

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ
DRVNA TEHNOLOGIJA

MARKO JAKOVIĆ

POVEZIVANJE ZGRADA TOPLIM PROLAZIMA OD DRVA
ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN, 2018

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

AUTOR:	Ime i prezime autora: Marko Jaković Datum i mjesto rođenja: Zabok, 5.11.1995. JMBAG : 0068226934
NASLOV:	Povezivanje zgrada toplim prolazima od drva
PREDMET:	Drvo u graditeljstvu
MENTOR:	doc. dr. sc. Vjekoslav Živković
IZRADU RADA JE POMOGAO:	
RAD JE IZRAĐEN:	Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet Zavod za namještaj i drvne proizvode
AKAD. GOD.:	2017/2018
DATUM OBRANE:	25.9.2018.
RAD SADRŽI:	Stranica: 54 Slika: 49 Tablica: 0 Navoda literature: 27
SAŽETAK:	<p>U ovom radu bilo je potrebno pronaći adekvatno rješenje za povezivanje dviju zgrada Šumarskog fakulteta toplim prolazom. Osim idejnog rješenja, rad donosi i pregled materijala i karakterističnih proizvoda. Rad donosi i kratki osvrt na povijest drvenih konstrukcija te na povijest i razvoj konstrukcija mostova. Nadamo se da rad može poslužiti kao smjernica pri izradi glavnog projekta toplog prolaza između dviju zgrada.</p>

Izjavljujem da je moj završni rad rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Marko Jaković

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. POVIJEST DRVENIH KONSTRUKCIJA.....	2
2.1. Krovne konstrukcije kroz povijest.....	4
2.2. Konstrukcije mostova kroz povijest	9
2.3. Općenito o toplom prolazu	12
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA	16
4. PRIMJERI ZATVORENOG PJEŠAČKOG MOSTA	22
5. IDEJNO RJEŠENJE	26
5.1. Razrada DT prolaza.....	32
6. MATERIJALI U IDEJNOM RJEŠENJU	44
6.1. Lijepljeno lamelirano drvo (LVL)	44
6.2. Krovni limeni paneli	45
6.3. OSB ploče	47
6.4. Staklena fasada	47
6.5. Parna brana (paronepropusna folija).....	48
6.6. Prozori	50
7. ZAKLJUČAK	52
LITERATURA	53

1. UVOD

Ovaj rad donosi prikaz i komentar postojećeg stanja IV paviljona s pripadajućim aneksom Šumarskog fakulteta za koje će biti predloženo idejno rješenje povezivanja prvog kata glavne zgrade s drugim katom aneksa toplim prolazom od drva. U radu će biti prikazano nekoliko dobrih primjera povezivanja zgrada zatvorenim pješačkim mostom koja će ujedno i poslužiti kao i inspiracija. Prilikom izrade ovog rada biti će obraćena pažnja na načela konstrukcijske i fizičke zaštite kao što se uči iz kolegija Drvo u graditeljstvu.

S obzirom da se radi o idejnom rješenju, u ovom su radu obrađeni tip konstrukcije, materijali i detalji spajanja s pojedinim dijelovima konstrukcije, a nisu rađeni statički proračuni ili proračuni iz područja građevne fizike.

2. POVIJEST DRVENIH KONSTRUKCIJA

Postoje određeni dokazi da prvi ljudi (*Homo sapiens neandrethalensis*) nisu samo živjeli i boravili u pećinama i špiljama, nego i u primitivnim skloništima koja su bila izgrađena od drvenih grana međusobno isprepletenih i pokrivenih travom. Danas se takve tehnike građenja uče u vojsci kako bi se vojnici mogli i znali skloniti tokom noći, ukoliko je potrebno spavanje u šumi ili nekom terenu koji nije u blizini neke civilizacije. Drvo i kamen su najstariji materijali za građenje. Same drvene konstrukcije svoj najveći domet u povijesti građenja dostižu u 16. i 17. stoljeću. Kada bismo gledali kronološki nekoliko je čimbenika koji su utjecali na razvoj drvenih konstrukcija i na samu obradu drva: prestanak paleolitskog načina življenja, početak bavljenja stočarstvom i poljoprivredom. Prve urbane aglomeracije javljaju se kada su ljudi počeli živjeti u skupinama (zemunice, pećine, jame pokrivena šibljem i zemljom). Jedan od najznačajnijih perioda za nastanak i razvoj konstrukcija je svakako period u kome je čovjek počeo prelaziti na građenje prebivališta na i/ ili nad zemljom i gradi si skloništa različitih konstrukcija, uglavnom od drva. Razvitkom ljudske zajednice i stupnjem razvitka čovjek gradi sve složenije drvene konstrukcije.

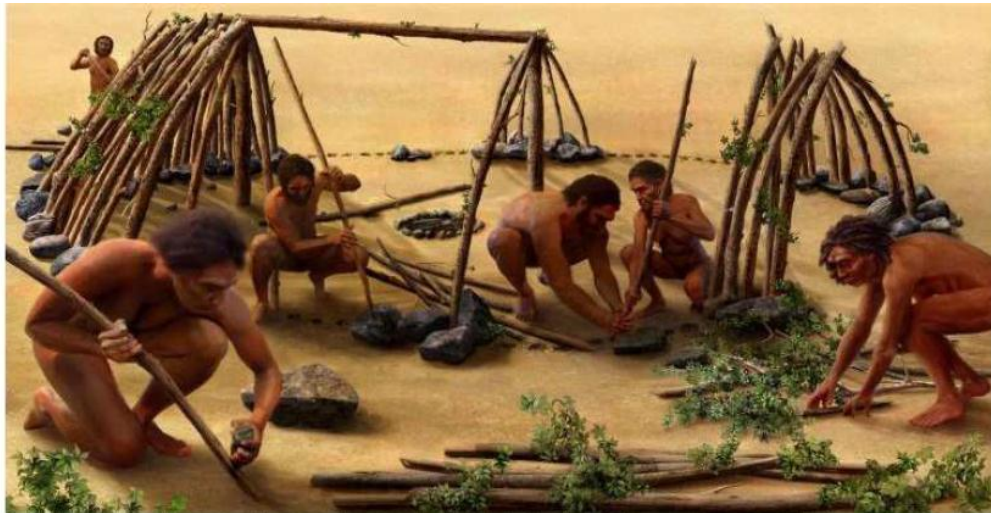
Drvo je prvi građevinski materijal kojeg su ljudi smišljeno koristili. Postoji nekoliko razloga zašto je to tako:

- Obilje šuma, a samim time i materijala: drva.
- Laka obrada i manipulacija drvom.
- Gradi se prvo po uzoru na prirodu i njeno stvaralaštvo.
- Razvojem inteligencije grade sebi svojstvene građevine.

Već u najstarije vrijeme javljaju se prvi principi građenja drvom:

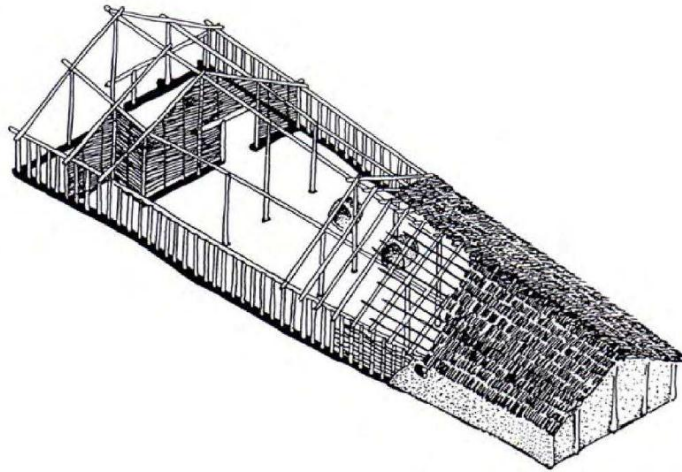
- a) Preko vertikalnih zabijenih debla i horizontalno ugrađenih oblica oblikuju se kosturi (određeni konstrukcijski sustavi) koji su bili pokriveni zemljom (ilovačom), granjem i slično.
- b) Horizontalni nanizani elementi, zidne površine od drva, posebno uvezani i povezani na krajevima, kojima su oblikovani svrsishodni prostori odnosno građevine nalik na nama poznate brvnare.

O drvenim konstrukcijama najstarijih društvenih zajednica ostalo je jako malo sačuvanih podataka, praktički ih i nema, zbog prirode drva kao materijala za građenje koji bez adekvatne fizičke, konstrukcijske i površinske zaštite propada i počinje sa procesom biološke razgradnje. Može se primijetiti da su se prve drvene građevine koristile kao uzor kasnijem građenju kamenom (Čizmar, D. 2018).



Slika 1: Ilustracija rekonstruirana po arheološkom nalazištu u Francuskoj, Terra Amata prije 400 000 godina (Čizmar, 2008)

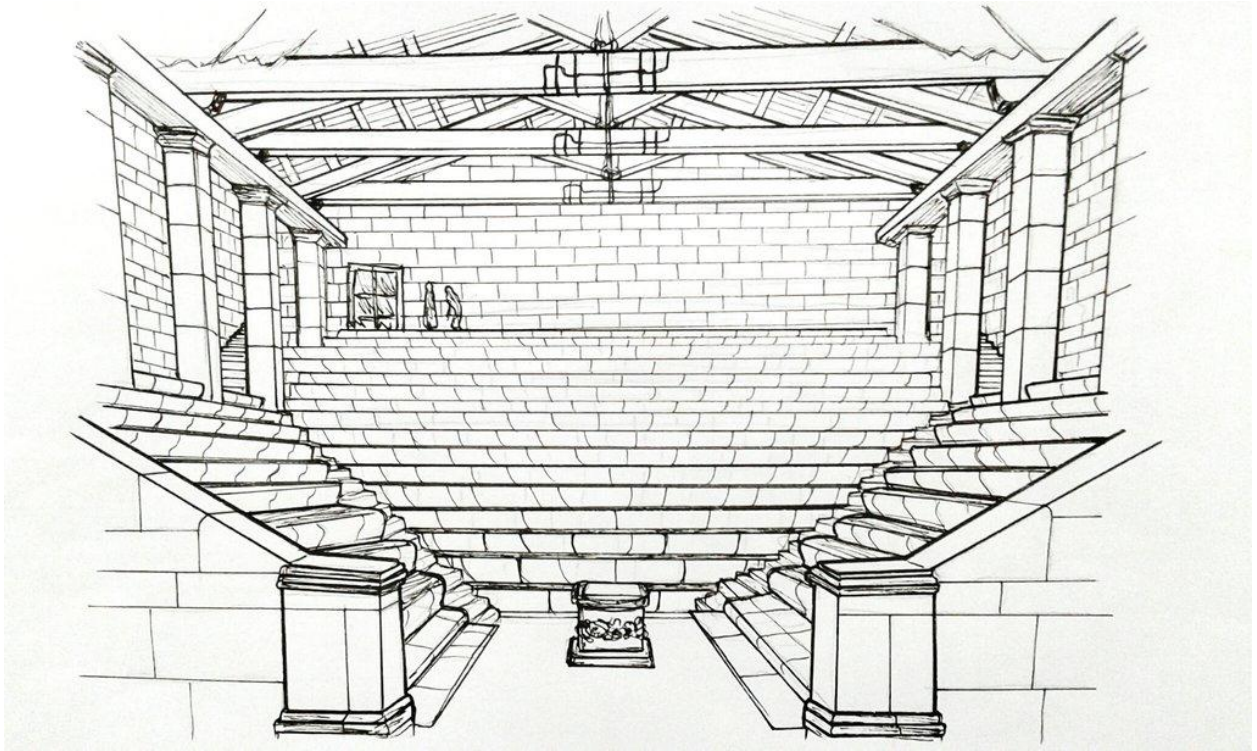
Prve kuće od debala su pronađene na više lokaliteta, a procjenjuje se da datiraju čak 4500 godina pr.Kr. Tehnologija spojeva na tim kućama je bila jako slaba, ipak su uspjeli konstruirati tzv. „Duge kuće“. Skoro čitavo tisućljeće kasnije su se pojavile duge kuće sa drvenim okvirom koje su bile malo bolje građene od prvotnih. Struktura svih dugih kuća sa drvenim okvirom je ista: širina varira od 5,5 m do 7 m, određena karakteristikama drvene građe, a razlika je bila u dužini kuće koja je varirala od 20 do 45 metara. Stražnji dio kuće bio je zatvoren i orijentiran prema sjeveru ili u smjeru od kuda su pretežno puhali vjetrovi. U prednjem dijelu koji je uvijek bio na nešto nižem terenu nalazio se prostor za životinje. Ovakva kuća još uvijek nije imala prozore (Čizmar, 2008.).



Slika 2: Prikaz skice „Duge kuće“ sa drvenim okvirom 3000 pr.Kr.(Čizmar, 2008)

2.1. Krovne konstrukcije kroz povijest

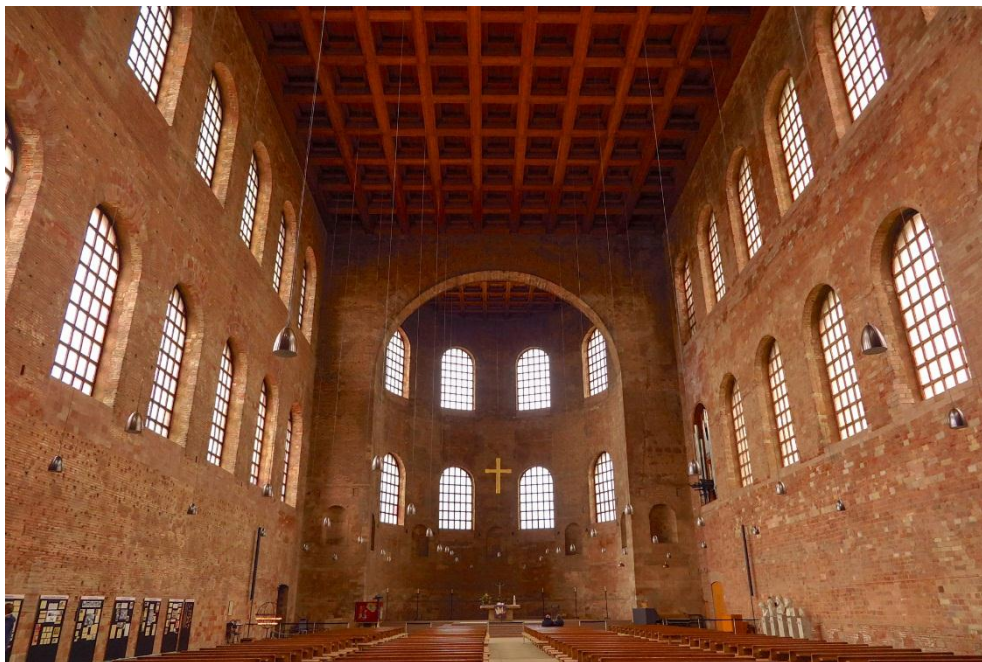
Primitivne kuće centralne Europe bile su male i primitivne konstrukcije. Dimenzije su im otprilike 5 m x 6 m ili manje. Takve kuće su građene u doba Rimskog carstva pa sve do početka srednjeg vijeka kada su postepeno zamijenjena kućama od trupaca pogotovo u gradovima. Razlikuje se arhitektura u gradovima i na selima. Antičke strukture drvenih konstrukcija datiraju tako daleko do 2. stoljeća pr.Kr. (Boulerterion, Vijećnice Priene sa rasponom od 15 m). Detalji i rasponi konstrukcije Bazilike Sv. Pavla iz 4. st. izvan gradskih zidina Rima su uistinu impresivne sa rasponom od 24 m, isto tako i krovna konstrukcija bazilike u Trieru sa 26 m.



