

Usporedba dva tipa krovišta obiteljske kuće (stolica i visulja na tlocrtu dim 8x10 m)

Trdinšak, Leonardo

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:237:424541>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-09**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB

ZAVRŠNI RAD

**USPOREDBA DVA TIPA KROVIŠTA OBITELJSKE
KUĆE (STOLICA I VISULJA NA TLOCRTU**

DIM 8 x 10 m

Leonardo Trdinšak

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB

ZAVRŠNI RAD

USPOREDBA DVA TIPA KROVIŠTA OBITELJSKE
KUĆE (STOLICA I VISULJA NA TLOCRTU
DIM 8 x 10 m)

Mentor:

izv. prof. art. dr. sc. Silvio Bačić

Student:

Leonardo Trdinšak

Zagreb, 2023

UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

FINAL PAPER

**COMPARISON OF TWO TYPES OF TRADITIONAL
ROOF CONSTRUCTIONS OF A FAMILY HOUSE
(FLOOR PLAN DIM 8 x 10 m)**

Mentor:

izv. prof. art. dr. sc. Silvio Bačić

Student:

Leonardo Trdinšak

Zagreb, 2023



TEMA ZAVRŠNOG ISPITA

Ime i prezime studenta: **Leonardo Trdinšak**

JMBAG: **0082066393**

Završni ispit iz predmeta: **Visokogradnje**

Naslov teme
završnog ispita:

HR	Usporedba dva tipa krovišta obiteljske kuće (stolica i visulja na tlocrtu dim 8 x 10 m)
ENG	Comparison of two types of traditional roof constructions of a family house (floor plan dim 8 x 10 m)

Opis teme završnog ispita:

Tema ovog rada je istražiti dva tradicionalna tipa krovne konstrukcije na zgradi istog tlocrtnog oblika te usporediti ograničenja koja su posljedica pojedinog tipa konstrukcije. Uvodni dio rada sadrži teoretski dio u kojem se obrađuju ova dva tipa konstrukcija te potom izradu rješenja krovišta (izvedbeni projekt) te njihovu analizu.

Datum: **14.04.2023.**

Komentor:

(Ime i prezime komentora)

Mentor: **izv.prof.art.dr.sc. Silvio Bašić**

(Ime i prezime mentora)

(Potpis mentora)

Usporedba dva tipa krovišta obiteljske kuće (stolica i visulja na tlocrtu dim 8 x 10 m)

Sažetak:

Ovim završnim radom daju se osnovne značajke krovišta tipa stolice i visulje te se uspoređuju na tlocrtu obiteljske kuće. Krovišta tipa stolice i visulje spadaju u tip tradicionalnih drvenih krovišta te se samim time koriste već stoljećima ali niti dan danas ne gube na vrijednosti jer predstavljaju najbolje rješenje kosih krovova obiteljskih kuća te zgrada. Graditeljima se postavlja pitanje kada i zašto se koji tip krovišta koristi, te koje su mane i ograničenja pojedinog tipa, a to je u nastavku detaljno obrađeno. Značajke pojedinog tipa krovišta uspoređene su na temelju izvedbenog projekta oba krovišta na zgradi istog tlocrtnog oblika.

Cljučne riječi:

stolica, visulja, tradicionalna drvena krovišta, izvedbeni projekt

Comparison of two types of traditional roof constructions of a family house (floor plan dim 8 x 10 m)

Abstract:

In this final paper, the basic features of two types of roofs are given and compared on the floor plan of a family house. These roofs belong to the type of traditional wooden roofs and have therefore been used for centuries, but even today they do not lose their value because they represent the best solution for pitched roofs of family houses and buildings. Builders are asked when and why which type of roofing is used, and what are the disadvantages and limitations of each type, and this is discussed in detail below. The features of each type of roofing were compared on the executive design of the roofing on a building with the same floor plan.

Key words:

traditional roof construction, executive design

SADRŽAJ

1. UVOD

2. OPĆA RAZMATRANJA O DRVENIM KROVIŠTIMA

- 2.1. Osnovna podjela drvenih krovništa
- 2.2. Osnovni elementi krovne konstrukcije

3. TRADICIONALNI KROVOVI

- 3.1. Krovovi s rogovima
- 3.2. Krovovi s podrožnicama

4. STOJEĆE STOLICE

- 4.1. Jednostruka stojeća stolica
- 4.2. Dvostruka stojeća stolica
- 4.3. Trostruka stojeća stolica
- 4.4. Kosa stolica

5. KROVNE VISULJE

- 5.1. Jednostruka visulja
- 5.2. Dvostruka visulja
- 5.3. Trostruka visulja
- 5.4. Višestruke visulje i kombinacije

6. USPOREDBA STOLICE I VISULJE NA ZADANOM TLOCRTU

- 6.1. Dvostruka stojeća stolica na tlocrtu dim 8 x 10 m
 - 6.1.1. Dvostruka stojeća stolica bez kosnika
 - 6.1.2. Dvostruka stojeća stolica sa kosnikom
 - 6.1.3. Detalji vezova kod dvostruke stolice
- 6.2. Dvostruka krovna visulja na tlocrtu dim 8 x 10 m
 - 6.2.1. Detalji vezova kod dvostruke visulje
- 6.3. Usporedba

7. IZVEDBENI PROJEKT

- 7.1. Analiza izvedbenog projekta dvostruke stolice
- 7.2. Analiza izvedbenog projekta dvostruke krovne visulje

8. ZAKLJUČAK

9. LITERATURA

1. UVOD

Krov je vrlo važan i sastavni dio svake građevine bez kojeg se nemože. Krov ima vrlo važnu ulogu jer štiti građevinu od vanjskih utjecaja. Osim te praktične svrhe krov je vrlo važan arhitektonski element koji ima veliku važnost u cjelokupnoj estetskoj vrijednosti građevine.

Krov možemo podijeliti na dva glavna dijela, nosivi dio krovnu konstrukciju te pokrov. Krovna konstrukcija ili krovnište mora biti tako izvedeno da bez deformacija i sloma prenese vlastitu težinu, težinu pokrova, ljudi, snijega, vjetra te svega ostaloga što mu se nameće u donje nosive slojeve građevine.

Prednost drvenih krovništa kroz povijest je relativno lagana vlastita težina, brzo i lagano izrađivanje i sastavljanje te će se zbog tih osobina i dalje izrađivati u budućnosti.

Ovisno o veličini građevine, urbanističkim zahtjevima, estetskim zahtjevima i drugim zahtjevima izrađuje se puno različitih vrsta krovništa.

Tema rada je usporediti dva tipa konstrukcije krovništa na tlocrtu dimenzija (8 x 10 m) stolicu i visulju. Na istom tlocrtu možemo izraditi puno vrsta krovništa od jednostrešnih, dvostrešnih, simetričnih, nesimetričnih, blagih, strmih, itd. ali mi ćemo se u ovom radu bazirati na dvostrešnim krovovima koji se od svih vrsta najčešće izrađuje.

U prvom djelu će biti objašnjeno općenito o drvenim krovnim konstrukcijama bazirano na onim koje su tema rada, a u drugom ćemo usporediti dva tipa krovništa na zadanom tlocrtu te ćemo ih analizirati u izrađenom izvedbenom rješenju.

2. OPĆA RAZMATRANJA O DRVENIM KROVIŠTIMA

2.1. Osnovna podjela drvenih krovišta

Najosnovnija podjela prema kojoj možemo podijeliti drvene krovne konstrukcije je na tradicionalne i suvremene krovove.

Tradicionalni krovovi se i danas dosta koriste kod obiteljskih kuća i manjih zgrada, a i mogu se pronaći kod svih povijesnih građevina sa drvenom krovnom konstrukcijom. Njih karakteriziraju tesarski vezovi te struki već poznate dimenzije svih konstruktivnih elemenata za poznate raspone, pokrov te klimatsku zonu pa se rijetko statički proračunavaju.

Na suvremenim konstrukcijama većih zgrada, hala i sličnih građevina pronalazimo i koristimo suvremene drvene krovne konstrukcije. U doba kada je cijena najbitniji kriterij projekta cilj nam je napraviti krovište sa što manje elemenata te drvene građe tako da su poprečni presjeci drvenih elemenata u potpunosti iskorišteni. To postizemo korištenjem novih vrsta drvenih materijala (npr. lijepljeno lamelirano drvo LLD) te drugačijom statičkom shemom krovišta.



Slika 2.1 Tradicionalno drveno krovište

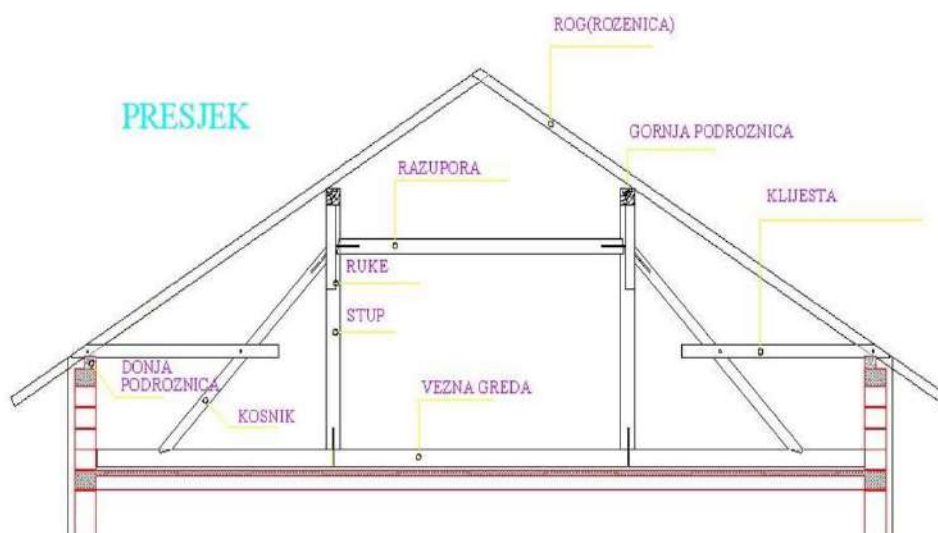


Slika 2.2 Suvremeno drveno krovište

2.2. Osnovni elementi krovne konstrukcije

Drveni elementi krovne konstrukcije razlikuju se ovisno o tipu krovne konstrukcije, rasponu itd. ali najčešći elementi koje susrećemo kod tradicionalnih krovišta su grede i platice različitih dimenzija. Elementi krovišta mogu imati različite funkcije od prijenosa opterećenja, ukrućivanja do stabilizacije.

Najosnovniji element koji možemo susresti skoro na svakom krovištu je rog ili roženica. Rog ili roženica je greda koja nosi pokrov i postavlja se na razmaku od 70 do 90 cm. Opterećenje sa roga se može u donji dio konstrukcije prenijeti direktno ili preko uzdužnih greda zvanih podroznice. U donjem dijelu krovišta vezne grede sprežu cijelu konstrukciju krovišta. Ruke, kosnici, kliješta su elementi koji služe stabilizaciji krovišta u poprečnom i uzdužnom smjeru.



