kuće**

Kuća nije toliko teška kao ciglena ili betonska jer ima težinu samo temelja i krovišta, a kod klasične kuće bi tu trebalo još staviti težinu prizemlja i kata ako ima manju tlocrtnu površinu.

Kod ove kuće je samo temelj, krovište, dimnjak i pregradni zidovi predstavljaju opterećenje, bez težine ciglenih zidova, žbuka i teških stropova (betonskih ili fert), cementnih estriha, ...

Činjenica je da su montažne kuće sigurne od potresa, i to zato što drvo bolje reagira na potresna naprezanja nego beton. Tako drvo bolje prihvaća elastična opterećenja na trešnju tla i sprečava mehaničke štete na kući.



U korist montažnih kuća govori također njihova težina koja je od 5 do 6 puta manja od klasično zidanih objekata, i zato prouzrokuje manju potresnu silu. Svaki montažni objekt ima statički proračun kojim se izračunaju potrebne sile za izdržljivost pri potresu uobičajenom za područje ugradnje.

Zbog niske težine kuće nije problem ni jak vjetar, kao kako se kod nas misli jer kad vidimo na vijestima da tornado sruši drvenu montažnu kuću moramo znati da je vjetar puhao 300 – 400 km/h, a takvi vjetrovi u većini država ne pušu.

### **3.1.12. Mogućnost reciklaže kuće**

Drvene montažne kuće su ekonomičnije, imaju manji negativan utjecaj na okoliš i troše manje energije za grijanje od običnih zidanih kuća zbog debele termoizolacije, tako da su već za upotrebe kuće prihvatljivije za okoliš od običnih betonskih i ciglenih, a kod rušenja postoji mogućnost reciklaže pa nema toliko otpada za zbrinjavanje.

Za razliku od običnih kuća kod kojih kod rušenja nastaje velika količina otpada kao beton, cigla, termoizolacija, instalacije,..., kod drvenih montažnih kuća kod rušenja ima najviše drva koje se može reciklirati u nove dijelove kuće ili se iskoriste kao klasično drvo u raznim poslovima ili ako ništa drugo za loženje.

Kod rušenja instalacije se mogu ranije izvaditi jer nisu zazidane u betonu ili cigli pa je jednostavnije vađenje.

Crijep kod takve kuće će se lakše skinuti jer kuća u obliku krovišta nije visoka.

Temelje ne treba rušiti nego samo graditi na njima sljedeću kuću, pošto će sljedeća takva kuća imati slično opterećenje, a unutarnji pregradni zidovi ne predstavljaju problem kod nosivosti.



Slika 17. Rušenje klasične kuće od cigle i betona

Svatko tko gradi kuću se treba zapitati da li gradite kuću za unuke ili za sebe?

Veliko je pitanje hoće li Vas unuci hvaliti ili kuditi zbog masivne gradnje koju će najvjerojatnije rušiti. A ako se radi o ogromnim adaptacijama i totalnim rušenjima onda je tu montažna kuća opet u prednosti. Mnogi njeni dijelovi se mogu reciklirati u nove dijelove kuće ili se iskoriste kao klasično drvo u raznim poslovima ili ako ništa drugo za loženje. I naravno puno ju je jednostavnije srušiti tj rastaviti nego zidanu.

### **3.1.13. Lakši popravci u kući**

Jako su laki popravci instalacija jer prolaze po zidovima kao i kod klasičnih kuća ali se ovdje ne treba trgati žbuka ili cigla i beton, jer su kod ovakvih kuća instalacije u zidovima kao naprimjer struja se može voditi u bužiru unutar termoizolacije unutar zida, lako se do nje dolazi i lako se mijenja u slučaju potrebe.

Lako postavljanje ili zamjena crijepa zbog visine:

Zbog toga što je krov nizak ne treba mnogo strojeva da bi se crijep podigao na visinu krovišta jer je krovište 80 cm od tla. Zato je za pokrivanje krovišta crijepom dovoljno samo nekoliko ljudi.

Zbog niske visine i jako niskog ruba krovišta može se lako popeti na vanjsku stranu krovišta i pogledati da li se nešto oštetilo, ili ako je pao koji crijep da ga se može lako zamijeniti.

#### **3.1.14. Zdravija gradnja**

Zbog svojstva da beton i žbuka zadržavaju vlagu, drvo je mnogo bolji materijal jer kad je premala vlažnost zraka u prostoriji drvo otpušta vlagu a kada je u prostoriji prevelika vlažnost zraka tada ju upija .

Zbog toplinskog mosta kod betonskih serklaža mogu se pojaviti crne gljivice, iako postoji fasada od termoizolacije, ako se u kući nalazi dosta vodene pare od kuhanja, kupaonice, itd., gljivice će se pojaviti.



