

CESTE I MOSTOV

Vol. 33

Zagreb, 1987.

Broj 8



razvoja drvenih primjenjivih u cestogradnji

Sručni rad
UDK 624.011.1.4:625.08
IRRD 35

bačkog velesajma, demontirana i premijeta na lokaciju staroga zagrebačkog velesajma.

Gotovo se zaboravilo da je i mnogo konstrukcija mostova: pješackih, cestovnih i željezničkih sagrađeno od drveta u svijetu i u nas. Velik je broj tih konstrukcija izgrađen za obnove naše zemlje iza II. svjetskog rata. I o tome postoje brojni zapisi i bogata literatura.

U današnjim iznostima investicija u sve naše konstrukcije udio drvenih konstrukcija (osim krovništa malih stambenih jedinica-zgrada) gotovo je zanemariv.

Simpozij o drvenim inženjerskim konstrukcijama održan u Cavtatu 1977. godine bio je prijelomni trenutak u organiziranju afirmacije drvenih konstrukcija u nas. Na tom savjetovanju sastali su se radi razmjene mišljenja i iskustava proizvođači, znanstvenici i nastavnici, arhitekti i inženjeri, građevinari, kemičari i inženjeri sigurnosti, projektanti i tehnolozi i svi oni koje zanimaju proizvodi od drveta. Time je krug zainteresiranih bio zatvoren. O inovacijama u tom materijalu, te novim materijalima na osnovi drveta i plastičnih masa, o suvremenim konstrukcijama i konstruktivnim problemima, zaštiti drveta, posebice protupožarnoj zaštiti, raspravljalo se u, za Jugoslaviju, dosta uskom krugu stručnjaka. Propustila se prilika da se širi krug inženjera, a pogotovu investitora, upozna sa suvremenim drvenim konstrukcijama.

Upoznavanje s novim konstruktivnim rješenjima, novim koncepcijama primjene drveta u inženjerskim konstrukcijama prepušteno je uglavnom edukaciji kadrova na višim i visokim školama i fakultetima te post-diplomskoj nastavi.

To su veliki uspjesi u organiziranju akcije za primjenu drveta u inženjerskim konstrukcijama.

U posljednje vrijeme tiskane su i dvije značajne knjige s tog područja (Gojković, Kujundžić, Zakić). U pripremi je knjiga »Automatski dizajn drvenih konstrukcija« (Žagar). Međutim, propušteno je agresivno organiziranje prema moćnom tzv. »armiranobetonskom lobiju« u nas. Simpозij u Cavtatu bio je zapravo početna stepenica u konsolidaciji kruga entuzijasta koji

CESTEMOSIOM

GLASILO SAVEZA DRUŠTAVA ZA CESTE HRVATSKE I SAVEZA DRUŠTAVA ZA PUTOVE JUGOSLAVIJE



ČASOPIS ZA PROJEKTIRANJE, GRAĐENJE, ODRŽAVANJE I TEHNIČKO-EKONOMSKA PITANJA CESTA, MOSTOVA I AERODROMA

SADRŽAJ

Zvonimir Žagar, Zagreb
Neki trendovi razvoja drvenih konstrukcija primjenjivih u cestogradnji 301
Dubravko Milojević, Zagreb
Optimalno raspoređivanje vozila u javnom gradskom prijevozu 311
Ivan Kamber
Mladen Mauher
Darko Mlinarić, Zagreb
O jednom odrazu rezultata razvrstavanja javnih cesta u SR Hrvatskoj za razdoblje 1986-1990. 319
Naiši mostovi
Cestovni most preko Dunava na relaciji Erdut — Bogojevo (Z. Šimunić) 324
Iz glasila 331

Član Saveza društava za putove Jugoslavije.

Osnovna je svrha časopisa da upozna čitatelje s najnovijim dostignućima i iskustvima u projektiranju, građenju, održavanju te sa svim akcijama na unapređivanju cestovne mreže.

Godišnja pretplata

- za pravne osobe: prvi preplatični primjerak 9000 dinara a svi naredni uz 10% popusta
- za pojedince: 1800 dinara
- za inozemstvo: 80 SAD dolara, a za znakoplovnu ili preporučenu dostavu još 24 SAD dolara
- Pojedini primjerci u prodaji
- za pravne osobe: 750 dinara
- za pojedince: 220 dinara

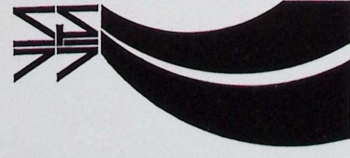
- Cijena oglasa
- za uzemstvo:
 - obojna stranica 1/1 — 50 000 dinara
 - unutarina obojna stranica 1/1 — 35 000 dinara
 - unutarina stranica 1/1 — 30 000 dinara
 - unutarina stranica 1/2 — 20 000 dinara
 - za inozemstvo:
 - unutarina stranica 1/1 — 680 SAD dolara
 - unutarina stranica 1/2 — 500 SAD dolara
 - unutarina stranica 1/4 — 350 SAD dolara

Za tiskanje časopisa koriste se sredstva Saveza republičkih i pokrajinskih samoupravnih interesnih zajednica za naučne delatnosti u SFRJ. Republičke zajednice za znanstveni rad SR Hrvatske te sredstva politička samoupravnog sporazuma o sutfinanciranju časopisa.