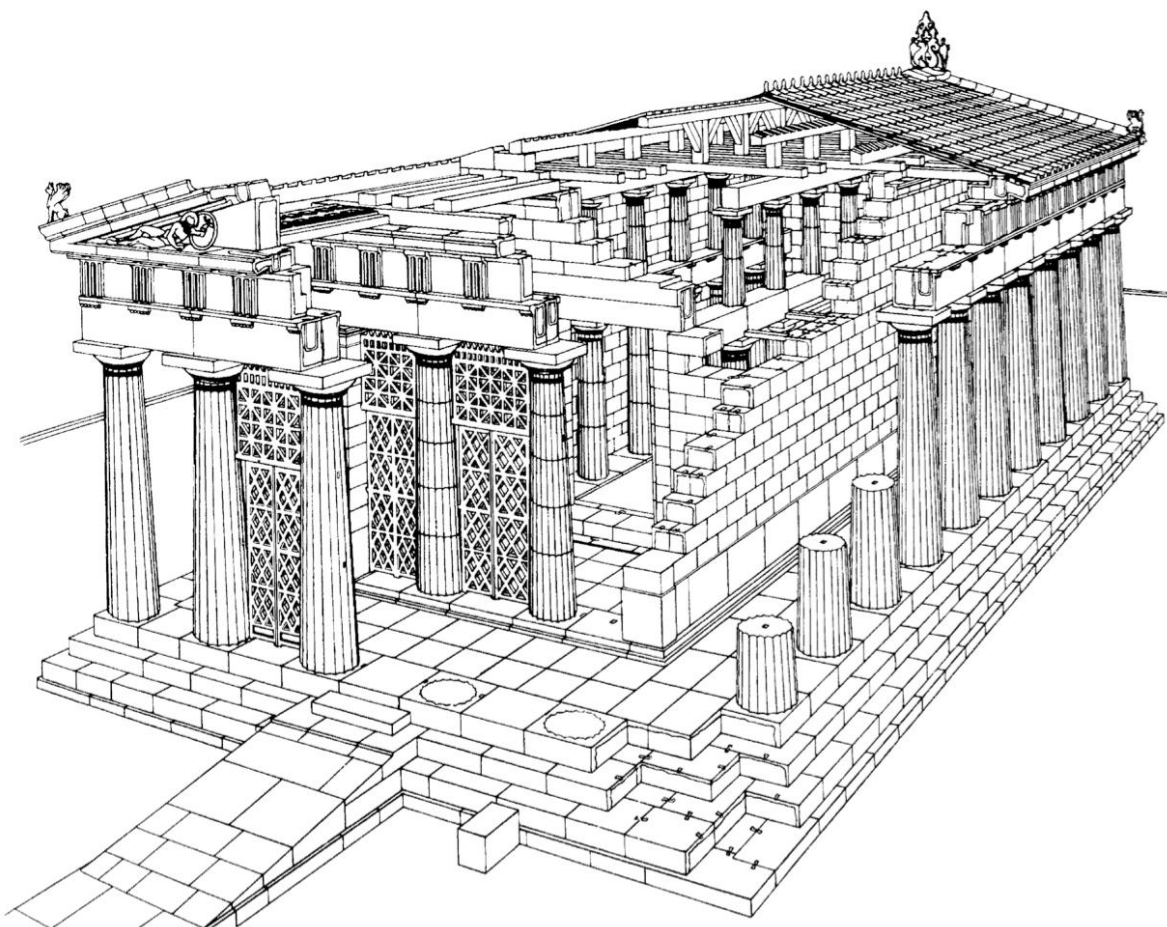
Slika 3: Vijećnica Priene, 2.st. pr.Kr. (www.deviantart.com, 2018)



Slika 4: Bazilika Sv. Pvala, 4. st. (www.nedjelja.ba, 2018)



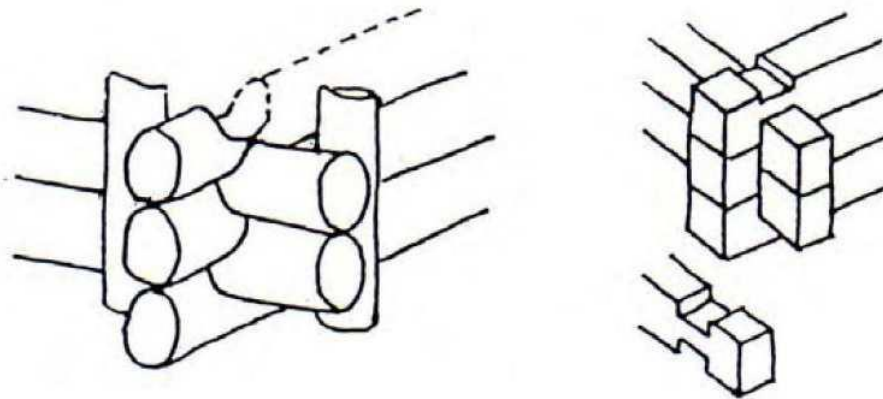
Slika 5: Bazilika Konstantinu u Trieru, 4.st. (<http://amylaughinghouse.com>, 2018)



Slika 6: Prikaz konstrukcije zgrada u Antičkoj Grčkoj (<http://action-crete-homes.com>, 2018)

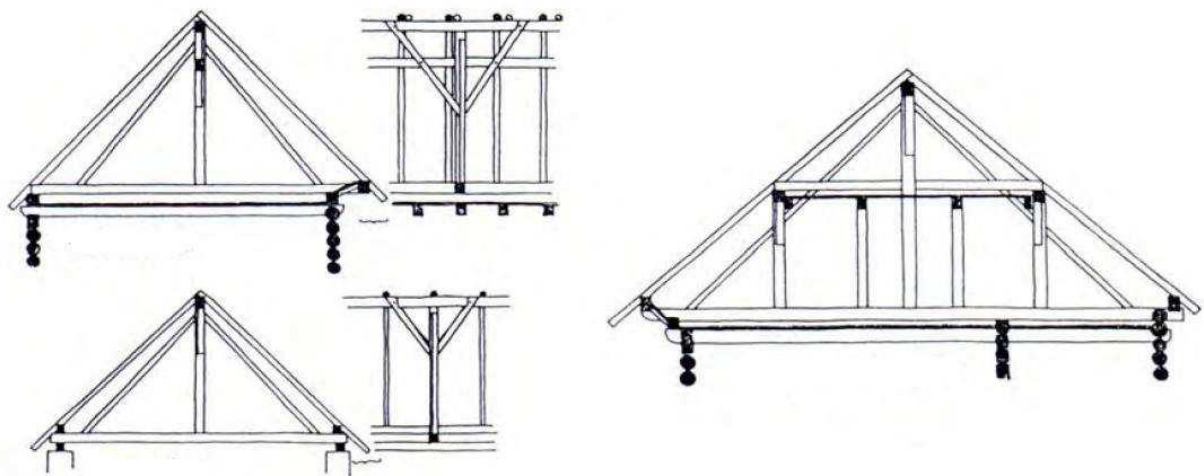
Između 13. st. i 15. st. pojavila se ruralna arhitektura kuća koja se zadržala sve do 19. stoljeća. Različitosti su postojale u odnosu na regije, materijali su bili većinom drvo, kamen i glina. Kamen se pretežno koristio ispod zemlje kao temelj i za dijelove uz ložište te za sam dimnjak. Tijekom 20.st. u hrvatskim se selima postupno napuštala gradnja prirodnim materijalom, drvenim tehnikama i tradicijskim oblikovanjem. Pojedini vrijedniji primjerci ili sklopovi narodnog graditeljstva zaštićuju se kao spomenici kulture *in situ* ili prenose u etnoparkove (*Hrvatska enciklopedija, 2018.*).

U dobro pošumljenim područjima Centralne i Istočne Europe pojavila se tehnika u kojoj su se trupci zarezivali na specifičan način kako bi se dobio veoma kvalitetan kutni spoj kakav se i danas ponekad koristi kod gradnje drvenih kuća. Taj spoj se prvo izvodio sa trupcima, a potom kako su se trupci počeli obrađivati izvodio se sa gredama.



Slika 7: Spojevi sa zarezivanjem trupaca i greda (Čizmar, 2008)

Krovne konstrukcije ruralnih kuća su uglavnom vrlo jednostavne izvedbe. One jako ovise o klimatskim uvjetima u kojima se kuća nalazi, a najviše o tome pada li snijeg u tome području i ako pada, pada li ga puno. Kada govorimo o klimatskim uvjetima tada je najvažniji čimbenik nagib krova. Razlog tome je velika masa snijega, koja ako je krov izveden s malim padom, može zadržati i do nekoliko mjeseci na krovu i time vršiti velika opterećenja na krovnu konstrukciju. Nagib krova je definiran osim klimatskim uvjetima u kojima će se krov nalaziti i s arhitektonskim oblikovanjem i potrebom korištenja prostora neposredno ispod krova. Krovne konstrukcije ruralnih kuća su obično konstruirane sa nosačima poprijeko na dužu os objekta (*Bogdanović, Vasov, 2016/2017*).



Slika 8: Skica konstrukcije krova ruralnih kuća (Čizmar, 2008)

2.2. Konstrukcije mostova kroz povijest

Most je građevina za prevladavanje prirodnih ili ne prirodnih prepreka, neovisno o tome radi li se o rijeci, tjesnacu, plovnom putu, dolini ili nekoj prometnici. Mostovi mogu biti stalni i privremeni te nepokretni, pokretni i plutajući, a prema građevnim materijalima drveni, kameni, cigleni, betonski, metalni i kombinacija svih tih materijala.

Zna se da su mostovi postojali i u prapovijesti, a riječ je uglavnom bila o uporabi priručnih materijala i sklopova od prirodnih ili umjetno povezanih vlakana i motki, ali i međusobno povezanih plovila. Prvi drveni mostovi bili su grednog sustava i malih raspona. Kasnije su se razvili do sve složenijih konstrukcija koje su sadržavale vertikalne podupirače i slično. Kod većih prepreka graditelji su koristili određene sisteme građenja, kao npr. konzolni sustav kojim su premošćivali prepreke i do 34 m, a kao poseban sistem koristili su viseće mostove od spleta lijana, bambusa i drva (*Nadilo, 2011*).

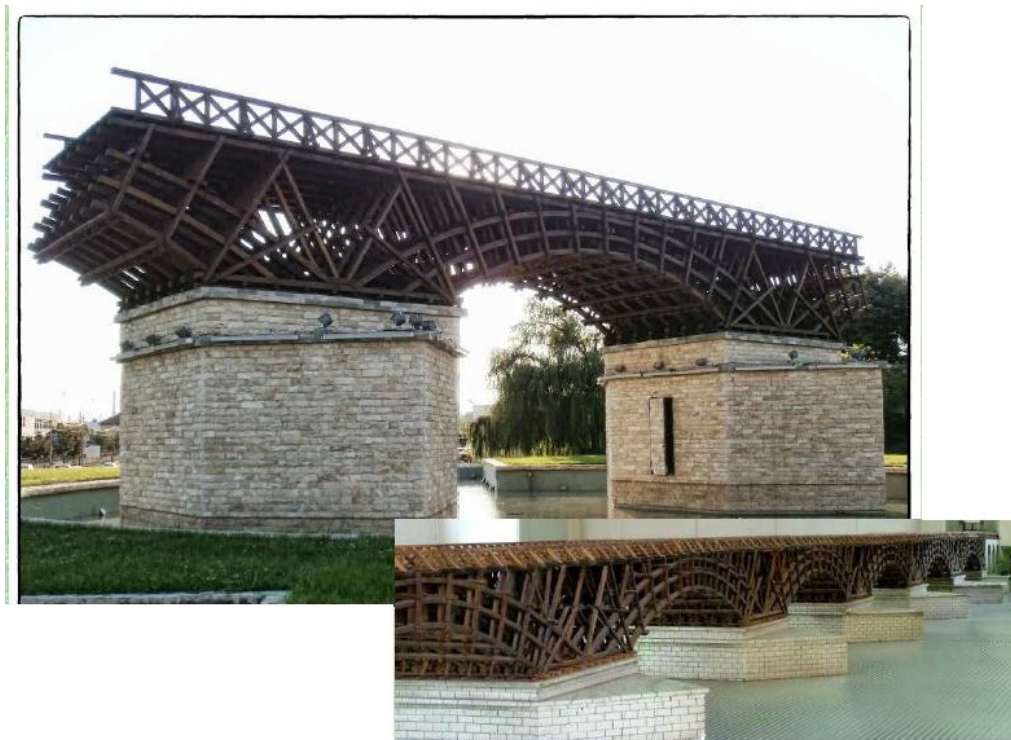
Rimsko graditeljstvo se i dan danas proučava i različiti arhitekti i građevinari im se dive i dan danas. Period Rimskog graditeljstva zadržao se u Europi sve do 10-og stoljeća. Krovne konstrukcije su također zavidne, savladani su rasponi od preko 20 metara. Tragovi nekih se i danas nalaze na sakralnim objektima.

Neki od najpoznatijih mostova su:

- Most „Sublicius“ preko rijeke Tiber u Rimu u 7. st. pr.Kr. u čijoj se gradnji nisu koristili metalni elementi.
- Cezarov most preko Rajne, 50 godina pr.Kr.
- Trajanov most preko Dunava kod Kladova dužine od čak 1127 metara, a sastojao se od 20 masivnih stupova od kamena, 105 godina pr.Kr. (*Čizmar, 2018*).



Slika 9: Maketa Cezarovog mosta preko rijeke Rajne (<http://www.livius.org>, 2014.)



Slika 10: Slika Trajanovog mosta preko rijeke Dunav sa 20 polukružnih drvenih lučnih nosača raspona 52 metara. (Čizmar, 2008)

Do današnjeg dana mostovi su jako napredovali. Materijali koji se koriste u gradnji mostova postali su kvalitetniji i koriste se racionalnije, vrijeme izgradnje mostova postaje sve kraće, duljine koje se mogu prevaliti mostovima postaju sve veće, a u nekim slučajevima, sama duljina koju je potrebno premostiti uopće nije bitan faktor. Most s najvećom duljinom je izgrađen 2011. godine i iznosi čak 164 800 metara. Živimo u vremenu kada se apsolutno sve može proizvesti i izgraditi, pitanje je samo isplativosti.

2.3. Općenito o toplom prolazu

Topli prolaz je zapravo zatvoreni pješački most koji povezuje dvije susjedne građevine. Prednost toplog prolaza se posebno ističe kod viših zgrada jer se osobe ne moraju spuštati do prizemlja da bi prošle u susjednu zgradu. Dakako ovo samo ima smisla ako su te dvije zgrade u vlasništvu iste firme ili firmi koje surađuju. Često to možemo vidjeti na zgradama banaka, na bolnicama, na nekim visokim i novijim zgradama koje su izgrađene jedna blizu druge. Na zračnim lukama su često terminali spojeni sa toplim prolazima.



Slika 11: Topli prolaz kod zračne luke „Manchester Airport“ (www.manchesterairport.co.uk, 2018.)

Svrha toplog prolaza je da osoba bez obzira na godišnje doba, doba dana i atmosferske uvjete može nesmetano proći iz jedne zgrade u drugu. Kod toplog prolaza koji je građen kod bolnica velika je prednost da se pacijenta može odvesti od jednog odjela do drugog, odnosno iz jedne zgrade u drugu kako bi se uštedilo na vremenu koje je izrazito dragocjeno u takvim situacijama, ali i kako bi prevozili pacijenta u kontroliranim uvjetima.

U pravilu, topli prolazi su u vlasništvu zgrada, odnosno firmi koje su vlasnici zgrade. Kod nas je rijetko da je grad u vlasništvu toplog prolaza u svrhu javne površine, poput nogostupa. U Aziji je situacija drugačija jer u Bangkoku i Hong Kongu su topli prolazi izgrađeni i posjedovani od strane grada kako bi se povezale tramvajske i željezničke stanice i samim time olakšale prometnice od pješaka.

Topli prolazi u pravilu povezuju zgrade na prvih nekoliko katova, ali to nije pravilo jer postoje slučajevi toplih prolaza koji se nalaze na većoj visini. Jedan od takvih primjera je Petronas Towers.