Slika 18. Gljivice u kući

Danas postoji jako mnogo sredstava koje ubijaju te gljivice ali se nakon nekog vremena one ponovno pojave, a ta sredstva nisu previše ekološka jer sadrže mnogo kemikalija.

Kod drvenih montažnih niskoenergetskih kuća se neće javljati crne gljivice u kutevima jer nema betona i jer je termoizolacija od 21 cm.

### 3.1.15. Arhitektonska umjetnost

Ovakav tip kuće nije klasičnog oblika pa će izgledati drugačije od ostalih kuća u selu ili gradu, tako da se ovdje vidi da arhitekti nekada postaju umjetnici načinom na koji mjenjaju krajolik.

Kuće ne bi trebale biti sve jednake kako se sada grade jer se grade „sve na isti kalup“, jer kuće trebaju biti sve različite, po željama vlasnika.



Slika 19. Ronchamp kapela, Le Corbusier (1887. – 1965.g.)

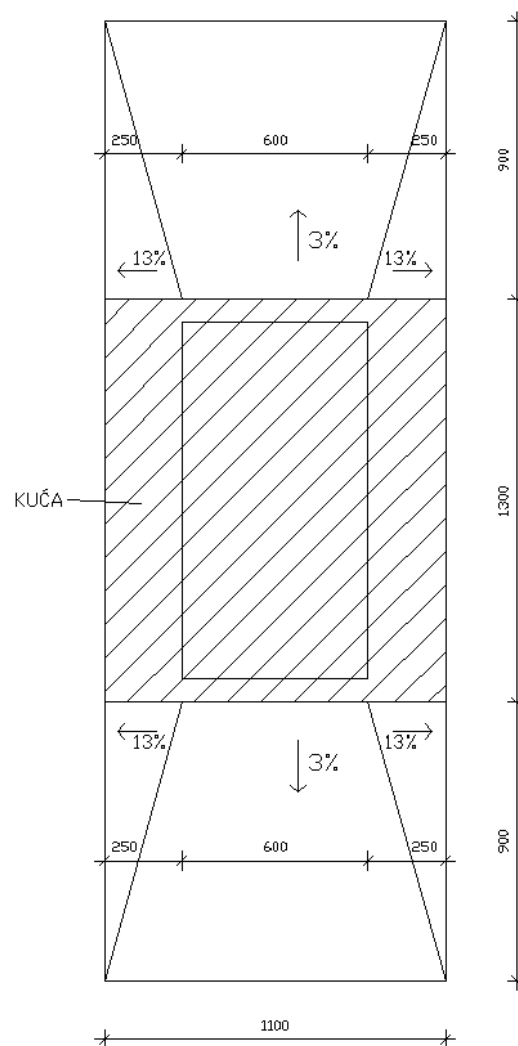
## 3.2. MANE:

### 3.2.1. Mora biti prizemnica

Mana je to što takve kuće moraju biti prizemnice pa zahtjevaju veliku površinu parcele za građenje.

Ako se želi izbaciti većina stepenica teba napraviti zemljanu rampu opločenu sa betonskim kockama, koja treba savladati visinsku razliku od 50 cm.

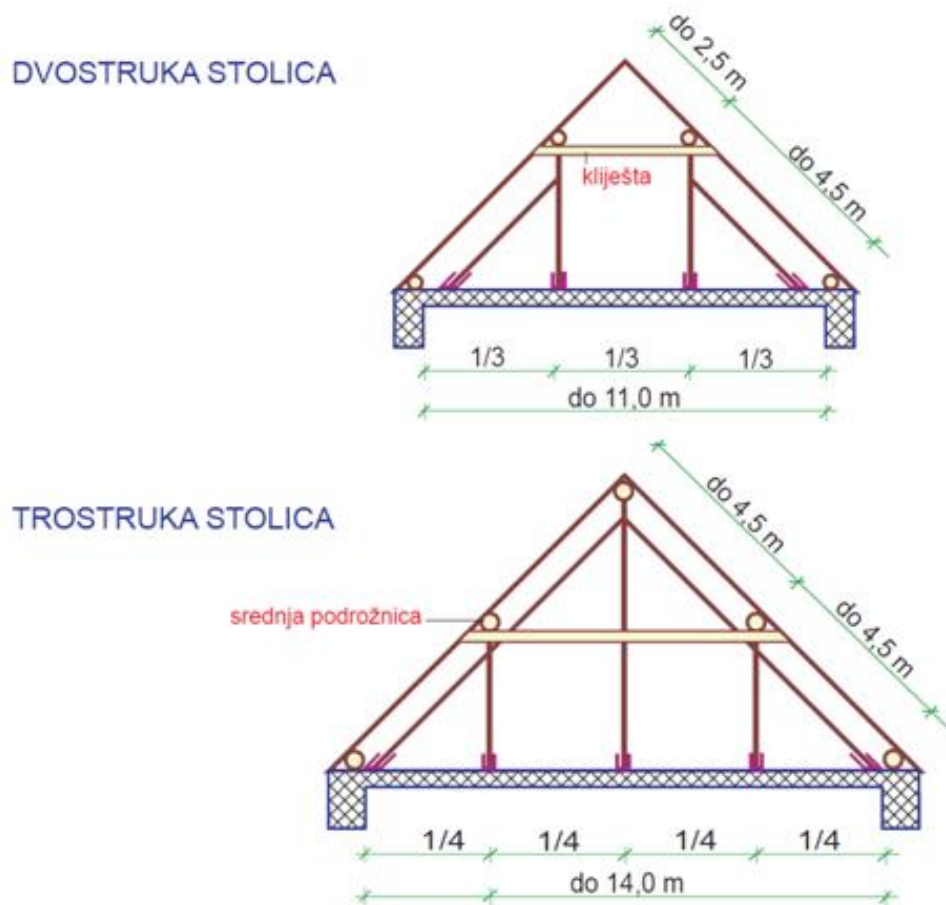
Dužina rampe će biti 9 metara ako je nagib 3%, nagib se može staviti po želji ali najbolje bi bilo da je čim manji.



