

POTICAJ ZA DISKUSIJU O NEKOLIKO PITANJA

Bojazan od numeričkih postupaka i novih materijala

PRIPREMIO:
Zvonimir Žagar

U tradicionalnom prijenosu znanja još se uvijek gaje zastarjele vještine i historicistički prikazi koji su sasvim nevažni sadašnjoj i budućim generacijama inženjera

Građenje u poplavnim područjima

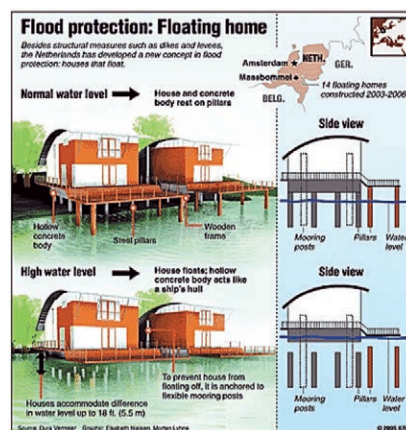
Svjedoci smo trauma stanovništva koje posjeduju zgrade različitih namjena u plavnim područjima. To se prati kao katastrofalan događaj preko televizije i drugih medija. I dešava se redovito najmanje dva puta tijekom godine. Štete se zbrajaju iako su se mogle izbjeći. Treba samo, slično regulativi o građenju u seizmičkim područjima, načiniti karte rizika od poplava, pa onda propisati odgovarajuće načine građenja. Odavna se zna za sojenice i plovne objekte. Dapače, još u razdoblju između dva rata Vladimir Antolić, dipl. ing. arh., predložio je i radio tzv. sojenice u Cvjetnom naselju u Zagrebu. Dobrotom Zlatka Blaževića, dipl. ing. građ., dobio sam podatke o izvedenim projektima. No čini se da je to potpuno zaboravljeno. Koliko se sjećam, u moje doba u nastavi građevinarstva to nije bilo ni spomenuto.



Sojenice arhitekta Antolića u Cvjetnom naselju prije gradnje savskog nasipa (iz arhive)

Također se pretraživnjem po internetu može vidjeti da i u našim istočnim područjima grade takve (raznovrsne) građevine. S druge strane postoji i mogućnost *high tech* rješenja građenja plovni objekata, što isto tako nije neka

posebna novost u građenju, primjerice u Nizozemskoj. I toga se može u izobilju pronaći na internetu.



High-tech rješenja suvremenih naselja na plavnim područjima

No takva bi sofisticirana rješenja trebalo prilagoditi našim potrebama. To je izazov takozvanoj kinetičkoj arhitekturi. Također bi trebalo promisliti i o podizanju već izgrađenih zgrada, što je i pravi građevinski izazov. Postoji i mogućnost premještanja već izgrađenih građevina, što je u svijetu rutinski građevinski pothvat (no pitanje je što se događa s raznim dozvolama, odobrenjima i certifikatima, tzv. papirologijom, te konačno s troškovima takvih zahvata?).

Osnova je zaštite od poplava izrada karata rizika, a zanimljivo da se takve karte u seizmičkim područjima odavno izrađuju iako su potresi znatno rjeđi

Osnova su karte rizika poplavnih područja. Prijedlog je da neka udruga (recimo *Slap*) pokrene takvu inicijativu, po mogućnosti uz podršku osiguravajućih



Suvremene sojenice

kuća i drugih zainteresiranih čimbenika. Zanimljivo je primijetiti da se izradi karata rizika gradnje u seizmičkim područjima pristupilo mnogo prije, a seizmičke su aktivnosti ipak pojavnosti koje se događaju znatno rjeđe od primjerice "redovitih" poplava kojima se posvećuje golema javna pozornost i troši velik novac u sanaciji šteta. Sve ovisi o tome na koga ćemo i koliko dugo "prebacivati" troškove od šteta poplava.

Mostovi i kompjutorsko projektiranje

Kad smo svojedobno učili odnosno studirali za kolegij Mostovi, nisu postojali ni CAD ni kompjutorski programi kojima se mogu bez muke proračunati konstrukcije mostova. Crtalo se doslovce olovkom i "perom", a računalo tzv. šiberom. Mogu s ponosom istaknuti da sam još kao asistent uveo kompjutorsko proračunavanje statike i dinamike mostova na predmetu prof. Krune Tonkovića – Masivni mostovi. To se zbililo, mora se priznati, uz njegovo prešutno odobrenje. A prije toga sam uveo kompjutorsko proračunavanje konstrukcija na ondašnjem Međufakultetskom sveučilišnom studiju prometa u predmetu Nosive strukture (sjeća li se još netko programa *Stress*). Zajednički smo kolege inženjeri Zdunić i Bandić (iz kompjutorskog centra bivšeg Jugomont/Jugobetona) i bivšega RC ETF-a, na IBM 1130, 1971. proveli sve statičke proračune svih programa mostova u dvije noći rada na stroju. Bilo je to vrijeme tzv. bušenih kartica i onih zelenih fortranskih upisnih listova.

