

Tradicionalne drvene krovne konstrukcije

Kelić, Antonela

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:225173>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-05**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Antonela Kelić

**TRADICIONALNE DRVENE KROVNE
KONSTRUKCIJE**

ZAVRŠNI ISPIT

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Antonela Kelić

TRADICIONALNE DRVENE KROVNE KONSTRUKCIJE

ZAVRŠNI ISPIT

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Nikolina Vezilić Strmo, dipl. ing. arh.

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Antonela Kelić

TRADITIONAL WOODEN ROOF STRUCTURES

FINAL EXAM

Supervisor : Assoc. Prof. Nikolina Vezilić Strmo, PhD, M.Arch.

Zagreb, 2024.



OBRAZAC 3

POTVRDA O POZITIVNOJ OCJENI PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Student/ica :

Antonela Kelić (Ime i prezime)	0082068083 (JMBAG)
-----------------------------------	-----------------------

zadovoljio/la je na pisanom dijelu završnog ispita pod naslovom:

Tradicionalne drvene krovne konstrukcije
(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

Traditional wooden roof structures
(Naslov teme završnog ispita na engleskom jeziku)

i predlaže se provođenje daljnjeg postupka u skladu s Pravilnikom o završnom ispitu i diplomskom radu Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta.

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu znanstvenog projekta: (upisati ako je primjenjivo)

(Naziv projekta, šifra projekta, voditelj projekta)

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu stručne prakse na Fakultetu: (upisati ako je primjenjivo)

(Ime poslodavca, datum početka i kraja stručne prakse)

Datum: 26.8.2024.

Mentor: izv.prof.dr.sc. Nikolina Vezilić Strmo

Potpis mentora: *N. Vezilić Strmo*

Komentor:



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet



OBRAZAC 5

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja :

Antonela Kelić, 0082068083

(Ime i prezime, JMBAG)

student/ica Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta ovim putem izjavljujem da je moj pisani dio završnog ispita pod naslovom:

Tradicionalne drvene krovne konstrukcije

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio/la drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Datum:

27.08.2024.

Potpis:

Antonela Kelić



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet



OBRAZAC 6

IZJAVA O ODOBRENJU ZA POHRANU I OBJAVU PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Ja:

Antonela Kelić, 30958648999

(Ime i prezime, OIB)

ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog pisanog dijela završnog ispita i da sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti odgovara sadržaju dovršenog i obranjenog pisanog dijela završnog ispita pod naslovom:

Tradicionalne drvene krovne konstrukcije

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

koji je izrađen na sveučilišnom prijediplomskom studiju Građevinarstvo Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta pod mentorstvom:

izv.prof.dr.sc. Nikolina Vezilić Stmo

(Ime i prezime mentora)

i obranjen dana:

03.09.2024.

(Datum obrane)

Suglasan/suglasna sam da pisani dio završnog ispita bude javno dostupan, te da se trajno pohrani u digitalnom repozitoriju Građevinskog fakulteta, repozitoriju Sveučilišta u Zagrebu te nacionalnom repozitoriju.

Datum:

27.08.2024.

Potpis:

Kelić Antonela

SAŽETAK

Cilj ovog rada jest pobliže objasniti tradicionalne drvene krovne konstrukcije, odnosno njihovu povijest primjene, tipološke karakteristike, materijale te načine gradnje. Tradicionalne drvene krovne konstrukcije u visokogradnji predstavljaju važan dio arhitektonske baštine i tehnološkog razvoja graditeljstva obzirom na njihovu primjenu iz daleke prošlosti kada su prirodni materijali bili glavni izvor za gradnju. Drvo je postalo kao osnovni materijal za gradnju tradicionalnih drvenih krovnih konstrukcija zbog svoje dostupnosti, lakoće obrade te izuzetnih mehaničkih svojstava. Kroz povijest, tradicionalne drvene krovne konstrukcije su se razvijale u skladu s lokalnim klimatskim uvjetima, regijom i dostupnim resursima. Zbog svojih prednosti su krovne konstrukcije koje se i dalje koriste u širokoj primjeni. Gradnja tradicionalnih drvenih krovnih konstrukcija zahtjeva visoku razinu vještine i iskustva. Također, razmotrit će se nekoliko primjera izvedenih tradicionalnih drvenih krovnih konstrukcija kako bi se što bolje opisale njihove značajke.

Ključne riječi: tradicionalne drvene krovne konstrukcije, drvo, prirodni materijali

SUMMARY

The aim of this paper is to provide a detailed explanation of traditional wooden roof structures, including their history of application, typological characteristics, materials and construction methods. Traditional wooden roof structures in high-rise construction represent an important part of architectural heritage and the technological development of building, considering their use from ancient times when natural materials were the primary source for construction. Wood became the fundamental material for constructing traditional wooden roof structures due to its availability, ease of processing and excellent mechanical properties. Throughout history, traditional wooden roof structures have developed in accordance with local climatic conditions, regional characteristics and available resources. Due to their advantages, these roof structures continue to be widely used. The construction of traditional wooden roof structures requires a high level of skill and experience. Additionally, several examples of executed traditional wooden roof structures will be considered to better describe their features.

Key words: traditional wooden roof structures, wood, natural materials

SADRŽAJ

SAŽETAK	i
SUMMARY	ii
SADRŽAJ	iii
1. UVOD	1
1.1. Općenito	1
1.2. Povijesni pregled.....	3
2. TRADICIONALNE DRVENE KROVNE KONSTRUKCIJE	5
2.1. Roženička krovništa	6
2.1.1. Prazno krovnište	8
2.1.2. Krovnište s pajantom	9
2.2. Podroženička krovništa.....	9
2.2.1. Visulja.....	12
2.2.2. Stolica.....	12
3. PODROŽENIČKO KROVIŠTE - TIP VISULJA	14
3.1. Jednostruka visulja.....	14
3.2. Dvostruka visulja.....	15
3.3. Trostruka visulja.....	15
3.4. Višestruke visulje i kombinacije.....	16
4. PODROŽENIČKO KROVIŠTE – TIP STOLICA	17
4.1. Jednostruka okomita stolica	17
4.2. Dvostruka okomita stolica	18
4.3. Trostruka okomita stolica	19
4.4. Kosa/položena stolica	20
5. MATERIJALI KORIŠTENI U TRADICIONALNIM DRVENIM KONSTRUKCIJAMA	21
5.1. Vrste drveta	21
5.2. Karakteristična svojstva drveta.....	22
5.3. Postupci zaštite i obrade drveta	23
5.3.1. Zaštita drveta	24
5.3.2. Obrada drveta.....	25
6. NAČINI GRADNJE TRADICIONALNIH DRVENIH KROVNIH KONSTRUKCIJA	26
6.1. Tesarske obrade.....	26
6.2. Spajanje drvenih elemenata	26
7. PRIMJERI IZVEDENIH TRADICIONALNIH DRVENIH KROVNIH KONSTRUKCIJA	29
7.1. Obiteljska kuća.....	29

7.2. Vanjska terasa.....	31
8. ZAKLJUČAK.....	33
POPIS LITERATURE	34
POPIS SLIKA.....	36

1. UVOD

Krov predstavlja krunu svake građevine koja ne predstavlja samo zaštitu od vanjskih utjecaja, već i nosivu konstrukciju s praktičnom i estetskom vrijednosti. [1]

Krov se sastoji od nosive krovne konstrukcije i krovnog pokrivača. Krovni pokrivač ili pokrov je gornja obloga krova koja ima zaštitnu funkciju nosive krovne konstrukcije od vanjskih utjecaja. Nosiva krovna konstrukcija ili krovište preuzima stalna i promjenjiva opterećenja te ih prenosi na nosive elemente zgrade i temeljno tlo bez deformacija. [1]

Nosive krovne konstrukcije dijelimo na inženjerske krovne konstrukcije i tradicionalne drvene krovne konstrukcije. [1]

1.1. Općenito

Kod tradicionalnih drvenih krovnih konstrukcija dimenzioniranje elemenata temelji se na empirijskim, odnosno iskustvenim metodama. Ove konstrukcije i dalje se često koriste u visokogradnji zbog svojih prednosti. [2]

Prednosti tradicionalnih drvenih krovnih konstrukcija su mala vlastita težina, laka i brza izrada, niska cijena te mogućnost korištenja raznih vrsta pokrova. Vrsta pokrova se odabire prema vrsti i važnosti visokogradnje te potrebnom nagibu krovnih površina i klimatskim uvjetima područja u kojem se gradi, nakon čega se projektira krovna konstrukcija. [1]

Nosiva krovna konstrukcija je složena konstrukcija koja se sastoji od više ključnih elemenata koji zajedno osiguravaju stabilnost, otpornost i trajnost krova.

Na slici 1. prikazan je presjek tradicionalne drvene krovne konstrukcije s naznačenim glavnim dijelovima nosive krovne konstrukcije, svaki sa jedinstvenom funkcijom.



Slika 1.: Elementi nosive drvene krovne konstrukcije (Izvor: [15])

Rogovi su kosi elementi koji oblikuju nosivu krovnu konstrukciju, nose pokrov te prenose opterećenje na vanjske zidove. Postavljaju se paralelno jedan uz drugi na pravilnim razmacima, obično od 0,7 do 1 m te se spajaju u parovima sa suprotnih krovnih površina. [14]

Podrožnice su uzdužne horizontalne grede o koje se oslanjaju rogovi, dok su one oslonjene na nosive zidove ili stupove. [14]

Stupovi su vertikalne grede koje primaju opterećenje od podrožnica s kojima su vezani kratkim kosnicima (ruke, pajante), a služe za ukrućenje krovne konstrukcije. [14]

Kosnici su grede u kosom položaju vezane na vertikalne stupove i vezne grede koje služe za poprečno ukrućenje te prijenos sila na veznu gredu. [14]

Razupora je vodoravna greda koja služi za razupiranje stupova u poprečnom smjeru. [14]

Kliješta se sastoje od dva elementa, odnosno dasaka, koje povezuju dva roga i stupove te ih drže zajedno u ravnini. [14]

Vezna greda je donja horizontalna greda koja prima opterećenje od stupova i kosnika i prenosi ga na glavne nosive zidove. Postavljaju se većinom na razmacima od 3,5 m do 4,5 m. [14]

Ruke su kosi elementi koji ukrućuju stupove i podrožnice. [14]

Vjetrovni vez preuzima na sebe sile vjetra. [14]

Slika prikazuje kako su ovi elementi međusobno povezani te kako zajedno osiguravaju stabilnost, otpornost i trajnost. Tradicionalni način povezivanja elemenata uključuje korištenje drvenih spojeva koji omogućuju fleksibilnost i otpornost, što je posebno važno kod seizmičkih aktivnosti.