Slika 20. Nagib terena

### 3.2.2. Ograničeni gabariti kuće

Kuća će biti širine koliko krovšte dozvoljava, jer moramo znati da povećavanjem širine kuće moramo promjeniti konstrukciju krovšta iz dvostruke stolice u trostruku stolicu, a time se također povećava i visina kuće i dobivamo dodatne stupove unutar kuće.



Slika 21. Vrste krovšta

### 3.2.3. Trajnost drva manja od betona

Drvena konstrukcija neće trajati tako dugo kao betonska u većini slučajeva (>100 godina), ali će trajati minimalno 30 – 50 godina (a može i preko 100 godina), što je dovoljno dugo za kuću.

Drvo je organska tvar i zato je izloženo razgradnji, koja ograničava njegovu prirodnu trajnost. Ona je ovisna o brojnim čimbenicima: o otpornosti vrste tog drveta, klimatskim uvjetima, vremenu sječe, biološkim štetočinama (gljivicama i insektima), konstrukciji proizvoda te o načinu uporabe drveta. Neke vrste drveta sadrže prirodne tvari koje povećavaju njihovu otpornost na štetočine. Vrste koje imaju obojen crni dio trajnije su od drugih, budući da su smola i druge tvari u njemu u pravilu otrovne, pa sprječavaju razvijanje gljivica i nametnika. Prema prirodnoj trajnosti, drvo dijelimo u tri skupine: vrlo trajno drvo, trajno drvo i malo trajno drvo. Trajnije je ono drvo, koje se siječe u zimsko doba. Tada je udio vlage u drvu manji, dok razvoj gljivica i insekata onemogućavaju niske temperature. Najviše topivih organskih tvari kojima se kukci prehranjuju sadrži ono drvo koje se siječe u kasno ljeto i u jesen. Prirodnim sušenjem se ove tvari razgrađuju, pa u takvom drvu sigurno ima insekata. U brzo sušenom drvu takve se tvari raspadaju polaganije, što povećava opasnost od napada insekata. Veća ili manja trajnost ovisne su o načinu uporabe drveta.

Drvo u suhoj okolini ili posve uronjeno u vodu ubrajamo u vrlo trajne tvari. Dokaz za to su ostaci starih drvenih brodova i čamaca, koje arheolozi otkrivaju na dnu mora i u močvarama, ili namještaj iz faraonskih grobnica, izgrađenih ispod zemlje u suhim pustinjama. U takvim uvjetima drvo može izdržati i tisuće godina. Najmanju trajnost ima drvo u površinskim slojevima zemlje ili tik iznad nje (ograde, stupovi, željeznički pragovi, ...)

## 4. KONSTRUKCIJA

### 4.1. Vrste krovišta :

Krovišta ili krovovi predstavljaju element zgrade koji ju štiti od djelovanja atmosferilija, sunca i požara te na taj način značajno doprinosi njenoj trajnosti.

Razlikujemo dvije osnovne grupe krovnih konstrukcija :

A) TRADICIONALNE KONSTRUKCIJE KROVOVA

B) INŽENJERSKE KROVNE KONSTRUKCIJE

**Tradicionalna krovišta** su ona kod kojih su dimenzije pojedinih elemenata krovne konstrukcije određene empirijski odnosno temeljem iskustva.

**Inženjerske krovne konstrukcije** su one kod kojih je dimenzioniranje elemenata konstrukcije određeno primjenom statičkog računa što omogućuje najbolje iskorištenje građevinskih materijala.