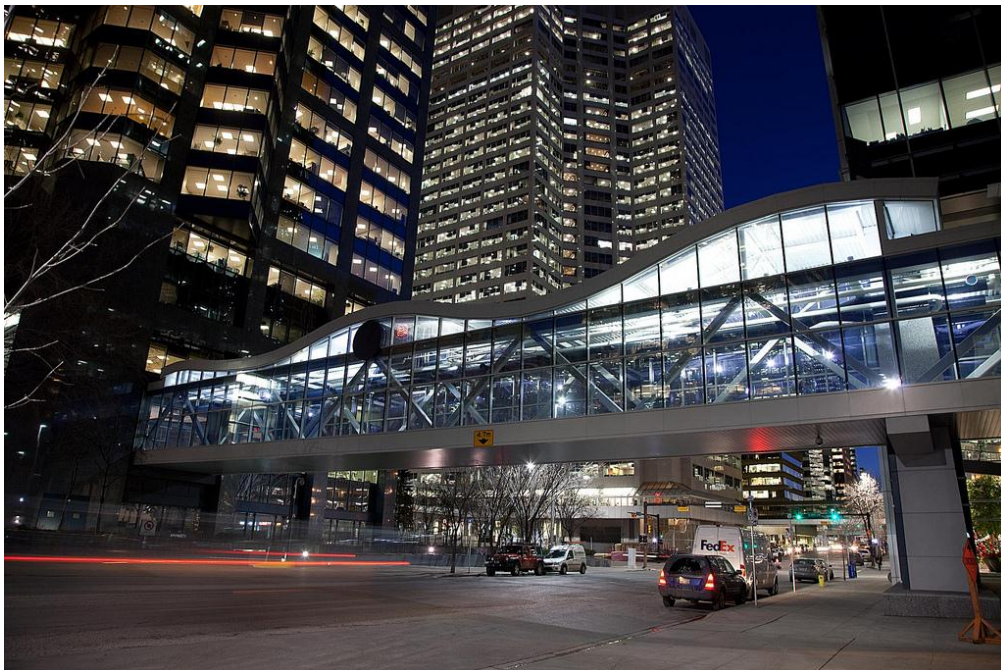


Slika 12: Topli prolaz kod „Petronas Towers”, Kuala Lumpur (<http://www.kuala-lumpur.ws>, 2018.)

Najveća ne kontinuirana mreža toplih prolaza na svijetu nalazi se u Calgaryu pod imenom „+15 Walkway“ s ukupnom duljinom od 18 km. Najveća kontinuirana mreža toplih prolaza nalazi se u Minneapolisu s ukupnom duljinom od 18 km, a povezuje čak 80 kvartova predgrađa Minneapolisa.



Slika 13: Prikaz mreže ne kontinuiranih toplih prolaza u Calgaryu, „+15 Walkway“
(<http://www.multiplode6.com> 2014)



Slika 14: Prikaz dijela toplog prolaza "15+ Walkway" (<http://www.multiplode6.com> 2014)



Slika 15: Klasičan primjer toplog prolaza između 2 zgrade (www.057info.hr)

Na slici 17 vidi se klasičan prikaz toplog prolaza gdje je prvenstveno naglašeno načelo funkcionalnosti. Radi se o prolazu koji povezuje Polikliniku i Bolnicu na zgradi zaraznog odjela u Zadru.

Topli prolaz mora ispunjavati nekoliko zahtjeva :

1. estetika: u današnje vrijeme prolazi se rade u dvije varijante, a) klasičan prolaz pravokutnog presjeka kojeg se radi zbog racionalizacije troškova izgradnje i zbog funkcionalnosti, i b) prolaz u modernoj izvedbi, koja nadahnjuje i pokazuje da „zatvoreni most“ može biti na neki način ukras zgradi, detalj koji će davati osim funkcije i karakter samoj zgradi.
2. toplinska i zvučna izolacija: neizmjerljivo je važno da most ne predstavlja slabu točku izolacije gdje će se toplina iz zgrada gubiti jer to ne udovoljava propisima suvremene gradnje, a nije ugodno niti krajnjim korisnicima. To se može riješiti na nekoliko načina, jedan od najjeftinijih je da se ugrade vrata na početku i na kraju prolaza, međutim tada sam prolaz postaje negrijani prostor. Racionalniji pristup je da se odmah u projektiranju odaberu i kombiniraju materijali koji će pružati željeni estetski dojam, ali i koji će pružati povoljnu toplinsku i zvučnu izolaciju.

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Aneks IV paviljona je povezan s glavnom zgradom Šumarskog fakulteta samo u suterenu (podrumu). Istovremeno, prvi kat glavne zgrade i drugi kat aneksa IV paviljona su približno u istoj razini, odnosno razlika u visini po postojećem projektu je 10 cm.

Kako bismo skratili vrijeme i put za komunikaciju u ovom radu ćemo tražiti rješenje za povezivanjem prvoga kata glavne zgrade s drugim katom aneksa IV paviljona.

Trenutno stanje objekata ne djeluje najbolje. Vanjska stolarija je zamijenjena prije desetak godina, ali nije stavljena termo fasada. Hodnici i predvorje se ne griju, a veliki dio aneksa nije u funkciji. Prolaz koji trenutno povezuje ta dva objekta kroz suteran ima ravni krovom vjerojatno bez dodatne izolacije, a zidovi su od staklene opeke tako da bi gubici topline za grijanje bili iznimno veliki .



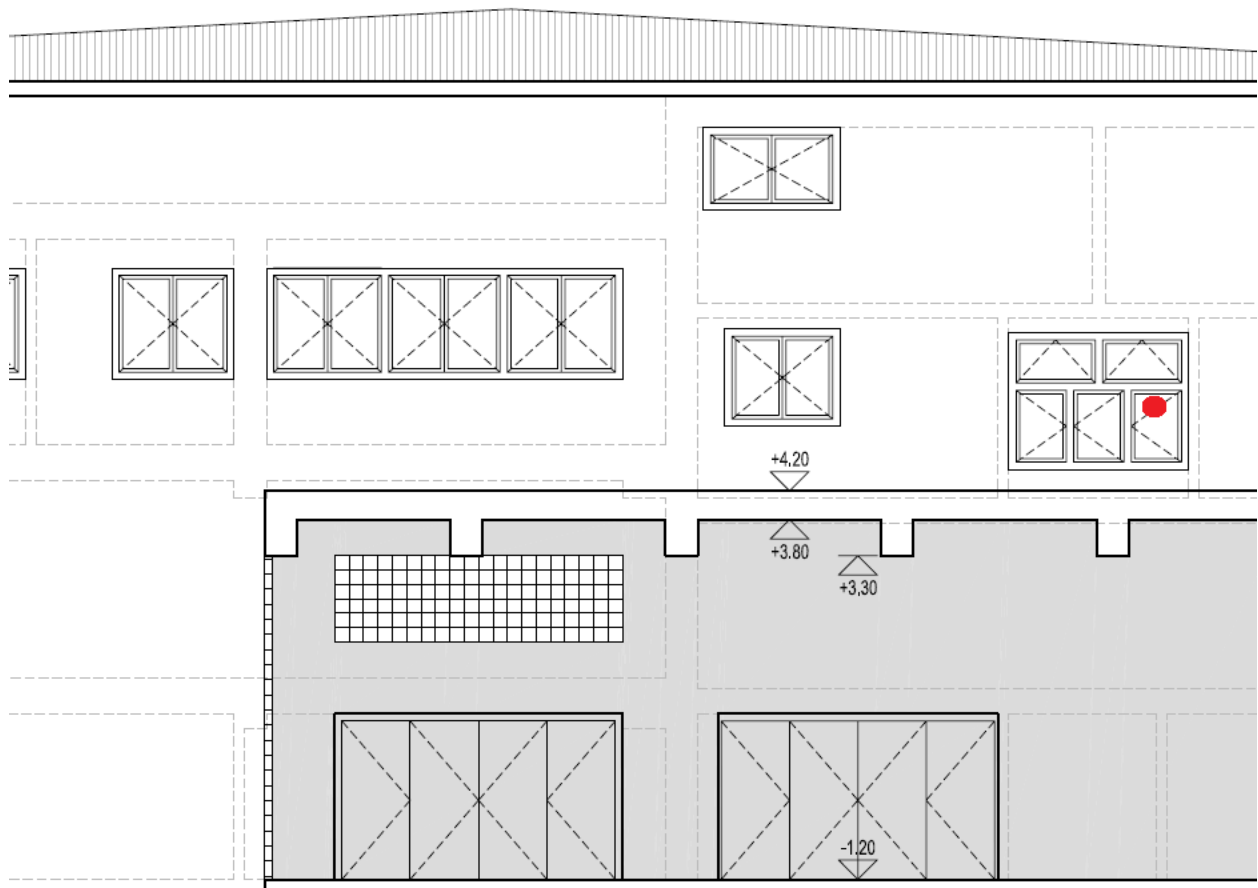
Slika 16: Prikaz trenutnog stanja na prostoru za koji će se tražiti rješenje toplog prolaza



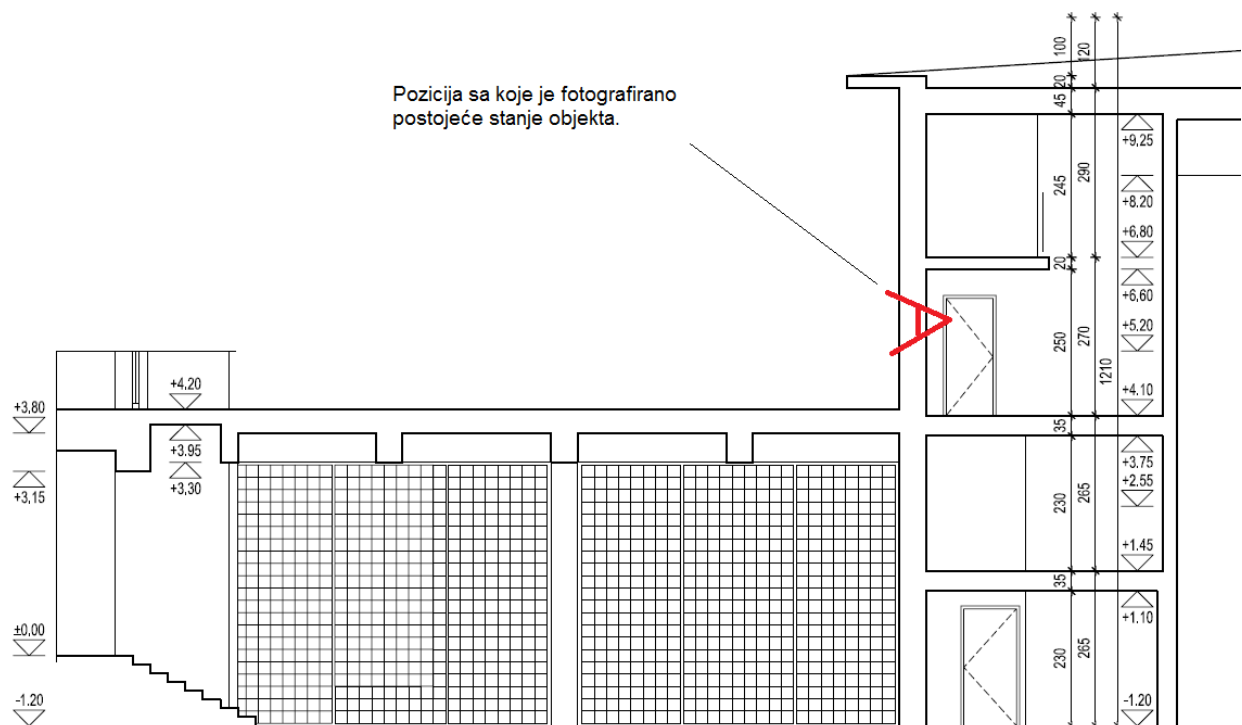
Slika 17: Prikaz trenutnog stanja na prostoru za koji će se tražiti rješenje toplog prolaza

Bez obzira na trenutno stanje zgrade, nastojati ćemo pronaći rješenje koje će udovoljavati suvremenim zahtjevima energetske učinkovitosti.

U sljedećim prikazima biti će prikazane skice projekta u postojećem stanju s označenom pozicijom sa koje su fotografirane slika 18 i slika 19. Osim povezivanja zgrada, nastojat ćemo pronaći svrhu za ostatak krova koji se trenutno ne koristi jer će se samim time morati i održavati, a na taj način ćemo doprinijeti održavanju zgrade u cijelosti.



Slika 18: Dio nacrt projekta u postojećem stanju (crvena točka označava poziciju prilikom fotografiranja postojećeg stanja)



Slika 19: Bokocrt projekta u postojećem stanju

Energetska učinkovitost je često jedan od presudnih čimbenika kod gradnje novih objekata ili kod rekonstrukcije starijih objekata. Prilikom gradnje novog objekta nema smisla izgraditi objekt energetske neučinkovitim, on svakako mora zadovoljavati barem minimalne zahtjeve toplinske zaštite prema uvjetima trenutne regulative u RH (Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ)) ili zahtjeve nisko energetske zgrade. Ukoliko je prilikom gradnje ili rekonstrukcije neke zgrade zadovoljen minimalni zahtjev toplinske zaštite i to je veliki napredak naspram nikakve toplinske zaštite. Isto tako, ukoliko se zadovolje parametri nisko energetske toplinske zaštite tada je ogromna razlika naspram nužnih minimalnih zahtjeva. Kako bi podigli stupanj energetske učinkovitosti to u pravilu znači i veću početnu investiciju koju si mnogi ne mogu ili ne žele priuštiti. Dodatnim ulaganjem u bolju toplinsku izolaciju moguće je postići nisko energetska zgradu te dodatno povećati uštede na toplinskoj energiji čak i do 55% u odnosu na zgradu izoliranu prema minimalnim zahtjevima TPRUETZZ-a (*Tipske mjere*, <http://www.eni.fzoeu.hr> 17.9.20018.).

	POPIS GRAĐEVINSKIH DIJELOVA					
	Zgrada izolirana prema zahtjevima Tehničkog propisa (TPRUETZZ)			Niskoenergetski objekt		
	Slojevi sa debljinama u cm			Slojevi sa debljinama u cm		
VANUSKI ZID	1.	Vapneno-cementna žbuka	2,00	1.	Vapneno-cementna žbuka	2,00
	2.	Šuplji blokovi od gline	29,00	2.	Šuplji blokovi od gline	29,00
	3.	Polimerno-cementno ljepilo	0,50	3.	Polimerno-cementno ljepilo	0,50
	4.	Ploče kamene vune	12,00	4.	Ploče kamene vune	20,00
	5.	Polimerno-cementno ljepilo	0,50	5.	Polimerno-cementno ljepilo	0,50
	6.	Impregnacijski predpremaz		6.	Impregnacijski predpremaz	
	7.	Silikatna žbuka	0,20	7.	Silikatna žbuka	0,20
POD NA TLU	1.	Keramičke pločice	1,50	1.	Keramičke pločice	1,50
	2.	Armirani cementni estrih	5,00	2.	Armirani cementni estrih	5,00
	3.	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	3.	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015
	4.	Kamena vuna	8,00	4.	Kamena vuna	12,00
	5.	Bitum. traka s uloškom stakl. voala (hidroizolacija)	0,80	5.	Bitum. traka s uloškom stakl. voala (hidroizolacija)	0,80
	6.	Armirani beton (podloga)	10,00	6.	Armirani beton (podloga)	10,00
	7.	Drenažni sloj	30,00	7.	Drenažni sloj	30,00
STROP POTKROVLJA IZNAD TERASE	1.	Parket	2,00	1.	Parket	2,00
	2.	Armirani cementni estrih	5,00	2.	Armirani cementni estrih	5,00
	3.	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	3.	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015
	4.	Kamena vuna (zvučna i toplinska zaštita)	3,00	4.	Kamena vuna (zvučna i toplinska zaštita)	3,00
	5.	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	5.	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015
	6.	Armirani beton	4,00	6.	Armirani beton	4,00
	7.	Fert strop	16,00	7.	Fert strop	16,00
	8.	Polimerno-cementno ljepilo	3,00	8.	Polimerno-cementno ljepilo	3,00
	9.	Lamele kamene vune	10,00	9.	Lamele kamene vune	15,00
	10.	Polimerno-cementno ljepilo	0,05	10.	Polimerno-cementno ljepilo	0,05
	11.	Impregnacijski predpremaz		11.	Impregnacijski predpremaz	
	12.	Silikatna žbuka	0,2	12.	Silikatna žbuka	0,2
KOSI KROV	1.	Vapneno-cementna žbuka (un-utarnja)	2,00	1.	Vapneno-cementna žbuka (unutarnja)	2,00
	2.	Fert strop	16,00	2.	Fert strop	16,00
	3.	Armirani beton	4,00	3.	Armirani beton	4,00
	4.	Mineralna (staklena ili kamena) vuna	20,00	4.	Mineralna (staklena ili kamena) vuna	30,00
	5.	Paropropusna pričuvna hidroizolacija	0,03	5.	Paropropusna pričuvna hidroizolacija	0,03
	6.	Dobro provjetravan sloj zraka ispod pokrova	5,00	6.	Dobro provjetravan sloj zraka ispod pokrova	5,00
	7.	Crijep (krovni) glina	2,00	7.	Crijep (krovni) glina	2,00

Slika 20: Popis građevnih djelova podijeljenih po energetskej učinkovitosti (<http://www.eni.fzoeu.hr>)

Uzevši u obzir oronulost fasade i starost prozora, a samim time i njihovu upitnu kvalitetu na aneksu IV paviljona dolazimo do zaključka da je prijeko potrebno konstruirati topli prolaz na takav način da zadovoljava sve kriterije fizičke, konstrukcijske i površinske zaštite i da kombiniramo materijale koji će nam za željeni dizajn pružiti optimalnu toplinsku i zvučnu izolaciju. Jako je bitno to zadovoljiti zbog samog vijeka trajanja toplog prolaza, ali i zbog izolacije toplog prolaza jer ako Šumarski fakultet u budućnosti krene u projekt obnove fasade i prozora na zgradama Šumarskog fakulteta, tada topli prolaz neće biti problem i neće biti potrebno njega rekonstruirati zbog energetske učinkovitosti.