1.2. Povijesni pregled

Tradicionalne drvene krovne konstrukcije sa svojom dugom poviješću i jedinstvenim tehnikama izrade zauzimaju posebno mjesto u arhitektonskoj baštini. Drvo, od davnina poznat kao osnovni građevinski materijal, koristi se zbog svoje dostupnosti, obradivosti i prirodne ljepote. Drveni krovovi nisu samo konstrukcijski elementi već imaju estetske vrijednosti, kulturu i tradiciju područja u kojem se grade.

Iz mlađeg kamenog doba poznate su nastambe sojenice koje su se gradile kao nastambe iznad površine rijeka ili močvara. Ostaci su otkriveni na području Europe, kod nas na Uni blizu Bihaća te na Savi blizu Bosanske Gradiške. [1]



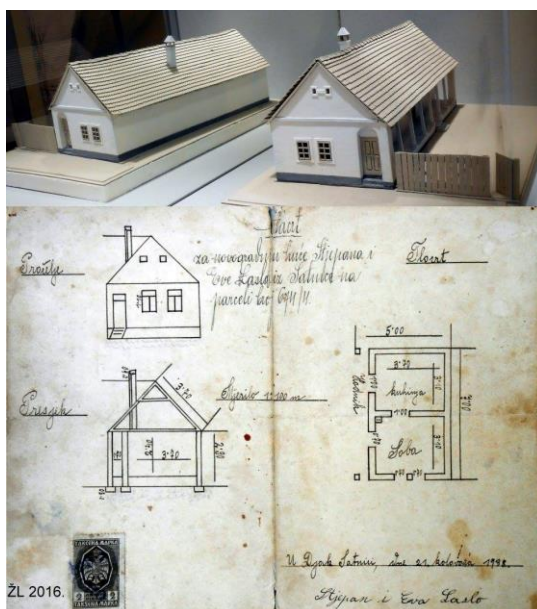
Slika 2.: Sojenice (Izvor: [16])

U srednjem vijeku su se gradile uglavnom kršćanske crkve sa strmim drvenim krovovima. U Europi, se posebno ističe drvena crkva Borgund u Skandinaviji iz 12. stoljeća poznata i kao vikinška drvena crkva, izrađena od hrasta bez upotrebe čavala. Ovaj primjer prikazuje kako drvene konstrukcije mogu biti izdržljive i estetski dobro oblikovane. [3]



Slika 3.: Drvena crkva u Borgundu u Norveškoj (Izvor: [17])

U Hrvatskoj kulturnoj baštini značajne su tradicijske seoske kuće Slavonije i Baranje građene od zemlje, blata ili nepečene opeke. Krovovi ovih kuća su dvostrešnog oblika, strmijeg nagiba, prvotno pokriveni slamom ili trskom, a tijekom 19. stoljeća zamijenjeni crijepom. Zbog promicanja turizma u Slavoniji bitno je očuvanje i revitalizacija ovih kuća, one predstavljaju simbol kulturnog identiteta i povijesti regije. [5]

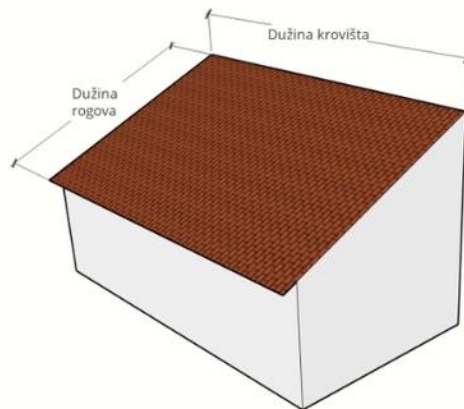


Slika 4.: Tradicionalna slavonska kuća, Đakovačka Satnica (Izvor: [18])

2. TRADICIONALNE DRVENE KROVNE KONSTRUKCIJE

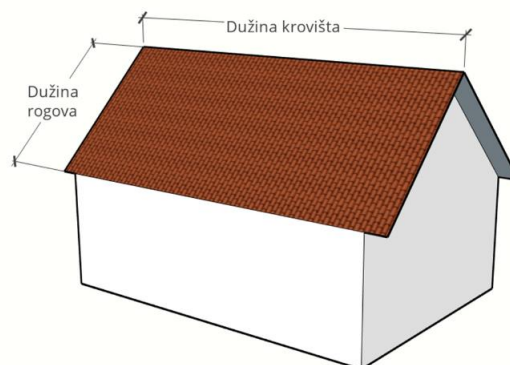
Kod tradicionalnih krovnih konstrukcija razlikujemo roženička krovišta i podroženička krovišta koja mogu biti jednostrešna, dvostrešna i višestrešna.

Jednostrešna krovišta se koriste najčešće kada se uzdužni zid zgrade nalazi na granici parcele prema susjedu, tada nije moguće izvesti strehu kao odnosno prepust rogova pa se zabatni zid izvodi kao vatrozid. Izvodi se kod zgrada s manjim tlocrtnim površinama. Princip konstruiranja je isti kao kod dvostrešnih krovišta. [9]



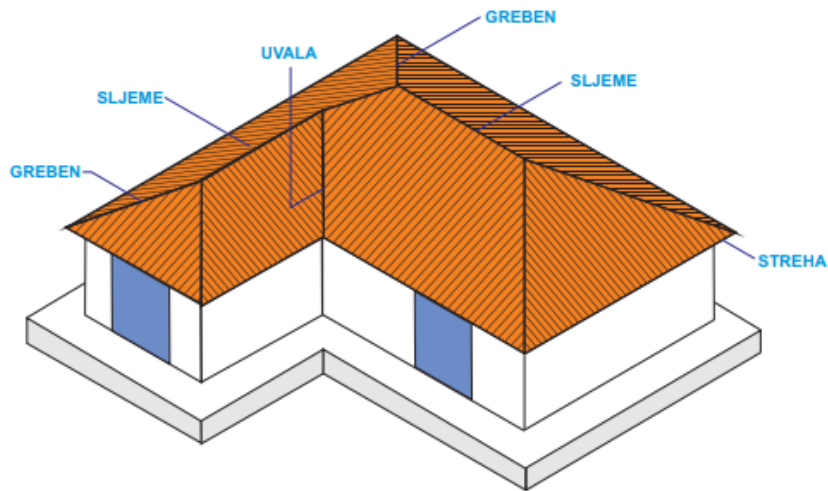
Slika 5.: Jednostrešno krovište (Izvor: [19])

Ovaj rad se temelji na dvostrešnim krovštima koja imaju dvije krovne ravnine te su češća u primjeni zbog svoje učinkovitosti u odvodnji vode i snijega jer se voda slijeva na dvije strane. Zbog svoje konstrukcije omogućuju bolju ventilaciju potkrovlja i stvaraju dodatan prostor.



Slika 6.: Dvostrešno krovište (Izvor: [20])

Višestrešno krovište sadrži onoliko krovnih ploha koliko ima stranica u tlocrtu. Ključni element krovišta je drvena greda koja se nalazi na spoju dviju krovnih ploha. Ova greda, peterokutnog presjeka, naziva se greben ili uvala, ovisno o njezinom obliku. Rogovi krovnih ploha se oslanjaju na bočne stranice poprečnog presjeka grebena ili uvale. [9]



Slika 7.: Višestrešno krovište (Izvor: [9])

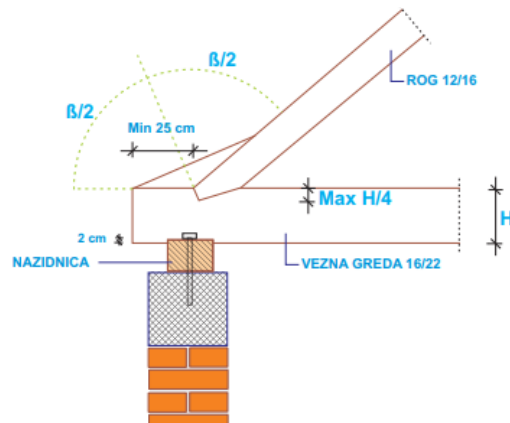
2.1. Roženička krovišta

Roženička krovišta, također poznata kao „prazna krovišta“ karakteriziraju rogovi koji direktno preuzimaju opterećenja i prenose ga na obodne zidove. Rogovi su postavljeni paralelno na razmacima od 70 do 100 cm. Postoje dvije glavne vrste roženičkih krovišta: prazno krovište i krovište s pajantom.

Konstrukcija je jednostavna, dok smještaj konstruktivnih elemenata poput vezne grede ili masivnog stropa u ravnini poda omogućava korištenje prostora u potkrovlju. Ova krovišta obično imaju strm nagib od 30° do 60° te tako omogućuju brzu odvodnju kiše i snijega. [2, 7]

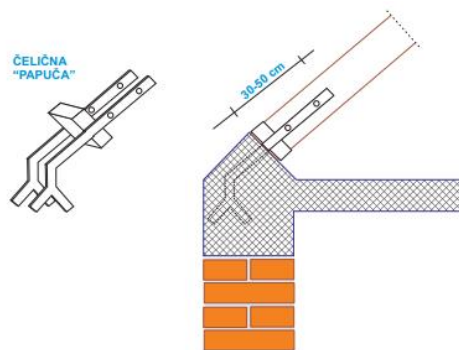
Nedostatak ovakvih krovišta je komplicirana zamjena elemenata jer su rogovi potpora jedan drugome u sljemenu što može uzrokovati dodatna opterećenja te zahtjeva pažljivu izvedbu priključaka na osloncima. [7]

Na slici 9. prikazan je priključak roga s veznim gredama zasjekom koji će detaljnije biti objašnjen u poglavlju o spajanju drvenih elemenata.



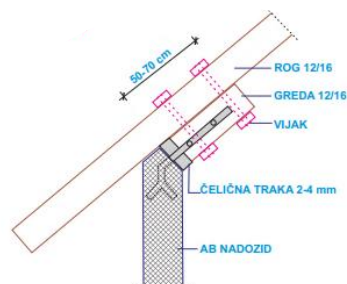
Slika 8.: Detalj priključka roga na veznu gredu (Izvor: [9])

Ukoliko je umjesto veznih greda izveden armiranobetonski strop, rogovi se povezuju sa serklažom pomoću čeličnih „papuča“. Jedan dio papuče se ugrađuje u betonski serklaž, dok drugi dio služi za prihvat drvenog elementa.



