

KONTROLA KVALITETA IZRADE DRVENIH KROVNIH KONSTRUKCIJA

THE QUALITY CONTROL OF PROCESSING TIMBER ROOF STRUCTURES

Prof.dr. Sulejman Meta,
Fakultet Primenjenih Nauka, DUT-Tetovo, Makedonija

REZIME

Drvene krovne konstrukcije predstavljaju završni radovi prilikom pokrivanja građevinskih objekata, s čime se i završava takozvana kara-japija gradnje. Prilikom izvođenja završnih radova pokrivanja objekata, često dolazi do propusta koji kasnije negativno utiču kao na samu gradnju tako i na okolinu. Prošlih nekoliko godina u Makedoniji desile su se nekoliko havarija na krovnim konstrukcijama koje su se srušile kao posledica delovanja vetra. Prilikom istraživanja uzroka koji su doveli do havarija, pored ostalog, utvrđeno je da kvalitet izrade nije bio adekvatan, i u ovom radu su detaljnije obrađeni neki od nedostataka i dati preporuke za poboljšanje stanja.

Ključne riječi: kvalitet izrade, drvene konstrukcije, krovovi.

SUMMARY

Wooden roof constructions are finishing works in covering building objects, through which the so-called kara-japija of the construction is finalized. The final works during the covering of the buildings, often leads to failure, which subsequently negatively affect as the building itself and the environment. During the past few years in Macedonia there have been several accidents on the roof structures that have collapsed as a consequence of the wind. Investigating the causes that led to failures, among other things, it was found that the build quality was not adequate, so, in this paper some more of the shortcomings are processed and made recommendations for improvement.

Keywords: build quality, wooden structures, roofs.

1. UVOD

Građevinski objekti nisko i visokogradnje moraju biti zaštićeni od vremenskih uticaja, posebno od padavina kao što su kiše grad i sneg. U Makedoniji veći deo objekata je sa nagibnim krovovima, dok jedan manji deo je sa ravnim krovovima. Objekti koji imaju ravne krovove zaštićuju se izolacijom, koja tokom vremena, zbog velike temperaturne razlike i drugih razloga, popušta i dolazi do procurivanja i kvašenja samog objekta. Gradnja javnih i privatnih objekata sa ravnim krovovima bio je trend zadnjih decenija, međutim isti su se pokazali kao nepraktični zbog gorenavedenih nedostataka. Zadnjih godina, zbog sve veće potražnje stanbenog prostora, građene su nadgradnje nad postojećim objektima, najčešće kao mansandre, ali u većini slučajeva podizani i nadgrađivani su i po dva nova sprata (sl. 1 i 2). Ovaj trend građenja nadgradnje nad objektima dovodi do promene stabilnosti samog objekta, kao i to da direktno utiče i na stabilnost samog krova koji se podiže na novu visinu, isti

zahteva nove parametre proračuna i dimenzionisanja. Nadgradnje kao i rekonstrukcije krovova izvođeni su i na društvenim objektima. Zbog dotrajalosti kao i promene koje su vršene na objektima, zadnjih godina izvršena je izgradnja novih i rekonstruisani su krovovi na javnim objektima kao što su: opštinske zgrade, bolničke ustanove, škole, obdaništa kao i kod objekata drugih javnih namena.



Slika 1. Nadgradnja od dva nova sprata na postojeći objekat od dva sprata



Slika 2. Nadgradnja nad već ruiniranim objektom

U novembru 2010 godine, na teritoriji Makedonije desile su se nekoliko havarije na javnim objektima, na kojima su stradale krovne konstrukcije koje su se zbog vetra srušile sa zgrada i time ugrozili živa bića i materijalna dobra. Stradale su krovne konstrukcije u tri bolnice: u Ohridu, Gostivaru i Tetovu kao i u nekoliko škola: u osnovnim školama u Trapčin-Dolu kod Kičeva i u Ohridu kao i u gimnaziji u Tetovu. Prilikom pada krova sa zgrade bolnice u Tetovu, smrtno je nastradala jedna osoba dok su se sa teškim povredama zadobile više osoba, bilo je i veće materijalne štete. Prilikom uvida kao i dokumentovanja faktičkog stanja, utvrđeno je mnogo nedostataka kao kod samih drvenih konstrukcija tako i u procesu tenderisanja, nadzora i izvođenja istih. Anomalije koje su dovele do rušenja i padanje krovova, uglavnom su subjektivnog karaktera. Prilikom utvrđivanja razloga koji su doveli do rušenja gorenavedenih krovova, ustanovljeno je da se u svim fazama izgradnje nisu poštovani pre svega zakonski propisi o projektovanju, revizije, kvalitet materijala, nadzora, kvalitet izrade kao i tehničkog prijema.