Slika 2.3 Elementi krovišta

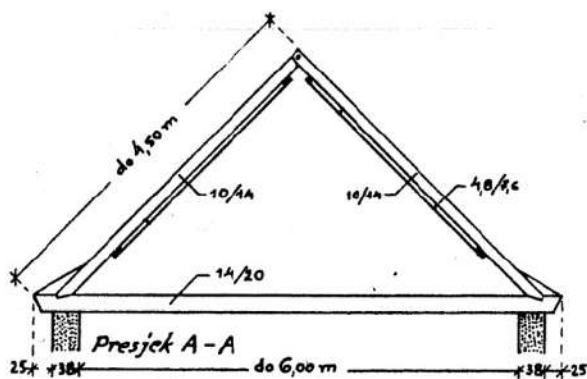
3. TRADICIONALNI KROVOVI

Prema konstruktivnom sistemu tradicionalne krovove možemo podijeliti na:

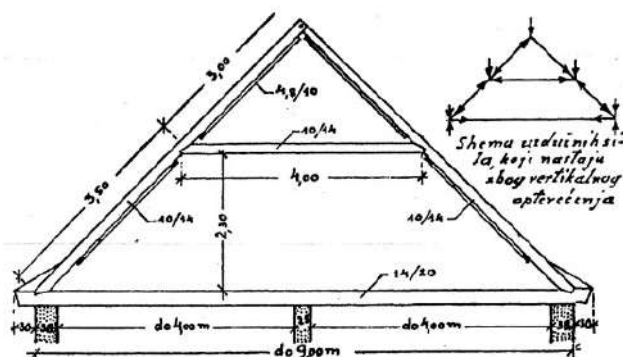
- Krovove s rogovima
 - prazno krovšte
 - krovšte s pajantom
- Krovove s podrožnicama
 - stolica
 - visulja

3.1. Krovovi s rogovima

Takva krovšta najviše odgovaraju strmim nagibima i malim rasponima te se zbog toga rjeđe koriste nego krovovi s podrožnicama. Glavni elementi ovih krovšta su parovi rogova koji se oslanjaju na vanjske zidove. Najveća mana krovova sa rogovima su velike horizontalne reakcije te izvedba priključka na osloncima.



Slika 3.1 Prazno krovšte



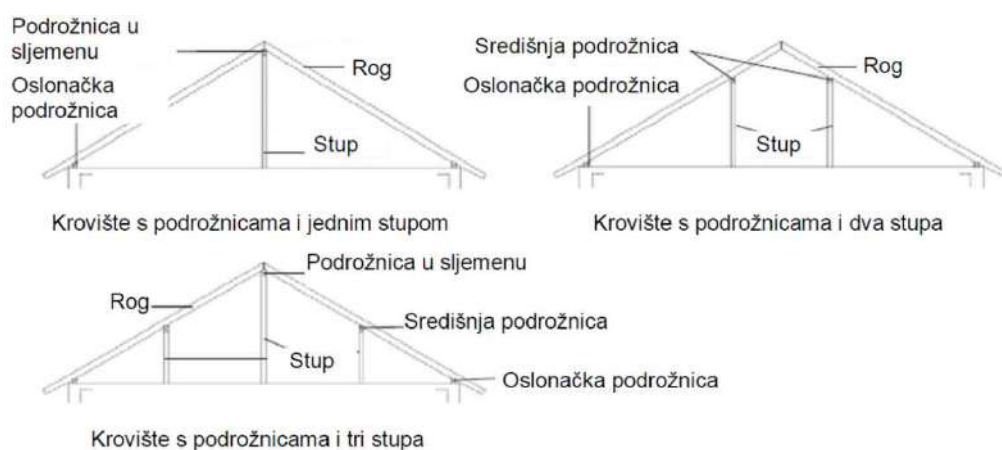
Slika 3.2 Pajantno krovšte

3.2. Krovovi s podrožnicama

Razlika između krovova s podrožnicama i krovova sa rogovima je postojanje punog veza kod krovova sa podrožnicom. Opterećenje pokrova se preko rogova prenosi do podrožnica. Podrožnice dalje prenose opterećenje preko punog veza u nosivu konstrukciju. Puni vez se postavlja na razmaku 3 do 5,5 m ovisno o tipu konstrukcije i razmaku rogova. Puni vez čine stupovi koji prenose opterećenje sa srednjih i gornjih podrožnica dalje do vezne grede ili stropne konstrukcije, vezne grede, razupore, kliješta i kosnici.

Ovisno o broju podrožnica i naprezanju stupova iznad kojih se nalaze konstrukcije krovišta sa podrožnicama izvode se kao:

- stolice – tlačni stupovi su iznad unutrašnjih nosivih zidova ili udaljeni od njih maksimalno 60 – 100 cm
- visulje – vlačni stupovi ispod kojih nema nosivih zidova



Slika 3.3 Krovovi s podrožnicom

4. STOJEĆE STOLICE

U starijim varijantama konstruktivni sistem krovne stojeće stolice tvore međusobno povezane vezne grede, okomiti (stojeći) stupovi i podrožnice. Donje podrožnice prenose dio tereta u vanjske nosive zidove, dok srednje i gornje podrožnice preko stupova teret prenose do vezne grede te u srednje nosive zidove.

Modernije varijante krovišta vezne grede zamjenjuju krutom armirano betonskom stropnom konstrukcijom koja je sposobna preuzeti teret srednjih i gornjih podrožnica i stupova.

Puni vez krovne stojeće stolice postavlja se na razmacima 3 do 5,5 m, a rogovi se postavljaju na razmacima 0,7 do 0,9 m.

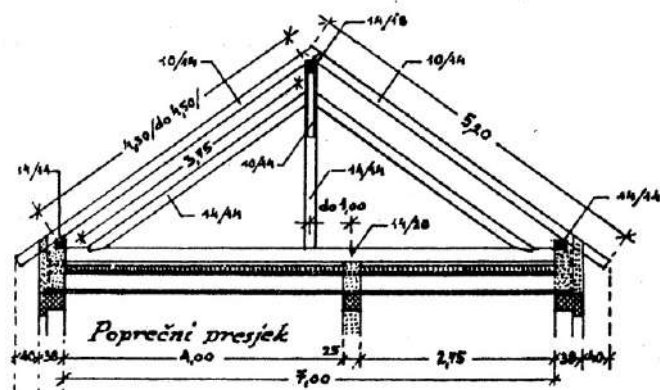
Glavna karakteristika stojećih stolica je ta što unutar raspona moramo imati nosivu konstrukciju koja može preuzeti dio tereta npr. srednje nosive uzdužne zidove koji se nalaze ispod stupova ili maksimalno 60 – 100 cm udaljeni od stupova.

Tipovi stojeće stolice:

- Jednostruka stojeća stolica
- Dvostruka stojeća stolica
- Trostruka stojeća stolica
- Kosa stojeća stolica

4.1. Jednostruka stojeća stolica

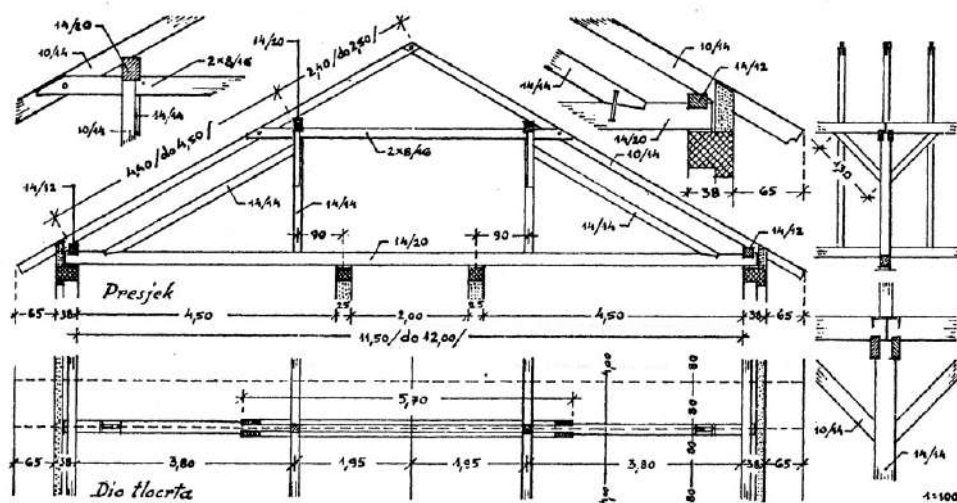
Odgovara rasponima do 7 m ako se približno u sredini raspona nalazi srednji nosivi zid. Puni vez se sastoji od vezne grede, stupa i dva kosnika. U sredinu vezne grede nalijega stup koji nosi gornju podrožnicu. Stup dodatno sa svake strane stabiliziraju dva kosnika. Na ležištima vezne grede nalaze se dvije donje podrožnice koje skupa sa gornjom nose robove.



Slika 4.1 Jednostruka stojeća stolica

4.2. Dvostruka stojeća stolica

Najviše odgovara rasponima 7 do 12 m, a to znači da odgovara tlocrtu dim (8 x 10 m). Kasnije ćemo puno detaljnije opisati dvostruku stolicu te je usporediti sa visuljom.

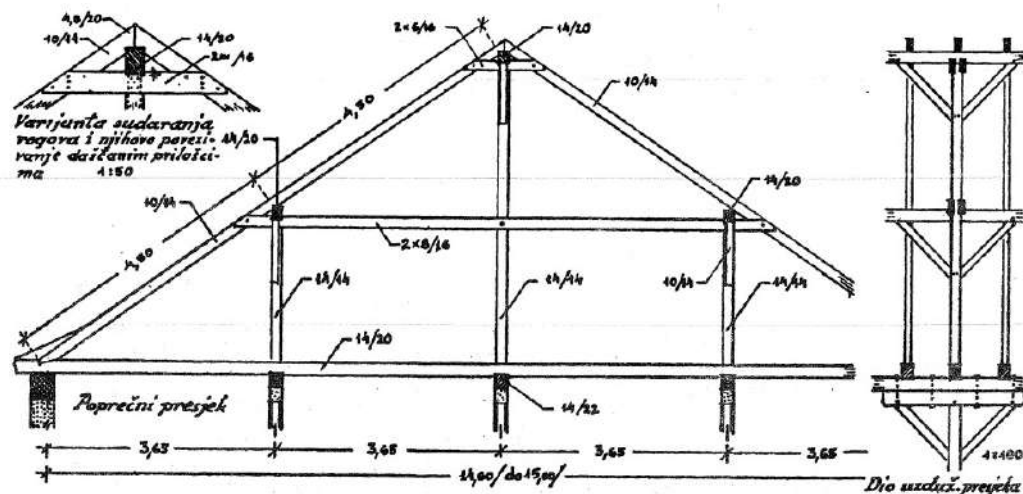


Slika 4.2 Dvostruka stolica

4.3. Trostruka stojeća stolica

Odgovara rasponima do 15 m, ako su unutar raspona pravilno raspoređeni nosivi elementi koji će preuzeti teret srednjih stupova i podrožnica. Puni vez se sastoji od vezne grede (ako nema AB stropne ploče), četiri stupa, dva para kliješta te dva kosnika. Rogovi se oslanjaju na gornju podrožnicu, srednju podrožnicu, a na dnu mogu biti oslonjeni na donju podrožnicu ili mogu biti učepljeni u veznu gredu.

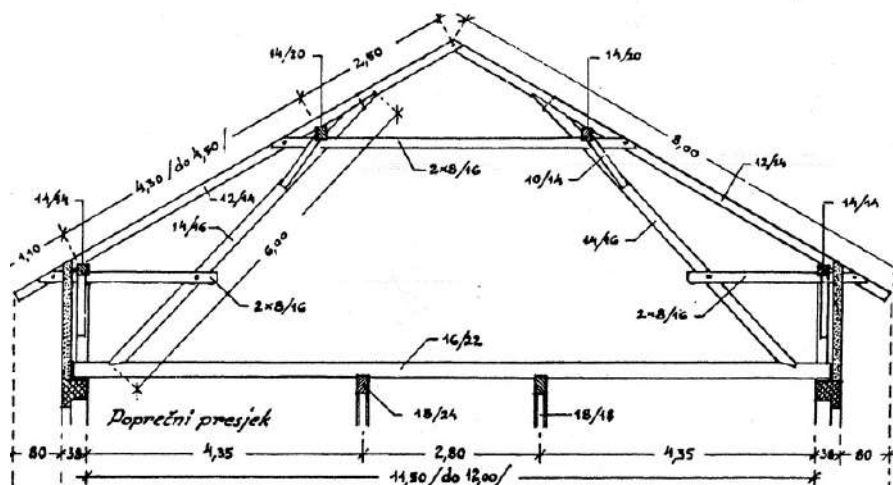
Trostruka stolica je poprilično velika konstrukcija te se pojavljuje najčešće na većim zgrada, skladištima, sjenicima i sl.