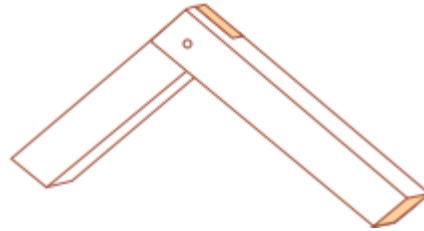
Slika 9.: Detalj priključka roga na armiranobetonski strop (Izvor: [9])

Sličan princip koristi se pri spoju rogova s armiranobetonskim nadozidom gdje dodatna greda povezuje rog s čeličnom „papučom“ te omogućuje formiranje strehe. Streha je dio krova koji prelazi preko vanjskih zidova građevine radi zaštite zidova od oborina.



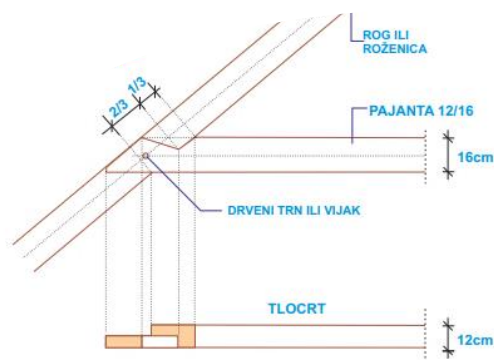
Slika 10.: Detalj priključka roga s nadozidom (Izvor: [9])

Na slici 12. prikazan je spoj dvaju rogova u sljemenu na list, odnosno preklop što će detaljnije biti opisano u poglavlju o spajanju drvenih elemenata.

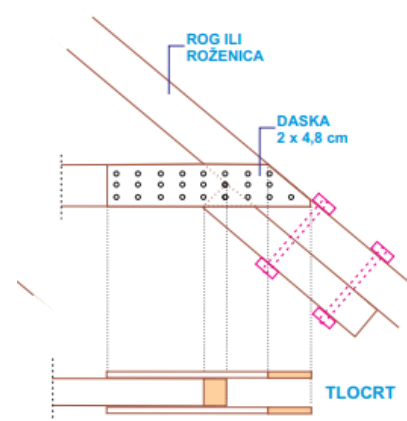


Slika 11.: Detalj spoja rogova u sljemenu (Izvor: [9])

Kod krovišta s pajantom, spoj rogova i pajante je moguće izvesti na lastin rep i pomoću zasjeka s dodatkom dasaka i čavala koji su detaljnije opisani u poglavlju o spajanju drvenih elemenata.



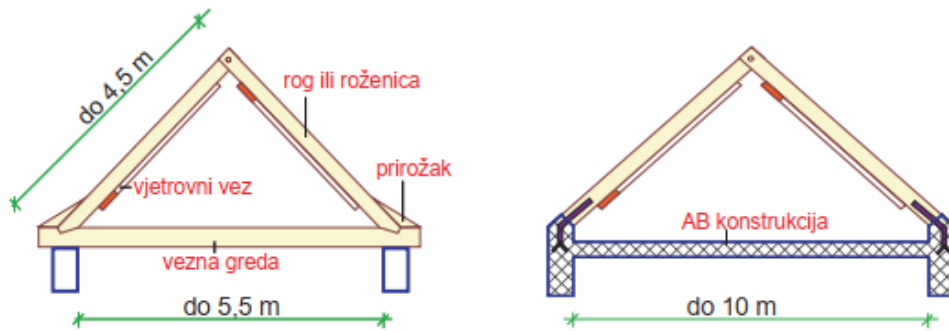
Slika 12.: Detalj spoja pajante i roga na lastin rep (Izvor: [9])



Slika 13.: Detalj spoja pajante i roga zasjekom s dodatkom dasaka i čavala (Izvor: [9])

2.1.1. Prazno krovište

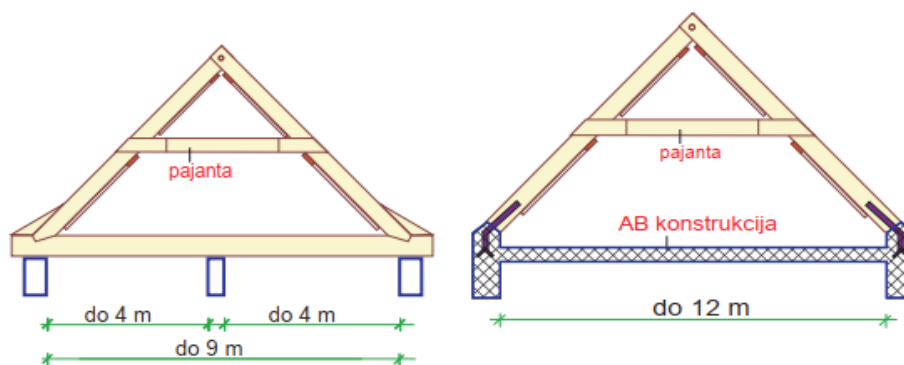
Prazno krovište je jednostavna konstrukcija sastavljena samo od rogova koja je idealna za zgrade male širine te je kao takva najekonomičniji odabir. Koristi se za raspone do 7 m. [8]



Slika 14.: Prazno krovište (Izvor: [9])

2.1.2. Krovište s pajantom

Krovište s pajantom ima dodatnu horizontalnu ukrutu rogova pa mogu premostiti veće raspone. Najpovoljniji položaj pajante je na gornjoj trećini visine krova. Koriste se za raspone do 12 m. [7]



Slika 15.: Krovište s pajantom (Izvor: [9])

2.2. Podroženička krovišta

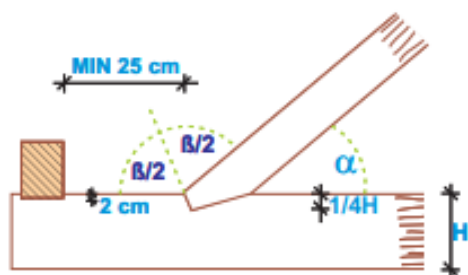
Kod podroženičkih krovova, za razliku od roženičkih, postavljeni su drveni elementi poznati kao podrožnice. One podupiru rogove te preuzimaju dio opterećenja s rogova i ravnomjerno ga prenose na nosive zidove ili stupove. Razlikujemo sljemenjače, odnosno sljemene grede, središnje podrožnice i nazidnice. Razmak rogova je od 70 cm do 100 cm. [2,6]

Podroženička krovišta imaju blaži nagib, obično između 10° i 45° što im omogućuje prekrivanje većih raspona u usporedbi sa roženičkim krovištima. Zbog toga su prikladna za složenije građevine s većim dimenzijama krova.

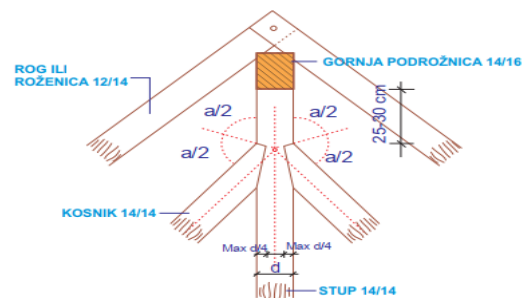
Međutim, složenost njihove izvedbe povećava se zbog dodatnih elemenata poput kliješta, koje služe kao razupore, a još se nazivaju i „ruke“ te služe za stabilizaciju podrožnica. Stabilnost krovišta se osigurava letvanjem, vjetrokosnicima ili spregovima. [6]

Ovisno o broju podrožnica i naprezanjima stupova iznad kojih se one nalaze podroženička krovišta se izvode kao: visulja i stolica. [2]

U smislu detalja spojeva, kod podroženičkih krovišta tipa visulje za spajanje vezne grede i kosnika te spajanja kosnika sa stupom koristi se zasjek koji je detaljnije obrađen u poglavlju o spojevima drvenih elemenata.

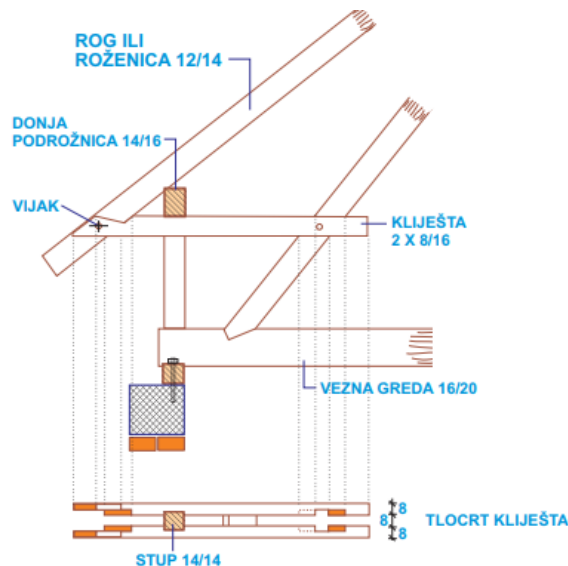


Slika 16.: Detalj spoja kosnika i vezne grede (Izvor: [9])



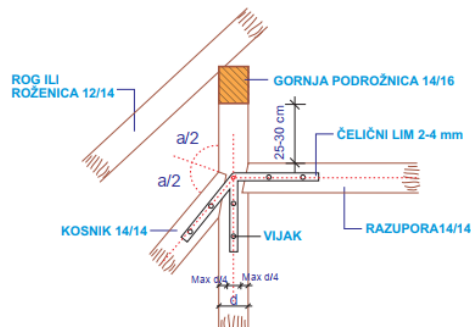
Slika 17.: Detalj spoja kosnika i stupa (Izvor: [9])

Kliješta se kao i pajanta kod roženičkih krovišta spajaju s rogovima na lastin rep dok su s druge strane s kosnikom spojena na vijakom.



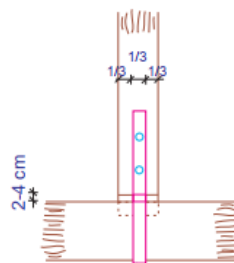
Slika 18.: Detalj spoja kliješta s rogom i kosnikom (Izvor: [9])

Kod spojeva više drvenih elemenata, odnosno stupa, razupore I kosnika koriste se čelični limovi s vijcima.



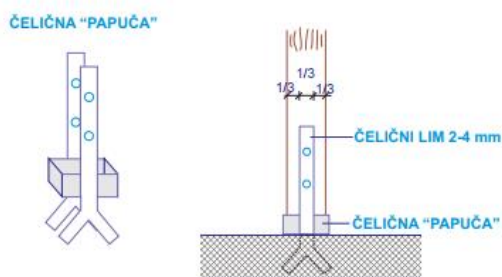
Slika 19.: Detalj spoja stupa, kosnika i razupore (Izvor: [9])

Kod spoja stupa i vezne grede koristi se spoj na čep koji je detaljnije opisan u poglavlju o spajanju drvenih elemenata s mogućim dodatkom čeličnog lima i vijaka koji stvaraju dodatnu stabilnost.