2. MATERIJAL I METODE

Da bi se utvrdili uzroci rušenja samih krovova, izvršeno je istraživanje u tri pravca i to:

- Prohtevi i postavke zakonske regulative,
- Profesionalni zahtevi projektovanja i
- Kvalitet upotrbljenog materijala i izrade.

Za utvrđivanje faktičkog stanja kvaliteta izrade samih drvenih konstrukcija (treći stav), izvršena su skaniranja na terenu, uzeti su uzorci upotrebljenog materijala i ceo proces rada je arhivovan.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Istraživanja posledica rušenja krovova od udara vetra na objekte tri bolnice kao i na tri objekta osnovnih škola pokazala su da su razlozi višestruki i to:

- Nije ispoštovana zakonska regulativa koja se odnosi na pitanja izgradnje.
- Zapostavljeni su principi i pravila projektovanja.
- Kvalitet izvedbe i upotrebljeni materijal nisu u skladu sa zahtevima tehničkih propisa.

3.1. Zakonska regulativa izgradnje

Od zakona koji regulišu pitanja gradnje objekata, dva zakona direktno imaju implikaciju na temu ovoga rada i to:

- Zakon za gradnju, Služben vesnik RM, br. 130 od 28.10.2009 i
- Zakon za građevinske proizvode, Služben vesnik RM, br. 39/2006.

Zakon za gradnju uređuje pitanja gradnje, osnovne zahteve koje treba da ispuni izgrađeni objekat, potrebna projektna dokumentacija za dobijanje odobrenja za gradnju, prava i obaveze učesnika u gradnji, način upotrebe i održavanje gradbe, kao i druga pitanja od značaja za gradnju (član 1).

U članu 5 ovog Zakona daje se opis rekonstrukcije i izvođenje radova kao i o sanaciji i zamenu konstruktivnih elemenata.

Drugo poglavlje navedenog Zakona uređuje pitanja o zahtevima za gradnju. Prva podtačka ovog poglavlja odnosi se na mehaničku otpornost, stabilnost i mehaničke zaštite. Tačka 4, uređuje pitanja o tome kako treba projektovati građevinu kako ne bi došlo do narušavanja mehaničke otpornosti, stabilnost, posebno seizmičku, kako ne bi došlo do rušenja dela ili cele gradbe.

Podtačka 4, odnosi se na sigurnost pri upotrebi, naglašava se da gradba mora biti projektovana tako što pri korišćenju da se izbegnu moguće povrede lica a koja mogu nastati zbog klizanja, padanja, udaranja, eksplozije i dr.

Treće poglavlje navedenog Zakona (član 12), uređuje pitanja o učesnicima u izgradnji, ovde se navodi da učesnici u izgradnji ne smeju biti nosioci prava na izgradnju i pravna lica koji vrše radove na projektovanju, reviziju, izvođenje i nadzor nad izgradnju. U ovom poglavlju izneti su i sve uslove koje treba da ispunjuju svi učesnici u građenju kao i kakve školske sprema i licence trebaju da poseduju.

Sledeće poglavlje (IV), odnosi se na odobrenja gradnje, gde u prvu podtačku vrši se kategorizacija svih građevinskih objekata na pet kategorije(član 57). Objekti koji su objekt istraživanja našeg rada (bolnice i škole), svrstavaju se u treću kategoriju.

Sedmo poglavlje uređuje pitanja o odobrenja za upotrebu, daju se upute o tome da građevina bude puštena u upotrebu po sastavljenja završnog izveštaja od strane nadzornog inženjera (član 87, povezano sa članom 73), dok odobrenje za upotrebu izdaje nadležni organ (član 58) posle izvršenog tehničkog pregleda, kada se i utvrdi da je gradnja izgrađena u saglasnosti sa osnovnim projektom izvedbenog stanja.

Druga podtačka ovog poglavlja uređuje pitanja povezana za tehnički pregled, gde pored ostalog, predviđeno je da se formira komisija koja će izvršiti tehnički pregled, koja mora imati najmanje tri člana i toliko zamenika kao i ovlašćenje za nadzorni inženjer. Komisiju za tehnički pregled za gradnje treće i četvrte kategorije formira gradonačelnik. Sve radnje koje su potrebne da preduzme komisija za tehnički pregled detaljno su opisane u ovo poglavlje.