Slika 4.3 Trostruka stolica

4.4. Kosa stolica

Postoje jednostruke kose stolice koje prenose teret na vanjske zidove, dvostruke kose stolice koje prenose teret na srednji vanjski zid, dvostruke kose stolice koje prenose teret na vanjske zidove itd. Razlika između običnih i kosih stolica je ta što stupovi više nisu okomiti već su kosi i time postizemo drugačiju raspodjelu opterećenja. Na primjer ako nemamo srednji nosivi zid ili nam na tavanskom prostoru smetaju vertikalni stupovi jedno od rješenja je izrada kosih stolica.



Slika 4.4 Dvostruka kosa stolica koja prenosi teret na vanjske zidove

5. KROVNE VISULJE

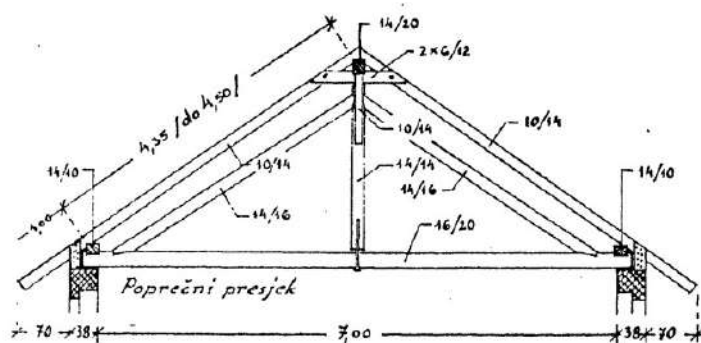
Krovne visulje primjenjujemo kod onih građevina u kojem rasponu nema srednjih nosivih zidova ili bilo koje druge konstrukcije već se svo opterećenje krovišta i pokrova mora prenositi u vanjske nosive zidove. Puni vez čine vezna greda, stupovi, kosnici i razupore.

Tipovi krovne visulje:

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

5.1. Jednostruka krovna visulja

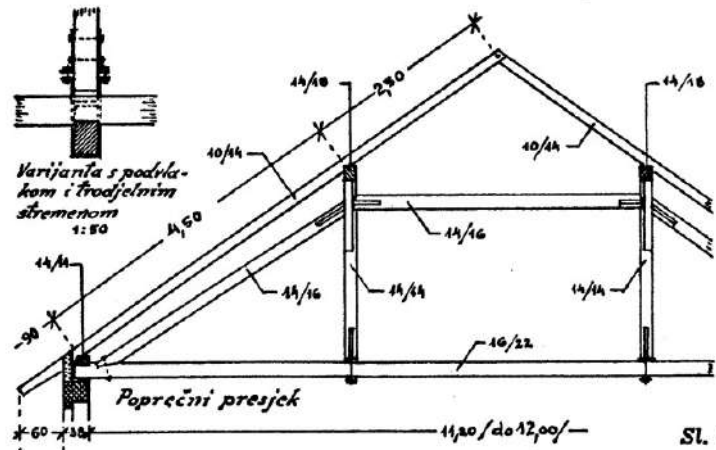
Jednostruka ili trokutna krovna visulja primjenjuje se za raspone do 7 m. Statički gledano jednostruka visulja se sastoji od jednog horizontalnog štapa, dva kosa štapa koja sa horizontalnim štapom čine jednakokrani trokut i okomitim štapom koji spaja vrh trokuta sa sredinom horizontalnog štapa. Ako se ti štapovi optereće odozgo što je i dominantno opterećenje u realnoj konstrukciji krova ako nema odižućeg vjetra u horizontalnom i vertikalnom štapu javlja se vlačna sila dok u kosim štapovima tlačna sila, a svo opterećenje se prenosi preko krajeva trokuta dalje prema temeljima. U realnoj krovnoj konstrukciji horizontalni štap predstavlja veznu gredu, okomiti stup, a kosi štapovi dva kosnika i svi ti elementi čine puni vez.



Slika 5.1 Jednostruka krovna visulja

5.2. Dvostruka krovna visulja

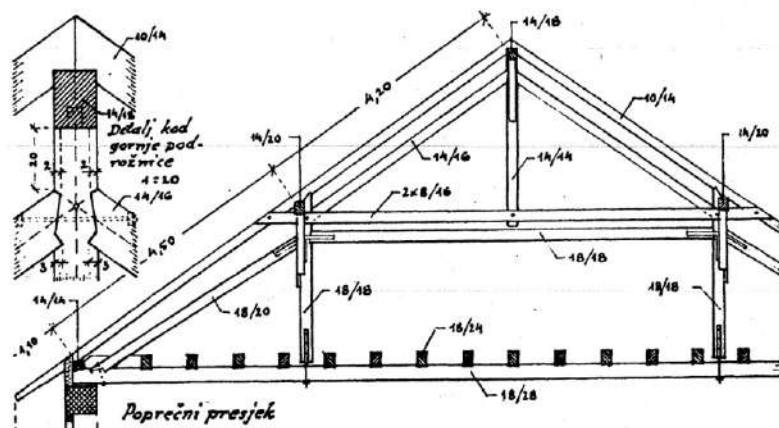
Dvostruka ili trapezna krovna visulja primjenjuje se za raspone od 7 do 12 m te odgovara tlocrtu dim (8 x 10m). Kasnije će dvostruka visulja biti detaljnije opisana i uspoređena sa dvostrukom stolicom.



Slika 5.2 Dvostruka krovna visulja

5.3. Trostruka krovna visulja

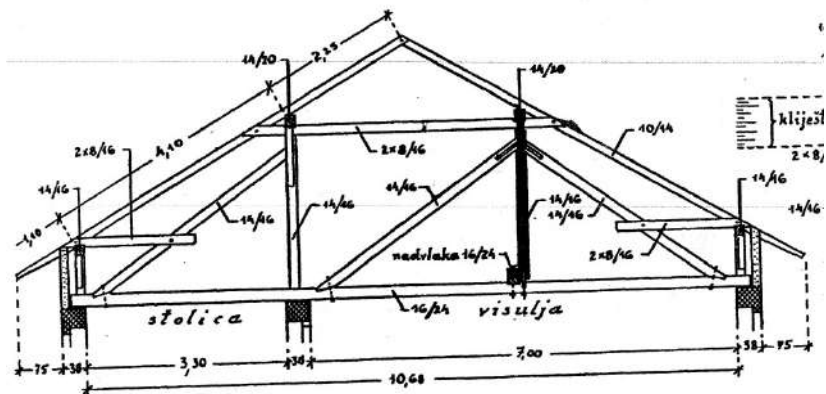
Trostruka trapezna ili trokutna krovna visulja prikladna je za raspone do 14 m, a sa pojačanim poprečnim presjecima elemenata može i do 16 m. Konstrukcija prevaža velike raspone te svo opterećenje prenosi u vanjske nosive zidove te je zbog toga dosta masivna.



Slika 5.3 Trostruka krovna visulja

5.4. Višestruke krovne visulje i kombinacije

Četverostrukim visuljama prevažamo raspone do 18 m, a peterostrukim i do 24 m. Ovakve konstrukcije se moraju dokazivati statičkim proračunima jer su dosta složene i masivne. Ovisno o tlocrtnim karakteristikama građevine još se mogu izrađivati kombinacije visulja i stolica.



Slika 5.4 Kombinacija jednostruke visulje i jednostruke stolice

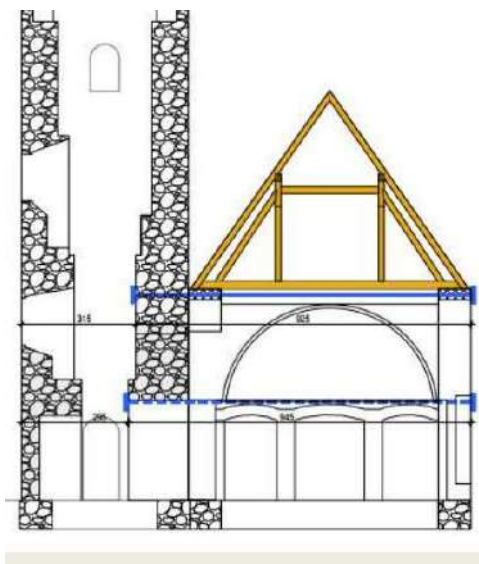
6. USPOREDBA STOLICE I VISULJE NA ZADANOM TLOCRTU

Do sada smo nabrojili i opisali najčešće tipove stolica i visulja s kojima se možemo susresti u praksi. Tlocrtu dimenzija (8 x 10 m) odgovaraju dvostruka stojeća stolica i dvostruka krovna visulja. Najveća razlika između ta dva tipa krovišta je u raspodjelu opterećenja. Dvostruku stolicu ćemo koristiti ako unutar raspona imamo nosivu konstrukciju (AB stropna ploča, srednji nosivi zidovi, stupovi) koja može preuzeti dio cjelokupnog opterećenja, a dvostruku krovnu visulju ako unutar raspona nemamo nosivu konstrukciju te se preko drvenih elemenata krovišta opterećenje mora prenijeti sve do vanjskih nosivih zidova.

Dvostruku stojeću stolicu najčešće možemo naći kod današnjih kuća ili zgrada koje imaju armirano betonsku stropnu ploču te se težina krovišta i pokrova raspodjeljuje u vanjske zidove i stropnu ploču.

Dvostruka krovna visulja je u prošlosti bila više zastupljena nego dvostruka stolica na stambenim, uredskim i sličnim zgradama zbog tadašnjeg korištenja drvenog grednog sistema stropne konstrukcije. Danas visulje pronalazimo kod krovišta staja, spremišta, garaža ili kod krovišta crkva gdje ne postoje nikakve nosive strukture unutar raspona osim vanjskih nosivih zidova.

Raspon kojem odgovara dvostruka stolica i dvostruka visulja od 7 do 12 m se najčešće i javlja u praksi pa su ti tipovi stolice i visulje najčešće zastupljeni.



Slika 6.1 Primjer dvostruke visulje na krovištu crkve

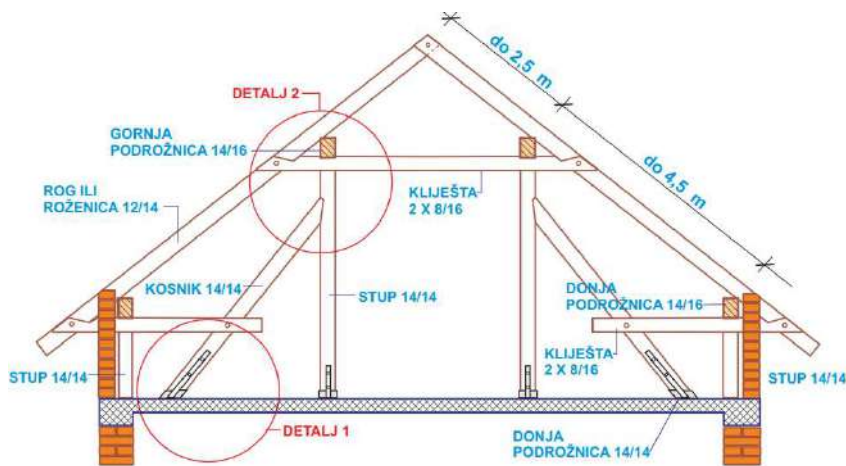
6.1. Dvostruka stojeća stolica na tlocrtu dim 8 x 10 m

U prošlosti karakteristika stojeće stolice je bila da se opterećenje sa krovništa prenosi u vanjske i srednje nosive zidove. Donja podrožnica se nalazi na ležištu vezne grede te prenosi opterećenje u vanjske zidove dok se srednja podrožnica nalazila na stupovima koji prenose opterećenje na veznu gredu. Srednji nosivi zidovi su se nalazili ispod stupova ili maksimalno udaljeni 1 metar od stupova te se opterećenje direktno prenosila sa vezne grede na unutarnje zidove.