UREDNIČKI ODBOR

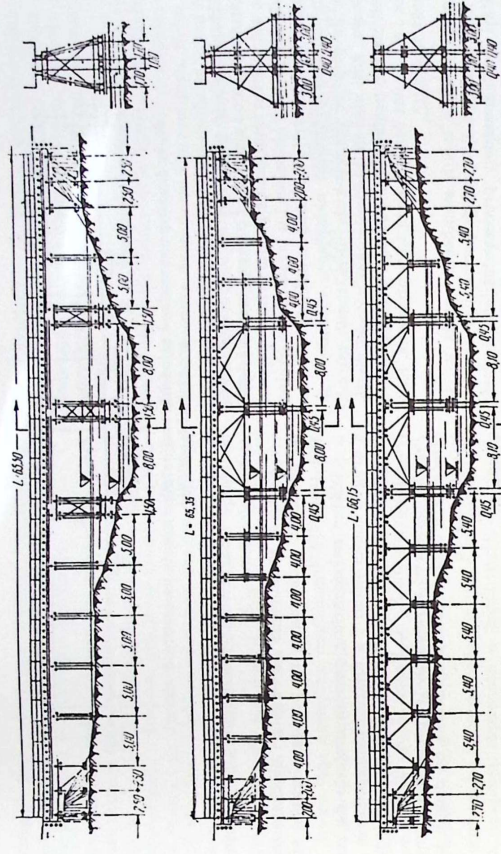
- Glavni i odgovorni urednik: Darko Mlinarić, dipl. inž., Zagreb
Zamjenik gl. i odg. urednika: dr. Zvonimir Marić, dipl. inž., Zagreb
Bald Bakalić, dipl. inž., Split, Tomislav Bilić, dipl. inž., Zagreb, mr. Josip Bošnjak, dipl. inž., Osijek, Josip Buselić, inž., Zagreb, Dušan Deković, inž., Rijeka, Zeljko Kadrović, dipl. inž., Zagreb, Ivan Kamber, prof., Zagreb, Ivica Krasovec, Zagreb, Mario Ladavac, dipl. inž., Pazin, dr. Ivan Urošević, dipl. inž., Zagreb, dr. Ivo Lozić, dipl. inž., Split, dr. Zvonimir Marić, dipl. inž., Zagreb, Darko Mlinarić, dipl. inž., Zagreb, Alojž Petrović, dipl. inž., Zagreb, Julius Pevalek, dipl. inž., Zagreb, Franjo Pregorec, dipl. ek., Zagreb, dr. Zdravko Ramljak, dipl. inž., Zagreb, Josip Sekopeč, dipl. inž., Zagreb, Zlatko Trišler, dipl. inž., Osijek.
- Tehnički urednik: Mirjana Zec, prof.
Klasifikacija i indeksiranje po UDK i IRRD: mr. Davor Sovagović
Grafička obrada: Branko Zlamalnik
Časopis izlazi mjesečno.
Tisak: NISRO »Vjesnik« — OOUR TMG — Pogan VS
Časopis izdaje Savez društava za ceste Hrvatske, Zagreb, Vorčiniina ulica 3, tel. 445-422/63, pošt. pret. 673, žiro-račun 30102-674-271, žiro-račun za inozemstvo kod Privredne banke Zagreb 30101-620-37-00-7210-00761-1

CESTEMOSIOM



IZDAVAČKI SAVJET

- Predsjednik: Ante Smit, dipl. inž., Zagreb
Orhan Avdović, dipl. inž., Skopje, prof. dr. Branimir Babić, dipl. inž., Zagreb, Dragomir Blagović, dipl. ek., Zagreb, Muhammed Čokljić, dipl. inž., Zagreb, Zeljko Hitrec, dipl. inž., Zagreb, Zvonimir Hrestak, dipl. inž., Zagreb, Milan Jerković, dipl. ek., Rijeka, prof. Aleksandar Klemenčić, dipl. inž., Zagreb, Marjan Krajinac, dipl. inž., Zagreb, Luka Markotić, Zagreb, prof. Jaka Miličić, dipl. inž., Svezgar Kuznatović, dipl. inž., Tilograd, Hasan Sarajlić, dipl. inž., Sarajevo, polupuk. Miroslav Stanić, Zagreb, Mihaljo Strešnjak, dipl. ek., Osijek, Ante Smit, dipl. inž., Zagreb, prof. dr. Aleksandar Šolc, dipl. inž., Zagreb, Stanko Štranić, dipl. inž., Novi Sad, prof. dr. Borislav Tadić, dipl. inž., Beograd, Čedo Tomljanović, dipl. inž., Zagreb.