Prije modeliranja proračunskog modela održali smo u dva popodnevna sata brzi tečaj iz statike konačnih elemenata (matričnog proračuna) i osnova modeliranja proračunskih modela te osnova upisa podataka za proračun računalom. To sam kasnije detaljno opisao u skriptama *Nosive strukture I, STRESS rješavač inženjerskih problema* (1975.). Potom su slijedili drugi napredniji programi poput *SAP-a, SD2A, SD2B-a, Ices Strudla* i sl. Da se ne spominje *CAD* i njegov presudni utjecaj na oblikovanje građevina i proračunskih modela. Danas se

studenti služe znatno naprednijim paketima programa i raznim online "apletima" kojih ima na internetu. Sada još gledamo u kinima 3D filmove, no uskoro će biti nezamislivo išta projektirati bez korištenja virtualne realnosti (VR), možda i holograma. Uporabom tih naprednih programskih paketa studenti mogu ili će se moći posvetiti kreativnijim inženjerskim zadacima – osmišljavanju konstrukcija. Te će promjene diktirati investitori i kreativni arhitekti. U čemu je danas razlika između prekoceanskog *linera* i megagrađevine (recimo golemog hotela sidrenog u tlu), osim u znatno većoj složenosti i naprednijoj tehnologiji projektiranja (suradnji struka) te izvođenju kompleksa *linera* ili *kruzera*. Da se o organizaciji eksploatacije i ne govori. Ridikulozno bi bilo i uspoređivati organizaciju održavanja *linera* i megahotela ili neke druge složene stambene građevine sidrene i temeljene u tlu.



Prikaz transporta 5 MB IBM hard diska 305 RAMAC HDD (primjer iz 1956.)

Danas i jednom davno ključni je dio projekta odnosno statički proračun po mom sudu predstavljao samo mali i više-manje rutinski udio u projektiranju, a ustaljeni je oblik mostova ponajviše slijedio zahtjeve prometnih sredstava (željeznice i cestovnih vozila). Pravi su problemi zapravo u izvođenju građevina. Arhitekti i urbanisti profinjeno su se uklonili, i onda i danas, tim nametnutim zahtjevima (poznavanju novih

materijala poput čelika i betona, potom prednapetog betona te spregnutih konstrukcija, ali i svih njima užasnih, dokaza nosivosti konstrukcija) jer se nije tražila samo umjetnost oblikovanja i sinteza funkcija, već "artistička" znanstvena numerička manipulacija i poznavanje svojstava novih materijala.

Naseljeni mostovi u gradskom tkivu

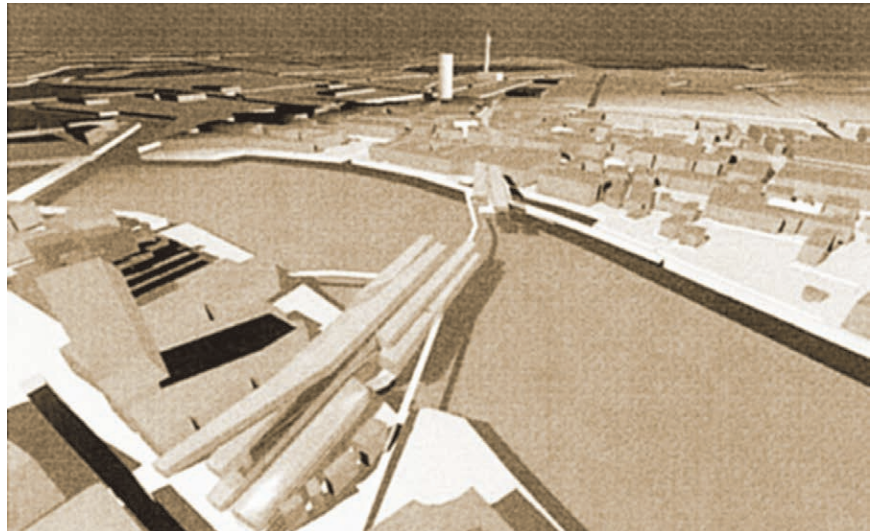
Naseljeni mostovi nisu neka posebna novina, prije bi se reklo da su odraz jednog vremena u kojem se integralno razmišljalo o takvim građevinama. Kao posebne turističke atrakcije poznati su *Ponte Vecchio* u Firenci i drveni most Paladija u Bassanu (doduše nekoliko puta rušen i obnavljan), ali i prema povijesnim zabilježbama i slikama glasoviti *London Bridge*. Poznat je i naseljeni most u Erfurtu (sedam puta spaljivan) koji je najdulji, a postoji od 1156. godine. Manje je poznat *Pont de Rohan* u mjestu Landerneau u Normandiji (izgrađen 1336.). U novije doba ponovno se sintezom konstruktorstva i arhitekture pojavljuju nova i očaravajuća rješenja, poput onih Calatrave, Zahe Hadid i dr.