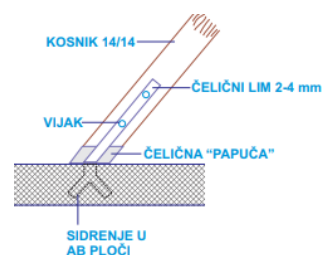


Slika 20.: Detalj spoja stupa i vezne grede (Izvor: [9])

Kod podroženičkog krovništa tipa stolice, detalj spoja stupa i armiranobetonskog stropa te kosnika i armiranobetonskog stropa koristi čelična „papuča“ s čeličnim limom.



Slika 21.: Detalj spoja stupa i armiranobetonskog stropa čeličnom „papučom“ (Izvor: [9])



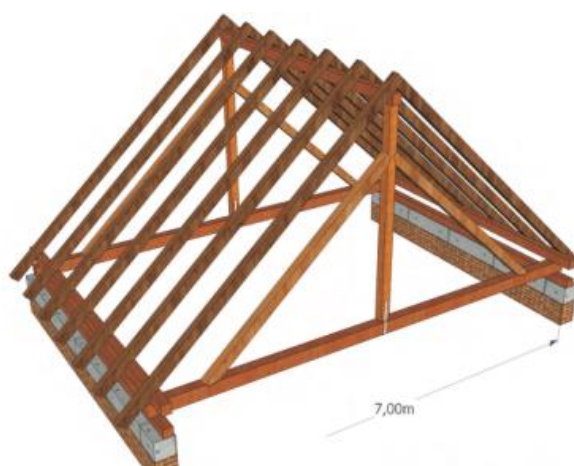
Slika 22.: Detalj spoja kosnika i armiranobetonskog stropa „čeličnom papučom“ (Izvor: [9])

2.2.1. Visulja

Kod podroženičkog krovišta tipa visulja, nosivi zidovi ne podržavaju vlačne stupove. [7]

Umjesto toga, vertikalno opterećenje se prenosi preko kosnika na podrožnicu koja je oslonjena na vanjski nosivi zid, na taj način se opterećenje s krovišta prenosi na vanjske nosive zidove. Stup unutar raspona se ne oslanja na veznu gredu već je pridržan čime se rasterećuje pod ili strop potkrovlja. [2]

Na slici 7. prikazan je puni vez krovišta tipa visulja koji uključuje rogove, podrožnice, vezne grede, stupove i kosnike. Puni vez se postavlja na svakih 3,5 – 4 m.



Slika 23.: Podroženičko krovište - tip visulja (Izvor: [9])

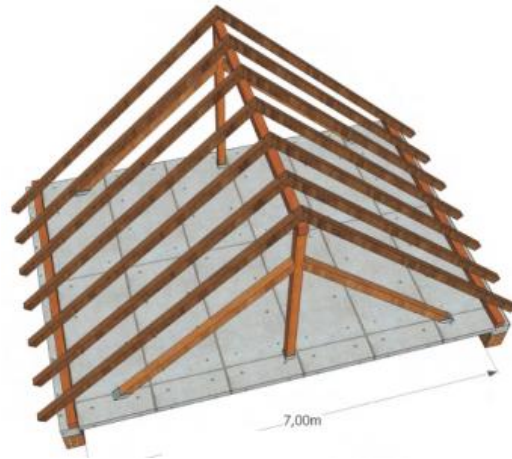
2.2.2. Stolica

Kod podroženičkog krovišta tipa stolica tlačni stupovi su smješteni iznad unutarnjih nosivih zidova ili su od njih udaljeni najviše 60 do 100 cm. [7]

Vertikalno opterećenje prenosi se s rogova na podrožnice, koje su oslonjene na zid ili na stup. Stup zatim prenosi opterećenje na veznu gredu ili izravno na strop ako je strop armiranobetonski. [2]

Ovaj tip krovišta nazvan je po svojoj konstrukciji koja podsjeća na stolicu, a karakterizira ga upotreba dodatnih vertikalnih i horizontalnih elemenata koji pružaju dodatnu stabilnost i otpornost.

Na slici 8. prikazani su elementi krovišta tipa stolica koje se sastoji od rogova, podrožnica, armiranobetonske ploče, kosnika i stupova.



Slika 24.: Podroženičko krovnište - tip stolica (Izvor: [9])

3. PODROŽENIČKO KROVIŠTE - TIP VISULJA

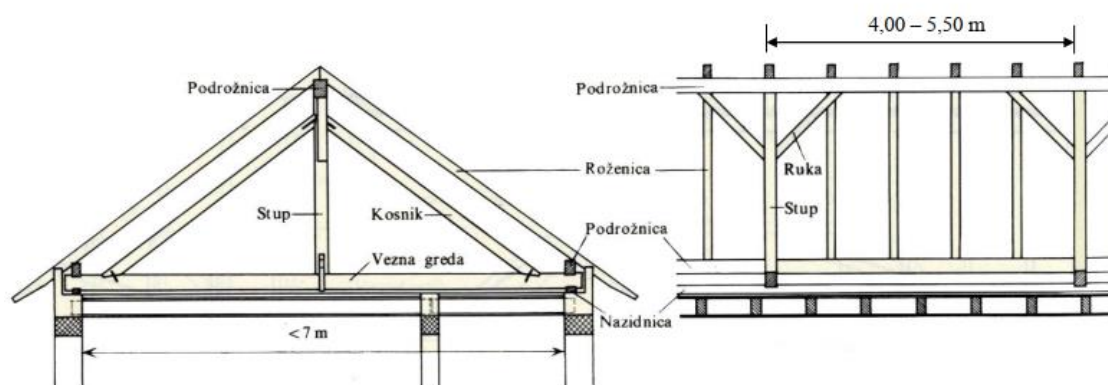
Ovisno o rasponima koje treba premostiti krovišta tipa visulja mogu biti:

- Jednostruka visulja
- Dvostruka visulja
- Trostruka visulja
- Višestruke visulje i kombinacije

3.1. Jednostruka visulja

Jednostruka visulja upotrebljava se kada je raspon krovišta do 7 m i kada na tom rasponu nema središnjeg nosivog zida tako da opterećenje preuzimaju samo vanjski nosivi zidovi. Zbog oblika statičkog sistema, poznata je i kao „trokutasta visulja“. Ovaj sustav čine donji horizontalni štap koji predstavlja veznu gredu s čijih se krajeva odvajaju i na vrhu spajaju dva kosa štapa, odnosno rogovi. U sredini horizontalnog štapa postavlja se vertikalni štap sa specijalnim čeličnim stremenom koji se naziva stup, te je na taj način horizontalni štap ovješten sa svojim teretom o vertikalni štap što objašnjava naziv visulja ili vješaljka. Prilikom opterećenja u kosim štapovima se javljaju tlačna naprezanja, dok se u ostalim štapovima javljaju vlačna naprezanja.

[1]



Slika 25.: Jednostruka visulja (Izvor: [2])

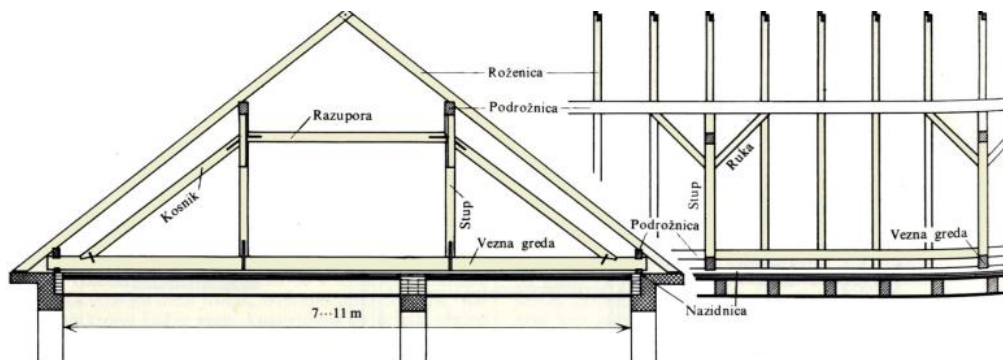
3.2. Dvostruka visulja

Dvostruka visulja je vrsta krovišta koja se često primjenjuje na stambenim i poslovnim zgradama. Primjenjuje se za raspone od 7 m do 11 kada unutar tih raspona nema nosive konstrukcije.

Razlikuju se od jednostrukih time što umjesto jednog vertikalnog štapa na sredini raspona imaju dva vertikalna štapa, na prvoj i drugoj trećini raspona te tako tvori oblik trapeza.

U drvenoj konstrukciji dvostruke visulje donji je štap vezna greda, vertikalni su štapi stupovi, kosi kosnici, a gornji štap je razupora.

O oba stupa je ovješena vezna greda pomoću stremena pa se sav teret grede, zajedno sa teretima kojim su opterećene podrožnice prenosi s razuporom i kosnicima na ležište vezne grede.



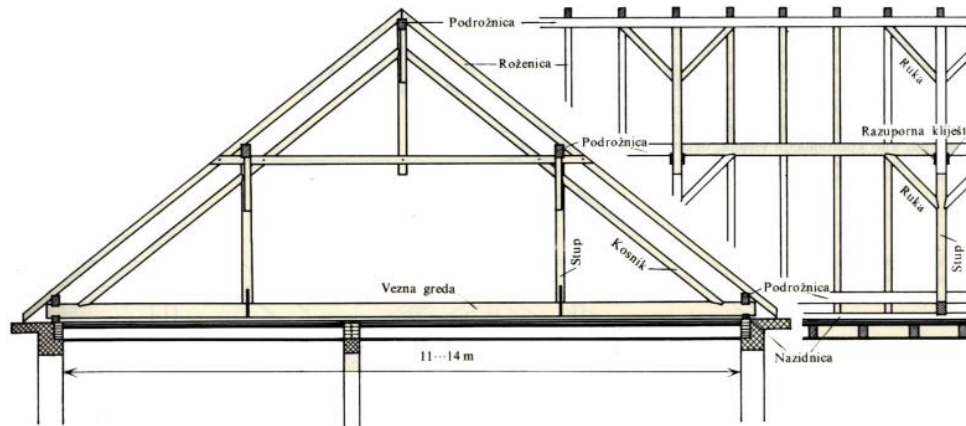
Slika 26.: Dvostruka visulja (Izvor: [2])

3.3. Trostruka visulja

Trostruka krovna visulja je prikladna za raspone do 14 m kada sav teret preuzimaju vanjski nosivi zidovi.

