

UDK 624.011.1(497.11 Sjenica)

DRVENA SKELETNA KONSTRUKCIJA OBJEKTA CENTRA ZA RAZVOJ PEŠTERA U SJENICI

Radovan Cvetković¹, Nemanja Marković², Dragoslav Stojić³

Rezime: U Sjenici, na gotovo 1000m nadmorske visine, izgrađen je objekat Centra za razvoj Peštera. Pomalo neuobičajeno za naše građevinske prilike, investitor je zahtevao da konstrukcija bude od drveta. Objekat je projektovan u konstrukcijskom rasteru 5x5m i izveden je u skeletnom sistemu formiranom od stubova i greda od lepljenog lameliranog drveta I klase. Zidovi koji u ovom sistemu imaju samo funkciju ispune i omeđavanja funkcionalnih celina izvedeni su od drvenih elemenata i odgovarajućih obložnih ploča na bazi drveta. Međuspratne konstrukcije su projektovane i izvedene na sličan način, kao i zidovi, upotrebom drvenih greda postavljenih na 60cm rastera i obložnih slojeva od drveta i gipsa u skladu sa određenim arhitektonskim zahtevima i standardima. Posebna pažnja posvećena je proračunu i projekto-vanju veza između stubova i greda i obezbeđenju prostorne stabilnosti konstrukcije. O svemu napred navedenom rad daje, kroz opise, grafičke priloge i slike, više informacija.

Ključne reči: drvena skeletna konstrukcija, projektovanje i proračun, veze, lepljeno lamelirano drvo.

SKELETON TIMBER STRUCTURE OF THE PESTER DEVELOPMENT CENTER BUILDING IN SJENICA

Abstract: In Sjenica, at almost 1000m above sea level, was built facility of the Center for the development of Pester. A bit unusual for our special occasions, the investor is required to be of timber construction. The building is designed in the structural grid of 5x5m and was performed in the skeletal system formed by columns and beams of glued laminated timber. The walls in this system have a function of filling and the delimitation of functional units. The walls are made of timber elements and the corresponding cladding slab of timber. The floors are designed and constructed in a similar manner as the walls using timber beams set on 60cm distance and cladding layers of timber and plaster in accordance with certain architectural requirements and standards. Special attention was paid to the calculation and design of connections between columns and beams and the stability of spatial structures. About all the above mentioned paper provides, through descriptions, illustrations and images for more information.

Key words: timber skeleton construction, design and calculation, connections, glued laminated timber.

¹ Asistent, mr, dipl. građ. Inž.

² Saradnik, dipl. građ. inž.

³ Redovni profesor, dr, dipl. građ. inž.

1 UVOD

Izgradnja Centra za razvoj Peštera realizovana je se u Sjenici na nadmorskoj visini od, približno, 1000m, tokom proleća i leta 2013.

Objekat je je pravougaone osnove dimenzija 19,80 x 15,0m, spratnosti P+Pk, izveden u skeletnom sistemu u konstrukciji od lepljenog lameliranog drveta. Objekat ima specifičnu arhitektonsku formu koja se ogleda u viševodnom kosom krovu čije su sve krovne ravni pod različitim nagibom projektovane sto je za posledicu imalo i nestandardne oblike zidova, odnosno zidnih drvenih panela potkrovlja, netipiziranu speci-fikaciju konstrukcijskih elemenata skeleta (gotovo da ne postoje dva ista stuba i dve iste grede koje formiraju konstrukciju potkrovlja) i krovnu konstrukciju u kojoj ni jedan rog nema svog „blizanca". U jednom delu gabarita predviđena je podstanica centralnog grejanja koja je u potpunosti izvedena kao klasična zidana kon-strukcija, u drugom delu konstrukcija se oslanja na čelični stub, koji ide kroz celu visinu obe etaže, ostalo je izvedeno u drvenoj konstrukciji, ulazna zona je u dominantnim staklenim površinama, tako da je mnogo toga trebalo isplanirati, prilagoditi i uklopiti kako bi se dobila jedna funkcionalna, stabilna i sigurna konstrukcija koja se izvodi i izvedena je u skladu sa odgo-varajućim standardima i propisima za proračun i projektovanje drvenih konstrukcija.