Međutim povijesnim su slijedom građevinari i konstruktori preuzeli inicijativu i razvili raznovrsne tipove (prati-pove) mostova, bez mnogo smisla za umjetnost, zahtjeve urbanista i konačno zahtjeve stručno neukih korisnika – investitora. Jednostavno je dominirala statika konstrukcija, ali i interesi transportnih modova. Tek se odnedavno ponovno pojavljuju sklonosti obnavljanja naseljenih mostova – arhitekti se vraćaju tom problemu jer više nema ograničenja "odvratne" numerike. Osim toga, gradnja klasičnih "jednomodalnih" mostova uvijek je bila u domeni nekih korisnika, poput željezničkih ili cestovnih konzorcija. U socijalizmu je i sama riječ "profit" bila prognana, a to je zajedno s obrazovanjem studenata rezultiralo sadašnjim stanjem. Pa i kad bi se htjelo promijeniti trend, to je u kratkom roku bilo nemoguće jer su se prošla znanja (prije informatičke tehnologije –

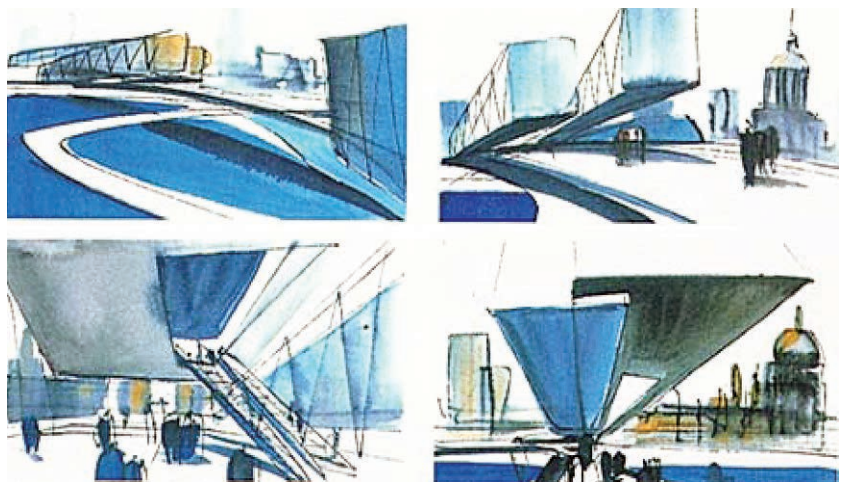
IT) praktički prenosila "s koljena na koljeno", iz generacije u generaciju.

Usto je i sustav javnih natječaja svojevrsna "vrtinja u začaranom krugu" jer uvijek natječaja raspisuju stručnjaci odgajani na bivšim pred-IT premisama, a i u nominiranim žirijima "sjedne" oni koji su isto tako odgajani. Stoga još i danas nema arhitekata koji bi bili u stanju predložiti nove integralne solucije jer su sami odgajani u duhu striktnosti podijeljenosti prometnih modova. A zašto te građevine ne bi bitnim sadržajima i sasvim drugačijim formama proizašle iz potreba razvoja i iskorištavanja urbanog tkiva? I profitabilne racionalne ekonomije ulaganja u investiciju? Sadašnji "štapići – mostovi" preko gradskih rijeka nikada neće spajati jug i sjever zagrebačkog i bilo kojega drugoga gradskog sadržaja. To mogu samo naseljeni mostovi kod kojih će promet biti samo jedan od mnogih korisnika prostora.