Donji dio trostruke visulje se rješava kao dvostruka (trapezna) visulja, dok se gornji dio rješava kao jednostruka (trokutasta) visulja.

Kosnici se gornje visulje upiru u stupove donje visulje zbog čega je vrlo bitno produžiti završetke tih stupova iznad srednje podrožnice i povezati ih s rogovima punog veza.

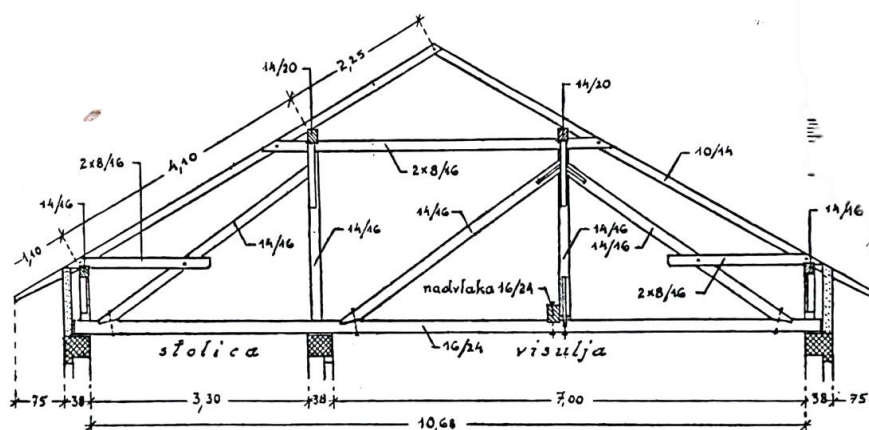


Slika 27.: Trostruka visulja (Izvor: [2])

3.4. Višestruke visulje i kombinacije

Četverostruke krovne visulje su idealne za raspone do 18 m, dok su peterostruke visulje prikladne za raspone do 24 m. Peterostruke visulje su primjenjivane u prošlosti za gospodarske zgrade i razna spremišta, dok danas ih zamjenjuju konstrukcije suvremenih rešetkastih, okvirnih i lučnih nosača. [1]

Ovisno o tlocrtnom položaju nosivih zidova mogu se raditi i kombinacije visulje i stolice. Na slici 11. prikazana je jedna kombinacija jednostruke stolice i jednostruke visulje.



Slika 28.: Kombinacija jednostruke stolice i jednostruke visulja (Izvor: [1])

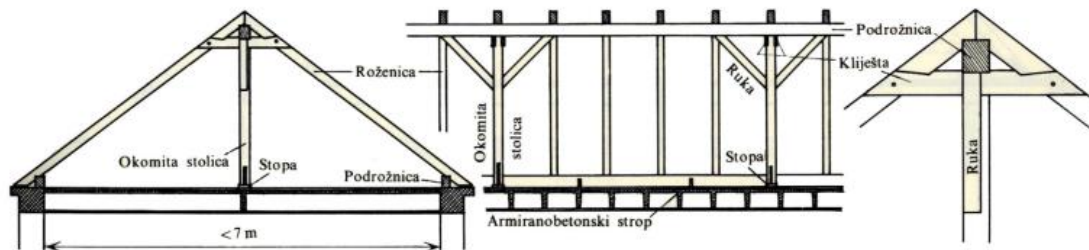
4. PODROŽENIČKO KROVIŠTE – TIP STOLICA

Ovisno o rasponima koje treba premostiti krovišta tipa stolica mogu biti:

- Jednostruka okomita stolica
- Dvostruka okomita stolica
- Trostruka okomita stolica
- Kosa/položena stolica

4.1. Jednostruka okomita stolica

Jednostruka okomita stolica se primjenjuje kada je raspon krovišta do 7 m, a nosiva konstrukcija poput srednjeg nosivog zida, smještena u sredini raspona ili najviše 1 m od nje ako postoji drveni strop. Vezne grede se tada postavljaju na razmacima od 3,5 do 4,5 m. Na sredinu svake grede se učepljuje donji kraj stupa dok je gornji kraj učepljen u gornju podrožnicu. Na stupovima su ruke, podrožnica i kliješta. Podrožnice se postavljaju u uzdužnom smjeru iznad ležišta vezne grede na vanjskim zidovima. [1]



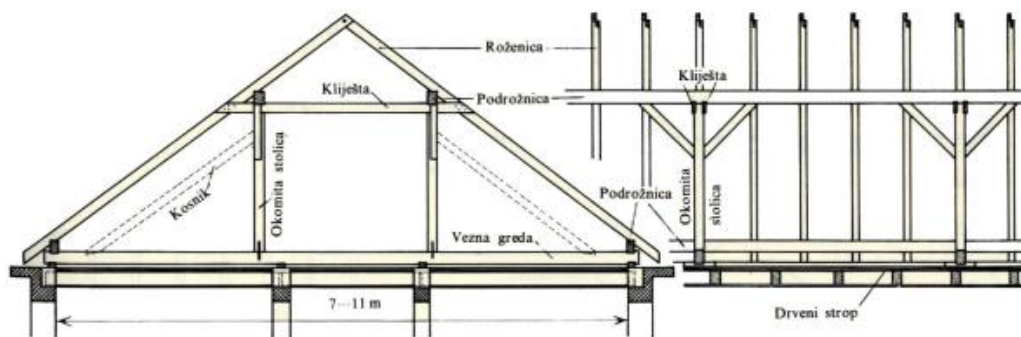
Slika 29.: Jednostruka okomita stolica (Izvor: [2])

4.2. Dvostruka okomita stolica

Dvostruka okomita stolica može biti izvedena bez kosnika i s kosnikom.

Dvostruka okomita stolica bez kosnika se primjenjuje za raspone od 7 m do 11 m ako se unutar tog raspona nalazi nosiva konstrukcija za preuzimanje dijela opterećenja. Izrađuju se krovšta kojima dvije srednje gornje podrožnice prenose teret na srednje, a dvije donje na vanjske nosive zidove. Ukoliko je strop drveni, na početnu veznu gredu te svaku petu ili šestu se učepljuju stupovi koji ne bi trebali biti udaljeni više od 1 m od nosive konstrukcije, Na gornjim krajevima se učepljuju u srednje podrožnice koje se povezuju kliještima i tako povezuju s oba roga i oba stupa. Ova konstrukcija je pogodna za krovšta s blagim nagibom krovnih ploha. [1]

Dvostruka okomita stolica s kosnicima je najčešća vrsta na zgradama te se zbog toga naziva i normalna dvostruka stojeća stolica. Vezne grede se postavljaju na zabatne zidove te na razmacima od 4 m. Raspored srednjih podrožnica se određuje većinom u trećinama raspona., odnosno da dužina rogova od donje do srednje podrožnice ne prelazi 4,5 m, a od srednje do sljemena 2,5 m. [1]

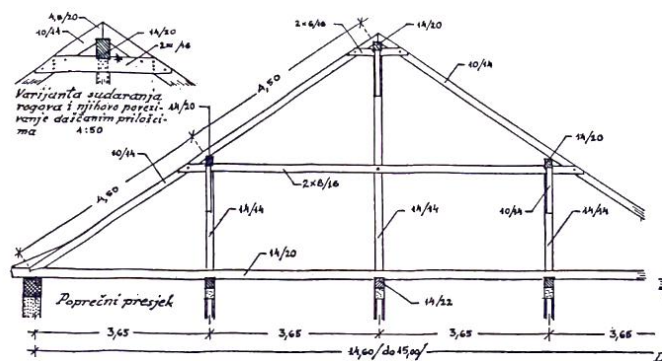


Slika 30.: Dvostruka okomita stolica (Izvor: [2])

4.3. Trostruka okomita stolica

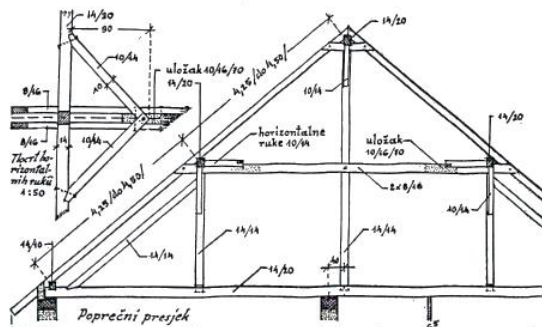
Trostruka okomita stolica može biti izvedena bez kosnika ili s kosnicima, a obje se koriste za raspane do 15 m, iako se razlikuju u načinu prenošenja opterećenja. [1]

Kod trostruke okomite stolice bez kosnika obično postoje tri nosive konstrukcije, odnosno stupovi koji su raspoređeni tako da pravilno preuzimaju terete koje prenose stupovi ispod gornje i dvije srednjih podrožnica. Srednje podrožnice se postavljaju u četvrtinama raspona, dok se gornja podrožnica nalazi u sredini raspona. Donji krajevi rogova se upiru u vezne, odnosno stropne grede. [1]



Slika 31.: Trostruka okomita stolica bez kosnika (Izvor: [1])

U slučaju trostruke okomite stolice s kosnicima, nosiva konstrukcija je smještena približno u sredini raspona kako bi preuzela opterećenje od gornje podrožnice i stupa ispod nje. Teret koji preuzimaju srednje podrožnice i stupovi ispod njih prenose kosnici koji dalje prenose opterećenje na krajeve vezne grede. Novi element u ovoj konstrukciji je par horizontalnih ruku koje povezuju kladice između kliješta. Ova izvedba krovne konstrukcije kombinira elemente stolice i visulje jer kosnici i stupovi ispod srednjih podrožnica djeluju kao visulja. [1]

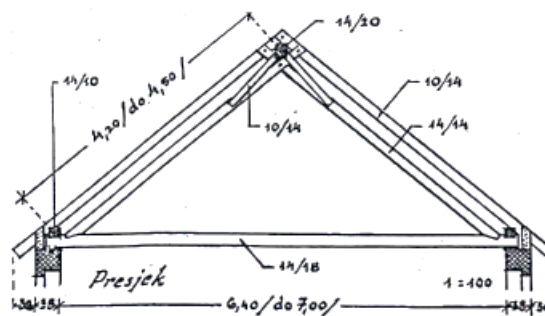


Slika 32.: Trostruka okomita stolica s kosnicima (Izvor: [1])