Idejno rješenje će biti prikazano 2D prikazu i u 3D prikazu, odnosno u ortogonalnim projekcijama i u nekoj trodimenzionalnoj varijanti. Postojeće stanje po gore predočenim slikama projekta imamo u dvije dimenzije, tako da je prije svega bilo potrebno nacrtati to isto u tri dimenzije kako bismo dobili bolji osjećaj prostora. Prilikom crtanja ovog projekta nisam crtao cijele zgrade šumarskog fakulteta već samo dio koji je ovdje u projektima koje sam dobio na uvid.

4. PRIMJERI ZATVORENOG PJEŠAČKOG MOSTA

U ovom poglavlju će biti predstavljene neke fotografije i/ili primjeri izvedbe toplog prolaza koji su ujedno i poslužili kao inspiracija za buduće idejno rješenje.



Slika 21: Prikaz zatvorenog pješačkog mosta u Glasgow-u (Škotska)

Na slici 22 nalazi se primjer vrlo zanimljivog zatvorenog pješačkog mosta. U samom idejnom rješenju će se vidjeti sličnost zbog jednog zaobljenog dijela. S obzirom na to da se na slici 22 radi o prijelazu preko prometnice, ostakljeni dio služi isključivo kao zaštita od vjetra i oborina, a potrebe za toplinskom izolacijom u ovom slučaju nema.



Slika 22: Prikaz zatvorenog pješačkog mosta koji povezuje dvije zgrade (www.pinterest.ie)

Slika 23 predstavlja primjer modernog zatvorenog pješačkog mosta vrlo atraktivnog izgleda, napravljenog od kombinacije više materijala.

U narednih nekoliko slika bit će prikazano još nekoliko inspirativnih rješenja.



Slika 23: Most u Hong Kong-u, Institut za arhitekturu (www.pinterest.ie)



Slika 24: Zatvoreni pješački most u Londonu (www.pinterest.ie)



Slika 25: Zatvoreni pješački most u Londonu (prikaz unutrašnjosti) (www.pinterest.ie)

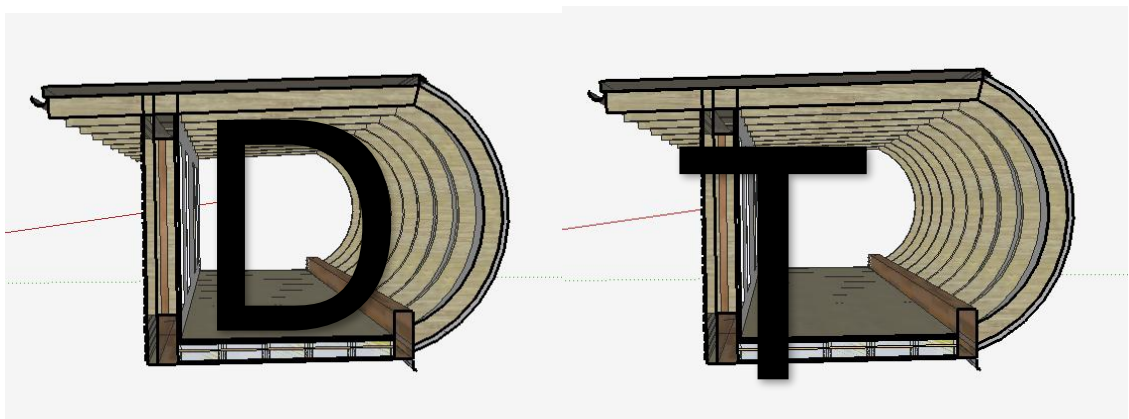
5. IDEJNO RJEŠENJE

U ovom poglavlju biti će prikazano idejno rješenje problema povezivanja zgrade IV paviljona s aneksom Šumarskog fakulteta zatvorenim pješačkim mostom. Pri tome uzimamo obzir prethodno prikazana rješenja i načela izbora materijala, konstrukcijskih detalja, principa fizičke i konstrukcijske zaštite, kao i površinske obrade koje smo naučili iz kolegija Drvo u graditeljstvu.

Prilikom projektiranja toplog prolaza dodatna je pažnja posvećena sljedećim načelima:

- Funkcionalno načelo
- Estetsko načelo
- Načelo energetske učinkovitosti
- Primjena drva u eksterijeru
- Konstrukcijska, površinska i fizička zaštita

U inicijalnoj fazi stvaranja koncepta učinilo se zgodnim poprečni presjek toplog prolaza formirati tako da odražava vizualni dojam slova „D“ i „T“, budući da je DT skraćenica Drvne tehnologije, smjera koji nema dovoljno prepoznatljiv identitet u Republici Hrvatskoj.

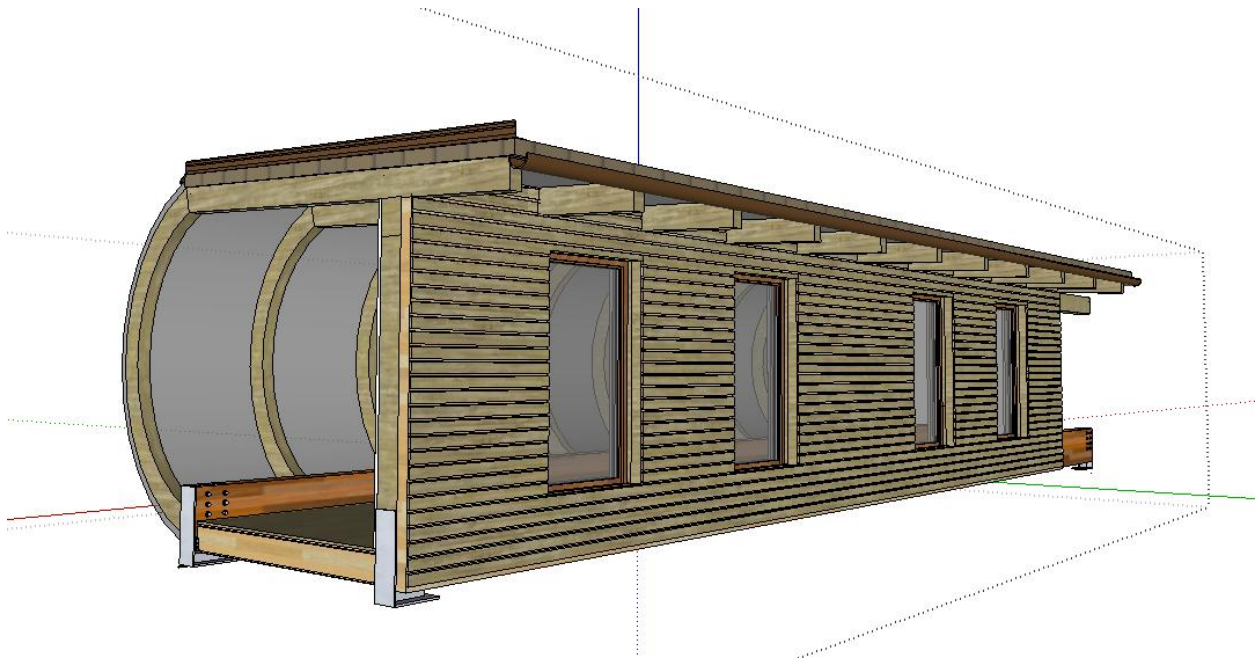


Slika 26: Prikaz poprečnog presjeka "DT prolaza"

Podna ploha je smještena između 2 lamelirana nosača koji su ujedno i glavne nosive grede. Na jedan od nosača su oslonjene lučne (zaobljene) drvene grede obložene troslojnom staklenom fasadom. Na drugi nosač su postavljeni ravnih vertikalni stupovi između kojih se nalaze drvo-aluminijski prozori, odnosno konstrukcija zida i fasade. Konstrukcija zida i fasade gledajući iz eksterijera prema interijeru sastoji se od drvene letvice fasade (2 cm), prostora za provjetravanje i sušenje fasade (3 cm), OSB ploče (1,8 cm), mineralne vune kao izolacijske ispune (6 cm), OSB ploče (1,8 cm), mineralne vune (20 cm), OSB ploče (1,8 cm) i gipsane ploče (1 cm), ukupna debljina zida iznosi 37,4 cm. To se jasno može vidjeti na detalju C koji je označen na presjeku A, a može se jasno vidjeti i na samom presjeku C - C . Konstrukcijska rješenja su preuzeta s internet portala dataholz.eu (<https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand.htm>), kov zatvaraju krovne grede i krovni limeni paneli.

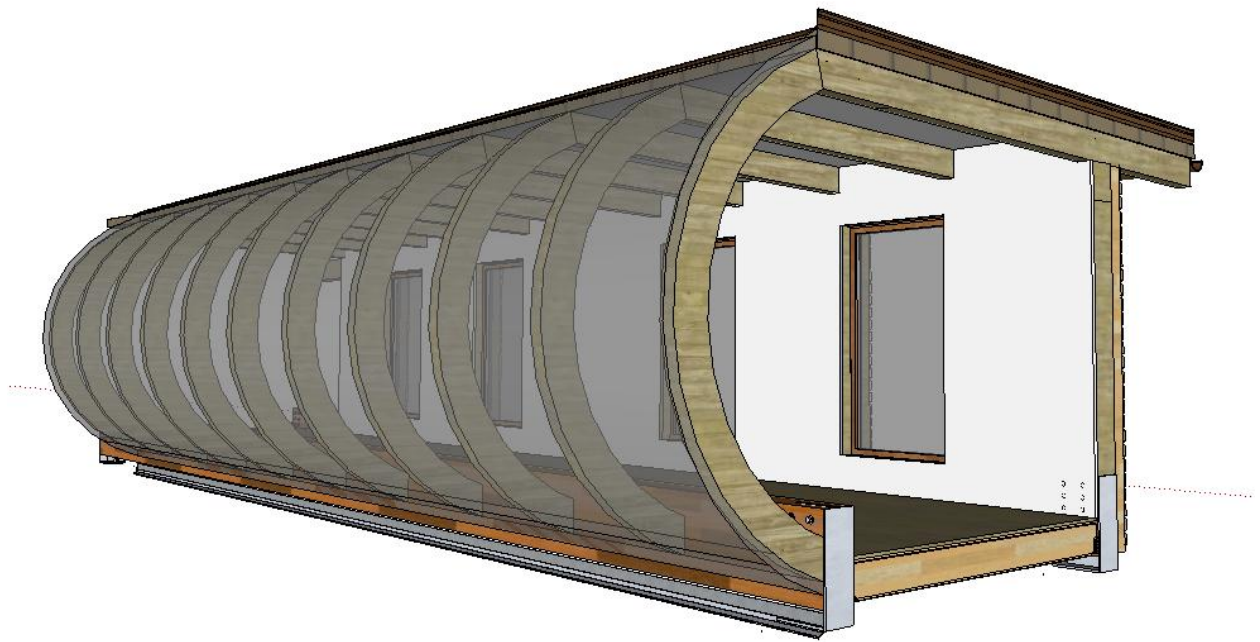
Željenu kvalitetu drvene fasade postižemo osiguravanjem najveće moguće postojanosti drva uz najmanje moguće troškove, kako one pri projektiranju i izgradnji objekata, tako i troškove održavanja. Drvo zaštićujemo na 3 načina, to su fizička zaštita (sprječavanje dodira štetnih djelovanja s drvom), konstrukcijska zaštita (pravilno oblikovanje detalja proizvoda koji sprječavaju nepovoljna djelovanja na izloženom drvu) i kemijska zaštita (Turkulin, 2002.).

Prevlake na drvenim pročeljima treba održavati i pravodobno obnavljati kako bi trošak saniranja bio što manji. Što se dulje čeka s obnavljanjem, trošak materijala i vremena biti će veći. Dakle odabranu vrstu drva na fasadi moramo adekvatno zaštititi odmah u početku i potom ju održavati iz navedenih razloga (Jirouš-Rajković, Turkulin, 2003.).



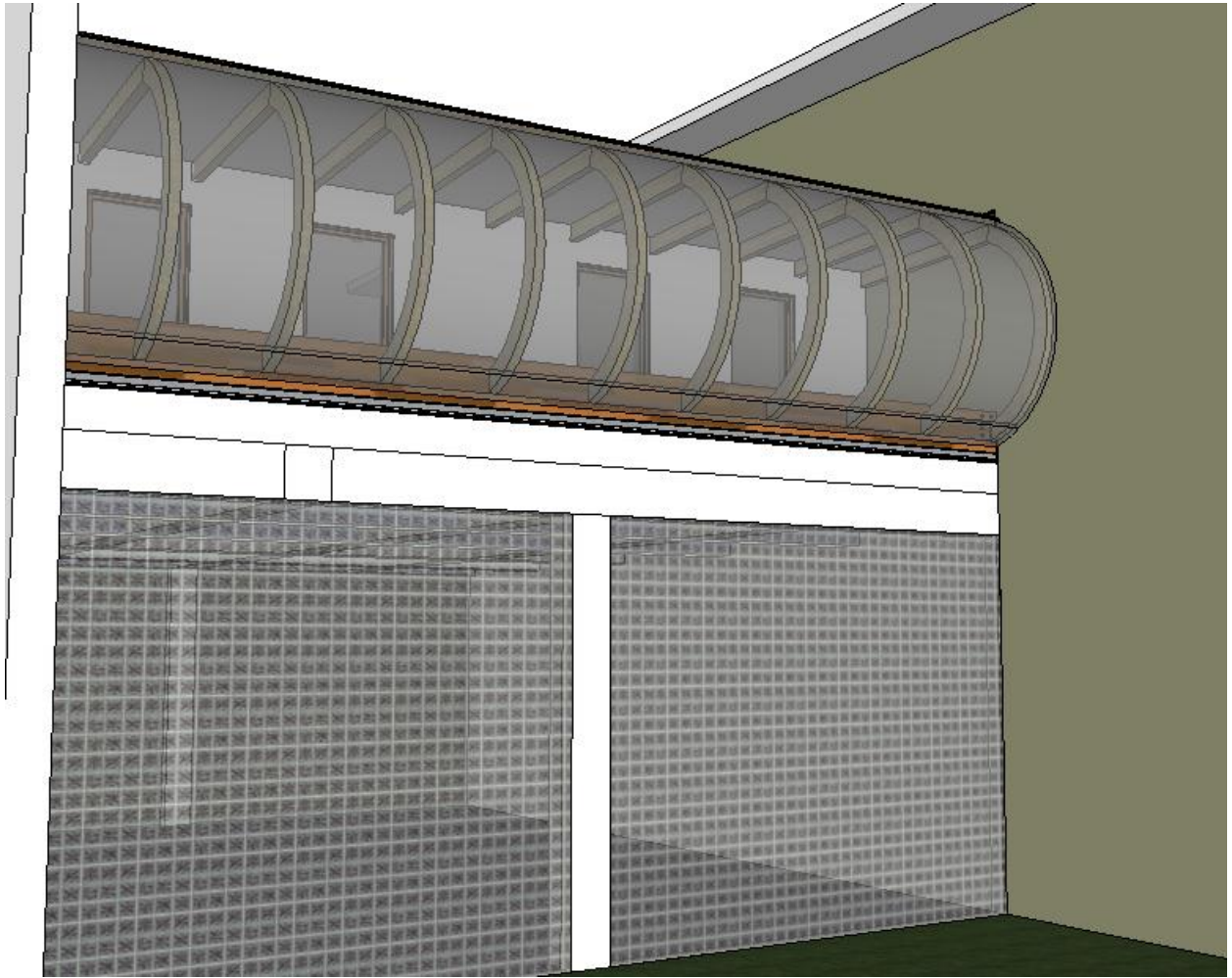
Slika 27: Prikaz "DT prolaza" sa ravne strane, pogledom na da drvenu fasadu

Slika 28 prikazuje da se lamelirani nosači oslanjaju na metalne stope učvršćene u vanjski zid. S donje strane ostaje razmak od 100 mm po visini za potrebe ventilacije ispod hodne plohe i eliminacije uvjeta za biološku razgradnju drvenih elemenata. Taj razmak koji je potreban za ventilaciju je potrebno zatvoriti gustom mrežicom kako bi se spriječio ulazak raznih štetočina, otpalog lišća ili svega što nije poželjno. Potrebno je na svaki mogući način preventivno zaštititi konstrukciju toplog prolaza.