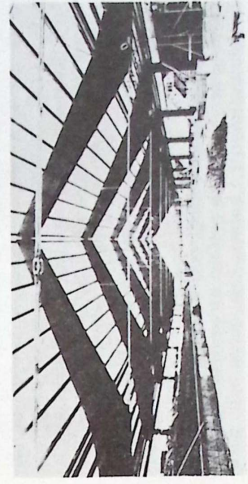


Slika 3. Nekoliko »klasičnih« rješenja prijelaza željezničkim drvenim mostom

Promatramo stoga spektre novih konstrukcija (ili elemenata u konstrukcijama) u kojima su drvo i plastika ravnoopravni s betonom, metalima i drugim građevinskim materijalima, u njihovim napozitivnijim kombinacijama. U spolu s novim materijalima ostvaruju se i nove mogućnosti, pa cijeli taj kompleks postaje atraktivan i industriji i investitorima. Industriji kao industrijski proizvod, koji i sami proizvode i troše, i investitorima poradi konkurentne sposobnosti tih materijala i konstrukcija.

Okolnosti požar razvio u vatrenu stihiju, a drvo ni s tim nije bilo zaštićeno od požara, i što su protupožarne mjere bile manjkave.

No neke druge havarije i katastrofe objekata građani od betona i od čelika izjednačile su ravnotežu na vagi negativnih efekata; ustanovljeno je da se loše

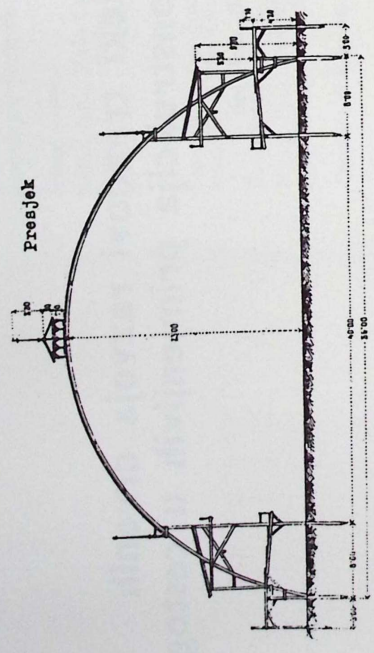


Slika 4. Industrijski objekti

dizajnirane i loše izvedene konstrukcije ponašaju u skladu s vjekovnim statičkim principima stabilnosti i nosivosti i u skladu s reologijama korištenih materijala. (Nedavna požarna havarija u hali stojske željezare pokazala je svu ranjivost čeličnih konstrukcija).

Čelik i metali mogu se reciklirati, opaka djelomice ponovno iskoristiti, a drvo se može vrlo slično reciklirati (rezanjem, piljenjem, sastavljanjem), i iz njega se gorjenjem može dobiti energija za druge potrebe, dok se armirani beton za sada prikladno ne može ekonomski opravdano reciklirati.

Taj problem djelomične reciklaže bio je na primjer vidno prisutan na VII. kongresu SDGJKJ u Cavtatu



Slika 1. Hala pjevačkog festibala u Beču. Prijedlog arh. H. Hntragera, 1918. godine (iz Der Zimmerer-Meister, Festhallen)

se bore za bolje razumijevanje privrede i inženjera u primjeni drvenih konstrukcija u inženjerstvu. Odaujući priznanje velikom djelu pokojnog profesora dr. Sablića, možemo mu se zahvaliti na njegovu entuzijazmu i požrtvornosti u promulgaciji drvenih inženjerskih konstrukcija u nas i u organiziranju toga značajnog simpozija.

U travnju 1986. održan je vrlo značajan 2. simpozij: Suvremene drvene konstrukcije. Održan je na Bledu i izdan je značajni Zbornik radova. Veliki udjel domaćih i stranih stručnjaka iz prakse i iz znanosti (fakulteta i instituta) ukazao je na uspjehe u dizajnu drvenih konstrukcija, nove mogućnosti tehnologije izrade konstrukcija, tumaćenja novih standarda za drvene konstrukcije, urgentne zadatke koje treba istraživati, nove mogućnosti proračuna konstrukcija, protupožarnu zaštitu i sl.

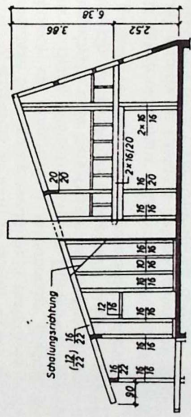
Potpuno limitirano bilo je značenje i primjena drvenih konstrukcija u građnji mostova. Po svemu sudeći izgrađeno je samo nekoliko pješćkih pasarela (Plitvice).

Zapravo bismo se morali čuditi da prednosti drveta kao materijala inženjerskih konstrukcija u zemlji bogatoj drvetom i bogatoj tradicijama u građnji drvetom uopće treba i dokazivati. Drvo je naš tradicionalni materijal s kojim smo stoljećima imali iskustva. Isto kao s kamenom i opekom. Svi su ti materijali ustuknuli pred nadirućim armiranobetonskim konstrukcijama. Pojmovo no je i neshvatljivo da su tek nedavno prvi poratni konstrukcijski inženjerski timovi u našoj državi, u Podravskoj Slaviji, Hoji... — sve nakon svjetskih i domaćih iskustava s drvetom (navedimo samo iskustva s građnjom paviljona na Zagrebčkom veleasajmu, te građnje brojnih mostova prof. Tonkovića, njegovog rebraste kupole nad bazenom Brodarskog instituta u Zagrebu...), te brojnih provizorija građnih nakon rata (sl. 2, 3).