Tradicionalne krovne konstrukcije dijele se u dvije grupe :

**A) Roženički ili prazan krov**

**B) Podroženički ili krovovi sa podrožnicama**

Roženički krovovi se dijele na:

- 1) bez pajante
- 2) sa pajantom

Podroženički se dijele na dva konstruktivna sustava:

- 1) VISULJA – opterećenje se prenosi na vanjske zidove
- 2) STOLICA – opterećenje se prenosi na AB strop ili zidove unutar raspona krova i vanjske zidove.

Nagib krovnih ploha ovisi o vrsti pokrova i klimatskim prilikama.

Razlikujemo 3 vrste krovova prema nagibu krovnih ploha :

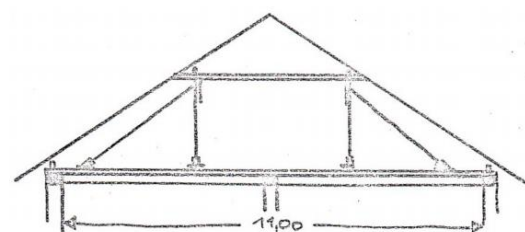
- 1) ravni krovovi: nagib  $< 5^\circ$
- 2) krovovi blagog nagiba: nagib  $5^\circ - 25^\circ$
- 3) strmi krovovi: nagib  $> 25^\circ$



Krovište na opisanoj kući će biti: tradicionalna konstrukcija krova sa podroženičkim sustavom dvostruke stolice. Takvi sustavi se koriste za raspane do 11 metara pa tako ta konstrukcija zadovoljava uvjetima za ovu kuću.

Krov je dvostrešni sa strmim krovnim nagibom od 40°.

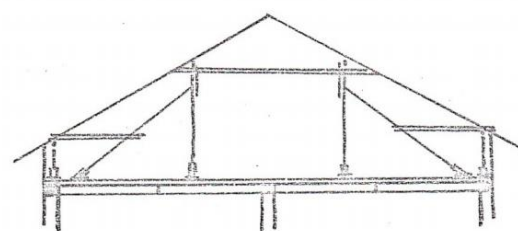
### DVOSTREŠAN KROV S DVOSTRUKOM STOLICOM