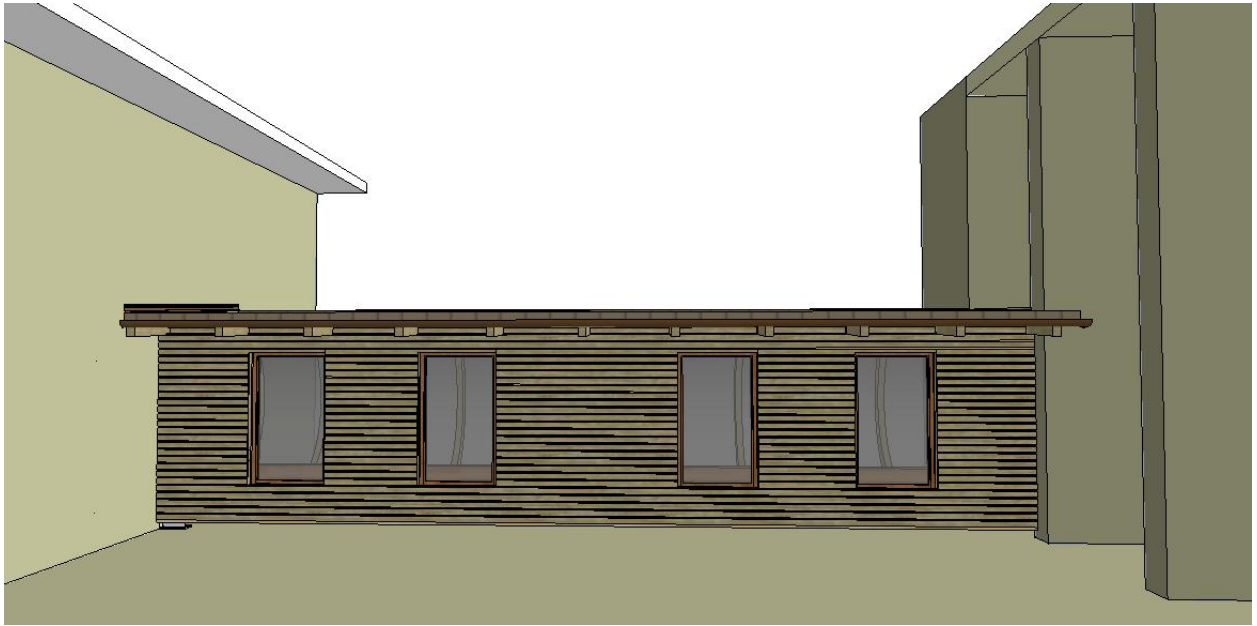
Slika 28: Pogled na zaobljenu staklenu fasadu "DT prolaza"

Slika 29 prikazuje zaobljenu staklenu fasadu koja je na jedan način spojena sa krovnim panelima i fiksira se na zaobljene grede. Važan detalj je okapnica koja je fiksirana na lamelirani nosač, a prikazana je na detalju B, odnosno slici 39.



Slika 29: Prikaz "DT prolaza" u prostoru u kojem bi se trebao nalaziti, pogled sa zapadne strane

DT prolaz je zamišljen na način da lamelirani nosač dolazi do samog ruba zgrade tako da zaobljeni dio prolaza na neki način viri sa prostora kako bi dobili pomalo efektan dizajn.

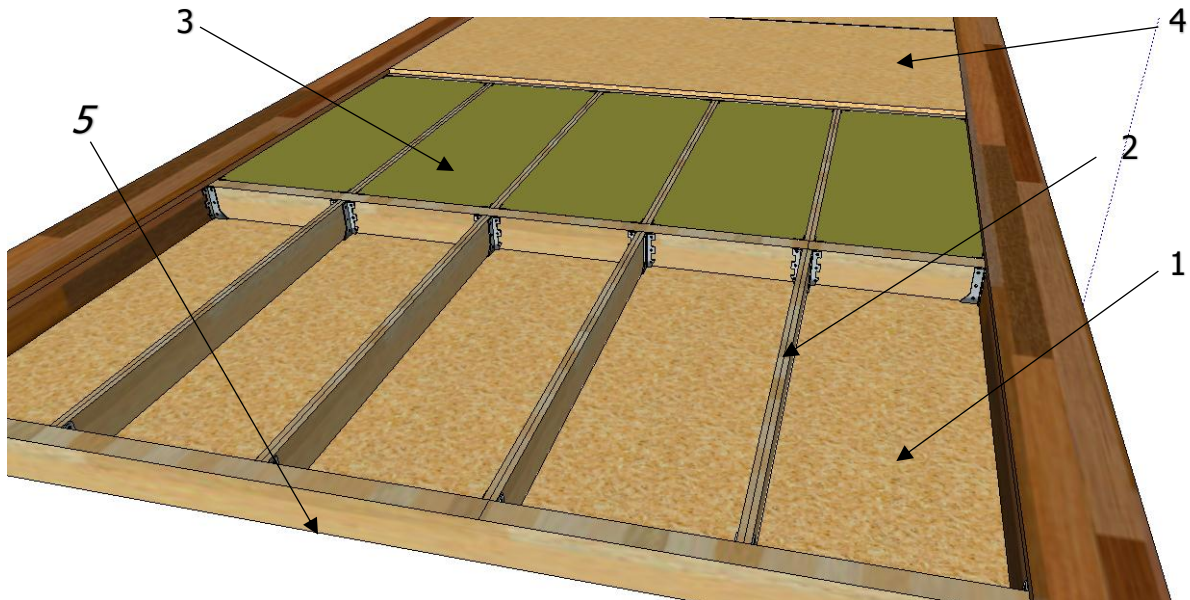


Slika 30: Prikaz drvene fasade "DT prolaza", istočna strana

Na ovom prikazu može se vidjeti topli prolaz u prostoru s istočne strane. Na ovoj strani je drvena fasada i četiri drvo-aluminijska prozora.

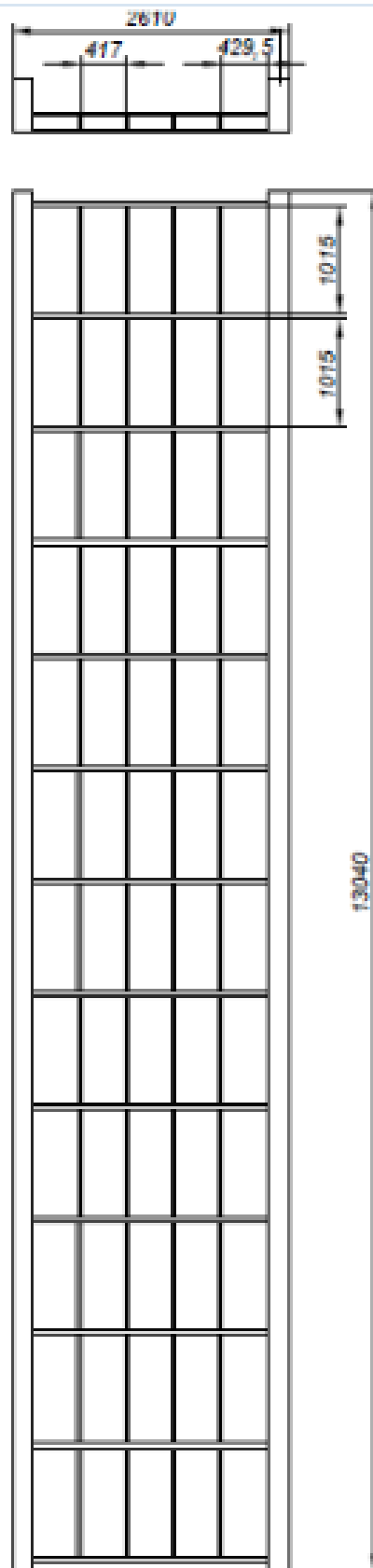
5.1. Razrada DT prolaza

U ovom poglavlju prikazujemo detalje i specifična tehnička rješenja.

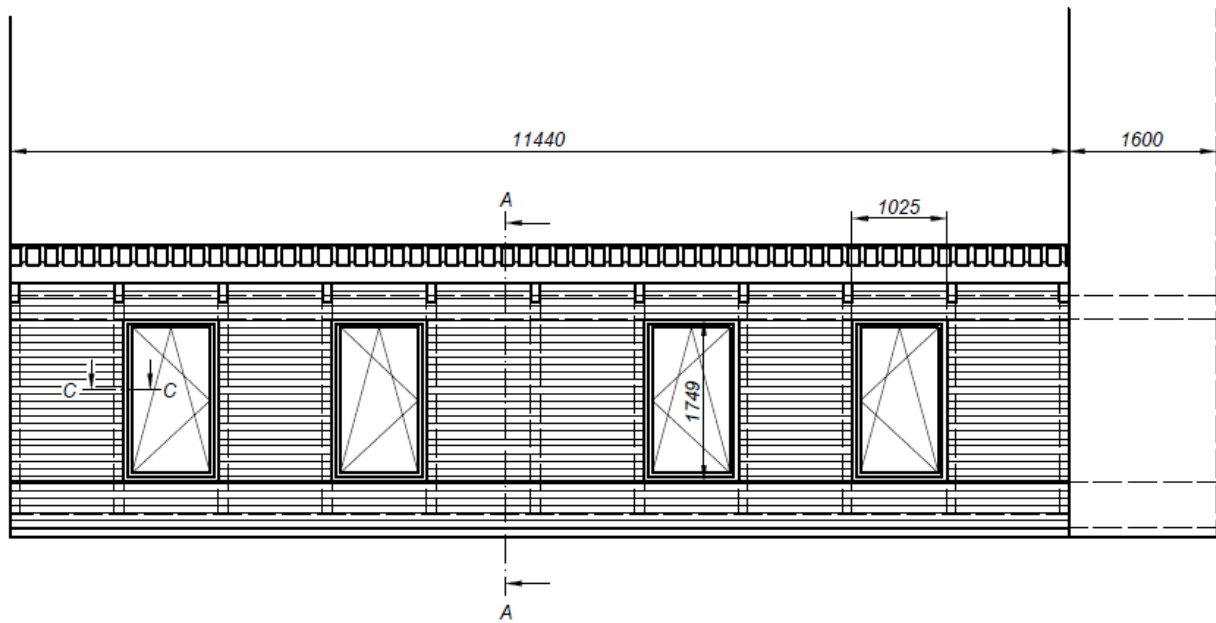


Slika 31: Prikaz konstrukcije poda (1- donji sloj OSB ploče (18 mm); 2- Drvena konstrukcija sa spojnicama; 3- Mineralna vuna (150 mm); 4- gornji sloj OSB ploče (18 mm); 5- Parna brana (nije vidljiva)

Slika 32 prikazuje samu konstrukciju poda u 3D prikazu. Ispod donjeg sloja OSB ploče parna brana (koja na prikazu nije vidljiva) kako nakon obilne kiše vlaga ne bi mogla isparavati ispod toplog prolaza i ulaziti u drvene elemente. Na gornji sloj OSB ploče dolazi gazna ploha, primjerice parket, keramika ili vinil.