Novi tehnološki procesi i razvoji spajala, pa materijala od drveta, ljepila, zaštitnih sredstava (insekticidnih, antifungicidnih i protupožarnih) riješili su mnoge probleme građenja, spajanja i zaštite drveta. Nove metode proračuna omogućile su bolje sagledavanje rada konstrukcija u prostoru, a i u detaljima spojeva, elementima konstrukcija.

PREDNOSTI I MANE

Suvremene moderne drvene konstrukcije »nove« u smislu primjene drveta, spajala i materijala od drveta, te po koncepcijama prostornog sudjelovanja elemenata u cjelini. Niz tesarskih konstrukcija u kojima obično dominira masa piljene građe, tesane građe (ponekad zadržavajući dimenzije), s kromičnim nedostatkom spajala u čvorovima, u kojima je drvo nezaštićeno od ataka insekata, gljivica i požara, učinilo je dosta štete afirmaciji drvenih konstrukcija u nas. Uvriježilo se mišljenje da drvo nije dovoljno trajan materijal, da gori i da je skupo. Osim toga, od spojnih sredstava većinom se osim tesarskih veza poznaje samo čavao, vijak i skoba. Malo se zna o drugim spajalima i patentiranim materijalima, nazubljenim i narovašenim pločama (na primjer »gangnail« i sl.), a ljepilo se malo koristi. I nedavne nezgode: urušavanja i havarije nekih drvenih konstrukcija (primjerice u Osijeku, Plitvicama, Novom Sadu) i požari (npr. požar krovništa direkcije ZTP-a u Zagrebu, Križevja i dr.), učinilo je podosta antipropagande, u trenu u kojem je drvenim konstrukcijama trebala afirmacijska podrška. Požar krovništa direkcije ZTP-a u Zagrebu, sigurno nije pridonio našim uvjerkavanjima nadležnih organa i investitora u »negorivost« konstrukcija od drveta, bez obzira na to što se sjećajem brojnih

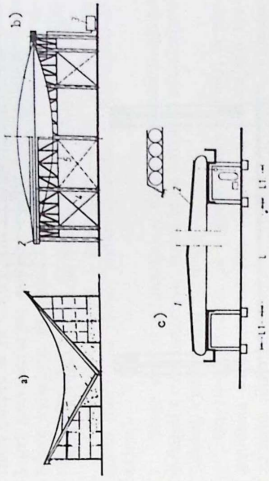


Slika 2. »Mali objekti« — stambena zgrada od drveta (Schwarzwald (H. Blocher))

Smatramo da drvo i proizvode od drveta, te proizvode od polimera, treba danas sintetski razmatrati kao organske materijale. Superiorna svojstva lameliranog drveta i višeslojnih furnirskih ploča proizlaze i iz svojstava ljepila, koja su proizvodi kemijske industrije. Slično je s raznim »sendvič«-panelima.

vlačne čvrstoće — na primjer, svijanje velikih presjeka i neiskorištenost materijala oko zone neutralne osi. Predstavljaju okvirni sustavi u ravnini, umjesto svodnih i prostornih sustava od malih (po mogućnosti) elemenata.

U nas je u posljednje vrijeme ostvaren veliki napredak na polju proizvodnje lameliranih drvenih konstrukcija i ostvareno je više od 1000 projekata; nedavno i neke sportske dvorane za Univerzitetu. Mora se zabljediti odsutnost prostornih konstrukcija (osim kupole u Obrenovu i krovništa plivačkog kompleksa (3 bazena) u Novom Beogradu).

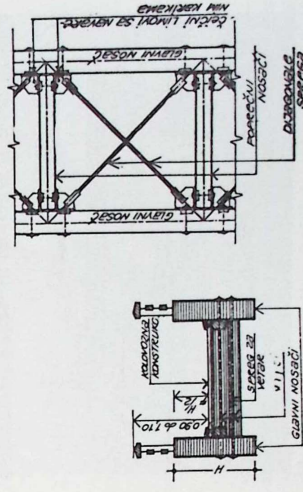


Slika 6. a) hiperbolični paraboloid od drveta kao ovojnica sadržaja; b) zrakom stabilizirana membrana; kombinacije materijala: drvo, čelik, plastika, beton; c) pneumatske grede kao pokrovni hala

U nas praktički i nema drvenih mostova — svi žele betonske mostove! Na tom sektoru beton je potpuno istisnuo drvo, čak dole da uzvimo i tvornicu betonskih mostova i ne pokušavajući primijeniti drvo i doista resurse te angažirati postojeću industriju. Stoga su pravo osvjetljenje neki manji plesački mostovi od lameliranog drveta, primjerice kod Plitvica i drugdje.

Na tom bi sektoru trebalo angažirati postojeću industriju pa investitorima ponuditi mostove od lameliranog drveta i »multiplex« ploča impregniranih epoksidnim smolama.