Pojavom armiranog betona u ne tako davnoj prošlosti vezna greda je kod stojeće stolice izgubila svoj značaj. Armirano betonska stropna ploča služi kao nosivi konstruktivni element koji je sposoban preuzeti opterećenje sa stupova i kosnika odnosno svo opterećenje koje preuzima srednja podrožnica prenosi se u AB stropnu ploču. Donja podrožnica leži na stropnoj ploči, horizontalnom serklažu ili zidanome nadozidu obavijenog armirano betonskim vijencom te tako prenosi opterećenje u vanjske nosive zidove.

Konstruktivski dvostruku stojeću stolicu možemo podijeliti na stolicu bez kosnika i na stolicu sa kosnikom.

Dvostruku stojeću stolicu bez kosnika koristimo kod blažih nagiba krovnih ploha, a kod većih nagiba kosnik je obavezan dio konstrukcije jer služi poprečnom ukrućenju punoga veza.

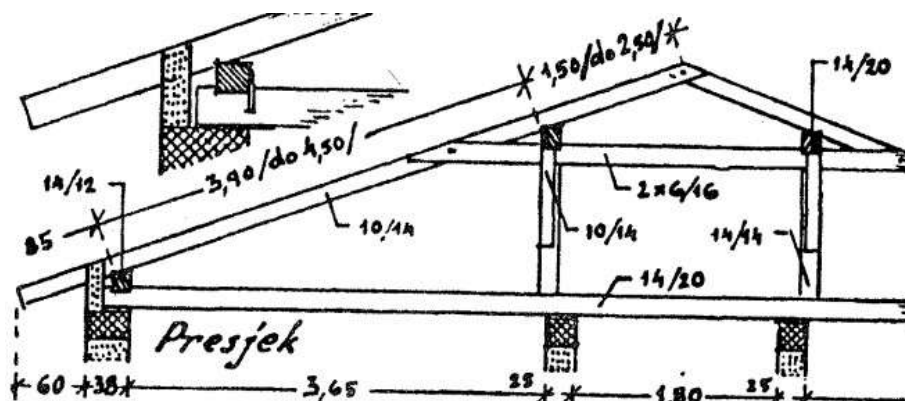


6.2. Dvostruka stolica na AB stropnoj ploči

6.1.1. Dvostruka stojeća stolica bez kosnika

Odgovara zgradama raspona od 7 do 12 m što znači da odgovara zadanom tlocrtu dim 8 x 10 m. Dio krovnog opterećenja se preko dvije donje podrožnice prenosi u vanjske zidove te preko dvije srednje podrožnice na srednje zidove. Puni vez čine vezna greda, dva stupa te par kliješta. Ako se na zgradama spomenutog raspona mogu upotrijebiti stropne grede za nošenje dijela krovnog tereta ispod srednjih podrožnica se učepljuju u svaku petu – šestu gredu stupovi te oni preko stropne – vezne grede prenose teret sa podrožnica u srednje nosive zidove. Preporučeno je da se stupovi nalaze maksimalno metar udaljeni od nosivih srednjih zidova. Za uzdužno ukrućenje podrožnice se iznad stupova razupiru parom ruka, a u poprečnom smjeru nije potrebno ukrućenje odnosno nisu potrebni kosnici jer su rogovi učepljeni u grede i međusobno povezani s podrožnicama.

Dvostruka stolica bez kosnika je pogodna za krovišta sa blagim nagibom krovnih ploha.



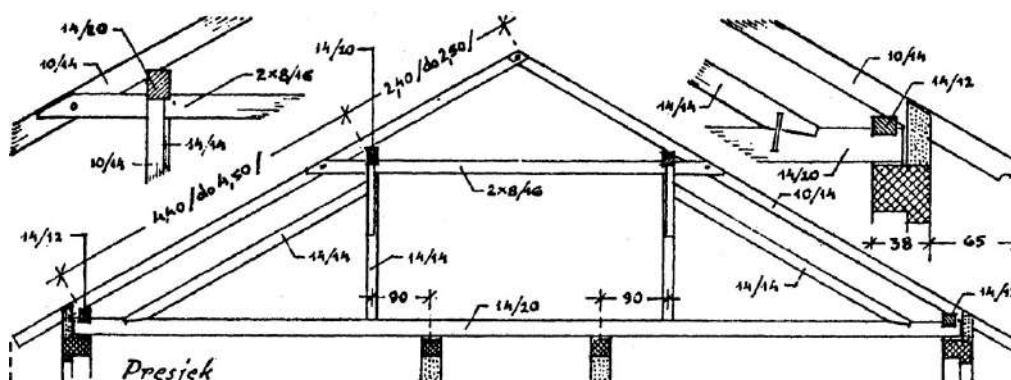
6.3. Dvostruka stolica blagog nagiba bez kosnika

6.1.2. Dvostruka stojeća stolica s kosnikom

Najčešća vrsta krovišta na zgradama spomenutog raspona, pa se još i naziva normalna dvostruka stojeća stolica.

Vezne grede se počinjju raspoređivati od zabatnih zidova prema sredini na razmacima 3 do 5,5 m ali najoptimalniji razmak je 4 metra. Vezna greda, stupovi, par kliješta te dva kosnika čine puni vez krovišta.

Mjesta za stupove , odnosno za srednje podrožnice određuje se tako da dužina rogova od donje do srednje podrožnice ne prelazi 4,5 m. a od srednje podrožnice do sljemena ne prelazi 2,5 m. Tlocrtno mjesto za podrožnice, odnosno stupove ispod srednjih podrožnica određuje se na krajevima i približno na trećinama raspona krova. Srednji nosivi zidovi ako postoje ispod srednjih podrožnica i stupova moraju se nalaziti maksimalno 1 m udaljeni od stupova

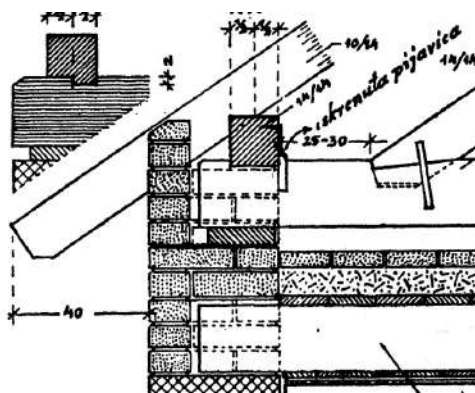


6.4. Normalna dvostruka stojeća stolica

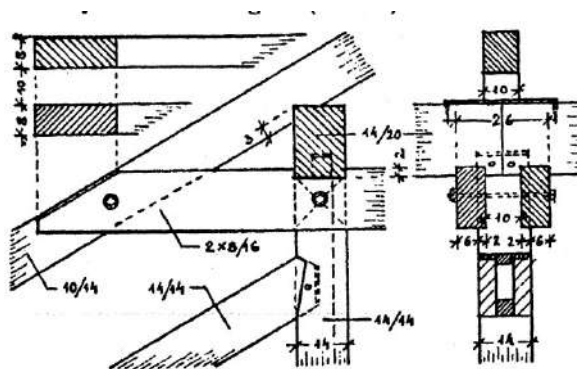
6.1.3. Detalji vezova kod dvostruke stolice

Prvi detalj koji susrećemo je detalj kod donje podrožnice. Donju podrožnica je najbolje plitkim preklapanjem spojiti sa veznom gredom te spoj osigurati vijkom ili iskrivljenom pijavicom. Rog kosim zasjekom nalijega na gornji rub podrožnice te se dodatno osigura velikim čavlom ili vijkom za drvo. Kosnik se povezuje sa veznom gredom kosim zasjekom te pričvršćuje vijkom za drvo. Rogovi se u sljemenu mogu povezati vezom na raskol i čep ili se mogu samo koso sudarati te povezati vijkom.

Jedan od važnih detalja je spoj elemenata punog veza kod srednje podrožnice. Podrožnica naliježe u plitke zasjeke kliješta, a kliješta se sa stupom povezuju plitkim preklapanjem s križnim grebenom. S rogom se kliješta povezuju ili samo pomoću svornjaka ili plitkim preklapanjem.



Slika 6.5 Detalj kod donje podrožnice



Slika 6.6 Detalj kod srednje podrožnice

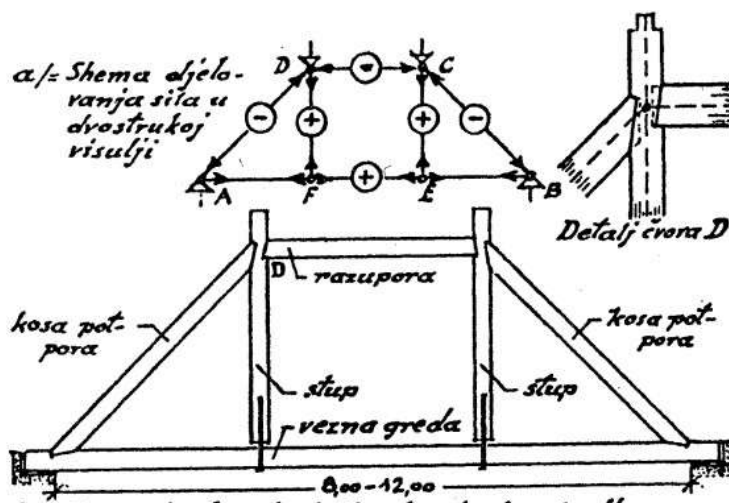
6.2. Dvostruka krovna visulja

Primjenjuje se za raspone od 7 do 12 m. Konstrukcija dvostruke krovne visulje sastoji se od donjeg horizontalnog štapa, dva vertikalna štapa u trećinama donjeg horizontalnog štapa, dva kosa štapa koja počinju u krajevima donjeg horizontalnog štapa te završavaju u vrhu vertikalnih štapova te od gornjeg horizontalnog štapa. Kontura svih štapova čini trapez pa se dvostruka krovna visulja još i naziva trapezna visulja.

Donji horizontalni štap predstavlja veznu gredu, vertikalni štapovi su vlačni stupovi, kosi štapovi su kosnici, a gornji horizontalni štap predstavlja razupora.

Dvostruku krovnu visulju koristimo kada unutar raspona nema nosive konstrukcije koja može preuzeti dio opterećenja pa se sav teret krovišta i pokrova prenosi preko drvene konstrukcije u vanjske zidove. Vrlo su važni detalji spajanja drvenih elemenata ove konstrukcije jer prenose značajne sile.

Kao i kod dvostrukih stojećih stolica puni vez se postavlja na razmacima od 3 do 5,5 m ali je optimalan razmak punih vezova 4 m, a rogova 80 cm. Za normalne dimenzije elemenata povoljno je da razmak od donje do srednje podrožnice ne prelazi 4,5 m mjereno po kosini roga, a razmak od srednje podrožnice do sljemena ne prelazi 2,5 m.