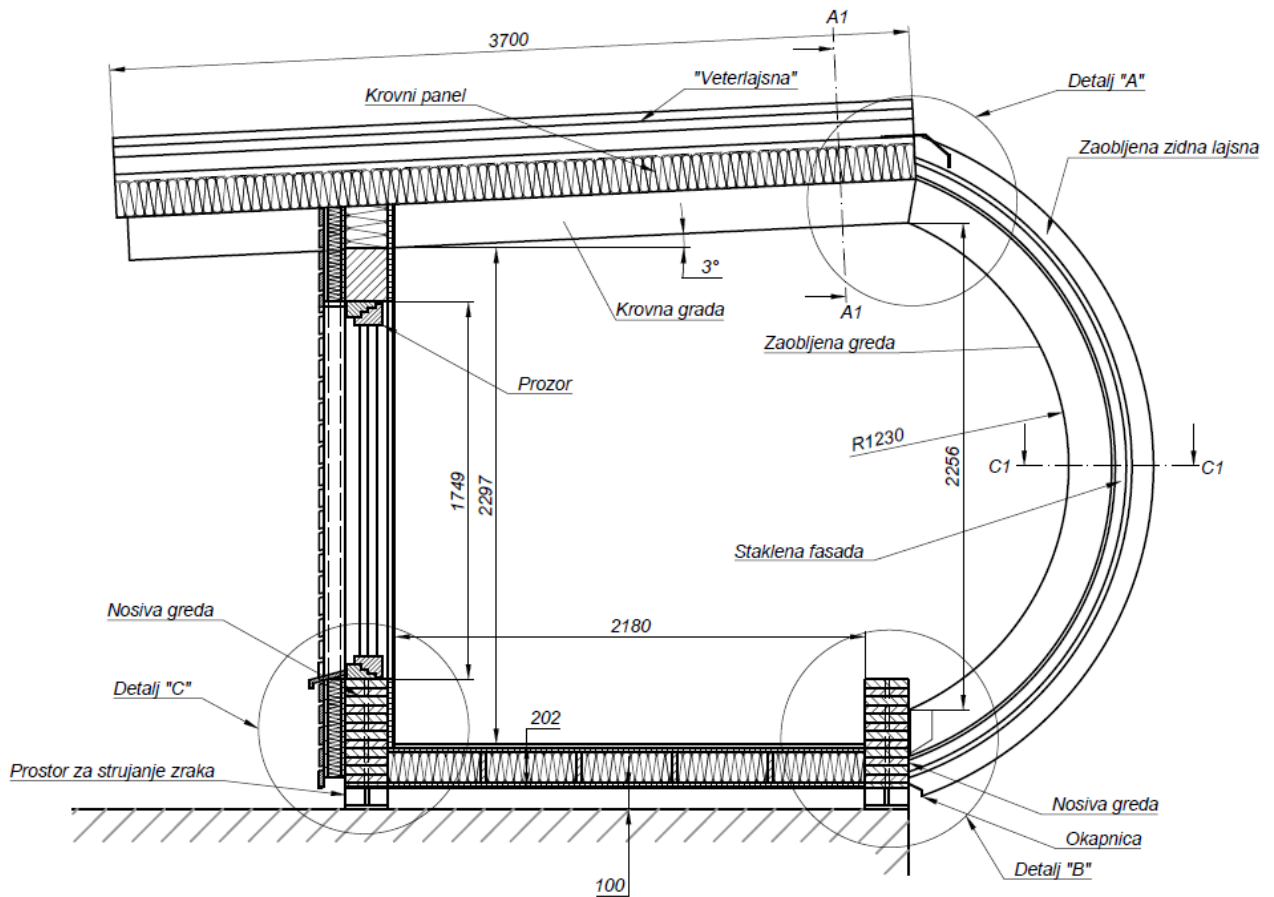


Slika 33: Shematski prikaz same drvene konstrukcije podnog sloja, M 1:50



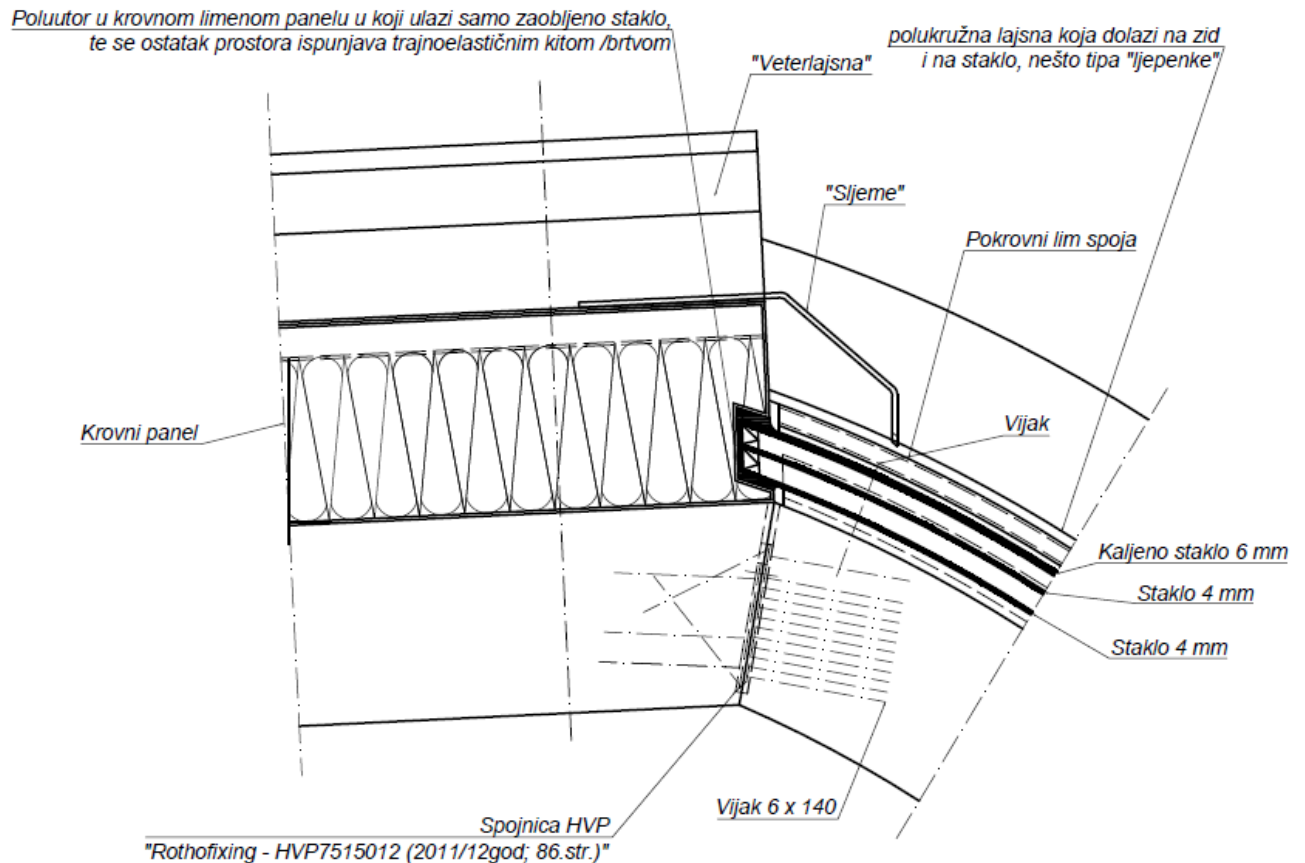
Slika 324: Prikaz nacrtu sa označenim karakterističnim presjecima, M 1:50

Slika 34 prikazuje nacrt istočne strane toplog prolaza. Zbog relativne zagušenosti nacrtu, nije bilo potrebe dodatno ga opterećivati sa raznim oznakama. Na ovom nacrtu označena su dva karakteristična presjeka koja su dalje detaljno objašnjena te i sama dužina toplog prolaza.



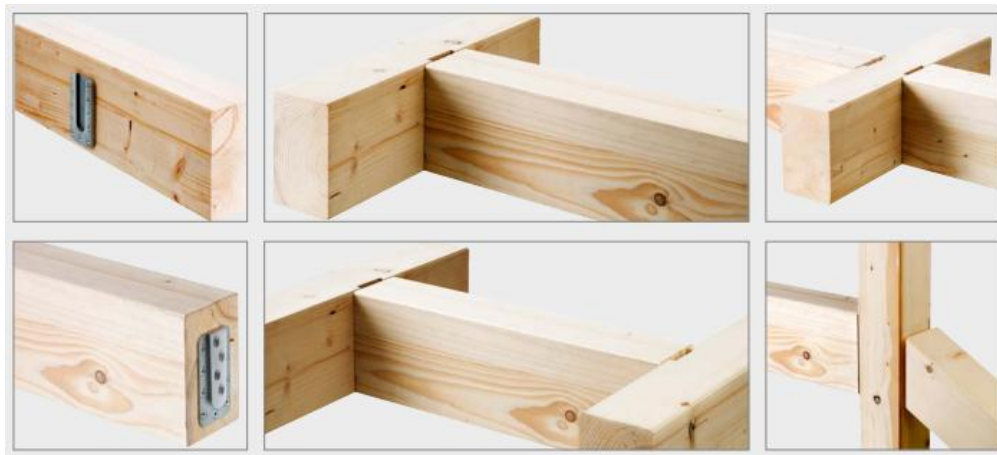
Slika 35: Prikaz presjeka DT prolaza sa ključnim kotama; M 1:20

Slika 35 prikazuje presjek toplog prolaza. Glavni nosač (20 x 50 cm) je odignut 10 cm od tla kako bi se omogućio prolaz zraka, završna letvica (2 x 8 cm) kod drvene fasade ima poluutor koji služi kao okapnica. Kao glavnu izolacijsku ispunu odabrali smo mineralnu vunu zbog njezinih povoljnih toplinskih svojstava.



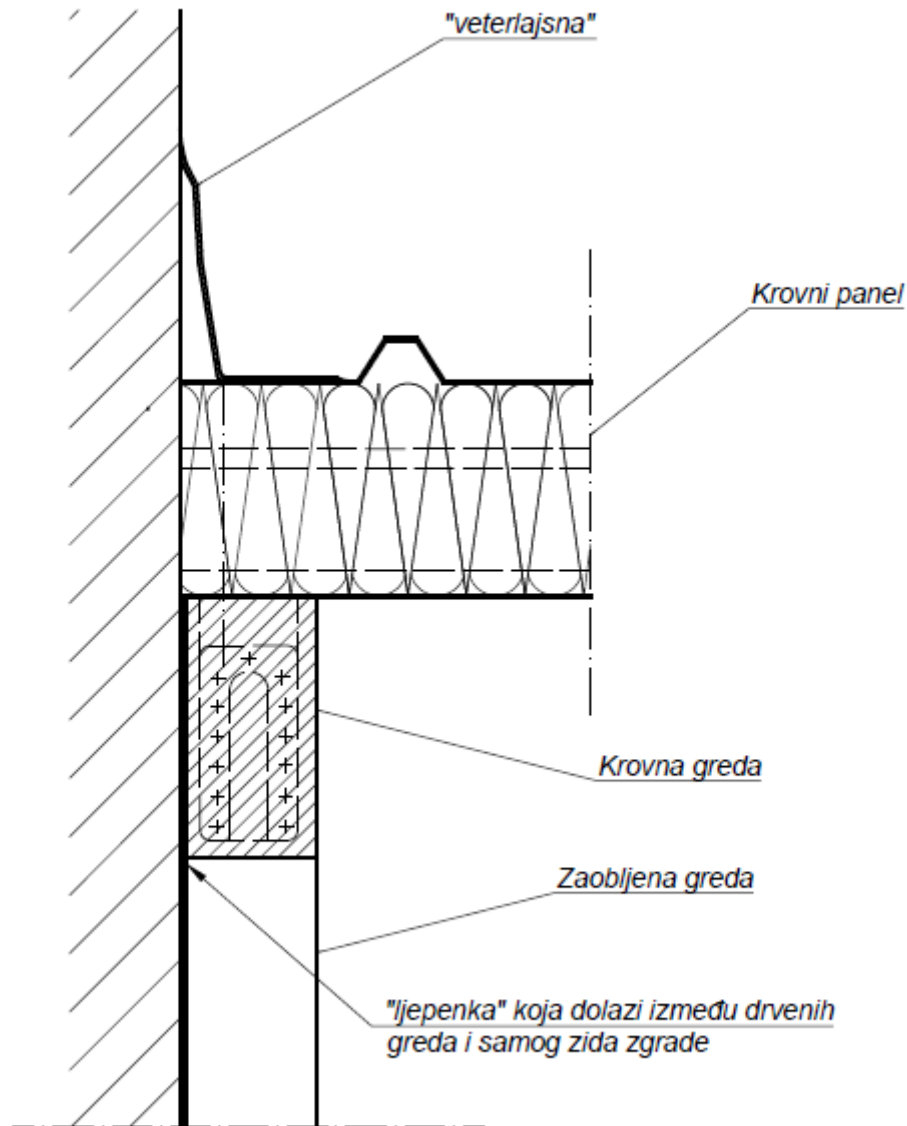
Slika 36: Detalj A koji je označen na presjeku A; M 1:5

Na slici 36 vidljiv je spoj krovnog panela (20 cm), krovne grede (10 x 20 cm) sa staklenom fasadom i zaobljenom gredom (10 x 20 cm). Spoj staklene fasade s krovnim limenim panelom je pomalo specifičan, ali potpuno izvediv. Staklena fasada se učvršćuje na zaobljene grede sa spojnicaama koje su prikazane na slici 37 po uzoru iz brošure tvrtke Wicona (Witect str.18-19). Dio staklene fasade ulazi u poluutor izveden na limenom krovnom panelu, ostali prostor poluutora se ispunjava trajno elastičnim i vodootpornim kitom, a na to sve dolazi limena okapnica, koja je savijena i ima svrhu sljemena tako da voda ni na koji način ne bi mogla ulaziti u sam spoj, a tako na kraju u interijer.



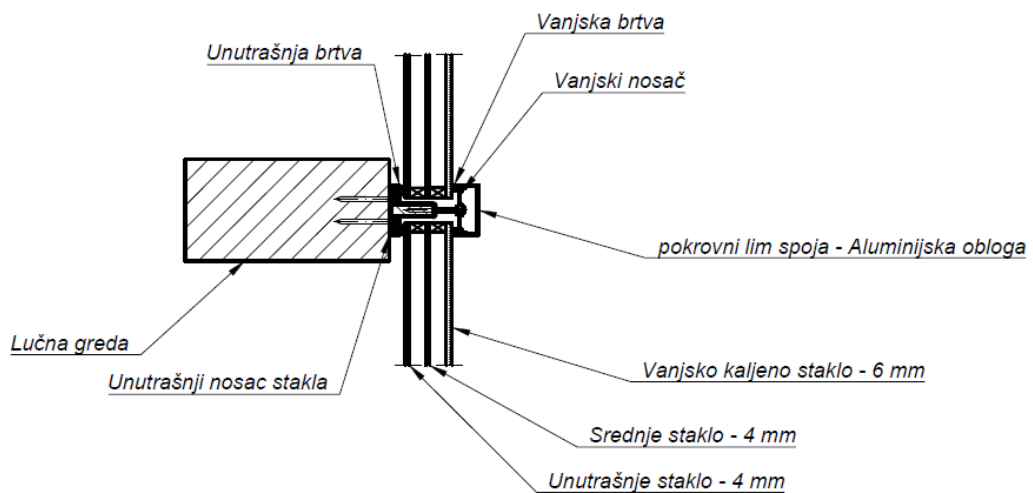
Slika 37: Prikaz HVP spojnice za drvene grede (www.vijci.com)

Spoj između krovne grede i zaobljene grede je izveden sa HVP spojnicom po uzoru iz kataloga Rothofixing (2011./2012.). Ovaj spoj je odabran zbog čvrstoće i zbog toga jer nastali spoj nije vidljiv već je na neki način skriven.



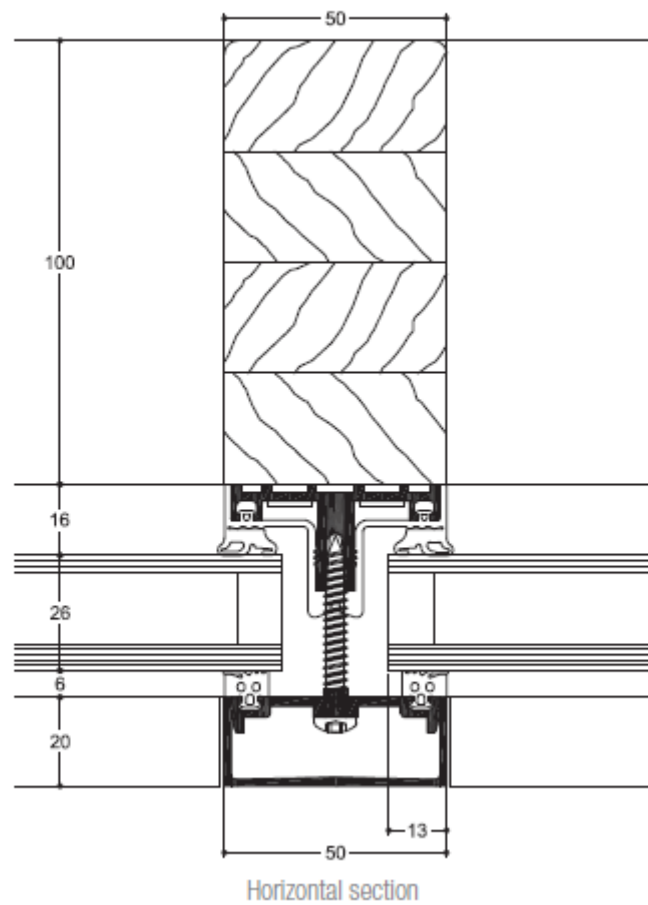
Slika 38: Presjek A1 – A1; M 1:5; spoja samog vrha toplog prolaza sa zidom

Na slici 38 prikazan je spoj vrha toplog prolaza sa zidom zgrade, bitan detalj je da drvene grede ne dolaze nikako direktno u kontakt sa zidom zgrade, već se između njih i zida nalazi neki materijal kao izolacija, u ovom konkretnom primjeru je to ljepenka. Također se može jasno vidjeti spoj krovne grede sa zaobljenom gredom pomoću HVP spojnice. Krovni limeni panel se učvršćuje na krovnu gredu pomoću vijaka koji na glavi vijka imaju brtvu. Završna limena lajsna „veterlajsna“ koja dolazi u sam kut spoja krovnog panela i zida, služi kako bi se voda koja se slijeva po zidu usmjerila na krovni panel, a ne u sam spoj toplog prolaza s postojećim zidom.