U svijetu, vlačne zone takvih mostova armiraju čelikom ili kabelima sa staklenim vlaknima u epoksidu. U nas se o tome s investitorima još i ne razgovara.



Slika 7. Pjesački drveni most (Grojkonci)

nih mrežastih konstrukcija (za Graditelj). Razvijene industrijske zemlje proizvode tipске elemente, i to nije nikakva slučajnost već pravilno ponašanje.

Razvijeni su i brojni programi za automatski dizajn pojedinih drvenih konstrukcija. Ti su programi skupljeni i knjiga je u tisku u Skolskoj knjizi. U tu kategoriju programa pripada i program koji može samostalno odlučivati o izboru tipa drvene konstrukcije (za sada za tri tipa). U njima se isključivo donosi vrednovanje tipa u odnosu na kurentnu cijenu grade (drvo, beton) i u odnosu na dopuštene napone tla.

Takvi programi mogu se i proširiti na druge tipove konstrukcija iz drveta i onda i na druge materijale.

U okviru toga nastojimo implementirati AI (umjetnu inteligenciju i baze znanja i ekspertne sustave) u dizajn drvenih konstrukcija.

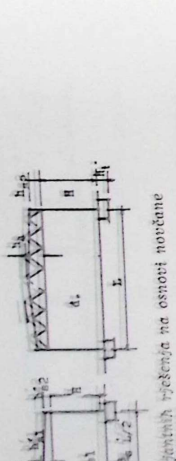
U svijetu je razvijena i industrija patentnih spajala koja omogućuje brzo i efikasno spajanje elemenata u cjeline. Više tih spajala je patentirano. Na našem ih tržištu uglavnom nema.

S obzirom na to da na našem tržištu nema patentnih spajala, spajanje elemenata u konstrukciji od drveta rješava se od slučaja do slučaja, od projekta do projekta, i to uglavnom klasičnim metodama spajanja.

Sve se više koristi lamelirano drvo i ploče od višeslojnih furnira (multiplex ploče) te sendvič-konstrukcije koje će tijekom vremena zamijeniti masivne pregrade i fasadne panele. Naša drvna industrija već i proizvodi takve panele, ploče i elemente, ali u njihovoj se primjeni zaostaje, a većina se proizvoda izvodi.

Naši uvaženi proizvođači drvenih konstrukcija i elemenata od drvene mase, Gaj, Krivajac, Marles, Javor, Hoja i drugi usvojili su proizvode visoke kvalitete, re-kondnih raspona i velike ljepote. Dakako da ima i proizvođača, a proizvod je prilično skup (po m³ materijala).

Konstrukcije se projektiraju od slučaja do slučaja i prema konkretnim prohtjevima, zahtjevima i narudžbama. Nedovoljna je suradnja sa znanstvenim institucijama na regularnoj osnovi. Izmjene iskustava, rezultata istraživanja, rezultata iz prakse, te razmjeni kadrova između instituta i udruženog rada. Također je nedovoljno agresivan marketing. Očito je da je jedna od važnih mutskih razmjera, tamo gdje bi bila racionalnija lagana rešetkasta ili mrežasta konstrukcija; ili inzistiranje na velikim rasponima, kad se mogu racionalno ostvariti manji rasponi s istim efektom, na primjer, u regalmim skladništim prostorima gdje se konstrukcija može osloniti na moćne regale. Drvo se koristi i tamo gdje treba i gdje ne treba, a često neracionalno s obzirom na koncepciju. Na neke se sustave i zabravilo, primjerice na modernizirani However nosač pri kojemu su elementi od lameliranog drveta a prednapete vertikale od visokovrjednog čelika (BBRV štapovi ili kabeli). Također se nastoji ostvariti skup, na primjer neracionalna upe-tost i tamo gdje bi zadovoljavao zglob. U dizajnu koristi se i paradigme obrabaca betonskih konstrukcija, gdje se na primjer upostolako ostvaruje. Premalo se koristi ingenioznost, prostorna raspodjela sila u sustavima, a previše se oslanja na »borbu sa silama« i njihovo svladavanje masom materijala, što je inače jedna od karakteristika gradnja masivnim materijalima koji nemaju



Slika 8. Shematski sustavi za odabir odgovarajućih presjeka na osnovi novičane vrijednosti investicije

ponašanja i odgurivanja naših obveza na buduće generacije (lako ćemo...).

Problem recikliranja materijala i objekata jedan je od aktualnijih problema u, na primjer, izrazito seizmičkim područjima.

Obično nakon nekog potresa umjesto da se gradi s drugim materijalom i s drugim koncepcijama, izvodi se slično kao urušeno i obično s istim materijalom. Prema istraživanjima R. A. Pagea, J. A. Blumea i W. B. Joynera zgrade od drvenih okvira pretrpjele su snošljiva oštećenja u odnosu prema zgradama od drugih materijala (tablica 1).

Tablica 1.