Deseto poglavlje odnosi se na nadzor nad sprovođenja Zakona i propisa. Prva podtačka odnosi se na inspekciski nadzor koji treba da sprovede građevinski inženjeri u saglasnosti Zakonom. Prava i dužnosti inspektora detaljno su opisane u drugoj podtački, gde u članu 131/1, daje se za pravo da inspektori vrše inspekciski nadzor u toku gradnje kao i kada na objektu vrše se prenamene konstruktivnih elemenata u pogledu njihove mehaničke otpornosti, stabilnosti i seizmičke zaštite.

Drugi zakon koji ima direktnu implikaciju na problem i temu koja je interes ovog rada je Zakon za građevinske proizvode.Ovaj Zakon uređuje uslove za puštanje građevinskih proizvoda na tržište, postupke atestiranja u saobraznosti sa tehničkim specifikacijama,

sprovođenje posebnih postupaka za priznavanje soobraznosti kao i druga pitanja od značaja za građevinski proizvod.

Ukratko, gorenavedene izvode iz Zakona za gradnju i građevinske proizvode, direktno su povezani sa problemom koji se odnosi na temu ovoga rada i su u direktnoj povezanosti sa ostale postavke za ustanovljavanje razloge havarija samih krovnih konstrukcija.

3.2. Profesionalni zahtevi projektovanja

Prilikom postavljanja projektnog zadatka za projektovanje i dimenzioniranje drvenih krovnih konstrukcija, treba uzeti u obzir sledeće elemente:

- osnova objekta, kotirana dispozicija kao i izgled preseka krova sa svim elementima sastava, kotirana, sa predviđenim uglovima rogova itd.,
- vrsta krovnog pokrivača,
- rastojanje između rogova (obično predviđa se unapred, $\approx 60 \div 100$ cm)
- rastojanje između krovnih vezivača (obično predviđa se unapred, $\approx 300 \div 500$ cm),
- nadmorska visina na koju se izgrađuje objekat,
- vetrovna zona (sa obzirom brzine vetrova, postoje tri zone I, II i III),
- visina objekta kao i stepen zaštićenosti,
- opterećenje snegom,
- težina sopstvene konstrukcije,
- težina unutrašnje konstrukcije (izolacija i sl),
- eventualno opterećenje od radnika (uzima se kao koncentrirana sila intenziteta $P=1,0$ kN)
- kvalitetna klasa drvene građe (I, II, III..., obično uzima se II klasa),
- spojna sredstva, tesarske veze i način ankerisanja,
- dodatni prohtevi u zavisnosti od strukture same krovne konstrukcije.

Sa obzirom na to da autor ovoga rada nije mogao imati pristup kao i dobiti podatke o projektnoj dokumentaciji, nadzora izgradnje, tehničkog prijema itd. koja se odnosi na srušene krovove, u daljem izlaganju biće izneti samo oni elementi kvaliteta upotrebljenog materijala i izrade, koji su imali direktan utučaj na same havarije.

3.3. Kvalitet upotrbljenog materijala i izrade

Kod svih navedenih krovnih konstrukcija, kao primarni materijal upotrebljeno je puno masivno drvo od čamovine i to od jele (*Abies alba*), smrče (*Picea excelsa*) kao i borovina (*Pinus sp*). Zakonski propisi kao i sami principi projektovanja predviđaju da materijal koji se treba ugraditi u konstrukcije da mora da ispunjava određene zahteve, posebno da isti bude u granicama dozvoljenog i standardizovan. Kod krovnih konstrukcija, prilikom proračunavanja i dimenzionisanja istih, uobičajeno se predviđa građa II klase.



Slika 3. *Srušena krovna konstrukcija Tetovske kliničke bolnice*



Slika 4. *Upotreba vanstandardne drvene građe*

Materijal koji je upotrebljavan kod krovnih konstrukcija, pre svega bio je nestandardan sa mnogo nedostataka kao: kvrge veličine veće od 1/3 poprečnog preseka i prelaze kroz ceo poprečni presek greda; trulež i obojenost drveta; greške od insekata (sl. 4); lisičavost i neokrajčenost; nepravilnost i usukanost vlakana; neostranjena srž drveta kao i još mnogo drugih grešaka drveta. U skoro svim elementima konstrukcije uočavaju se više grešaka na jednom rogom, podrožnjačem, slemenici, stubovima kao i na venčanicama i podlimnim daskama.

Sama izrada krovnih konstrukcija kao i montaža elemenata sastava na svim krovovima bile su sa mnogo nedostataka, posebno zanatski redovi tesarstva i stolarstva nisu ispunjavali zahteve izgradnje.