4.4. Kosa/položena stolica

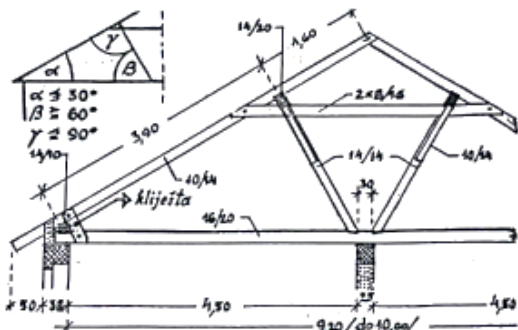
Prostor potkrovlja može se osloboditi od stupova i prijenosa opterećenja primjenom konstrukcije s kosim, odnosno ležećim stolicama,. Stolice mogu biti postavljene paralelno s rogovima ili pod kutom., a razlikujemo jednostruke i dvostruke kose stolice. [1]

Jednostruke kose stolice koriste se za raspone do 7 m i opterećenje prenose na vanjske nosive zidove. [1]

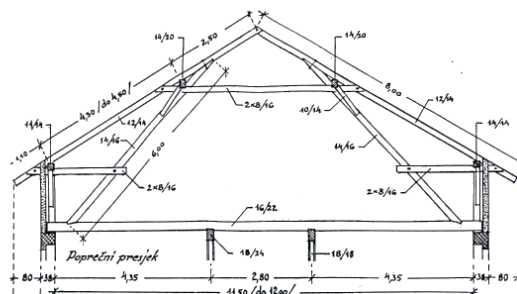


Slika 33.: Jednostruka kosa stolica (Izvor: [1])

Dvostruke kose stolice mogu prenositi opterećenje na vanjske nosive zidove ili na srednji nosivi zid. Kada opterećenje prenose na srednji nosivi zid mogu podržavati raspone od 10 m do 12 m, dok kod prijenosa opterećenja na vanjske nosive zidove podržavaju raspone od 7 do 12 m. Dvostruke kose stolice koje prenose opterećenje na vanjske nosive zidove najčešće se koriste kod staja za stoku gdje prostor krovšta služi kao skladište za sijeno. [1]



Slika 34.: Dvostruka kosa stolica koja prenosi opterećenje na srednji nosivi zid (Izvor: [1])



Slika 35.: Dvostruka kosa stolica koja prenosi opterećenje na vanjske nosive zidove (Izvor: [1])

5. MATERIJALI KORIŠTENI U TRADICIONALNIM DRVENIM KONSTRUKCIJAMA

Za izradu krovišta tradicionalno se koriste razne vrste drveta, odabrane prema njihovim svojstvima kao što su trajnost, čvrstoća, otpornost na vlagu i jednostavnost obrade.

5.1. Vrste drveta

U Europi se koriste dva glavna roda drveta. Prvi je crnogorica ili četinari, koja uključuje iglice koje ostaju na stablu tijekom zime. Drugi rod je bjelogorica, odnosno listopadno drvo kojemu lišće otpada u jedan, a na proljeće ponovno izraste. [1]

Među crnogoricama, najčešće se koriste jela, smreka, bor i ariš. [1]

Jela i smreka su najčešće korištene u srednjoj Europi zbog povoljnog omjera čvrstoće i težine te lake obrade. Drvo jele se naziva jelovina, dok se drvo smreke naziva smrekovina. U stvarnosti je smrekovina kvalitetnija od jelovine zbog sadržaja smole koja sprečava brzo propadanje u vlažnijim područjima. [1]

Bor je idealan izbor zbog svoje otpornosti na vlagu i štetnike. Drvo bora se naziva borovina. Borovina je relativno lagana što olakšava transport i ugradnju. [10]



Slika 36.: Crnogorica (Izvor: [21])

Ariš je drvo koje dosta brzo raste u gorskim šumama na većim visinama. Drvo s vrlo visokom otpornošću na vlagu, truljenje i štetnike što ga čini izuzetno pogodnim za vanjske konstrukcije. Zbog svoje trajnosti, ariš se često koristi u područjima s visokim oborinama i vlažnim klimama. Drvo ariša se naziva ariševina, slično borovini, ali bolji od nje pa se više cijeni. [10]



Slika 37.: Drvena građa arišovina (Izvor: [22])

Od bjelogorica, najvažniji su hrast i bukva, iako su skloni napadima insekata, odnosno crvotočine. [1]

Hrast je najveće i najuglednije stablo bjelogoričnih šuma. Kod nas su najvažnije vrste hrasta hrast lužnjak i hrast kitnjak. Drvo hrasta se naziva hrastovina. Hrastovina je poznata po svojoj iznimnoj trajnosti i čvrstoći. Iako je skuplja i teža za obradu od crnogorice, hrastovina je vrlo otporna na vremenske uvjete što je čini idealnom za dugovječna krovništva. Koristi se kod vrlo opterećenih krovništva te za dekorativne elemente krova.



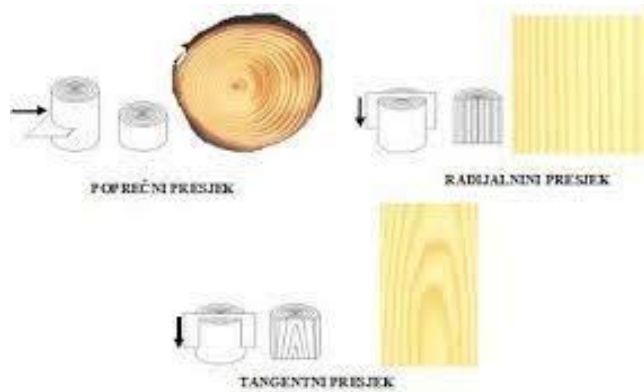
Slika 38.: Hrast (Izvor: [23])

Bukva se zajedno s hrastom ubraja u najljepše šumsko drveće. Bukovo drvo je bukovina koja ima mnogo dobrih svojstava poput hrastovine, ali je sklona vitoperenju te bržem propadanju u promjenjivim uvjetima. [1]

5.2. Karakteristična svojstva drveta

Drvo kao građevinski materijal ima jedinstvena svojstva koja ga čine idealnim za različite namjene, posebno nosive konstrukcije poput krovništva. [1]

Čvrstoća drveta predstavlja otpor kojim drvo nadvladava onu silu koja na njega djeluje da ga rastrgne, savije, stisne, slomi ili smrvi. Njegova čvrstoća u odnosu na težinu ga čini izuzetno prikladnim za krovništva. Drvo je anizotropan materijal, što znači da njegova svojstva variraju ovisno o smjeru vlaknaca-čvrstoća u smjeru vlaknaca je znatno veća nego okomito na njih. Vлага negativno utječe na čvrstoću drveta, što je veći udio vlage to je drvo slabije. Neke vrste drveta imaju prirodnu otpornost na vlagu, ali ostale je potrebno dodatno tretirati. Za građevinske svrhe idealna vlažnost 15%. [1, 12]



Slika 39.: Presjeci drveta (Izvor: [24])

Tvrdoća drveta je svojstvo drveta koje predstavlja sposobnost drveta da se odupre prodoru drugog tijela u njegovu unutrašnjost. Crnogorica je meko drvo, dok je bjelogorica tvrdo drvo. [12]

Drvo je dobar izolator jer loše provodi toplinu što pomaže u održavanju unutarnje temperature zgrada i smanjuje potrebu za dodatnom toplinskom izolacijom.

Trajnost drveta ovisi o njegovoj otpornosti na vanjske utjecaje poput vlage, temperature i štetočina.. Česta promjena vlažnosti i temperature može potaknuti truljenje i smanjiti nosivost drvene konstrukcije. Međutim, pravilnim tretiranjem, trajnost se može značajno produžiti. [12]

Estetski, drvo je izuzetno privlačan materijal zbog svoje prirodne ljepote, boje, teksture i godova. Također je ekološki održiv materijal jer je obnovljiv i može se koristiti iz održivih izvora čime se smanjuje negativan utjecaj na okoliš.

5.3. Postupci zaštite i obrade drveta

Zaštita i obrada drvene građe ključni su koraci za osiguranje dugovječnosti i očuvanje kvalitete drvenih građevinskih elemenata.

5.3.1. Zaštita drveta

Organizacijska zaštita drva uključuje mjere zaštite tijekom obaranja stabla, skladištenja u šumi, sušenja piljene građe te sprječavanja ponovnog vlaženja tijekom transporta, obrade, skladištenja i montaže. Prilikom skladištenja na gradilištu drvena građa mora biti zaštićena od izravnog kontakta sa zemljom i vodom. [13]

Kao što je objašnjeno, neke vrste drveta imaju prirodnu otpornost prema vlazi poput hrasta.

Građevinsko-fizikalne zaštite drveta podrazumijevaju besprijekorno odvodnjavanje krova, dostatno zračan potkrovni prostor te da elementi konstrukcije krovišta budu zaštićeni pokrovom. [13]

Prilikom zaštite drvenih elemenata konstrukcije od utjecaja gljiva i insekata nužno je korištenje kemijske mjere zaštite drva. Koriste se uljna sredstva i sredstva koja se mogu razrijediti vodom. Razlikujemo postupke ne tlačne obrade i postupke tlačne obrade. Postupci ne tlačne obrade su: nanošenje zaštitnog sredstva četkom, prskanjem, potapanjem i difuzijom. Postupci tlačne obrade su potapanje pod naizmjeničnim tlakom i vakuumskom obradom,

Postupci zaštite se provode u proizvodnom pogonu, a ne na gradilištu. Zaštita sredstvima sprečava ili odgađa propadanje drvene supstance. [13]

Drvene površine se zaštićuju premazima, odnosno glazurama, lakovima, uljima ili bojama. Ovi premazi štite drvo od vlage, UV zračenja i drugih vanjskih utjecaja. Potrebna je redovita obrada površine drva i obnavljanje premaza na vanjskim izloženim dijelovima konstrukcije. [13]



Slika 40.: Zaštita drvene površine premazima (Izvor: [25])

Zaštita drva od požara postiže se premazima koji u kontaktu s zrakom stvaraju izolacijsku pjenu, smanjujući gorivost i usporavanje širenja topline. [14]

5.3.2. Obrada drveta

Sječa i prorjeđivanje šuma provode se prema planovima nadležnih organa za šumarstvo.

Nakon obaranja stablo se dotjeruje i sortira, odvaja se deblo od granja. Ključan proces je sušenje drva koje može biti prirodno ili umjetno kako bi se smanjio sadržaj vlage. Prirodno sušenje se odvija na zraku, dok se umjetno sušenje provodi u sušarama gdje se kontrolira temperatura i vlažnost zraka.

Dotjerana deblovina i granjevina se razvrstava na tehničko drvo koje može biti oblo i cijepano. Oblo drvo uključuje deblovinu poput trupaca, odnosno balvana, koji se u pilanama obrađuju u drvenu građu. U pilanama se piljenjem trupaca proizvode grede i piljenice. Nakon piljenja, drvo se glatko obrađuje kako bi se uklonile nepravilnosti, a zatim brušenjem izravnavava i priprema za završnu obradu.