Modificirana Mercallijeva skala intenziteta	Faktor oštećenja	
	Zgrade od drvenih okvira	Ostale zgrade
VI.	0,2	1
VII.	2	15
VIII.	5	15
IX.	12	50

Faktor cijene razaranja (za strukturalne i ostale elemente) za jednu površinu definiran je kao ukupna cijena koštanja obnove, podijeljena s ukupnom cijenom substitucije građevine. Istraživanja pokazuju da taj faktor cijene razaranja iznosi oko 1/3 za spektralno ubrzanje 0,6 g (sa 5% prigušenja) za niske stambene zgrade, a 2 do 3/4 za ubrzanja od 1,0 g za visoke građevine. Za visoke građevine faktor cijene razaranja nesrazmjerno je veći u odnosu prema razini spektralnog ubrzanja kod osnovnih perioda visokih zgrada.

U svakom pogledu drvo je energetski povoljan materijal, ne samo što se tiče mogućeg recikliranja i regeneracije, već i u proizvodnji. Drvena industrija i proizvodnja drvenih konstrukcija i proizvoda od drveta energetski je sebi samodovoljna, čak i suficitarna. Konstrukcije od drveta mogu se sačiniti brzo, a i lako ih je demontirati. U svijetu se masovno proizvode tipске konstrukcije malih krovništa, zgrade, paneli, a isto se tako industrijski proizvode konstrukcije za veće objekte ili elemente za takve objekte. Na skladištima prodaje takvi elementi mogu kupiti. Dakako, postoje i tablice priprema takvih elemenata, kojima se lako služiti u dizajnu. U nas, u Zavodu za metalne i drvene konstrukcije Fakulteta građevinskih znanosti u Zagrebu, sačinjene su takve tablice za brojne lamelirane nosače (Hajman), kojima se služiti u industriji lameliranih nosača. Nešto slično nalazimo i za zaujčke, a pokušava se i za sustave od lameliranih drveta (trozglobne i dvozglobne hale od lameliranih nosača). Također smo sačinili i tipске projekte standardiziranih geodetskih kupola (LIO), te broj-

(1983). Aktualiziran je prvi namjerno ili slučajno urušeni konstrukcija od armiranog betona i betona i danas je veoma aktualan u zemljama s preoblikovanim ekonomijama. Također je vrlo aktualan i u izvanrednim okolnostima: rat, potres, havarije... Kada se potrebno susretati s tim problemima pogodnom uklijanjama ostataka konstrukcija, na primjer maun-kuca ili masivnih maun-kuca, koji više ne zadovoljavaju potrebe življenja (eksploatacije, proizvodnih odnosa i dr.), sigurnosti, standarda i sl., postat ćemo svjesni toga problema. Kako neki objekt ukloniti?

Današnja rušenja nekih stambenih zgrada pri izgradnji novih naselja ili gradnji prometnica samo su najveći primjeri permanentnog procesa izmjena i rasta. Danas se pri urušenjima susrećemo s kudi-kamo manjim problemima od onih koji nas očekuju u budućnosti. Kuda ćemo su materijala kao što su beton, armirani beton i otkoju su »zabetonirane, velike količine vrijednog čelika, kuda s golemim količinama šute i otpada (oko 100 tona po stambenoj jedinici) za transport kojih je potrebna na golemu energija. A to će se sve događati u vremenu u kojem će energija biti skupa a metala nedostajno. Mogli bismo postati svjesni toga da se zbog nedostatnog održavanja objekata, ili naprosto zbog njihove starnosti, ili zbog nedostatka u doba izvođenja, korozije ili sličnih uzroka ponekad od maunskih konstrukcija slu-tajno i uruš. Primjera za to ima u svijetu podosta.

S druge strane primarni dijelovi neprijatelja u vrijeme rata baš su takvi objekti. I naposljetku, u svijetu se određeni broj takvih konstrukcija redovito urušava. Danas smo postali svjesni toga da naše konstrukcije nisu ni trajne niti vječne, i da će malo naših ostvarenja preživjeti nadolazeća stoljeća.

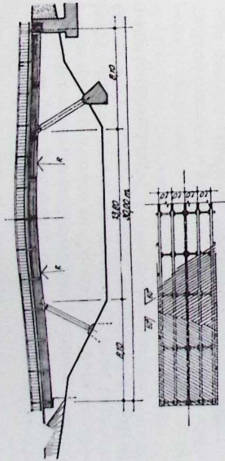
Nismo nikako u poziciji graditi »vječne« objekte za buduće generacije, kojih potrebe danas teško možemo i anticipirati. Govoriti o kućama koje vječno traju, pokušavaju nedostatak osjećaja za vrijeme, povijest te društvena kretanja i zbrivanja.

Nedavno urušavanje nekih objekata, kao na primjer mosta preko Danava u Beču, hale u Berlinu, mosta u Dortmundu (odar kamiona u stup nadvoznjaka nad autocestom), starog mosta preko Korane, brane Teton, silosa za cement u Splitu i drugih objekata (pa i buduće razgrađivanje Venija, Obrova), pokazuju svu kompleksnost te probleme.