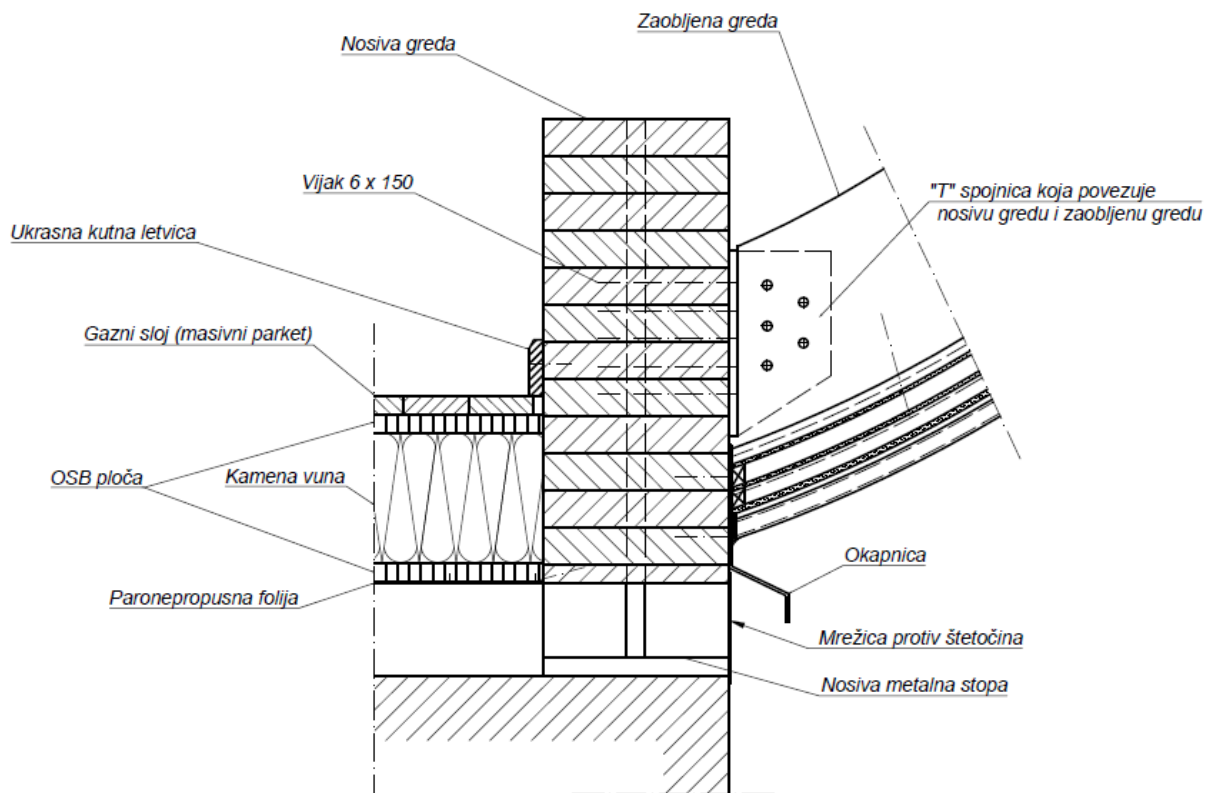
Slika 39: Presjek C1 – C1; M 1:5 ; prikaz samog spoja staklene fasade sa zaobljenim gredama
Prilagođeno prema brošuri Wictec (Str. 18-19) (www.wicona.com)

Slika 39 prikazuje način spajanja staklene fasade sa zaobljenom konstrukcijom. Prvo se montira unutarnji nosač stakla koji se vijcima pričvršćuje za zaobljene grede, a na sebi ima brtvu. Nakon toga se stavljaju stakleni paneli, na staklene panele dolazi vanjski nosač koji ima svoju brtvu i on se sa vijcima pričvršćuje za unutarnji nosač i pritegne kako bi u potpunosti držao staklenu fasadu. Na sve to dolazi pokrovni lim, čija je svrha dekorativna, ali i kako voda ne bi direktno dolazila do vijaka. Ovaj spoj je po uzoru na spoj iz brošure Wictec.



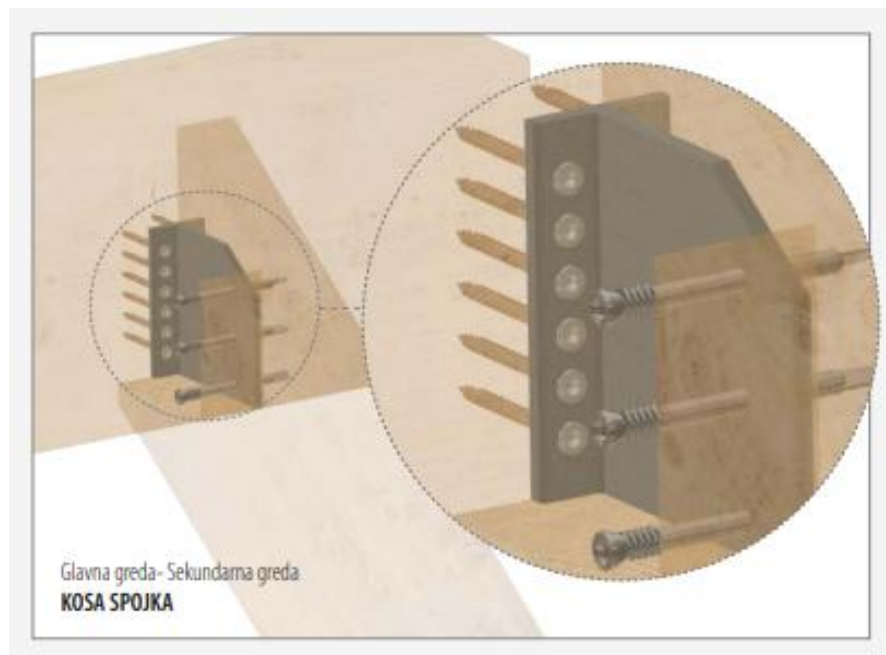
Slika 40: Prikaz izvornog detalja fasade po kojem je projektirana fasada za idejno rješenje toplog prolaza (www.wicona.com)

Na slici 40 se vidi da je temeljna razlika u tome što je na idejnom rješenju toplog prolaza fasada sa 3 stakla dok je na detalju iz brošure fasada sa 2 stakla.

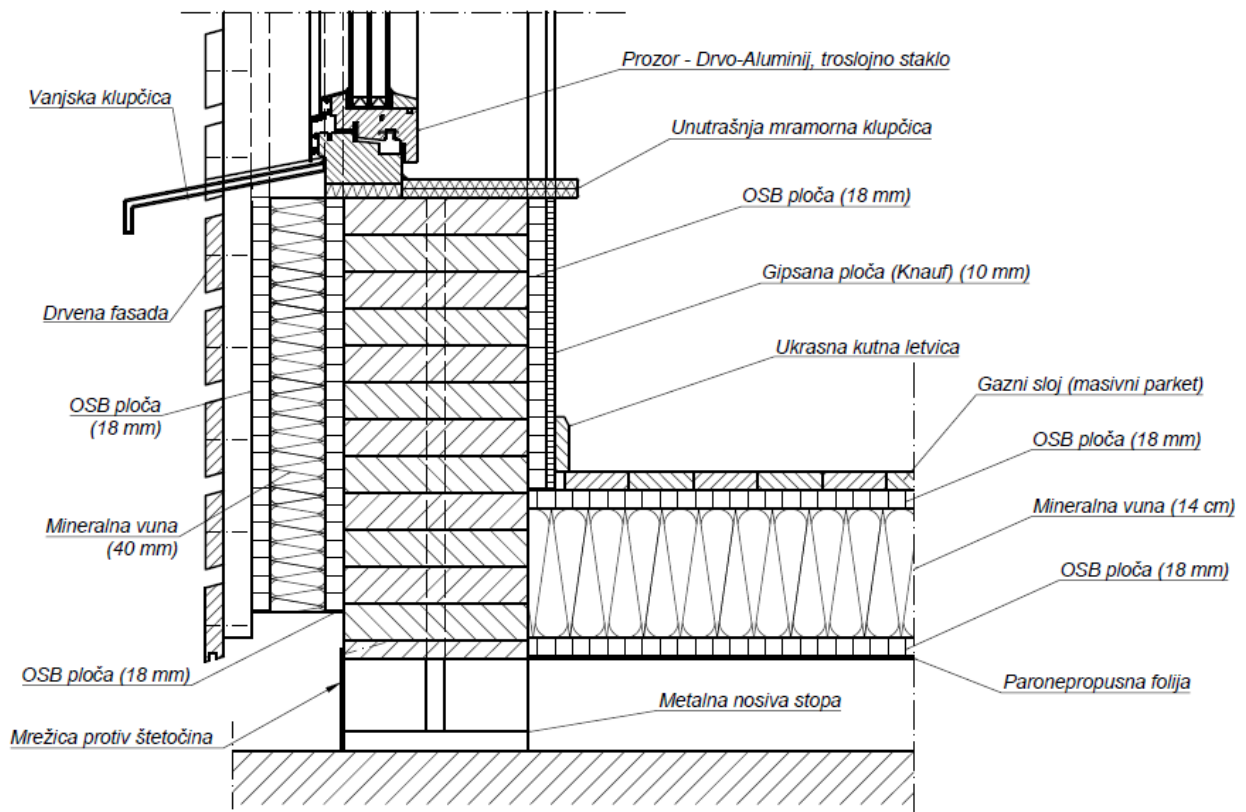


Slika 41: Detalj B koji je označen na presjeku A; M 1:5

Slika 41 prikazuje spoj desne nosive lamelirane grede (20 x 50 cm) sa zaobljenom gredom (10 x 20 cm), kao i sama konstrukcija poda (20 cm). Konstrukcija poda je povezana na način koji je vidljiv na slici 32. T spojnica projektirana je po uzoru na „kosu spojku“ iz kataloga Rothofixing (2011./2012.). Jedina razlika između T spojnice koja je u izvedbenom rješenju i ove spojnice na slici je skošenje, koje je kod izvedbenog rješenja moralo biti veće zbog zaobljene grede.

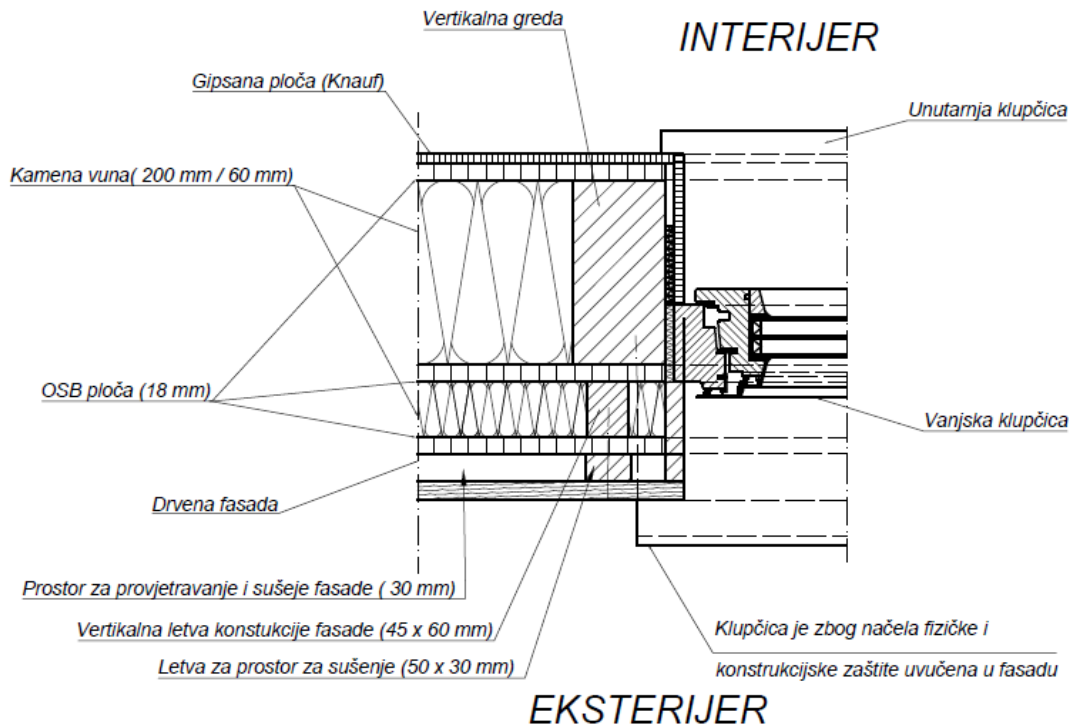


Slika 42: Prikaz kose spojke po kojoj je projektirana T spojnica (www.vijci.com)



Slika 43: Detalj C koji je označen na presjeku A; M 1:5

Na slici 43 vidljiv je spoj ravnog zida s podom. Na glavni lamelirani nosač dolazi prozor, klupčica je s vanjske strane postavljena sa skošenjem od 15° kako se voda ne bi mogla zadržavati kod prozora, a sama fasada je debljine 15 cm s ispunom od mineralne vune. Ukupna debljina zida je 37,4 cm.



Slika 44: Presjek C – C; M 1:5; presjek prozora i fasade

Slika 44 prikazuje tlocrtni presjek vanjskog ravnog zida koji ima drvenu fasadu. Sendvič zida na dijelu konstrukcije koji nema prozor je debljine od 37,4 cm sa mineralnom vunom (20 cm) kao ispunom. Kako bi se ovaj projekt mogao svrstati u viši energetski razred potrebno je predložiti toplinsku izolaciju fasade adekvatne debljine, pa zbog toga imamo debljinu mineralne vune u zidu od 20 cm i potom u samom sendviču fasade od 6 cm. Prozor je dovoljno uvučen u sam zid kako bi kiša čim manje mogla padati direktno po njemu, ali nije previše kako ne bi moglo doći do pojave hladnog mosta.

Kako bi u interijeru bilo dovoljno prirodne svjetlosti topli prolaz je zamišljen s puno staklenih ploha i sa svijetlim tonovima drva i zidova. Sam zid na kojem se nalaze prozori je u interijeru obložen gipsanim pločama koje su u konačnici obrađene i dovedene do bijele boje.

6. MATERIJALI U IDEJNOM RJEŠENJU

U ovom će poglavlju biti ukratko predstavljene materijali koji su potrebni za sastavljanje ovakvog toplog prolaza te njihova procijenjena količina.

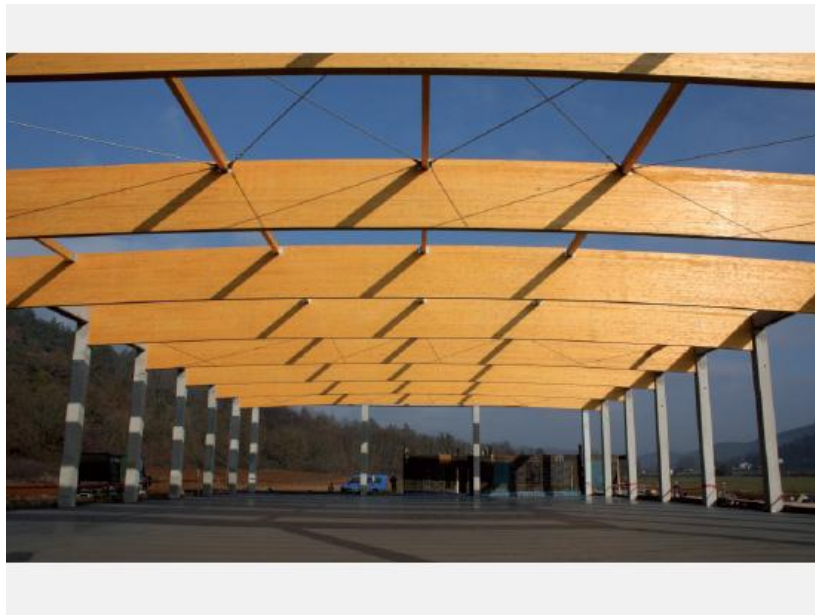
„Pasivna kuća ne uvjetuje materijale koji su ili će biti u upotrebi, ona uvjetuje korištenje i očuvanje energije“ (Cotterell, Dadeby, 2012).