**bez nadstrešne stijene**

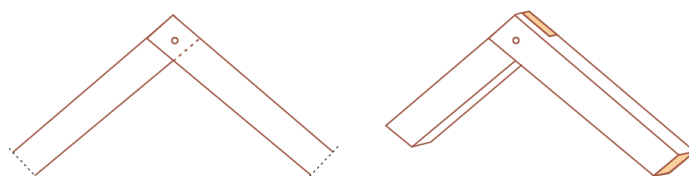


**s ab nadstrešnom stijenom**



**s nadstrešnom stijenom**

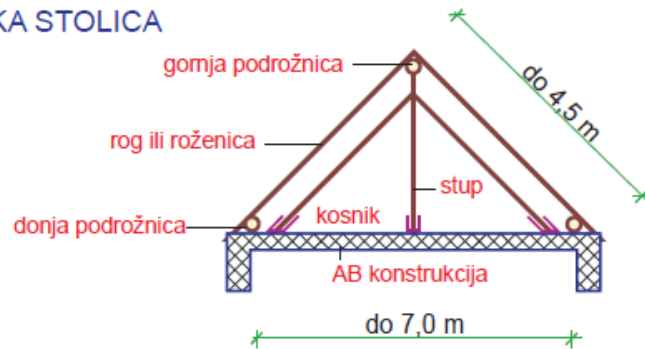
Slika 22. Kroviše s dvostrukom stolicom



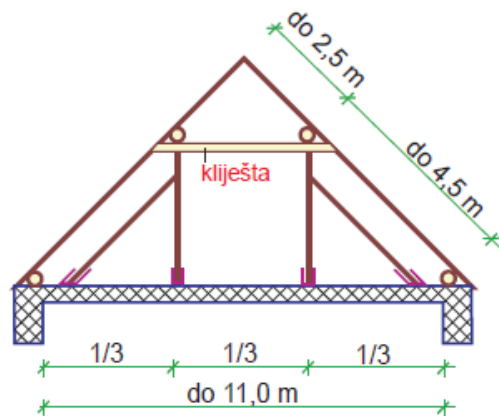
Slika 23. Spoj rogova u sljemenu

## PODROŽENIČKA ILI KROVIŠTA S PODROŽNICAMA

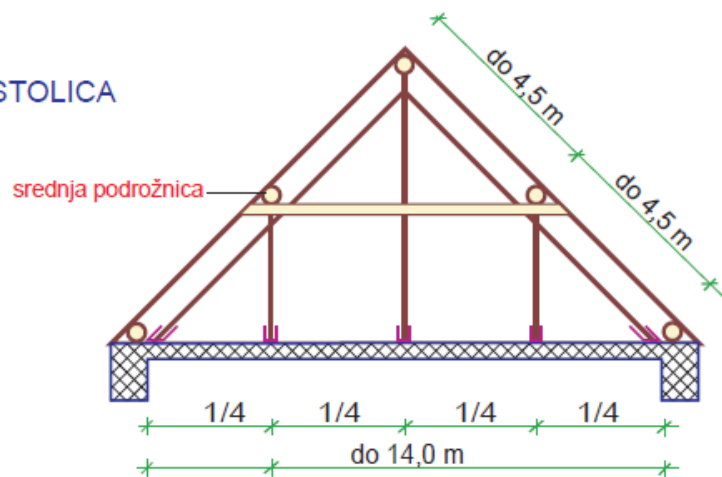
### A) JEDNOSTRUKA STOLICA



### B) DVOSTRUKA STOLICA



### C) TROSTRUKA STOLICA



8

Slika 24. Krovišta - stolice

## 4.2. Temelji

Temeljenje u visokogradnji:

Duboko temeljenje – primjenjuje se kod tla slabije nosivosti (piloti najčešće).

Plitko temeljenje – primjenjuje se kod homogenog tla dostatne nosivosti:

Trakasti temelji - kod linijskog opterećenja tla.

Temelji samci - kod koncentriranog opterećenja tla.

Temeljna ploča ispod cijelog tlocrta građevine - kod zgrada sa ujednačenim koncentriranim silama na mjestu oslanjana stupova, kod velikog uzgona.

Temeljna ploča podebljana na pojedinim djelovima - kod zgrada sa lokalno velikim koncentriranim silama na mjestu oslanjana stupova i / ili velikim linijskim silama na mjestu oslanjanja pojedinih zidova.

### Trakasti temelji:

Trakasti temelji se izvode ispod zidova ili ispod niza stupova. Temelji najčešće imaju oblik obrnutog T-presjeka. U uzdužnom smjeru trakasti temelj nosi kao kontinuirani nosač na savijanje pod djelovanjem koncentriranih sila od stupova i od raspodijeljenih reaktivnih napona na temeljnoj plohi.



Slika 25. Trakasti temelji

Ovakav tip drvene montažne niskoenergetske kuće se može lako postaviti na stupove zbog svoje male težine, po uzoru na LeCorbisiera (1887. – 1965.g.).



Slika 26. Vila savoye (Le Corbusier 1928.g.)



Slika 27. Le Corbusier (1887. – 1965.g.)

### 4.3. Sastav zida:

Presjek zida:



Slika 28. Presjek zida u 3D

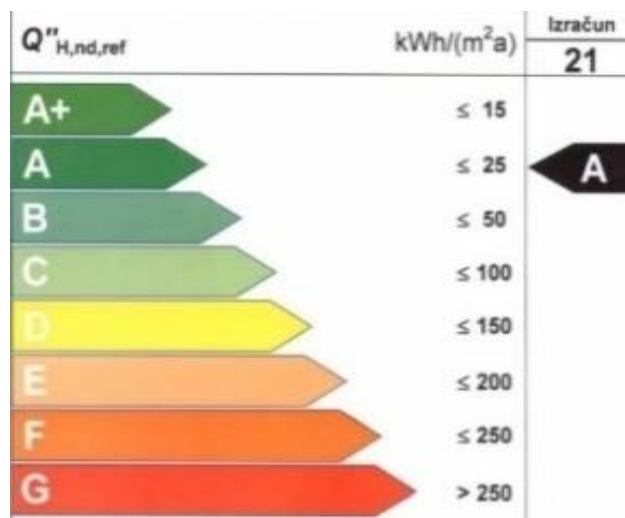
- Vanjski zid  $d = 25$  cm se sastoji od sljedećih slojeva:
- gipskrtonska vatrootporna ploča 12,5 mm
- OSB ploča 10 mm
- paronepropusna folija
- drvena konstrukcija s termoizolacijom 160 mm
- OSB ploča 10 mm
- stiropor 50 mm
- ljepilo u dva sloja i staklena mrežica
- vanjski završni sloj

#### 4.4. OPIS ZIDA:

- Širina zida 25 cm
- Od ukupne širine zida, 21 cm je izolacija, a to je najbitniji faktor u pogledu energetske uštede.
- Svjetla visina (od gotovog poda do gotovog stropa) iznosi 303 cm

#### Koeficijent prolaska topline $U(k)$

- Koeficijent koji je usko vezan uz vrstu materijala i širinu zida, a govori koliko se topline gubi po  $m^2$  zida za promjenu temperature od 1K.
- Znači da što je taj koeficijent manji, bolja je izolacija zida i obrnuto.
- Zid ima koeficijent  $U(k) = 0,135 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Obična šuplja cigla, debljine  $d=25 \text{ cm}$ , ima koeficijent  $U(k) = 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , što preračunato znači, da bismo morali sazidati zid od 200 cm debljine da bi bili jednaki u energetskej učinkovitosti zgrade.