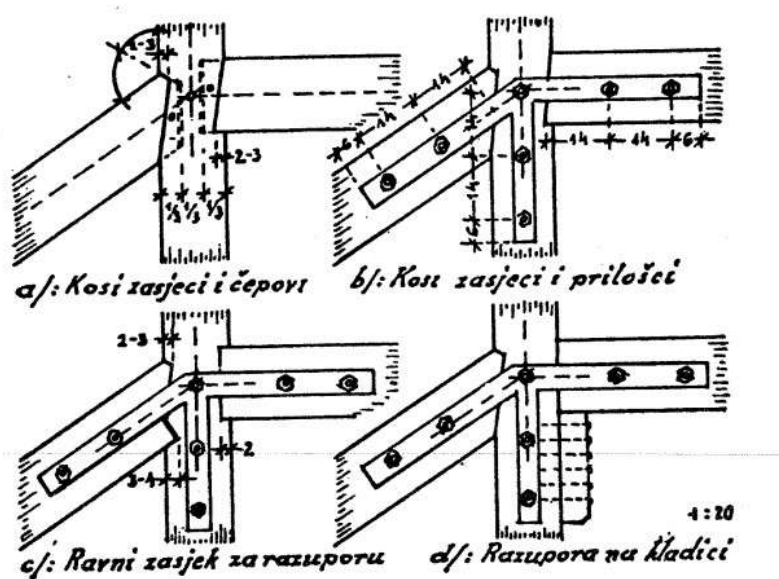
Slika 6.7 Dvostruka ili trapezna visulja

6.2.1. Detalji vezova kod dvostruke krovne visulje

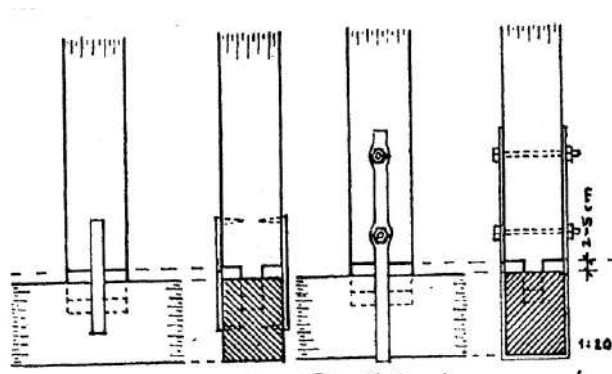
Neki detalji su objašnjeni kod dvostruke krovne visulje kao na primjer detalj kod donje podrožnice, detalj sljemena, spoj kosnika i vezne grede.

Kod dvostruke krovne visulje najvažniji detalj je čvor kod kosog sudaranja kosnika i pravokutnog sudaranja razupore sa stupom visulje. Središnjice tih triju elemenata se moraju sjeći u istoj točki. Najčešći i najjednostavniji način povezivanja je kosim zasjecima na stupu i čepovima na kosniku i razupori koji zalaze u rupu do trećine debljine stupa.

Važan detalj je i spoj stupova sa veznom gredom jer stupovi nesmiju pritiskati gredu već vezna greda mora visjeti o stupove tako da se svo opterećenje krovišta, pokrova i vanjskih utjecaja prenaša preko podrožnica do razupora pa kosnicima do ležišta vezne grede. To se postiže da se stupovi spajaju sa veznom gredom pomoću stremena ili obostrano zabijenim jačim pijavicama. Ako je greda opterećena tada obavezno moramo koristiti ovješene jednodijelnim čeličnim stremenom u obliku slova U. Krakovi stremena moraju se priljubiti uz obje strane grede i stupa, a kroz stup se moraju pritegnuti sa dva svornjaka.



Slika 6.8 Detalji spoja razupore i kosnika sa stupom



Slika 6.9 Moguća rješenja detalja spoja stupa i vezne grede

6.3. Usporedba

Najveća razlika između ova dva tipa krovišta je u prijenosu opterećenja te zbog toga imamo različite drvene elemente te različite detalje.

Puni vezovi i dvostruke stojeće stolice i dvostruke krovne visulje se postavljaju na istim razmacima 3 do 5,5 m s tim da je najoptimalniji razmak punih vezova 4 m, a rogova 80 cm. Elementi punih vezova se razlikuju po izgledu i funkciji. Opterećenje kod dvostruke stojeće stolice direktno se prenosi preko podrožnica i stupova u veznu gredu te preko vezne grede dalje u nosivu konstrukciju (vanjski i srednji nosivi zidovi). U modernijim varijantama AB stropna ploča zamjenjuje veznu gredu. Kliješta i kosnici služe poprečnoj stabilizaciji punog veza. Kod dvostruke visulje sila u stupu je vlačna što znači da on ne prenosi opterećenje do vezne grede već se opterećenje prenosi preko razupore i kosnika do ležišta vezne grede pa dalje u vanjske nosive zidove. Detalji spojeva su važni i kod stolice i kod visulje ali kod dvostruke krovne visulje dolazi do pojave vlačnih sila te se mora posebno paziti da su detalji tako konstruirani da se sila bezbrižno može prenijeti.

Dimenzije poprečnih presjeka drvenih elemenata se u konkretnom slučaju trebaju dobiti statičkim proračunom ali informativno dimenzije elemenata dvostruke stojeće stolice mogu biti: vezne grede 14 x 20 do 16 x 22, donje podrožnice 14 x 12 i 12 x 10, srednje podrožnice 14 x 20 i 16 x 22, kosnici 14 x 14 do 14 x 16. stupovi 14 x 14 i 14 x 16, ruke 10 x 12 te kliješta 6 · 6 x 16 ili 6 · 8 x 16.

Kod dvostruke krovne visulje dimenzije poprečnog presjeka mogu biti: vezne grede 16 x 22 do 18 x 24, stupovi 14 x 14 i 14 x 16, kosnici 14 x 16 do 16 x 18, donje podoržnice 14 x 12, srednje podrožnice 14 x 18 do 14 x 12, rogovi 10 x 15 do 10 x 16, ruke 10 x 12 do 10 x 14 I razupora 14 x 14 i 14 x 16.

Vidimo da su dimenzije vezne grede kod dvostruke krovne visulje veće nego kod dvostruke stojeće stolice. To polazi iz same funkcije krovišta jer vezna greda kod visulje mora prenijeti znatne sile u smjeru svoje osi dok vezna greda kod dvostruke stojeće stolice više ima ulogu ukrućenja. Dimenzije ostalih elemenata se kreću u sličnim razmjerima. Kod ovakvih krovišta obavezan je glavni projekt a s tim i statički proračun kojim se odabiru točne i dokazane dimenzije poprečnog presjeka ali ove informativne dobro služe kao početna pretpostavka.

U današnjim vremenima dvostruka stojeća stolica i dvostruka stojeća visulja su i dalje u širokoj uporabi. Na rasponima do 12 m čine najoptimalije te najekonomičnije rješenje krovišta. Na većim rasponima stolice i visulje se rjeđe koriste jer postoje suvremenija i bolja rješenja krovišta sa suvremenim materijalima na bazi drva. Rasponi do 12 m odgovaraju stambenim i sličnim građevina te se dvostruka stojeća stolica i dvostruka krovna visulja od svih vrsta stolica i visulja najviše upotrebljava te se najviše može naći tih vrsta krovišta na zgrada i kućama užih i širih urbanih zona, ostale tipove možemo naći kod nekih rekonstrukcija povijesnih građevina.

7. IZVEDBENI PROJEKT

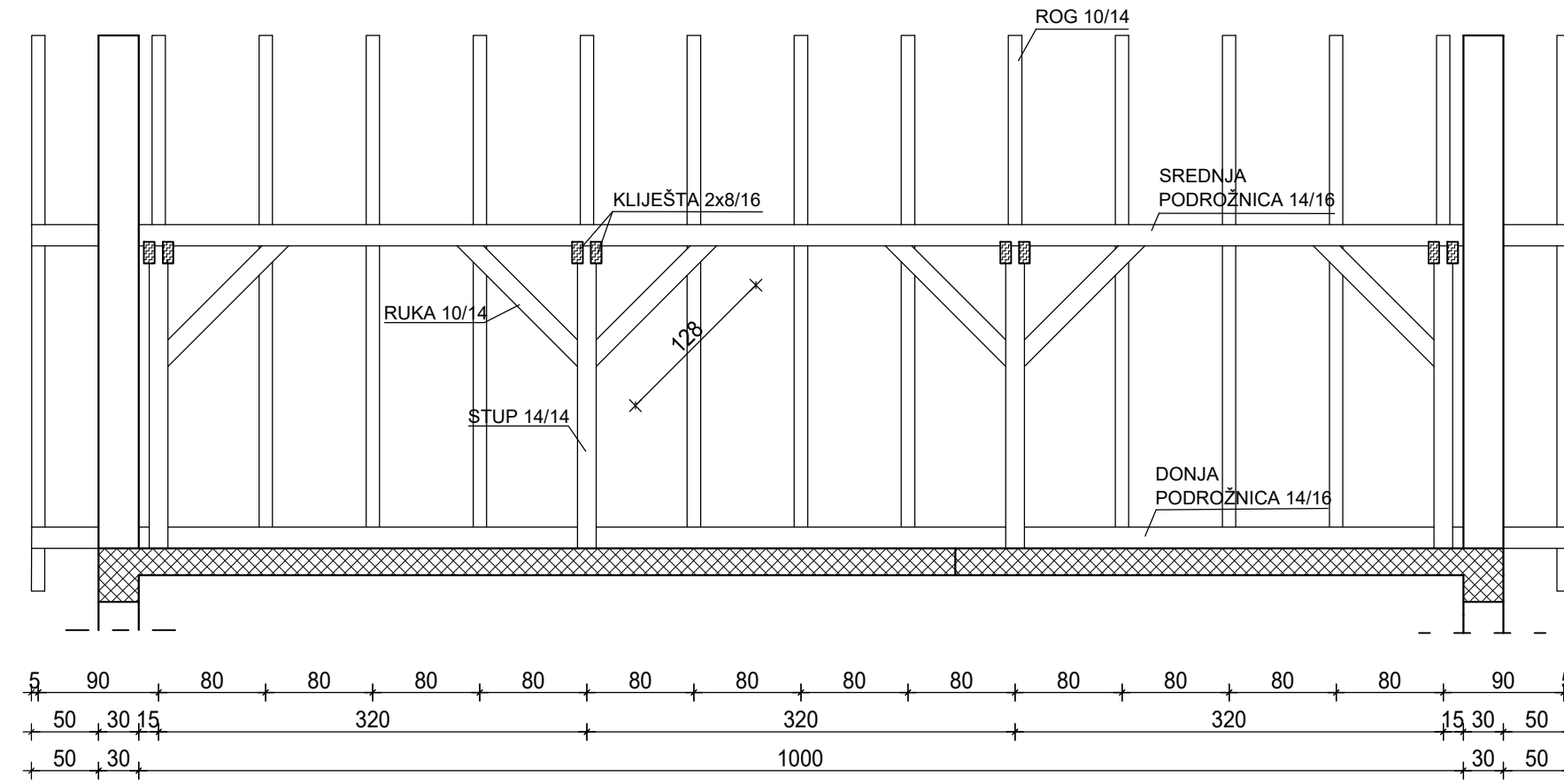
Krovište na tlocrtu dimenzija (8 x 10 m) možemo napraviti na puno različitih načina. Krovište može biti jednostrešno, dvostrešno, simetrično, nesimetrično, s nadstrešnim zidovima, bez nadstrešnih zidova itd. Izvedbeni projekt je napravljen za najčešću vrstu krovišta a to je dvostrešno simetrično krovište bez nadstrešnih zidova.

Izvedbeni projekt čine 4 priloga. Dva priloga vezana za dvostruku stojeću stolicu te dva priloga za dvostruku krovnu visulju. Prvi i treći prilog čine razrađeno krovište u 3 nacrtu: tlocrt krovišta, uzdužni presjek te poprečni presjek krovišta u mjerilu 1 : 50. Drugi i četvrti prilog čine razrađene tipične detalje spoja elemenata svakog krovišta u mjerilu 1 : 10.