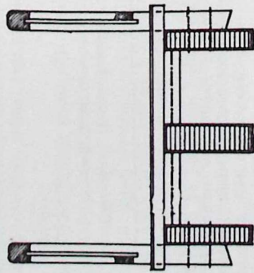
Svakako da i problemi održavanja armiranobetonskih mostova pripadaju u tu kategoriju (problem Fialkog mosta i drugih koji će slijediti).

Medutim, u današnjim naziranjima u projektiranju i dizajnu objekata i ekonomičnom vrednovanju takvih građevina, a faktorima svjetlosti objekata (privredni), slučajno, nastojimo se voditi računa. Pa i današnja ekonomična kriza i stagnacija jednog je aspekti toga današnjeg

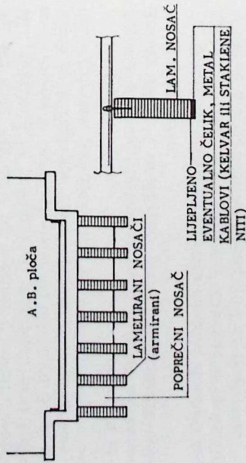
Neki proizvođači drvenih konstrukcija imaju reference i za više stotina izvedenih objekata, ali im je propaganda i marketing (a pogotovu »lobi«) — slaba točka sustava.



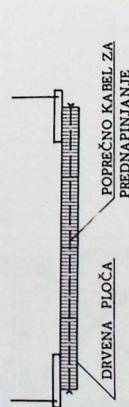
Slika 8. Prijelaz preko ceste drvenim mostom (Gojtković)



Slika 9. Poprečni presjek suvremenoga drvenoga pješčakog (ili cestovnog) mosta (Gojtković)



Slika 10. Današnje mogućnosti iznošenja drvenih mostova



Slika 11. Drveni mostovi manjih raspona od lameliranih drvenih ploča

Međutim, nedovoljnom prodoru drvenih konstrukcija u nas ne treba se suviše čuditi kad se zna da se ideja o primjeni drveta i drvenih konstrukcija u građiteljstvu u većini slučajeva začinje u glavama arhitektonске struke. Stoga je i propaganda i marketing i

cijelo naše nastojanje donekle krivo usmjereno kad se obraćamo samo građevinarima.

Mi možemo imati prospekte, ali ne možemo već u idejnim skicama budućih objekata primjenjivati drvo kao materijal u budućim konstrukcijama. Taj »kamen spoticanja« jedan je od krucijalnih problema dizajna drvenih konstrukcija.

Stoga i »lobi« za drvene konstrukcije mora biti usmjeren prema arhitektonskoj struci. A bilo bi potrebno i nuditi cijeli paket usluga za tipizirane projekte: skladišta, hale, sportske dvorane, plivališta, sportske centre i sl., dakle kompletni inženjering, što bi moglo biti atraktivno investitorima.

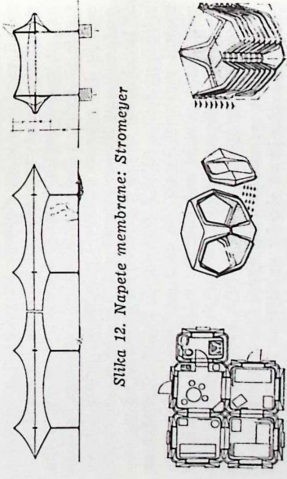
Recimo da su već desetljećima poznate geodezijske kupole, te male i sferične konstrukcije od mreže malih elemenata. Međutim, iako je takav sustav izvanzredno pogodan i racionalan za industrijsku proizvodnju (jer se proizvode istovjetne jedinice — elementi u velikim serijama), one se ipak ne izvode sve dok nema pogodnih projekata za takve konstrukcije. LIO iz Osijeka sada nudi te proizvode kao gotove proizvode za razne namjene.

Također je poznato da su hipari od drveta vjerojatno jedna od najracionalnijih (pa i oblikom osebnijih i atraktivnih) konstrukcija. Veoma se malo hipara gradi u nas, a oni koji su sagrađeni (od armiranog betona) antipropaganda su za ove oblike. A hipari su najpovoljniji oblici za primjenu drveta (pravčaste plohe).

Slično je i s konstrukcijama oslonjenim na zrak. Sve se te konstrukcije uz minimalna ulaganja mogu proizvesti i u nas, no ne proizvode se jer nema početnog dizajna. U nas nema ni nategnutih i mekih membrana od tkanina (PVC plastificirane poliesterske tkanine), koje su izvanzredno pogodne za male hale, pokrove i privremene (trajnost do 15 godina) hale raznih namjena (sl. 12, sl. 13, sl. 14, sl. 15).

U Zavodu za drvene i metalne konstrukcije istraživali smo mogućnosti primjene laganih nategnutih membrana i mekih pneumatskih konstrukcija (stabilizirani oblici zrakov: diskovi i pneumatske grede). Ništa ne stoji na putu primjene do li degraizacij konstruktora i investitora.

Slično je i u stambenoj gradnji gdje se drvo koristi, ali, po našem sudu, nedovoljno. Nema stvarne indu-



Slika 12. Napete membrane: Stromeyer

Slika 13. Industrijska proizvodnja stambenih jedinica

trajnosti nosive konstrukcije u laboratoriju, kao što je to nedavno financirao GAJ u Zavodu za toplinska istraživanja u Zagrebu.