Slika 5. Gruba obrada i oslabljivanje nosećih greda zbog "kratkoče" eksera



Slika 6. Upotreba motorne testere za prerezivanje dasaka, oslabljivanje i oštećivanje nosećih rogova

Kod tesarских radova primećuju se jako grubi i neprofesionalni postupci obrade drveta, svugda kao spojna sredstva upotrebljavani su samo ekseri, tesarске veze ne postoje ili su neprofesionalno urađene i bez potrebne geometrije.



Slika 7. Vezivanje venčanica tankom žicom i armaturom, umesto ankerisanja



Slika 8. Ostavljeni radni nered u osnovi montiranog krova, otpadci od drveta i pokrivačkih radova

Samo ankerisanje krovne konstrukcije i povezivanje sa armirano-betonskom konstrukcijom, vršeno je vezivanjem tankom armaturom (sl. 7), pri čemu sama veza je bila labava, što je i omogućavalo dejstvu vetra da „ljulja” krovnu konstrukciju a zatim i da je sruši. Na slici br. 7 i 8, jasno se uočava nered samoga rada, po završetku montaže krovnih konstrukcija, nisu uklonjeni viškovi i otpadci materijala kao što su: okrajci drveta, parčadi lima, silikonske boce, eksera i drugo.

4. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Sama opasnost koja je nastala rušenjem šest krovnih konstrukcija, kao i materijalna šteta koja je nastala ovim havarijama, jasno daju do znanja da se trebaju preduzeti rigorozne mere u budućnosti, kako bi se eliminisali nedostaci koji nastaju prilikom gradnje krovova. Iz gorenavedenog izlaganja mogu se izvesti i zaključci koji su i materijalno dokazani. Preporuke za daljnje postupanje u smislu odstranjivanja uzroka ovakvih nesreća bile bi sledeće:

1. Pre svega uvesti red i sprovesti zakonske regulative i propise građenja drvenih krovnih konstrukcija,
2. Komisije za tehnički pregled moraju biti sastavljeni od stručne i kompetetne osobe, a ne kao što je bilo do sada, komisije da su formalne prirode. U komisijama za tehnički prijem obavezno uključivati stručnjake drvne-industrije. Kontrola gradnje mora da bude permanentna i u svim fazama gradnje.
3. Posebnu pažnju posvetiti ankerisanja osnove krovne konstrukcije za armorano-betonske nosače, ne primenjivati dosadašni metod i praksu vezivanja žicom i armaturom, koja se pokazala neadekvatnom.
4. Drvena građa koja se upotrebljava za gradnju krovova mora predhono da se prover i ispita, posebno njeno zdravstveno stanje kao i kvalitetna klasa iste.
5. Izvršiti kontrolu ostalih krovnih konstrukcija koji su građeni kao i konstrukcije koje se srušile kako u buduće ne bi došlo do havarija i ugrožavanja živih i materijalnih dobara.
6. Radove izgradnje i rekonstrukcije drvenih krovova, prepuštiti stručnim preduzećima, obučanim i specijalizovanim institucijama.
7. Podići nivo izrade drvenih krovnih konstrukcija uvođenjem višeg stepena obrade (hoblanje drvene građe) i zaštite drveta, kao i odstranjivanje defekata pre montaže u krovnu konstrukciju.

5. LITERATURA

- [1] Adam J., Hausmann K., Junter F.: Industrial buildings – A design manual, Basel-Boston-Berlin, 2004.
- [2] Andrijana Bjelanović, Vlatka Rajčić: “Drvene konstrukcije prema europskim normama”, Zagreb, 2007.
- [3] Велко Стефановски, Бранко Рабациски: “Примарна преработка на дрвото - I дел пиланска преработка на дрвото“, Скопје, 1994.
- [4] Petrović Mihailo: “Zaštita drveta II deo (trulež i obojenost drveta)“, Beograd, 1980.
- [5] Borislav M. Šoškić, Zdravko D. Popović: “Svojstva drveta“, Beograd, 2002.
- [6] K. Wilson and D.J.B. White: “The anatomy of wood: its Diversity and Variability“, London, 1986.
- [7] Sulejman Meta: “Nekvalitetne drvene krovne konstrukcije i njihova opasnost po okolinu“, VI Međunarodno savetovanje na temu: Rizik i bezbednosni inženjering (International conference on Risk and Safety Engineering), Kopaonik, 31.01-05.02.2011.
- [8] Sulejman Meta: “Pričini za rušenje na drvenite krovni konstrukcii na nekolku javni objekti vo Makedonija“ Spisanie “PRESING“, god I/februari Skopje, 2011.
- [9] Sulejman Meta: “Studimi krahasues i disa vetive fiziko-mekanike të drurit të rrobullit (Pinus heldreichii-Christ) që rritet në disa lokalitete në Bjeshkët e Nemuna”, Tiranë, 2004.