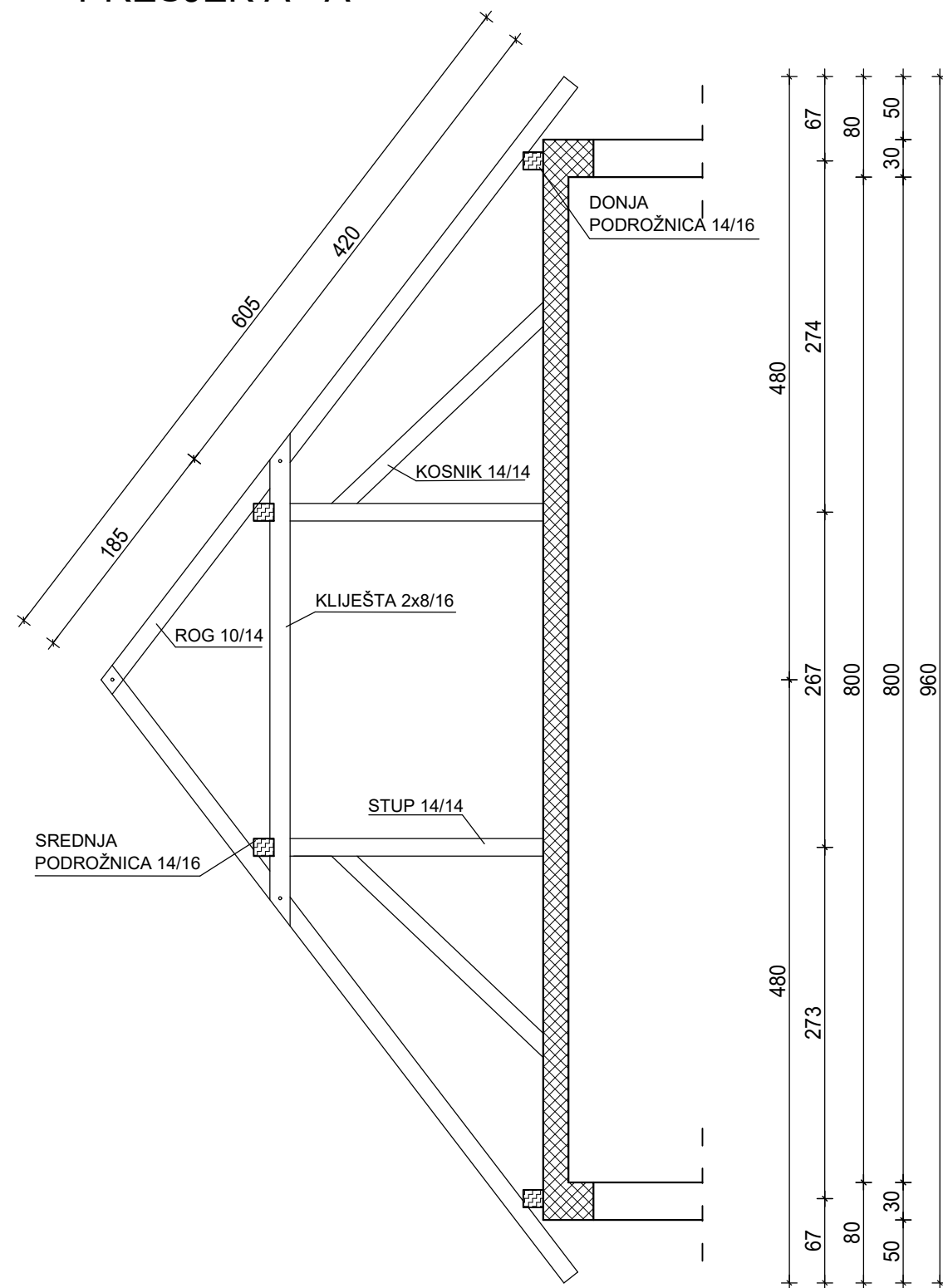
U tlocrtu se prvo ucrtavaju konture vanjskih nosivih zidova te unutarnjih nosivih ili tavanskih ovisno o vidljivosti. Zatim se ucrtavaju tanko isprekidano ili u našem slučaju punim crtama sve konture istaka krovnih streha tj. vanjskih rubova krovnih ploha, presječnica krovnih ploha tj. sljemena. Horizontalni drveni konstruktivni elementi: podrožnice, razupore, kliješta vezne grede itd. se ucrtavaju punim tankim crtama. Kosi elementi npr. rogovi i kosnici se ucrtavaju isprekidanim tankim crtama odnosno jedan kosi element crtamo jednom tankom isprekidanom crtom u uzdužnoj osi elementa. Stupove prikazujemo horizontalnim presjekom kao da su odozgo vidljivi. U projektima je uz tlocrt dovoljno još i prikazati poprečni presjek krovišta dok uzdužni presjek nije obavezan i nužan. U poprečnom presjeku vidimo elemente punoga veza te konstrukciju ispod krovišta nosive zidove, stropnu ploču, stupove itd. Za uzdužni presjek krovište presjecamo točno u sljemeni te u pogledu možemo vidjeti elemente koje ne vidimo u poprečnom presjeku na primjer ruke. Uz tlocrt i presjeke poželjno je još u glavnim i izvedbenim projektima dodati detalje spojeva elemenata u mjerilu 1 : 10 ili 1 : 20.

IZVEDBENI PROJEKT KROVIŠTA TIPa DVOSTRUKA STOLICA MJ 1 : 50

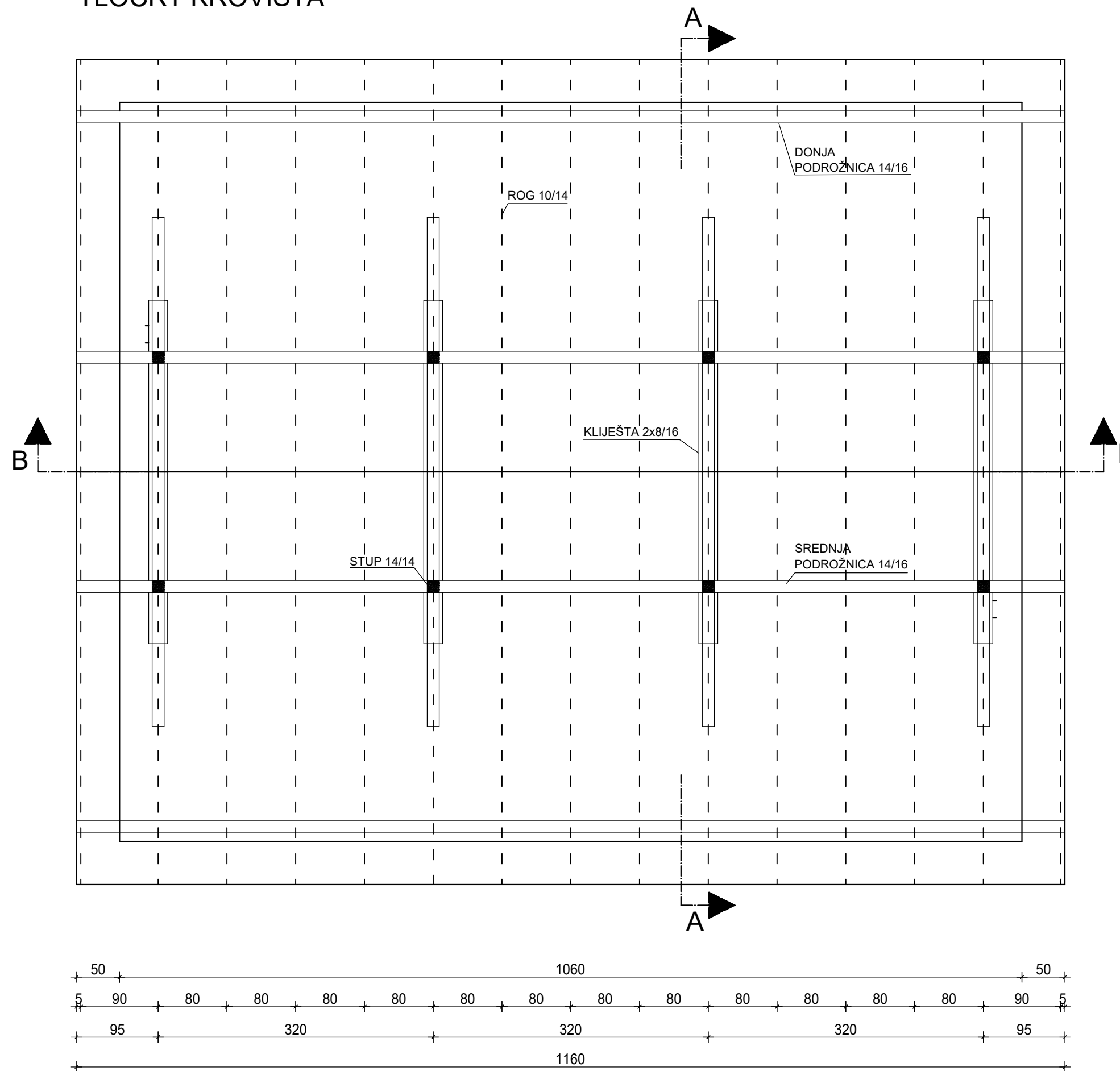
PRESJEK B - B



PRESJEK A - A



TLOCRT KROVIŠTA

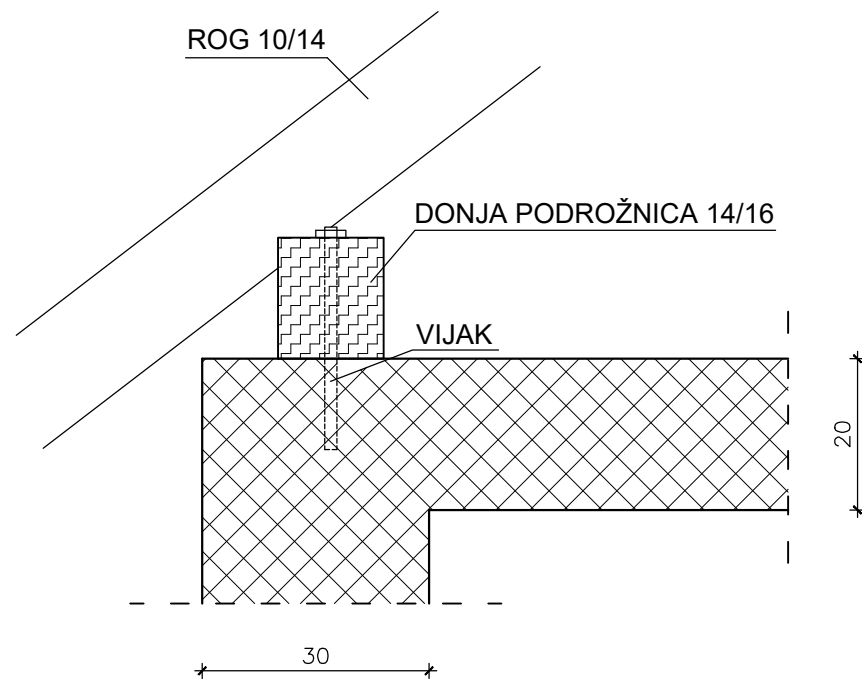


GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

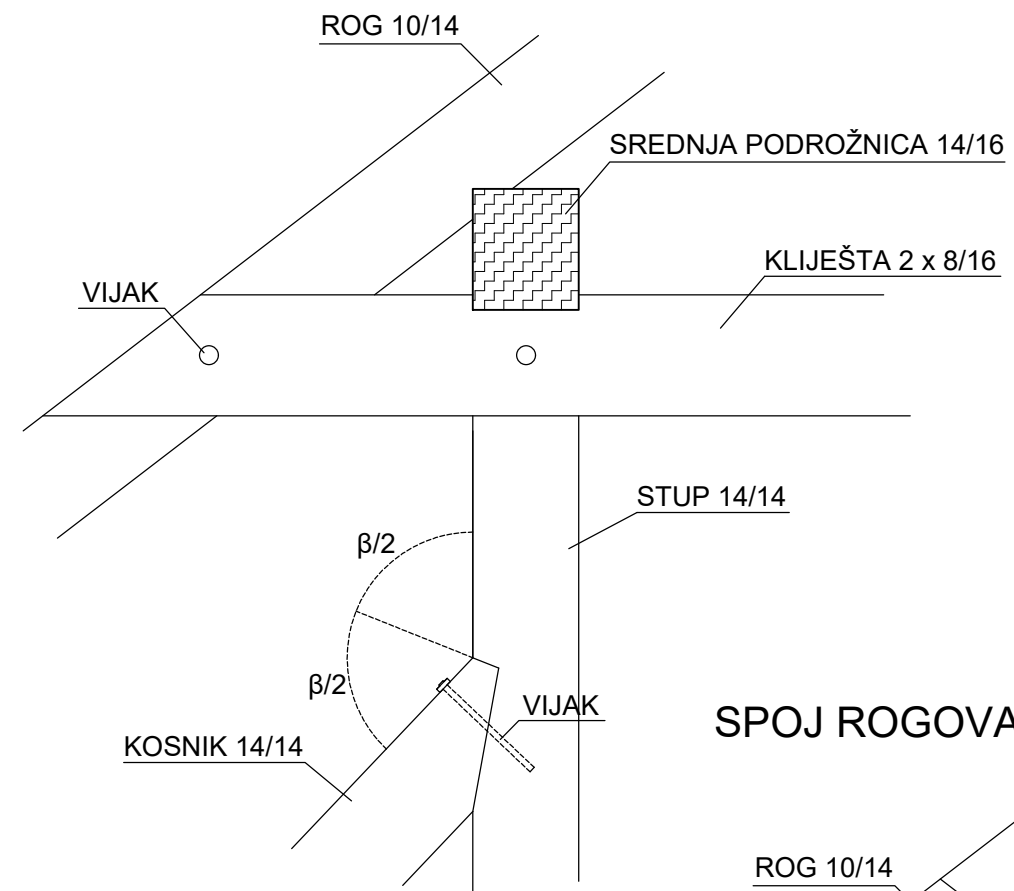
KOLEGIJ:	ZAVRŠNI RAD	
NAZIV PRILOGA:	IZVEDBENI PROJEKT KROVIŠTA TIPa DVOSTRUKA STOLICA PRILOG 1	
MENTOR:	izv. prof. arh. dr. sc. SILVIO BAŠIĆ	
DATUM:	18.09.2023.	MJERILO: 1:50
AK. GOD.:	2022./2023.	
IZRADIO:	LEONARDO TRDINŠAK	