No gdje se danas izučavaju te "osebujne" građevine. Proučavaju se samo mostovi koji su izvedeni, a oni se, iako su ponekad grandiozna graditeljska ostvarenja, zasnivaju na pretpostavkama jednododalnih mostova. Unatoč današnjim mogućnostima izvođenja. Za primjer jednog u širem smislu integralnog mosta može se navesti integralni pothodnik kod željezničkog kolodvora u Zagrebu. Projektirao ga je ondašnji *IPZ* (prof. Tonković i *Centar 51*). Zapravo je to naseljeni most građen u drugom mediju – u tlu, za razliku od raznih monomodalnih "pješačkih" pothodnika kojima su uzori odvodne kanalizacijske cijevi. Nažalost se kritički ne izučavaju projekti konvencionalnih mostova, pa se i ne promiču nove tendencije u projektiranju mostova. Navodim kao primjer naseljenih mostova prvonagrađeni rad poznate arhitektice Zahe Hadid za novi londonski most. Moćni su lobiji zasad onemogućili realizaciju, baš kao što će se to dogoditi i s budućim prijedlozima (ako ih uopće bude) naseljenih savskih mostova u Zagrebu. Otpori su takvim promjenama "velebnji". Sveprisutna je ugroženost raznih interesnih "feuda" i strah interesnih grupacija neprilagodljivih promjenama vremena i napretku tehnologije.



Prijedlog za londonski naseljeni most arhitektice Zahe Hadid



Skice za londonski naseljeni most u Londonu Zaha Hadid

Nestale su neke forme čeličnih rešetkastih mostova temeljene na momentnim dijagramima cjeline statičkih sustava i navodnim uštedama materijala

Postupno će (ipak) tijekom vremena doći do promjena jer će prevladati svijest o zastarjelosti statičkih nazora na projekt i konstrukcije mostova. Nije sve statika i nije sve u statičkoj konstrukciji (već recimo i dinamici ili kvazidinamici proračuna). Takve su se promjene već dogodile u prošlosti naše struke. Tako su jednostavno "nestale" neke forme čeličnih rešetkastih mostova temeljene

samo momentnim dijagramima globalne cjeline statičkih sustava i navodnim (fascinantnim?) uštedama materijala. No do promjena nazora dolazit će tek s integracijama sadržaja, gdje je globalni nazor ugodnost i profitabilnost investicije. Za to pak treba više vremena jer se postojeće i buduće vještine projektanata mostova rađaju (obnavljaju) iz pratipova modela naučavanih na katedrama fakulteta. A taj historicizam je žilav te traje i traje... (poput Ravelova *Bolera*). I, recimo usput, tko je ikad pozvao, primjerice Zaha Hadid, Antoineta Grumbacha, Richarda Rogersa ili Yona Friedmana da održi studentima i inženjerima građevine i arhitekture skup predavanja ili seminara o njihovim stajalištima o građenju mostova?



Laurens Bridge u Amsterdamu (primjer novih formi mostova)

Opasnosti primjene prije stečenih i naučenih znanja

Naša se generacija zapravo kasno sreća s kompjutorima, a tek relativno nedavno s pametnim gadgetima, iPadima, tabletima, pametnim telefonima i raznim "apletima". Novim generacijama je rukovanje tim alatima nešto prirodno, dio njihova odrastanja i formiranja. Mi, dakle starija generacija, možda se i služimo tim alatima i uređajima, ali zasigurno to nije sastavni dio našega živčanog sustava. Sumnjičavi smo i na primjene ekspertnih sustava i robotizaciju. Tu nas prestižu neke druge struke. Još veća opasnost napretku prijeti od tradicionalnog prijenosa znanja s generacije na generaciju perpetuiranim načinom prijenosa prošlih (često nebitnih) činjenica i znanja, na nove generacije (po principu "pleti kotac kao otac") koje trebaju i moraju djelovati (a i djelovati će) u nama sasvim nepoznatim budućim uvjetima ubrzavajućeg trenda IT-a i svakoga drugog (uzmimo samo tehničkog) napretka. Još uvijek se nastojimo na silu oduprijeti silom: akcija jednaka reakciji. Zasad i ne pomišljamo na inteligentnu manipulaciju akciji sila na građevinu.

U tom ustaljenom "tradicionalnom" načinu prijenosa znanja, zasnovanom pred mnogo desetljeća, još se uvijek gaje tradicionalne (danas zastarjele) vještine i historicistički prikazi. Sasvim nevažni sadašnjoj i budućim generacijama građevinskih inženjera. Već sam prije predlagao jedan radikalni "outsourcing" tih vještina i umijeća, važnih u prošlosti, no potpuno nebitnih u današnjici i budućnosti. Osnivanje jednog novog studija (tehničke ili neke odgovarajuće nazvane

arheologije) bila bi mogućnost očuvanja, pa i možebitnih izučavanja tih danas nevažnih, a nekima "dragih" *passé* vještina, teorija i razmatranja.