2 KONSTRUKCIJA

Konstrukcija objekta je formirana u drvenom skeletnom sistemu od lepljenog lameliranog drveta četinarina I klase.

Skeletna konstrukcija je formirana od:

- unutrašnjih centralnih stubova složenog porečnog preseka dimenzija 2x12/33cm,
- perifernih stubova prostog poprečnog preseka dimenzija b/h=18/20cm,
- ugaonih stubova dimenzija b/h=20/20cm, izuzev u jugozapadnom uglu gde je planirana ugradnja čeličnog stuba kružnog poprečnog preseka 140...6...1,
- greda u zoni centralnog dela konstrukcije, u ravni međuspratne konstrukcije, dimenzija b/h=14/33cm,
- zakošenih greda u zoni centralnog dela konstrukcije, u ravni iznad prostora potkrovlja, dimenzija b/h=14/33cm,

- greda po obodu konstrukcije u nivou međuspratne konstrukcije dimenzija poprečnog preseka b/h=14/33cm,
- zakošenih greda po obodu konstrukcije u ravni iznad prostora potkrovlja dimenzija poprečnog preseka b/h=14/33cm,
- greda po obodu konstrukcije u nivou međuspratne konstrukcije dimenzija poprečnog preseka b/h=14/33cm,
- rogova b/h=12/20cm,
- elemenata za ukrućenje veza između stubova i greda dimenzija b/d=14/14cm. (veza sa gredama i stubovima se ostvaruje izradom zaseka i ugradnjom zavrtnjeva bez navrtke M10...200.

Kosnici su postavljeni u oba nivoa objekta, tj. u svim fasadnim ravnima i ostalim unutrašnjim vertikalnim ravnima koje se poklapaju sa konstrukcijskim pravcima tako da ne remete funkcionalnost objekta. Položaj kosnika definisan je u statičko-proračunskom modelu konstrukcije.

Veze između konstrukcijskih elemenata, greda i stubova, realizuju se ugradnjom zavrtnjeva sa navrtkom (M12, M14, M16) postavljenom preko odgovarajućih, standardima definisanih podložnih pločica, kružnog oblika, u kombinaciji sa odgovarajućim čeličnim elementima (ugaonicima, papučama, profilisanim trakama, pločama), čija je geometrija precizno definisana u priloženim izvođačkim detaljima. U spojevima stubova i greda izvedeni su zaseci u stubovima kako bi se grede precizno oslonile o njih pre ugradnje čeličnih ugaonika i spojnih sredstava. Ovi zaseci delom prihvataju opterećenje od greda i direktno prenose na stubove tako da stvaraju određenu rezervu nosivosti spojnih sredstava, sto je veoma značajno za oblikovanje izvođačkih detalja.