DETALJI SPOJEVA MJ 1 : 10

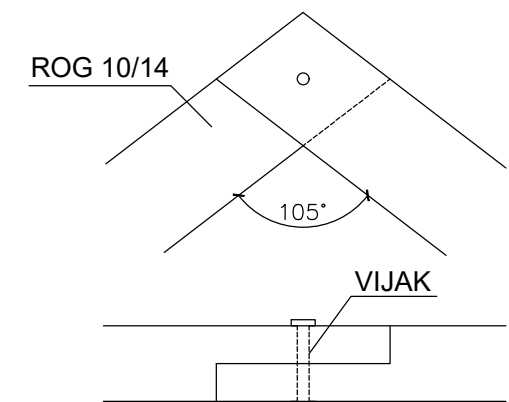
DETALJ KOD DONJE PODROŽNICE



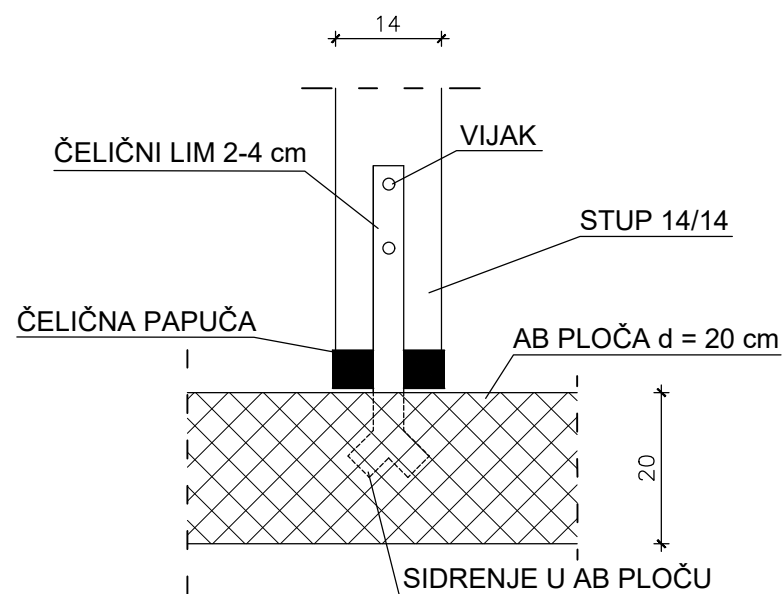
DETALJ KOD SREDNJE PODROŽNICE



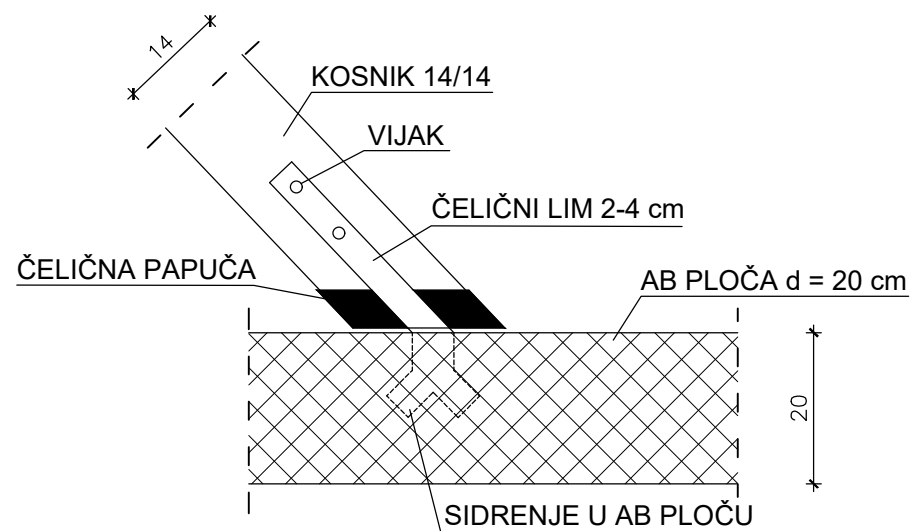
SPOJ ROGOVA U SLJEMENU



SPOJ STUPA S AB PLOČOM



SPOJ KOSNIKA S AB PLOČOM

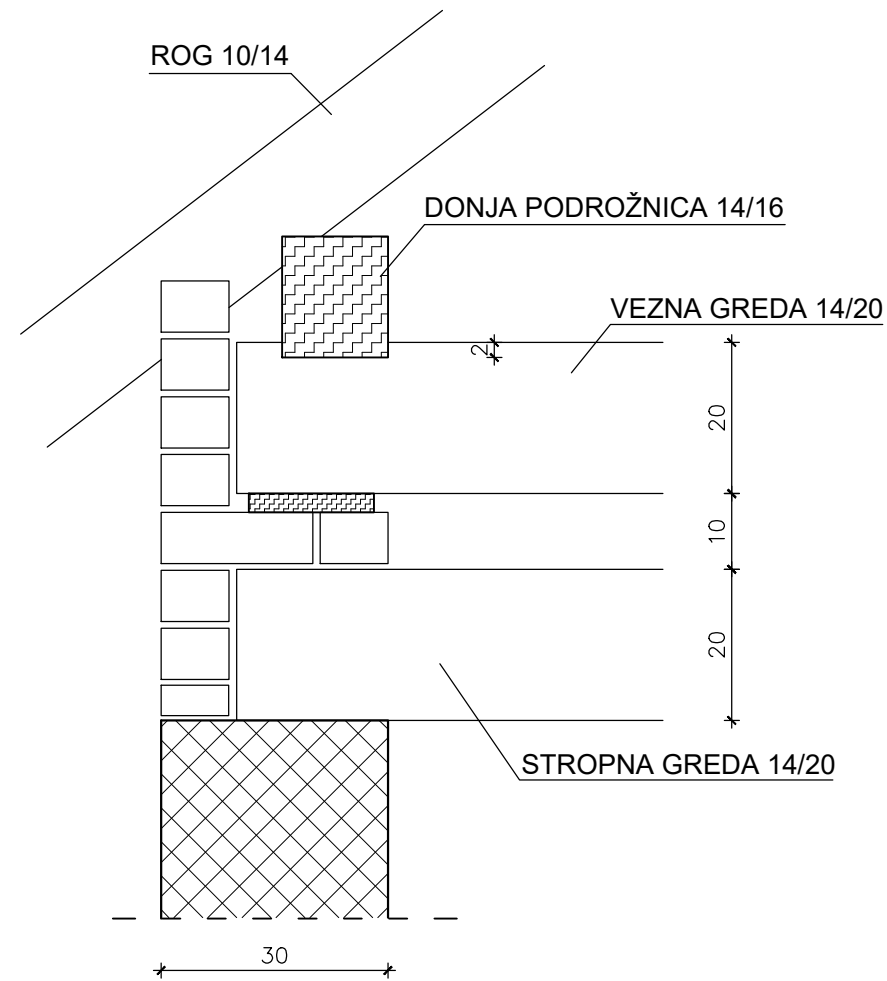


GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

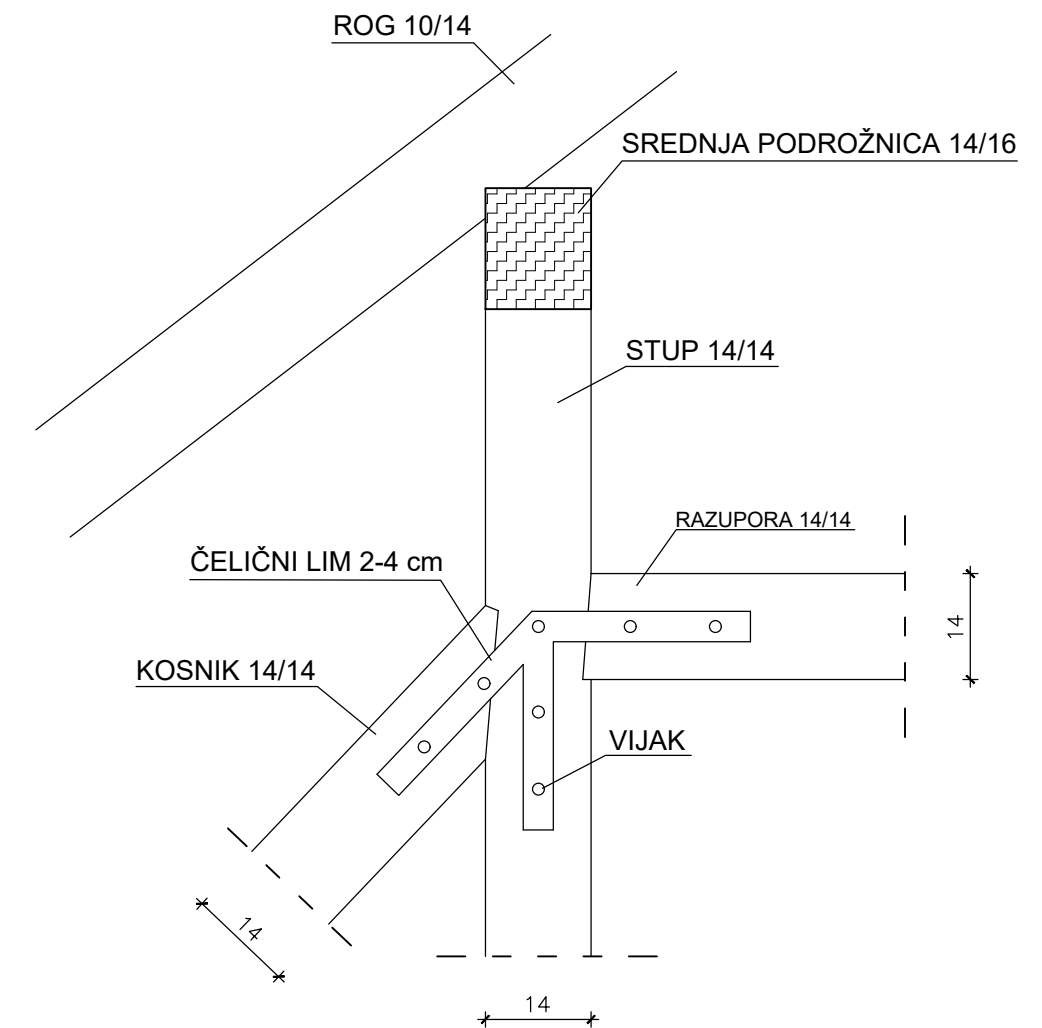
KOLEGIJ:	ZAVRŠNI RAD	
NAZIV PRILOGA:	IZVEDBENI PROJEKT KROVIŠTA TIPRA DVOSTRUKA STOLICA PRILOG 2	
MENTOR:	izv. prof. arh. dr. sc. SILVIO BAŠIĆ	
DATUM:	18.09.2023.	MJERILO: 1:10
AK. GOD.:	2022./2023.	
IZRADIO:	LEONARDO TRDINŠAK	