Slika 41.: Rezanje trupaca u pilani (Izvor: [26])



Slika 42.: Obrada drvene građe (Izvor: [27])

6. NAČINI GRADNJE TRADICIONALNIH DRVENIH KROVNIH KONSTRUKCIJA

6.1. Tesarske obrade

Danas se tesarska obrada drveta većinom svodi na rezanje, oblikovanje i sastavljanje konstruktivnih elemenata od piljene građe koju drvna industrija proizvodi kao poluproizvod. Tesarskom obradom i montažom tih elemenata nastaju konačni proizvodi.

Glavne tesarske obrade su tesanje, ručno i motorno piljenje, bušenje, dubljenje, zabijanje i poravnavanje.

Tesanje je tradicionalna metoda oblikovanja drva koja se koristi za oblikovanje greda, stupova i rogova uklanjanjem dijelova drveta sjekicom ili tesarskim čekićem.

Piljenjem se drvo reže ručno ili mehanički na potrebne dimenzije, bilo uzdužno ili poprečno, ovisno o zahtjevima konstrukcije. [1]

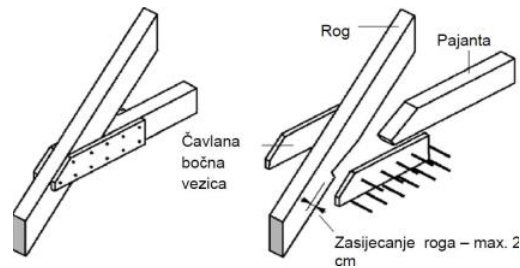
Bušenje, dubljenje i zabijanje su specijalne tehnike koje se primjenjuju pri izradi spojeva drvenih dijelova po kojima istaka jednog dijela nailazi na udubinu drugog dijela ili se jedan i drugi dio probuše te se kroz bušotinu stavi vezno sredstvo. Neki sastavi se izrađuju zabijanjem čavala kroz jedan i drugi sastavni dio. [1]

Tragovi sjekice ili pile na površinama se prekrivaju poravnavanjem. [1]

6.2. Spajanje drvenih elemenata

Spojevi drvenih elemenata u krovštima ključni su za stabilnost i trajnost konstrukcije. Razlikujemo tesarske i mehaničke spojeve. Tesarske veze su tradicionalne metode spajanja drvenih elemenata koje se koriste u izgradnji drvenih konstrukcije, uključujući krovšta. Mehaničke veze drveta koriste različita spojna sredstva poput čavala, vijaka, metričkih vijaka i trnova. Iako se danas najčešće koristi zasjek, poznavanje različitih tesarskih veza važno je za održavanje i sanaciju starijih, tradicionalnih drvenih krovšta. Stoga će se u ovom radu naglasak staviti na tesarske veze. [13]

Zasjek je najčešće korišten tesarski spoj koji se koristi za spajanje drvenih elemenata kao što su rogovi, kosnici, pajante i grede. Prvo se izrezuje zasjek u jedan od dijelova drva, dok se drugi dio drva oblikuje tako da savršeno odgovara zasjeku, stvarajući time čvrst i stabilan spoj. Za dodatno ojačanje spoja mogu se koristiti vijci, čavli ili bočne vezice.



Slika 43.: Spoj roga i pajante zasjekom i čavlanom bočnom vezicom (Izvor: [7])

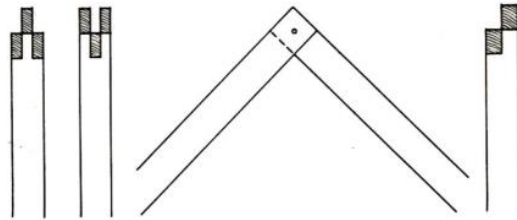
Posebna vrsta zasjeka koja se primjenjuje kod spoja roga s gredom je zasjek s čepom koji se sastoji od dva dijela, zasjeka ili utora i čepa ili trna. Ovaj spoj je vrlo stabilan i izdržljiv te se koristi u situacijama gdje su drveni elementi pod velikim opterećenjem.



Slika 44.: Spoj roga i grede zasjekom s čepom (Izvor: [2])

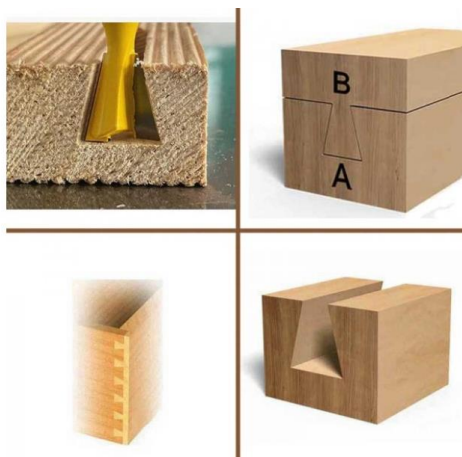
Spoj na list, odnosno preklop, jedan je od tradicionalnih tesarskih spojeva koji se koristi u konstrukciji krovišta. Ovaj spoj je posebno koristan za povezivanje dvaju komada drva pod kutom kao što je spoj rogova u sljemenu. Spoj na list sastoji se od dvaju elemenata koji se spoje tako da se u oba elementa izreže zasjek, odnosno list, obično do polovine drva. Ti zasjeci omogućuju da se oba komada uklapaju jedan u drugi stvarajući ravnu površinu na spoju. Osigurava da se ravnomjerno prenosi opterećenje.

Spoj na zub je tesarski spoj koji se koristi za povezivanje rogova u sljemenu ili roga i grede. Koristi se kod spojeva gdje se drveni elementi susreću pod kutom. Uključuje izrezivanje jednog ili više „zuba“ na kraju jednog drvenog elementa, dok se u drugom drvenom elementu izrezuju utori u koje će se ti zubi uklopiti.



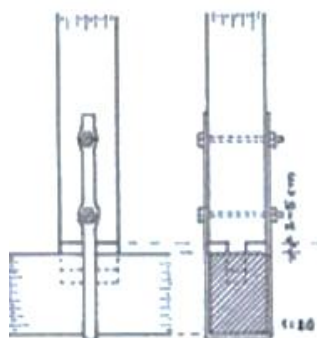
Slika 45.: Spoj rogova u sljemenu (Izvor: [2])

Spoj na lastin rep dobio je ime po svom karakterističnom obliku koji podsjeća na rep laste. Sastoji se od dva elementa, repa i zupca. Rep je komad drveta u obliku trapeza, dok je zubac komad drveta koji ima izrezane utore odgovarajućeg oblika u koje se repovi savršeno uklapaju.



Slika 46.: Spoj na lastin rep (Izvor: [28])

Veza na čep poznata je po svojoj izdržljivosti i sposobnosti da čvrsto poveže drvene elemente bez potrebe za metalnim spajalima poput rogova, grede i stupova. Čep je izbočeni dio na kraju jednog drvenog elementa koji se umetne u utor u drugom drvenom elementu koji je oblikovan tako da odgovara dimenzijama čepa. Kada se čep umetne u utor stvara se čvrsta veza. Koristi se kod spoja rogova s gredama i spoja stupova s gredama.



Slika 47.: Spoj stupa s gredom na čep (Izvor: [2])

7. PRIMJERI IZVEDENIH TRADICIONALNIH DRVENIH KROVNIH KONSTRUKCIJA

7.1. Obiteljska kuća

Na slici 33. prikazan je vanjski pogled na krov obiteljske kuće u slavonskom selu Forkuševci. Krovište je kombinacija dvostruke stolice i krovišta s pajantom. Nagib krova je strm te je vidljiv dimnjak koji je standardni element kuća s tradicionalnim krovištem. Pokrov krova izgleda uredno što je važno za zaštitu od vremenskih utjecaja. Ovaj vanjski pogled dopunjuje unutarnje slike pružajući sveobuhvatnu sliku kombinirane krovne konstrukcije.



Slika 48.: Pogled na krov (Izvor: [29])

U prednjem dijelu kuće nalazi se krovna konstrukcija tipa dvostruke stolice. Raspon krovišta je 8 m. Stolica je ključni nosivi element u krovnoj konstrukciji, ona podržava horizontalne grede, odnosno podrožnice te se oslanja na vezne grede koje su u ovom slučaju prekrivene lijepljenom pločom.

Slika 34. prikazuje elemente dvostruke stolice. Vertikalni stupovi podupiru središnji dio krova i prenose opterećenje s gornjih dijelova krovišta na nosive zidne elemente. Kliješta povezuju rogove s obje strane krova i služe kao dodatna stabilizacija. Kosnici su kosi elementi koji idu od vezne grede do stupova, odnosno stolica.

S obzirom na starost i stanje drvene konstrukcije moguće su deformacije i slabosti na spojevima što zahtjeva detaljnu analizu prilikom procjene potrebe za obnovom.



Slika 49.: Prikaz dvostruke stolice u prednjem dijelu kuće (Izvor: [29])

U stražnjem dijelu kuće konstrukcija krovišta je izvedena s pajantom. Raspon krovišta je 7 m. Pajanta kao horizontalni element igra ključnu ulogu u stabilizaciji krova osobito u jednostavnim krovnim konstrukcijama bez stolice.

Na slici 35. mogu se uočiti horizontalna pajanta, rogovi te spojevi i ojačanja. Pajanta povezuje rogove, dok se rogovi spajaju na sljemenu i oslanjaju na pajantu. Zbog starosti drva, na slici je vidljiva rekonstrukcija krovne konstrukcije, dodana su ojačanja zbog stabilizacije konstrukcije.



Slika 50.: Prikaz krovišta s pajantom u stražnjem dijelu kuće (Izvor: [29])

7.2. Vanjska terasa

Na primjeru vanjske terase prikazana je krovna konstrukcija tipa jednostruke visulje gdje opterećenje preuzimaju samo vanjski nosivi elementi, u ovom slučaju s jedne strane zid, s druge strane stupovi. Raspon krovišta je 5 m.



Slika 51.: Pogled na krovište vanjske terase (Izvor: [29])



Slika 52.: Pogled na jednostruku visulju (Izvor: [29])

Na sljedećim slikama možemo vidjeti tesarske spojeve koji su korišteni u ovoj konstrukciji, a to su spoj na preklop kod nastavljanja greda, odnosno podrožnica, te zasjek kod oslanjanja rogova na podrožnice.