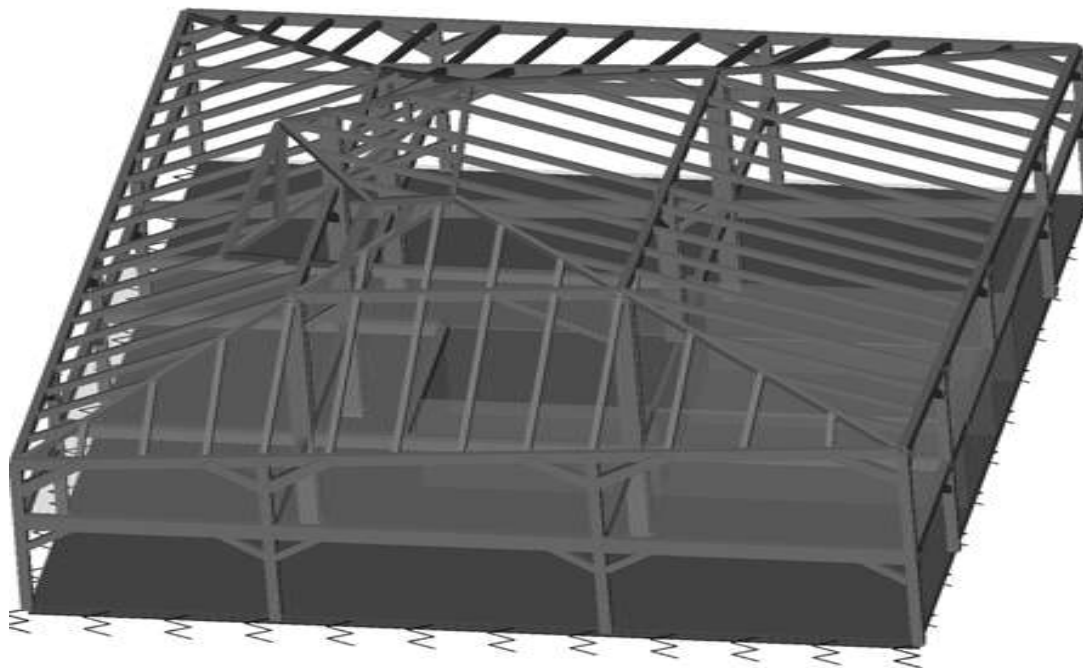
Konstrukcija zidnih panela, opisanih u arhitektonskim detaljima sastoji se od drvene podkonstrukcije sastavljene od stubova dimenzija b/h=8/20/h cm na međusobnom rastojanju od 60cm i okvirnih greda sa gornje i donje strane dimenzija 8/20/L cm. Ovako formirani drveni „kostur“ povezuje se sa stubovima i gredama drvene skeletne konstrukcije (zavrtnjima, čeličnim ugaonicima i čeličnim trakama), popunjava se termoizolacijom u debljini d=20cm i oblaže određeni slojevima materijala definisanim u arhitektonskim detaljima

(OSB ploče, gipsne ploče, enterijerske završne obloge, noseća podkonstrukcija fasade, fasadna obloga od lima).

Međuspratne drvene konstrukcije se sastoje od greda dimenzija 12/24cm, 8/24cm i 8/16cm raspoređenih na međusobnom rastojanju od 60 i 40cm i odgovarajućih obložnih slojeva definisanih arhitektonskim detaljima. MSK grede se oslanjaju na obodne grede noseće drvene, skeletne konstrukcije i na betonske elemente zidanog segmenta konstrukcije objekta (podstanica centralnog grejanja) preko profilisanih čeličnih papuča čija je geometrija data u odgovarajućem prilogu, na osnovu proračuna.

Dokazana je upotrebljivost drvenih međuspratnih konstrukcija ovog objekta u odnosu na kriterijume nivoa vibracija koje se mogu očekivati, a koji su definisani u Evrokodu 5.