Slika 29. Izračun energetskeg certifikata

Zid je osjetno energetski efikasniji od zida izgrađenog klasičnom gradnjom. Ispitivanja dokazuju da je za grijanje niskoenergetske kuće potrebno do 6 puta manje energije nego za grijanje stare kuće.

#### **4.5. Parna brana:**

Parna brana sprječava kondenzaciju vodene pare unutar zida, uslijed vanjske i unutarnje temperaturne razlike, te relativne vlažnosti. Ako te folije ne bi bilo vodena para bi se kondenzirala u mineralnoj vuni, što bi rezultiralo slijeganjem i propadanjem iste. Ako je folija probušena ili na neki način oštećena, s vremenom će se dogoditi ista stvar.

Parna brana se može probušiti na više načina a najčešći je probijanje folije usred provođenja cijevi za elektroinstalacije.

Kod ovakvog sastava zida, parna brana se nalazi ispred drvene nosive konstrukcije.

#### 4.6. Demit fasada

Na nosivu konstrukciju će se postaviti demit fasada.

Demit fasada sa stiroporom se sastoji od sljedećih slojeva:

- Ljepilo
- Stiropor 5 cm
- Tiple
- Ljepilo
- Staklena mrežica
- Ljepilo
- Podloga za akrilni sloj
- Akrilni sloj

Opis postavljanja demit fasade sa stiroporom:

Prije postavljanja prve ploče stiropora, pri dnu se postavlja i nivelira kutna limena lajsna koja će držati liniju postavljanja.

Ljepljenje ploče stiropora sa ljepilom za fasade na zid i tiplanje stiropora za zid, tiple se postavljaju po shemi sa tiplama. Zatim se stavlja ljepilo za fasade, a u ljepilo se postavlja staklena mrežica i prekriva sljedećim slojem ljepila. Kada se ljepilo posuši tada se stavljaju završni slojevi kao podloga za akrilni sloj i akrilni sloj.



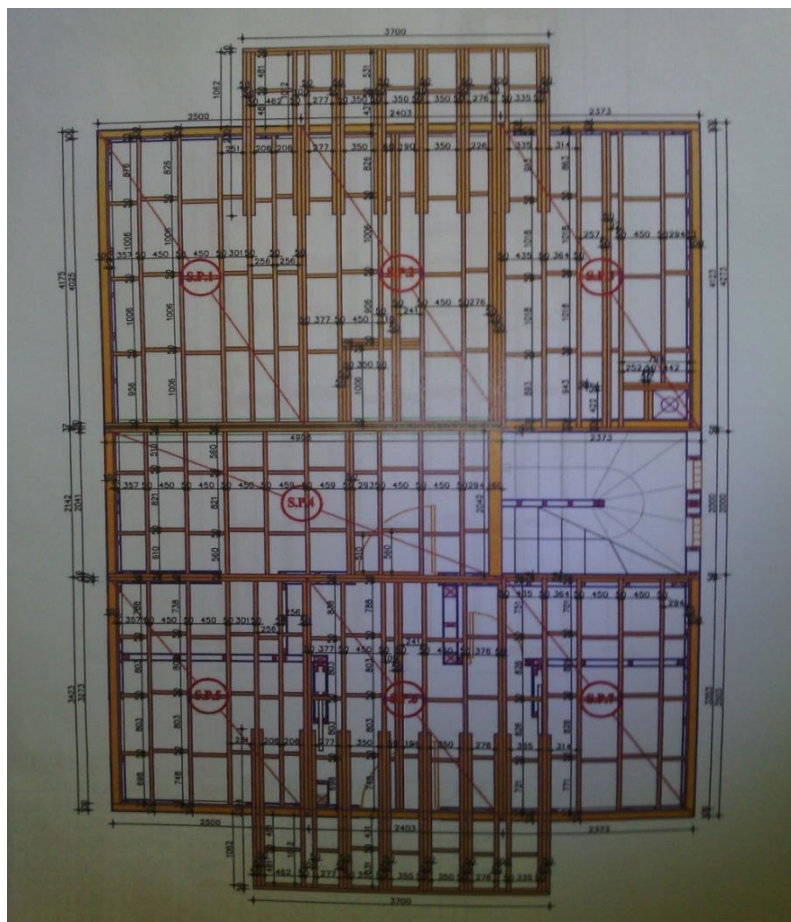
Slika 30. Presjek zida u 3D



#### 4.7. OPIS STROPA:

Strop je neprohodan, to znači da konstrukcija nije za upotrebu da bi ljudi hodali po tavanu, ali to nema veze jer je tavan jako nizak, samo 135 cm i ima jako malo prostora.