DETALJI SPOJEVA MJ 1 : 10

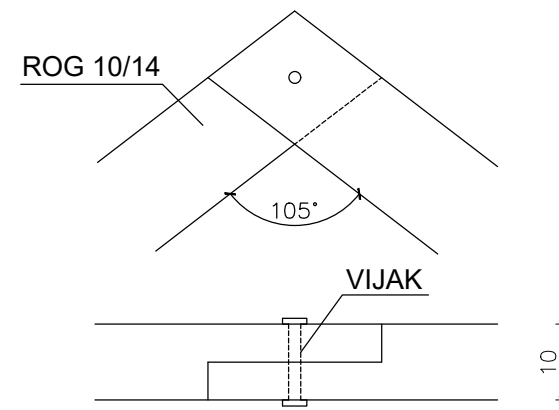
DETALJ KOD DONJE PODROŽNICE



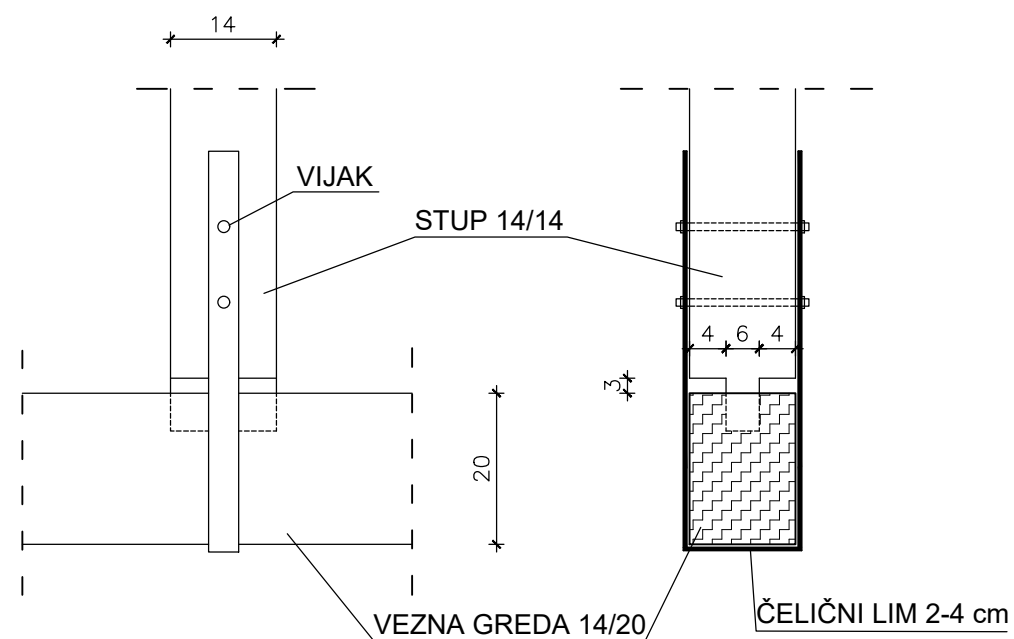
DETALJ KOD SREDNJE PODROŽNICE



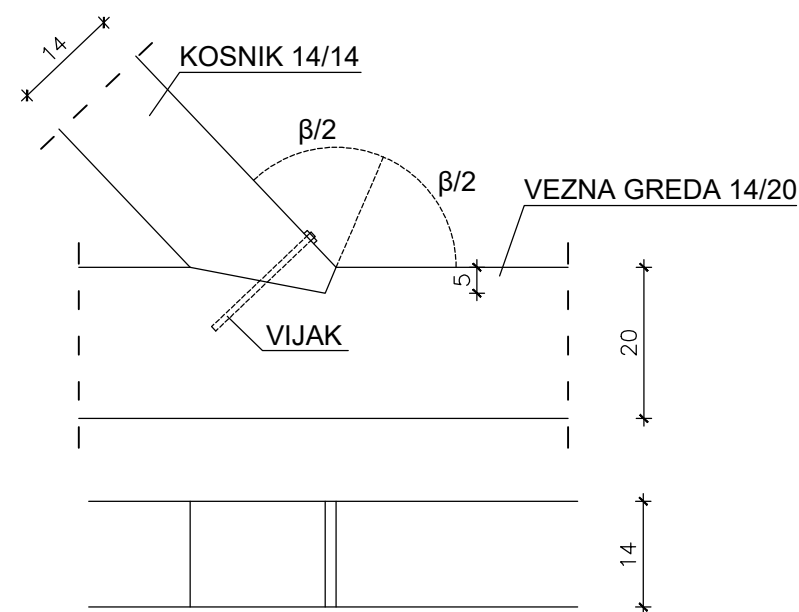
SPOJ ROGOVA U SLJEMENU



SPOJ STUPA I VEZNE GREDE



SPOJ KOSNIKA I VEZNE GREDE



GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

KOLEGIJ:	ZAVRŠNI RAD	
NAZIV PRILOGA:	IZVEDBENI PROJEKT KROVIŠTA TIPa DVOSTRUKA VISULJA PRILOG 4	
MENTOR:	izv. prof. arh. dr. sc. SILVIO BAŠIĆ	
DATUM:	18.09.2023.	MJERILO: 1:10
AK. GOD.:	2022./2023.	
IZRADIO:	LEONARDO TRDINŠAK	

7.1. Analiza izvedbenog projekta dvostruke stolice

Dvostruka stolica napravljena je iznad armirano betonske stropne ploče tako da nema potrebe za veznom gredom već se opterećenje direktno prenosi sa stupova i kosnika u AB ploču što se danas najčešće i radi jer je pojavom betona vezna greda u krovštima stolica više nije potrebna.

Dimenzije vanjskih gabarita tlocrta su 8 x 10 m. Vanjski nosivi zidovi su debljine 30 cm, a armirano betonska stropna ploča je debljine 20 cm. Puni vezovi su postavljeni uz svaki zabatni zid i na svakih 320 cm te ih ukupnu čine 4 puna veza na tlocrtu 8 x 10 m. Svi rogovi su postavljeni na razmaku od 80 cm osim četiri rubna roga koja su postavljena na razmaku od 90 cm te čine strehu kod zabatnih zidova.

Puni vez čine: donja podrožnica 14 x 16, srednja podrožnica 14 x 16 cm, stup 14 x 14, kosnik 14 x 14, kliješta 2 8 x 16, rog 10 x 14 i ruka 10 x 14 cm.

Donja podrožnica leži na stopnoj ploči točno iznad uzdužnih vanjskih nosivih zidova te je učvršćena u ploču pomoću vijaka. Stupovi i kosnici su pomoću čeličnih papuča spojeni sa armirano betonskom pločom. Drveni element je na dnu prikvačen u čeličnu papuču, a ona je usidrena u AB ploču. Srednja podrožnica je vezom na čep spojena sa stupom te naliježe sa svake strane u plitke zasjeka kliješta. Kosnik je na gornjem kraju spojen sa stupom jednostranim zasjekom osiguranim vijkom. Opterećenje se preko podrožnica i stupova prenosi u AB ploču dok kliješta i kosnici služe poprečnom ukrućenju krovne konstrukcije. U uzdužnom smjeru konstrukcija krovišta ukrućena je pomoću elemenata ruka. Ruke su kosi elementi koji se donjim krajem jednostranim zasjekom spajaju sa stupom, a gornjim krajem isto jednostranim zasjekom spajaju sa srednjom podrožnicom. Zasjeci su osigurani vijkom. Početni i krajnji puni vez se nalaze točno do zabatnog zida pa tamo nema mjesta za dva elementa ruku već samo za jednog. Rogovi su ukupne duljine 605 cm zasječeni u donju i gornju podrožnicu te osigurani vijkom za drvo na svakoj podrožnici. Rogovi se u sljemenu spajaju preklapanjem te jednim vijkom.

7.2. Analiza izvedbenog projekta dvostruke krovne visulje

Glavna karakteristika krovne visulje je ta da se opterećenje prenosi sa krovišta u vanjske nosive zidove. Samim time u ovom projektu je konstrukcija krovišta odvojena od stropne konstrukcije.

Dimenzije vanjskih gabarita tlocrta su 8 x 10 m. Vanjski zidovi su debljine 30 cm, a unutarnji zidovi debljine 20 cm. Puni vezovi i rogovi se nalaze na istim razmacima kao i kod dvostruke stolice.

Puni vez krovišta čine: donja podrožnica 14 x 16 , srednje podrožnica 14x 16, vezna greda 14 x 20, stup 14 x 14, kosnik 14 x 14, razupora 14 x 14 , rog 10 x 14 i ruke 10 x 14. Odvojeno od krovišta se nalazi stropna konstrukcija sačinjena od stropnih greda 14 x 20 cm.

Na vanjskim i unutarnjem nosivom zidu ležiju stropne grede na razmaku od 80 cm. Vezna greda je odvojena od stropne grede pomoću nazidnice. Na ležištima vezne grede je plitko preklapljen donja podrožnica. Stupovi nesmiju pritiskati veznu gredu već se na donji kraj stupa vješa vezna greda pomoću posebnih čeličnih stremenova tako da je između stupa i vezne grede razmak. Ispod srednje podrožnice se razupora i kosnici moraju spajati u sjecištu središnjica i to pomoću posebnih čeličnih priložaka. Na donjem kraju kosnik se spaja sa veznom gredom jednostranim zasjekom i vijkom. Konstrukcija krovišta je u poprečnom smjeru ukrućena razuporama i kosnicima, a u uzdužnom je isto kao i kod dvostruke stolice ukrućena pomoću drvenih elemenata ruku. Rogovi su ukupne duljine 605 cm zasječeni u donju i gornju podrožnicu te osigurani vijkom za drvo na svakoj podrožnici. Rogovi se u sljemenu spajaju preklapanjem te jednim vijkom.

8. ZAKLJUČAK

Zaključno o ovom završnom radu se može reći da krovovi tipa stolice i visulje imaju dugu povijest korištenja ali i u suvremeno doba gdje postoje mnoge varijante suvremenih krovišta i materijala ne gube na reputaciji. Dvostruka stojeća stolica i dvostruka stojeća visulja predstavljaju najbolje i najekonomičnije rješenje krovišta za raspone do 12 m. Majstora tesara koji znaju krojiti i izraditi ovakve tipove krovišta još uvijek ima na tržištu, a pitanje usporedbe i kada se koji tip krovišta koristi ovisi samo o prijenosu opterećenja te tipu građevine koju završavamo kosim krovom. Ako imamo zidanu građevinu čije su međukatne konstrukcije monolitne armirano betonske onda ćemo koristiti dvostruku stojeću stolicu, a ako imamo građevinu gdje zbog konstruktivnih ili nekih drugih razloga nema međukatne konstrukcije sposobne za prijenos opterećenja ili krovište mora biti odvojeno od stropne konstrukcije onda koristimo dvostruku krovnu visulju. Usporedba je okrijepljena primjerom izvedbenog projekta iz kojega možemo izvući ovaj zaključak.

9. LITERATURA

1. Đ. Peulić, Konstruktivni elementi zgrada
2. E. Mittag, Građevne konstrukcije
3. Interne skripte kolegija visokogradnje
4. V. Rajčić, Krovovi i pokrovi
5. Ž. Koški, V. Slabinac, D. Stober, N. Bošnjak, I. Brkanić, Elementi visokogradnje II