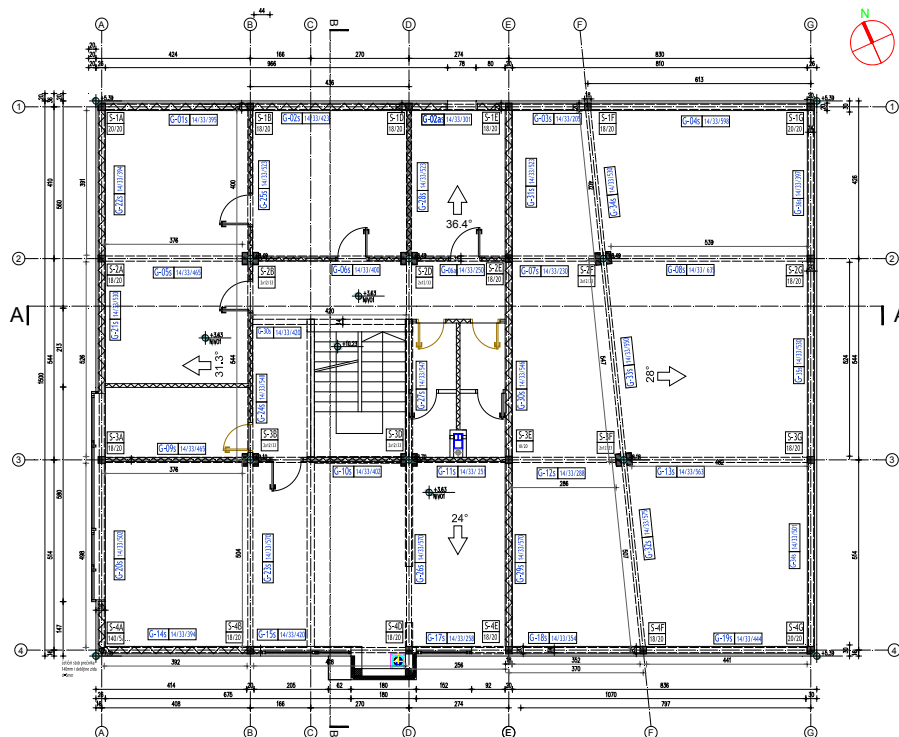
Krovnna konstrukcija objekta je slobodne, četvorovodne forme sa različitim nagibima svake od krovnih ravni što uslovljava definisanje specifične geometrije svakog pojedinog konstrukcijskog elementa. Ta različitost uslovljava i specifično oblikovanje veza između elemenata krovne konstrukcije, elemenata nivoa potkrovlja i centralnih stubova koji se protežu celom visinom objekta. Sve te veze su rešene pomoću čeličnih profilisanih ugaonika i zavrtnjeva. Nad krovnom formom izdiže se konstrukcija svetlarnika naglašenog gabarita koja se oslanja na same elemente krovne konstrukcije. Uklapanje tog konstrukcijskog kubusa u niži konstruktivni sklop tretiran je kao poseban problem i uspešno je sagledavan kroz proces gradnje objekta.



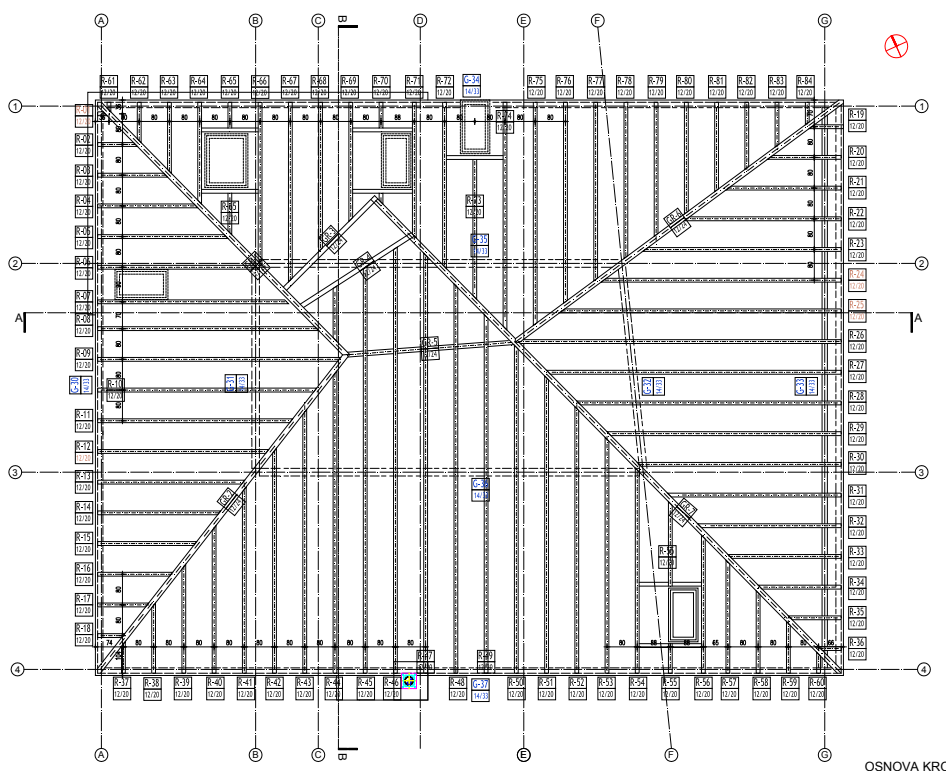
Slika 1. Skeletna drvena konstrukcija –računski model