- Strop  $d = 377$  mm se sastoji od sljedećih slojeva:
- EPS 50 mm
- OSB ploča 10 mm
- Konstrukcija od fosle 50 x 300 , sa stiroporom između 300 mm
- paronepropusna folija
- vatrootporna gips kartonska ploča 12.5 mm
- boja



Slika 31. Primjer konstrukcije klasičnog drvenog stropa

#### 4.8. OPIS PODA:

Svi podovi u kući će se izvesti od drvene konstrukcije sa termoizolacijom između. Podovi se neće izvoditi klasično sa cementnim estrihom (plivajućim podom) jer je drvo prirodniji materijal i ima manji negativan utjecaj na okoliš.

Pod u svim prostorijama osim u kupaonici i WC – u:

Slojevi poda d = 172 mm se sastoji od sljedećih slojeva:

- Laminat 7 mm
- OSB ploča 10 mm
- Drvena konstrukcija sa termoizolacijom ( stipopor ) 150 mm
- Hidroizolacija 5 mm
- Betonska podloga 120 mm

Pod u kupaonici i WC – u, ( „mokre prostorije“):

Slojevi poda d = 158 mm se sastoji od sljedećih slojeva:

- Keramičke pločice sa ljepilom 10 mm
- Vodootporna gips kartonska ploča 12.5 mm
- OSB ploča 10 mm
- Drvena konstrukcija sa termoizolacijom 120 mm
- Hidroizolacija 5 mm
- Betonska podloga 120 mm

#### **4.9. OPIS KROVA:**

krov d = 290 mm se sastoji od sljedećih slojeva:

- crijep
- letva 30 mm
- kontraletva 50 mm
- krovna folija
- OSB 10 mm
- Rogovi i termoizolacija 160 mm
- Parna brana
- OSB ploča 10 mm
- Gips kartonska vatrootporna ploča 12.5 mm

Zvučna i toplinska izolacija omogućava bolju iskoristivost te topliji i ugodniji prostor. Ne gubi se dodatni prostor budući da stiropor postavljamo između greda u potkrovlju, uz to, značajno se poboljšava energetska učinkovitost, odnosno toplinska i zvučna izolacija potkrovlja.

## 5. PRIMJER PROIZVODNJE MONTAŽNE NISKOENERGETSKE KUĆE

### 5.1. Projektiranje kuće

Najprije se kuća crta u Autocadu, pa se provjerava u statici da li kuća zadovoljava svim napreznjima. Tada se kuća iz Autocada precrtava u posebne programe kao što je SEMA, i tamo se crta drvena konstrukcija cijele kuće u 3D-u. Iz programa se printaju nacrti za pojedine zidove kako bi se poslali radnicima u hali da grade zid.



Slika 32. Program SEMA



Slika 33. Nacrt iz programa SEMA

## 5.2. Sastavljanje

U proizvodni pogon dolaze radni nalog i nacrt panela koji će se sklapati od naručenog materijala i radnici po nacrtu grade zid.

Sklapanje drvene konstrukcije zidova u proizvodnom pogonu uključuje piljenje drvene građe i učvršćivanje vijcima i čavlima, zid se montira na posebnoj čeličnoj postolju koje mora biti ravno.



Slika 34. Dizalica i postolje na kojem se gradi zid u proizvodnom pogonu



Slika 35. Sastavljanje zida

Drvni materijali sušeni su do 14% vlažnosti i impregnirani prirodnim zaštitnim sredstvima koja osiguravaju potpunu zaštitu drva.



Slika 36. Gotovi zidovi spremni za utovar na kamion

Gotovi uskladišteni zidovi izvana su obloženi toplinskom izolacijom i grubo nanesenim fasadnim ljepilom sa staklenom mrežicom između 2 sloja ljepila, na koje se po završenoj montaži kuće nanosi fini sloj i dekorativni završni sloj u boji po izboru investitora. Na vanjskim zidovima je u tvornici moguće ugraditi stolariju.



### 5.3. Sklapanja kuće na gradilištu



Slika 37. Hidroizolacija

Montaža kuće na terenu vrši se dizalicom na pripremljenu AB ploču temelja sa hidroizolacijom. Proces montaže je zbog prethodno izvedenih radnji kod projektiranja i tvorničke izrade relativno brz i lak, najčešće traje jedan dan.



Slika 38. Dovoz gotovih zidova na gradilište



Slika 39. Montaža pomoću dizalice



## 6. ZAKLJUČAK:

Niskoenergetske montažne drvene kuće kakve se danas grade su ekonomičnije, imaju manji negativan utjecaj na okoliš i troše manje energije za grijanje od običnih zidanih kuća pa su time i najbolji izbor za gradnju kuće.