Slika 53.: Tesarski spoj na prijeklop
(Izvor: [29])



Slika 54.: Tesarski spoj zasjek (Izvor: [29])

8. ZAKLJUČAK

Tradicionalnim drvenim krovnim konstrukcijama ističe se važnost očuvanja i razumijevanja ovih konstrukcija kao ključnog dijela kulturne i arhitektonske baštine. Drvene krovne konstrukcije koje su stoljećima bile kao temelj graditeljstva na ovim prostorima, ne samo da predstavljaju tehničko umijeće naših predaka već i odražavaju njihovu prilagodbu prirodnim resursima i klimatskim uvjetima.

Kroz povijest, drvo je bilo osnovni građevinski materijal u gradnji krovnih konstrukcija što je rezultiralo razvojem raznih tipa krovova i tesarskih tehnika.

Podjela drvenih krovnih konstrukcija ukazuje na raznolikost pristupa u projektiranju. Svaki tip krovišta, bilo da je riječ o jednostavnijim konstrukcijama poput praznog krovišta, s pajantom ili složenijih poput stolica i visulja te njihovih kombinacija, odlikuje se specifičnim karakteristikama i metodama izrade koje zahtijevaju visok stupanj tesarskog znanja.

Tesarski vezovi, kao ključni elementi ovih konstrukcija, pokazuju visok stupanj vještine i preciznosti u obradi drva gdje su različiti spojevi poput čepova, zasjeka, prijeklopa te spoja na zub, ključni za stabilnost i trajnost konstrukcija.

Očuvanje i restauracija tradicionalnih drvenih krovnih konstrukcija omogućuje ne samo očuvanje znanja već i kulturnog identiteta zajednica koje su ih razvile. Uvođenje modernih tehnologija i materijala može doprinijeti njihovoj trajnosti, ali uvijek uz poštovanje prema izvornim tehnikama i dizajnu.

POPIS LITERATURE

- [1] Đ. Peulić: Konstruktivni elementi zgrada, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [2] Interne skripte kolegija Visokogradnje, Građevinski fakultet
- [3] <https://putnikofer.hr/mjesta/crkva-borgund-u-norveskoj/> [5. kolovoza 2024.]
- [4] <https://www.promat.com/hr-hr/graditeljstvo/projekti/za-strucnjake/196965/usporevaci-gorenja-protupožarni-premaz-za-drvene-konstrukcije/> [10. kolovoza 2024.]
- [5] S. Lončar-Visković, D. Stober: Tradicijska kuća Slavonije i Baranje, Ministarstvo turizma Republike Hrvatske, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, 2011.
- [6] M. Stepinac: Tehnologija drvenih krovišta, Agencija za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih, 2023.
- [7] V. Rajčić: Krovovi i pokrovi, interne skripte Građevinski fakultet Zagreb
- [8] Neufert: Elementi arhitektonskog projektiranja, Golden marketing Zagreb, 2002.
- [9] Ž. Koški, V. Slabinac, D. Stober, I. Brkanić: Elementi visokogradnje II, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, 2013.
- [10] <https://www.plantea.com.hr/> [11. kolovoza 2024.]
- [11] V. Rajčić : Svojstva drva kao materijala, interne skripte Građevinski fakultet Zagreb
- [12] <https://www.gradnja.me/clanak/897/mehanicke-karakteristike-drвета> [11.kolovoza 2024]
- [13] A. Bjelanović, V. Rajčić: Drvene konstrukcije prema europskim normama, Hrvatska sveučilišna naknada, Građevinski fakultet Zagreb, 2005.
- [14] I. Ciglar, S. Delladio, B. Milovanović: Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti-Priručnik za tesare, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet Zagreb, 2016.
- [15] M. Crnogorac, M. Todorčić, M. Uroš, J. Atalić, Urgentni program potresne obnove [5. kolovoza 2024.]
- [16] <https://www.magicus.info/alternativci-i-korisnici/zanima-vas/sojenica> [5. kolovoza 2024.]
- [17] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stabkirche_Borgund_16.07.2008_7.jpg [5. kolovoza 2024.]

- [18] <https://www.facebook.com/djakovozanostalgicne/photos/a.384816088210770/1441761405849561/?type=3> [5. kolovoza 2024.]
- [19] <https://webshop.wienerberger.hr/kalkulatori/jednostresni-krov> [12. kolovoza 2024.]
- [20] <https://www.wienerberger.hr/alati-i-preuzimanja/alati-za-krov/kalkulatori/kalkulator-za-tondach-dvostresni-krov.html> [12. kolovoza 2024.]
- [21] <https://impulsportal.net/zanimljivosti/svastara/koja-je-razlika-izmedu-smrce-jele-i-bora> [11. kolovoza 2024.]
- [22] <https://www.drvena.hr/stolarska-grada/1294-aris-rezana-grada-80mm-0-i-kl-suha-europska-neokr> [11. kolovoza 2024.]
- [23] <https://ivanlu-stabla.weebly.com/hrast.html> [11. kolovoza 2024.]
- [24] <https://cpd4gb.com.hr/wp-content/uploads/2018/10/DRVO-%E2%80%93-materijal-za-zelenu-gradnju-predavanje-RBL.pdf> [11. kolovoza 2024.]
- [25] <https://www.helios-deco.com/hr/savjeti-i-trikovi/zasto-je-drvo-potrebno-zastititi-i-kako-to-ispravno-uciniti/> [11. kolovoza 2024.]
- [26] <https://woodmizer.hr/learning-center/the-wood-mizer-wb2000-industrial-sawmill-at-a-modern-sawmilling-factory-in-poland> [11. kolovoza 2024.]
- [27] <https://www.podovi.org/elektricni-alati-za-obradu-i-rad-sa-materijalima-od-drveta/> [11. kolovoza 2024.]
- [28] https://www.kupindo.com/Glodala-i-nozevi/69917253_Glodalo-Lastin-rep-6-35-19-05mm- [12. kolovoza 2024.]
- [29] A. Kelić, Foto

POPIS SLIKA

Slika 1.: Elementi nosive drvene krovne konstrukcije (Izvor: [15]).....	2
Slika 2.: Sojenice (Izvor: [16])	3
Slika 3.: Drvena crkva u Borgundu u Norveškoj (Izvor: [17])	4
Slika 4.: Tradicionalna slavonska kuća, Đakovačka Satnica (Izvor: [18])	4
Slika 5.: Jednostrešno krovnište (Izvor: [19])	5
Slika 6.: Dvostrešno krovnište (Izvor: [20]).....	5
Slika 7.: Višestrešno krovnište (Izvor: [9])	6
Slika 8.: Detalj priključka roga na veznu gredu (Izvor: [9])	7
Slika 9.: Detalj priključka roga na armiranobetonski strop (Izvor: [9]).....	7
Slika 10.: Detalj priključka roga s nadozidom (Izvor: [9])	7
Slika 11.: Detalj spoja rogova u sljemenu (Izvor: [9])	8
Slika 12.: Detalj spoja pajante i roga na lastin rep (Izvor: [9]).....	8
Slika 13.: Detalj spoja pajante i roga zasjekom s dodatkom dasaka i čavala (Izvor: [9])	8
Slika 14.: Prazno krovnište (Izvor: [9])	9
Slika 15.: Krovnište s pajantom (Izvor: [9]).....	9
Slika 16.: Detalj spoja kosnika i vezne grede (Izvor: [9])	10
Slika 17.: Detalj spoja kosnika i stupa (Izvor: [9])	10
Slika 18.: Detalj spoja kliješta s rogom i kosnikom (Izvor: [9])	10
Slika 19.: Detalj spoja stupa, kosnika i razupore (Izvor: [9]).....	11
Slika 20.: Detalj spoja stupa i vezne grede (Izvor: [9])	11
Slika 21.: Detalj spoja stupa i armiranobetonskog stropa čeličnom „papučom“ (Izvor: [9]) ...	11
Slika 22.: Detalj spoja kosnika i armiranobetonskog stropa „čeličnom papučom“ (Izvor: [9])	11
Slika 23.: Podroženičko krovnište - tip visulja (Izvor: [9]).....	12
Slika 24.: Podroženičko krovnište - tip stolica (Izvor: [9]).....	13
Slika 25.: Jednostruka visulja (Izvor: [2])	14
Slika 26.: Dvostruka visulja (Izvor: [2])	15
Slika 27.: Trostruka visulja (Izvor: [2])	16
Slika 28.: Kombinacija jednostruke stolice i jednostruke visulja (Izvor: [1])	16
Slika 29.: Jednostruka okomita stolica (Izvor: [2]).....	17
Slika 30.: Dvostruka okomita stolica (Izvor: [2])	18
Slika 31.: Trostruka okomita stolica bez kosnika (Izvor: [1]).....	19
Slika 32.: Trostruka okomita stolica s kosnicima (Izvor: [1]).....	19
Slika 33.: Jednostruka kosa stolica (Izvor: [1]).....	20
Slika 34.: Dvostruka kosa stolica koja prenosi opterećenje na srednji nosivi zid (Izvor: [1]) ...	20
Slika 35.: Dvostruka kosa stolica koja prenosi opterećenje na vanjske nosive zidove (Izvor: [1])	20
Slika 36.: Crnogorica (Izvor: [21])	21

Slika 37.: Drvena građa arišovina (Izvor: [22])	22
Slika 38.: Hrast (Izvor: [23])	22
Slika 39.: Presjeci drveta (Izvor: [24]).....	23
Slika 40.: Zaštita drvene površine premazima (Izvor: [25]).....	24
Slika 41.: Rezanje trupaca u pilani (Izvor: [26])	25
Slika 42.: Obrada drvene građe (Izvor: [27])	25
Slika 43.: Spoj roga i pajante zasjekom i čavlanom bočnom vezicom (Izvor: [7])	27
Slika 44.: Spoj roga i grede zasjekom s čepom (Izvor: [2])	27
Slika 45.: Spoj rogova u sljemenu (Izvor: [2])	28
Slika 46.: Spoj na lastin rep (Izvor: [28]).....	28
Slika 47.: Spoj stupa s gredom na čep (Izvor: [2])	28
Slika 48.: Pogled na krov (Izvor: [29])	29
Slika 49.: Prikaz dvostruke stolice u prednjem dijelu kuće (Izvor: [29]).....	30
Slika 50.: Prikaz krovišta s pajantom u stražnjem dijelu kuće (Izvor: [29])	30
Slika 51.: Pogled na krovište vanjske terase (Izvor: [29])	31
Slika 52.: Pogled na jednostruku visulju (Izvor: [29])	31
Slika 53.: Tesarski spoj na prijeklop (Izvor: [29])	32
Slika 54.: Tesarski spoj zasjek (Izvor: [29]).....	32