6.1. Lijepljeno lamelirano drvo (LVL)

Sve grede u ovom idejnom rješenju će biti lamelirani lijepljeni nosači, zbog njihovih izvrsnih mehaničkih svojstava, a i kako bi se na neki način podigla svijest o iskorištenju drvene građe koja se bi mogla smatrati drvnim ostatkom. Lamelirano drvo omogućuje daleko veće iskorištenje drvene građe, jer se sastoji od kraćih elemenata koje možemo dobiti iz komada koji bi u nekim slučajevima bili drveni ostaci. Lijepljeno lamelirano drvo je građevinski materijal dobiven od tankih drvenih elemenata podjednake širine (dasaka) postavljenih jedan preko drugog, slijepljenih u međusobnim spojnima ravninama određenim vrstama ljepila pod određenim uvjetima i predstavlja najčešće štapasti element konstrukcije praktično neograničenih dimenzija poprečnog presjeka i dužine. Zbog dobrih karakteristika lijepljenog lameliranog drva moguće je izvođenje konstrukcija raspona čak i preko 100 m.

Drvo je prirodno gledajući slab vodič topline, što je odlično ukoliko je riječ o toplinskoj izolaciji. Postoji izrazito mala opasnost od pojave toplinskih mostova na vanjskim zidovima od drva. Drvo je, slično kao kod toplinske izolacije tankih drvenih zidova, izvrstan zvučni izolator. Dobra zvučna zaštita postiže se kombinacijom različitih materijala i različitim načinima postavljanja.

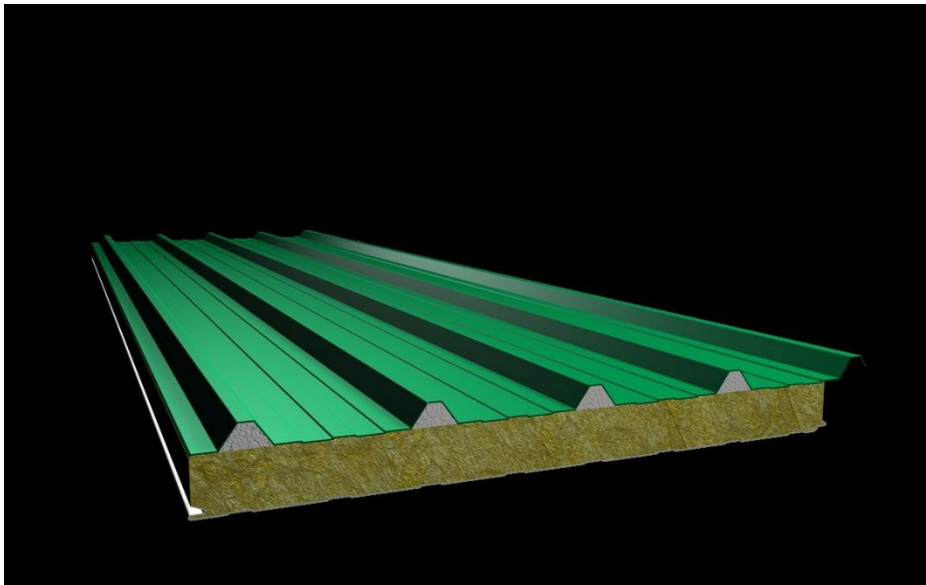
Potrebna količina – zaobljenih greda, krovnih greda i vertikalnih greda je 11 komada. Sama duljina i dimenzije presjeka ovisne su o tome zadovoljava li ovaj projekt statičke proračune koje će biti potrebno napraviti.



Slika 45: Prikaz lijepljenog lameliranog drva kao krovne konstrukcije (www.drvene-konstrukcije.hr 2018)

6.2. Krovni limeni paneli

U ovom idejnom rješenju odabran je krovni panel s toplinskom izolacijom od kamene vune nazivne debljine od 20 cm. Obloga samog panela je od profiliranih čeličnih limova. Duljina ovih panela se proizvodi prema zahtjevu, a za ovaj projekt bilo bi potrebno oko 42,4 m² tih krovni limenih panela. Tvrtka je objavila podatak u svom katalogu da taj odabrani limeni panel nazivne debljine 20 cm ima koeficijent toplinske vodljivosti od 0,228 w/m²K što je u potpunosti zadovoljavajuće. Paneli koje sam uzimao kao mjerodavne i prema kojima sam se orijentirao su paneli tvrtke „Lim–mont d.o.o.“, te sam u njihovom online katalogu pronašao panel koji sam ukomponirao u idejno rješenje (<http://www.lim-mont.hr/#!/product?language=HR&category=8e1004cd-958d-4ac7-af8b-77d1536248ec&article=de07b937-63fd-48f9-81c4-2349caefd260>).



Slika 46: Prikaz primjera panela koji je odabran za idejno rješenje (www.lim-mont.hr 2018)

6.3. OSB ploče

To su drvene ploče koje spadaju u skupinu ploča iverica s makroiverjem. „Ideja o proizvodnji OSB ploča rezultat je osjetnijeg manjka furnirskih trupaca i pada svjetske proizvodnje furnirskih ploča za potrebe graditeljstva. Stoga se tražio materijal koji bi mogao zamijeniti furnirske ploče (ponajprije u graditeljstvu), a za proizvodnju kojih ne bi trebala visokokvalitetna drvena sirovina.“ (Jambrečković, 2004).

OSB ploča je u ovom projektu uglavnom predviđena kao konstrukcijski materijal. Zbog dovoljne debljine mineralne vune u konstrukciji zida toplinska svojstva OSB ploče nisu od prevelike važnosti, prema literaturi koeficijent toplinske vodljivosti iznosi 0,13 W/mK (*Hugues i ostali, 2004*), a bilo bi je potrebno oko 128, 7 m² i to debljine od 18 mm.

6.4. Staklena fasada

Dizajn staklene fasade je inspiriran raznim zaobljenim modernim neboderima, a sam način pričvršćivanja i tip staklene fasade odabran je po katalogu jednog od vodećih svjetskih proizvođača staklenih fasada: „Wicona“. Fasada koju smo predvidjeli je fiksnog tipa, što znači da na samoj staklenoj fasadi neće biti mogućnosti otvaranja. Razlog tome je taj da smo na suprotnoj strani predvidjeli 4 prozora većih dimenzija kako bi omogućili trajno i naglo provjetravanje. Izolacijsko staklo fasade sastavljeno je od tri staklene ploče koje su na rubu međusobno povezane. Veza omogućava besprijeckorno i dugotrajno brtvljenje, a međuprostor je ispunjen suhim zrakom ili plinom. Razmak između staklenih ploča osiguran je aluminijskim držačima koji su ispunjeni sredstvima za sušenje. Izolacijsko staklo se može proizvoditi u kombinaciji s kaljenim ili slojevitim staklom. Ako se u međuprostor postave ukrasni profili dobiva se dekorativno izolacijsko staklo. Kod ovakvog tipa fasade nema propuha i pojave kondenzata pa se mogu koristiti veće staklene površine za zadanu sobnu temperaturu bez povećanih troškova, također kod ovakve fasade je manji utrošak energije.

Kao što je sada trend u svijetu tako i ova staklena fasada sadrži dvoslojno IZO staklo od kojih je jedno staklo niske emisije (Low-E) te s još jednim staklom koje mora biti kaljeno radi zaštite i ono naravno dolazi s vanjske strane. Svakako je bitno napomenuti da je kod staklene fasade potrebno koristiti samo najkvalitetnije brtve, te se samo proces brtvljenja mora izvesti besprijeckorno kako ne bi moglo doći do prokišnjavanja.



Slika 47: Primjer staklene fasade na drvenoj konstrukciji (www.eurostarfen.com)

6.5. Parna brana (paronepropusna folija)

Parna brana - visoko vrijedni izolacijski sloj postavljen ispod termoizolacije, služi sa sprečavanje ulaska vodene pare u termoizolaciju kako ne bi došlo do propadanja termoizolacije. Najčešće je to polietilen visoke gustoće ili bitumen s aluminijskim uloškom. U ovom idejnom rješenju parna brana nije predviđena za krovne konstrukcije kao što je inače, već za podnu konstrukciju kako voda prilikom isparavanja ne bi mogla ulaziti iz tla u podnu konstrukciju i samim time stvoriti pogodne uvijete za biološku razgradnju drvnih elemenata.



Slika 48: Prikaz instalacije parne brane kod tavanskog stana (www.gradimo.hr)

Parna brana se može instalirati na nekoliko načina. postoje parne brane koje se montiraju pomoću čavlića, postoje one koje se zagrijavaju i samim time lijepe na površinu te one koje se mogu lijepiti bez potrebe zagrijavanja.

6.6. Prozori

Prozor koji je odabran za ovaj idejni projekt je prozor kombinacije drva i aluminijska, a potrebna količina prema idejnom rješenju bila bi: 4 komada. Dimenzije prozora nisu u potpunosti definirane zbog potencijalnih varijacija u dimenzijama toplog prolaza nakon statičkih proračuna.

Drveni prozori s aluminijskom vanjskom oblogom su ponajbolje rješenje trajne i funkcijski pravilne izvedbe prozora. Prednosti drva koriste se u smislu niske cijene, dobre krutosti i stabilnosti, estetskog unutrašnjeg dojma i vrhunskih izolacijskih svojstava. Aluminijska obloga na vanjskoj strani treba eliminirati osnovne nedostatke drva, a to su podložnost propadanju vanjskih slojeva uslijed djelovanja atmosferilija i smanjenje rizika navlaživanja. Vanjska aluminijska obloga je demontažna te se u slučaju održavanja ili zamjene kod velikih oštećenja može u potpunosti zamijeniti. Kod nas su ti prozori od 40% do 50 % skuplji od drvenih i to im je možda i ponajveća mana, jer jako puno osoba prilikom gradnje ili renovacije mora odabrati jeftinije, a samim time i lošije rješenje (Turkulin i dr., 2005).

Aluminijske oplate su prvotno bile razvijene iz maski termički odvojenih prozorskih profila od aluminijska, a poboljšanjem tehnologije presvlake (praškasta presvlaka) odnosno jeftinim eloksiranjem ove aluminijske maske adaptirane su i za zaštitu drvenih profila od atmosferskih utjecaja. Kao materijal za aluminijske pokrove se koriste prešani profili. Kutni spoj se može izraditi korištenjem metalnog kutnika i učvršćivanjem profila s metalnim kutnikom ili tupim zavarivanjem. Jeftinija varijanta je spajanje kutnikom jer su troškovi naknadne obrade izrazito povoljni i može se koristiti već gotovi elementi koji su površinski obrađeni. (Lisak 2013)



Slika 49: Prikaz prozora sa drvom i aluminijskom vanjskom oblogom (/www.marlex.hr)

Vanjska strana prozorske okvirnice je izrađena od aluminijskog profila i otporna je na vremenske utjecaje te ju nije potrebno naknadno zaštićivati, a istodobno osigurava dugotrajnost. PVC profil koji spaja drveni i aluminijski okvir ujedno je izolator koji ima visok stupanj zadržavanja topline odnosno hladnoće. Drveni okvir koji se nalazi s unutrašnje strane daje prostoru toplinu prirodnih materijala.

7. ZAKLJUČAK

Ovom prilikom želio bi se zahvaliti profesoru doc.dr.sc Vjekoslav Živković koji mi je omogućio izradu ovog rada i korisnim savjetima pomogao oko izrade ovog završnog rada.

Izrada ovog rada bila je izrazito zanimljiva i naučio sam puno novih činjenica o raznim građevinskim materijalima. Posebno je bilo inspirirajuće to što sam kao zadatak dobio konkretan problem na koji je trebalo pokušati pronaći rješenje koje bi se jednog dana moglo uzeti u obzir prilikom realizacije.

Jedna od najvažnijih stavki koje sam primijetio prilikom izrade ovog završnog rada je razvoj drvenih konstrukcija od drevnih početaka pa do današnjeg dana.

Ideja koju sam predložio je u potpunosti izvediva što se tiče oblika i gabaritnih dimenzija, ono što je diskutabilno i što nisam htio raditi je dimenzionirati nosive grede kako ne bi moglo doći do zabune da je to na bilo koji način provjereno računom i statički ispravno.

LITERATURA

1. Bogdanović V; Vasov M, (2016./2017.) Kosi krovovi, drvene krovne konstrukcije; predavanja sa kolegija „Arhitektonske konstrukcije 2“
2. Cotterell J.; Dadeby A. (2012) The passivhaus handbook: A practical guide to constructing and retrofitting buildings for ultra-low energy performance. Reprinted in 2013. by UIT / Green Books PO Box 145, Cambridge CB4 1GQ, UK
3. Čizmar D. Povijesni pregled drvenih konstrukcija; predavanja sa kolegija: Drvene konstrukcije (10.7.2018.)
4. Hugues T.; Steiger L.; Weber J. Timber construction: Details, products, case studies, 2004 unmodified reprint 2008. Institut fur internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, P.O.Box 33 06 60, D-80066 Munich, Germany
5. Jambreković V. Drvene ploče i emisija formaldehida, 2004; Šumarski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb (Str. 27.)
6. Jirouš-Rajković V.; Turkulin, H. (2003) Stručni rad; Postojanost drva na pročeljima, 2. dio: Površinska obrada drva na pročeljima
7. Turkulin, H (2002) Stručni rad; Postojanost drva na pročeljima², 1. dio: Fizička i konstrukcijska zaštita
8. Turkulin, H; Živković, V; Jambrošić, T. (2005) *Choice of materials for windows manufacturing*. 7th International conference: Durability and quality of structural wood products, Zagreb, Hrvatska,
9. Lisak M; Novi konstrukcijski oblici prozora, 2013; Završni rad (Str. 13.-14.)
10. Rothofixing: Drvodjelstvo, 2011./ 2012.; Katalog, (Str.64. i 86.)

WWW. Izvori

1. Amy Laughinghouse hits the road (18.9.2018.) http://amylaughinghouse.com/trier-germany-ancient-roman-city/trier-constantine-basilica_2072_102317/
2. Architectural fetures in ancient greek buildings (18.9.2018.) <http://action-crete-homes.com/architectural-features-in-ancient-greek-buildings/>
3. Dataholz; Online katalog; (25.7.2018.) <https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand/detail/kz/awroho02a.htm>
4. Deviant art, online portal za objavljivanje fotografija,(18.9.2018.) <https://www.deviantart.com/kristinecabili/art/Bouleuterion-in-Ancient-Greece-517722539>
5. Eurostar fenestration (25.7.2018.) <http://www.eurostarfen.com/gallery2.htm>
6. Hrvatska enciklopedija (18.9.2018.) <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=22982>
7. Livius, online portal (18.9.2018.) <http://www.livius.org/pictures/a/roman-empire/caesar-s-bridge-across-the-rhine/>
8. Marlex d.o.o. (26.7.2018.) <http://www.marlex.hr/drvo-aluminij/>

9. Multiplode6 (18.9.2018.) <http://www.multiplode6.com/the-endless-interior-calgarys-plus-15-skywalk-system/>
10. Nadilo, B. (2011) Iz povijesti graditeljstva, online časopis „Graditeljstvo.hr.“ <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-63-2011-11-08.pdf>
11. Pinterest (Izvor: <https://www.pinterest.ie/pin/384283780693340929/visual-search/?x=0&y=0&w=450&h=320>)
12. Online portal „Gradimo.hr“ (25.7.2018.) <http://www.gradimo.hr/parna-brana>
13. Portal katoličkog tjednika „Nedjelja“ (18.9.2018.) <https://www.nedjelja.ba/hr/multimedija/foto-dana/rim-tragovi-povijesti-bazilika-sv-pavla-izvan-zidina/5434>
14. Portal „Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj“ (18.9.2018.) <http://www.enu.fzoeu.hr/info-edu/informiranje-i-edukacija-gradana/informativno-edukativne-brosure>
15. Službena stranica zračne luke „Manchester airport“ (18.9.2018.) <https://www.manchesterairport.co.uk/parking>
16. Turistička stranica „Kuala Lumpur“ (18.9.2018.) <http://www.kuala-lumpur.ws/attractions/petronas-twin-tower.htm>
17. Wicon; Witect online katalog (25.7.2018.) https://www.wicon.com/globalassets/upload/wicon-int/product/witect_50/brochure_witect50_en.pdf?ts=63619303110860000