Montaža zidova, stropova i postavljanje krovne konstrukcije u optimalnim vremenskim uvjetima u prosjeku traje jedan dan, a maksimalan vremenski period potreban za montažu cijele kuće ovisno o tipu kuće traje od 15 - 30 dana.

Drvene kuće su jednostavnije, jeftinije i lakše za gradnju.

Drvene montažne kuće troše jako malo energije za grijanje, brzo se grade i ne vidi se razlika između montažne kuće i zidane kad je gotova.

U Europi još uvijek postoje brojne predrasude prema drvu kao građevinskom materijalu, a koje proizlaze iz ne znanja, jer je to zapravo najbolji materijal za gradnju.

Gradnja drvom sve više raste, što proizlazi iz potrebe da se smanji emisija CO<sup>2</sup> i količina utrošene energije. Energetska učinkovitost postaje standard, a drvo bi u niskoenergetskoj gradnji trebalo dobiti zasluženo mjesto.

## 7. LITERATURA

- [1] <http://www.dlb.hr/> (Dostupno:1.6.2016.)
- [2] <http://www.dom.com.hr/objekti/drvene-kuce/vrste-drvene-kuce.dom>  
(Dostupno:1.6.2016.)
- [3] <https://www.knauf.hr/proizvodi-i-sustavi-suhe-gradnje/knauf-ploce/protupozarna-ploca.aspx?tab=Osobine> (Dostupno:1.6.2016.)
- [4] elementi visokogradnje II – Ž. Koški, V. Slabinac, D. Stober, N. Bošnjak, I. Brkanić
- [5] <http://www.gradimo.hr/clanak/uloga-drvenih-konstrukcija/24440>  
(Dostupno:1.6.2016.)
- [6] <http://www.inoprem.hr/izo-staklo-dvoslojno-i-troslojno/>  
(Dostupno:1.6.2016.)
- [7] <http://www.webgradnja.hr/> (Dostupno:1.6.2016.)
- [8] <http://www.stabilokuce.hr/> (Dostupno:1.6.2016.)

## POPIS KORIŠTENIH SLIKA:

Slika 1. Zid stare zagorske kuće.....	1
Slika 2. Strop stare zagorske kuće.....	1
Slika 3. Kamena kuća.....	2
Slika 4. Američka montažna kuća.....	3
Slika 5. Primjer konstrukcije drvene kuće od trupaca.....	4
Slika 6. Primjer konstrukcije klasične drvene montažne kuće.....	5
Slika 7. Dovoz gotovih zidova.....	10
Slika 8. Hidroizolacija.....	11
Slika 9. Sklapanje zida.....	11
Slika 10. Drvena kuća.....	12
Slika 11. Prolaz.....	15
Slika 12. Solarni fotonaponski paneli na krovu.....	16
Slika 13. Krovni prozor.....	17
Slika 14. Trostruko IZO staklo.....	17
Slika 15. Protupožarna gips kartonska ploča.....	20
Slika 16. Protupožarna impregnirana gips kartonska ploča.....	21
Slika 17. Rušenje klasične kuće od cigle i betona.....	24
Slika 18. Gljivice u kući.....	25
Slika 19. Ronchamp kapela.....	26
Slika 20. Nagib terena.....	27
Slika 21. Vrste krovišta.....	28
Slika 22. Kroviše s dvostrukom stolicom.....	31
Slika 23. Spoj rogova u sljemenu.....	31
Slika 24. Krovišta - stolice.....	32
Slika 25. Trakasti temelji.....	33
Slika 26. Vila savoye (Le Corbusier) .....	34
Slika 27. Le Corbusier.....	34
Slika 28. Presjek zida u 3D.....	35
Slika 29. Izračun energetskeg certifikata.....	36
Slika 30. Presjek zida u 3D.....	38
Slika 31. Primjer konstrukcije izvedenog drvenog stropa.....	39

Slika 32. Program SEMA.....	42
Slika 33. Nacrt iz programa SEMA.....	42
Slika 34. Dizalica i postolje na kojem se gradi zid u proizvodnom pogonu...	43
Slika 35. Sastavljanje zida.....	43
Slika 36. Gotovi zidovi spremni za utovar na kamion.....	44
Slika 37. Hidroizolacija.....	45
Slika 38. Dvoz gotovih zidova na gradilište.....	45
Slika 39. Montaža pomoću dizalice.....	46



**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Eugen Hranić pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada pod naslovom Opisivanje procesa i tehnologije gradnje drvene montažne niskoenergetske kuće u obliku krovista, te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student:  
Eugen Hranić

*Eugen Hranić*

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Eugen Hranić neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom završnog rada pod naslovom Opisivanje procesa i tehnologije gradnje drvene montažne niskoenergetske kuće u obliku krovista, čiji sam autor.

Student:  
Eugen Hranić

*Eugen Hranić*

(vlastoručni potpis)