Prodore u nove sfere primjena novih konstrukcija čine u nas napredni arhitektski konstrukteri, koji su dovoljno upoznati s mogućnostima drveta i novih materijala i kojima u dizajnu konstrukcija i nije potreban samo arhitekt.

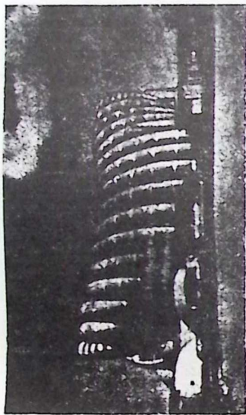
Bez znanja o reologiji materijala, pogotovu reologiji ljeplja, termoplasta, duroplasta i elastomera, malo se može i pokušati učiniti u primjeni plastika u konstrukcijama. Osim suradnje s arhitektima i građevinarima potrebna je i suradnja s kemičarima i fizičarima. I pri protupožarnoj zaštiti drveta također je potrebna takva suradnja. Susrećemo se svaki dan s potpuno novim materijalima koji omogućuju i potpuno nove oblike.

Osebnost oblika i promjena oblika u toku vremena mora biti strogo determinirana u osnovnom dizajnu.

Stoga smo u edukaciju o drvenim konstrukcijama uključili i ove materijale, kako bi se ostvarilo sintetizirani pristup cjelokupnoj materiji.

Govoreći o drvetu, pa i lameliranom drvetu, te proizvodima od drveta, iverice, vlaknata, višeslojnih furnirskih ploča, medijapana, »multiplex«-ploča, »bizon«-ploča i sličnih materijala te kompozitima: sendvičima od tih i drugih materijala, susrećemo se sa spektrom dosta poznatih i standardiziranih materijala i njihovim svojstvima. Upuštajući se u kompozite od plastičnih masa susrećemo jedno veoma široko područje koje nam obećava i nove mogućnosti oblikovanja struktura: o oblicima o kojima do sada nismo ni razmišljali. Novi se kompoziti već industrijski proizvode, te da nije ograničavanja uvoza, i naša bi industrija sudjelovala u njihovoj proizvodnji.

Stalnim padom cijena proizvodnje već se naslućuju primjene tih materijala i kompozita (i u obliku sendviča) na osnovama tih novih materijala, ne samo kao sada u aeroindustriji i početnim primjenama u industriji automobila i sportske opreme, već uskoro i u graditeljskoj industriji (negdje oko 1990-ih godina kad se očekuje »boom« dolazeće druge revolucije plastika).



Slika 14. Pneumatske konstrukcije, EKSPLO 70 (Muratija)

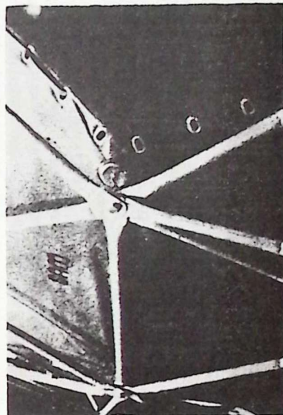
strijeske (velikoserijske) izgradnje stambenih jedinica — ovoljnice za stanogradnje).

Također se pregovaralo s JAVOR-om iz Pivke o proizvodnji drvenih stambenih kupola. Nažalost (ili na sreću) već se pojavila jedna (i više) multinacionalnih kompanija koje proizvode takve konstrukcije za tržište (npr. Nectar Domes Ltd.). Takve su stambene jedinice po nekoliko puta jeftinije od »klasičnih« individualnih stambenih jedinica.

U nas se i za kategorije malih i privremenih konstrukcija razmišlja u kategorijama opeke, armiranog betona i eventualno čelika.

Uzrok sterilnosti nije u našoj nemoći ili neznanju, već u neznanju o funkcioniranju takvih sustava, mogućnostima izvedbe u nas, u neznanju čak i prikaza (tehničkih crteža i detalja) u nacrtima i bojama od nepostojećih problema u dizajnu, izvođenju i eksploataciji, nepoznavanju naše industrijske moći, mogućnostima privrede, pratećih industrija i privatnog sektora, te nedostatnoj razini poimanja ekonomskih beneficija koje takve konstrukcije mogu investitoru pružiti. Nepoznavanje stanja stvari, razine znanosti investitora (podjedinica i timova) predstavljaju imaginarne rizike, kojih u stvarnosti uopće nema, ali uski tunnelski pogled i naučeni obrasci i sheme sprečavaju uvid u širinu mogućnosti koje nas okružuju (sl. 14).

Potom, susrećemo se s ustaljenim i sterilnim mišljenjima koja su često spojena i s autoritetima vlasti: naprosto se inzistira na zapaljivosti drveta. Kod tih autoriteta onda ne pomaže ni zorno ispitivanje požarne



Slika 15. Kupole »LIO«. Primjena plastificirane poliesterske tkanine (Žagar-Baljićas), industrijski se izrađuju do promjera 18,0 m, mrežasti svodovi LIO (Katalendov prospekt)