Konstrukcijski elementi od lepljenog lameliranog drveta (LLD) izrađuje se od četinarske građe I klase i lepi rezorcinskim lepkovima, u svemu prema zahtevanoj tehnologiji. Drvo se štiti od insekata, gljivica i vlage transparentnim premazima na bazi „sadolina“ u tonu koji odredi projektant. Dopunska zaštita drveta se sprovodi protivpožarnim transparentnim premazima atestiranim sredstvom POFEX-W, koje se nanosi na drvo pre drugih zaštitnih premaza.

Okov za vezu elemenata konstrukcije i drvene konstrukcije sa AB temeljnim stopama izvodi se od građevinskog čelika Č-0361 i štiti osnovnom bojom. Okov je, uglavnom, projektovan od čeličnog lima debljine $d=6\text{mm}$, osim okova kojim se stubovi povezuju sa temeljnom konstrukcijom, a koji je debljine $d=10\text{mm}$.



Slika 2. Osnova konstrukcije prizemlja i potkrovlja



Slika 3. Osnova krovne konstrukcije



Slike 3 i 4. Detalj veze greda iz četiri različita pravca i unutraš njeg stuba pomoću čelčnih ugaonih veza (levo) i detalj veze unutrašnjeg stuba složenog poprečnog preseka sa temeljnom konstrukcijom (desno).



Slike 5 i 6. Detalj veze greda prizemlja i potkrovlja sa stubom u fasdnoj ravni (levo) i detalj osnovnih elemenata drvene međuspratne konstrukcije (desno).



Slika 7. Objekt u izgradnji: skeletna konstrukcija od LLD na južnoj strani objekta.



Slika 8. Izgled objekta nakon završetka gradnje

3 ZAKLJUČAK

Na osnovu tekstualnog opisa i niza fotografija nekih detalja i celina drvene konstrukcije, napred pokazanih, jasno je da se radi o objektu, koji je sa izvođačkog i projektantskog aspekta bio određeni izazov. Doslednom procedurom definisanom propisima i standardima za drvene konstrukcije i inženjerskom primenom istih, lako su rešeni neki veoma složeni detalji povezivanja različitih elemenata konstrukcije. Proračunski koraci veza, spojnih sredstava, dimenzija poprečnih preseka konstrukcijskih elemenata nisu dati ovde i deo su originalne projektne dokumentacije. U prvoj fazi formirani drveni skelet, dovoljno verno modeliran u odnosu na realan rad konstrukcije i sračunat u softverskom paketu „Tower“, „ispunjen“ je drvenim zidnim panelima i drvenim međuspratnim konstrukcijama, u drugoj fazi. Na žalost, drvena konstrukcija je arhitektonskim rešenjima enetrijera i eksterijera u dobroj meri „sakrivena“ i, na sreću, zaštićena, tako da će ovaj objekat, uprkos našoj lošoj navici da nedovoljno brinemo i održavamo izvedene objekte, imati dug eksploatacioni vek.

4 LITERATURA

- [1] Glavni projekat konstrukcije Centra za razvoj Peštera, 2012.
- [2] Drvene konstrukcije *Gojković Milan, Stojić Dragoslav Grosknjiga, Beograd, 1996.*
- [3] Rešeni primeri iz teorije i prakse drvenih konstrukcija, *Gojković Milan, Stevanović Boško, Komnenović Milorad, Kuzmanović Sreto, Stojić Dragoslav, Građevinski fakultet, Beograd, 2001.*
- [4] Evrokod 1-EC-1: Osnove proračuna i dejstva na konstrukcije, *Građevinski fakultet, Beograd, 1991.*
- [5] Evrokod 5-EC-5: Proračun drvenih konstrukcija, *Građevinski fakultet Beograd, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš, 1995.*
- [6] Zbirka standarda i propisa drvenih konstrukcija, *Dragoslav Stojić.*