Uvjeren sam da je slično i s drugim strukama. Mišljenja sam da tehnički muzeji nisu rješenje jer se u njima izlažu "mrtvi" (ili tehnički zastarjeli artefakti), a ne "živa" zastarjela građa (grafički i numerički postupci, teorije itd.). O kojima su pisane bezbrojne knjige, priručnici, elaborati, znanstveni i stručni članci, studije i doktorati! Time bi se bitno gradivo građevinskog, a i drugih fakulteta, odvojilo od te "slavne" pred-IT prošlosti, a oslobodilo predmete studija od bespotrebnog viška historizma i odvojilo bitno od nebitnoga. I usmjerilo studente inženjerstva na inženjersko osmišljavanje inženjerske problematike. S druge strane, svjesni smo jednog novog trenda studiranja

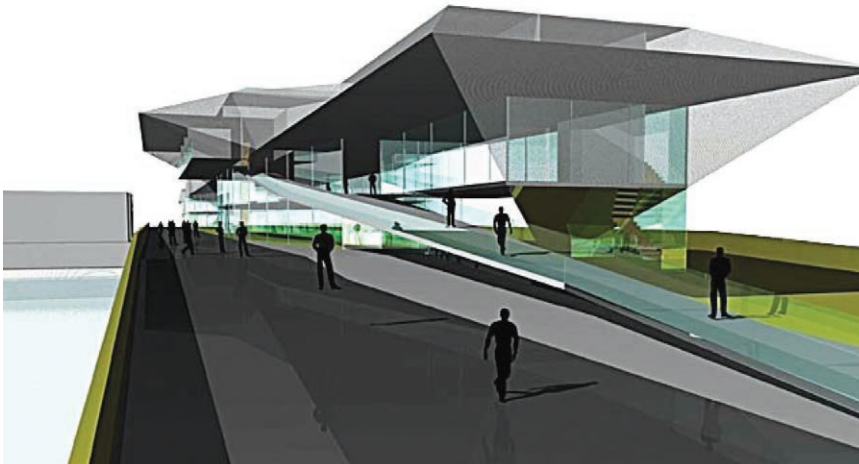
putem *online* studija na internetu. Pa se i legalno postavlja i pitanje današnjega



Helix bridge, pješački most u Singapuru



Novi naseljeni londonski most preko Temze, projektant Laurie Chetwood

Idea naseljenog mosta (Chris van Niekerk: *The Fold Architecture*)

Zaha Hadid: Paviljon-most u Zaragozi

(fizičkog) razvoja sveučilišta pri naglom razvoju svjetskih *online* sveučilišnih kolegija te fakultetskoga i specijalističkog obrazovanja. U koja bi se trebali uključiti i naša sveučilišta, fakulteti i katedre. I naravno naši studenti. I bez ikakvog odgađanja treba od prvih godina studija studente usmjeriti na timski rad i međufakultetsku suradnju sa srodnim i nesrodnim fakultetima u istom gradu i fakultetima u drugim gradovima u zemlji i inozemstvu, zapravo usmjeriti ih na projekte, a ne na predmete. A dakako, međunarodna se razmjena studenata i nastavnika sama po sebi podrazumijeva.

Napomene na kraju

Dodajmo umjesto zaključka... Nedavno su mi se s raznih strana u zemlji i inozemstvu obratili neki doktorandi arhitekture koji obrađuju temu našega bivšega stručnog angažmana i prisutnosti u zemljama ondašnjega "trećeg svijeta" ili tzv. zemalja u razvoju, u kojima su stručnjaci raznih grana (medicine, arhitekture, urbanizma, kemije, svih grana građevinske djelatnosti i razna poduzeća) zemalja bivše Jugoslavije sudjelovali u razvoju zemalja Afrike, Azije i Južne Amerike. Bili su i prisutni na tržištu bivšega Sovjetskog Saveza. Također

se velik broj studenata iz zemalja trećeg svijeta školovao u zemljama bivše Jugoslavije. Tema je očito zanimljiva. Onda se našom ignorancijom, neznanjem i primitivizmom (uz samozadovoljstvo i samodostatnost) sve urušilo i atraktivna su tržišta nestala. Nije sve i samo u ekonomskoj krizi. Urušili su se, protokom vremena, nažalost, i kontakti. Sada se ti studenti zanimaju tim temama i mehanizmom urušavanja. No samo naprednom primjenom najnovijih postupaka i IT i post-IT tehnologije te najnovijih znanja i prepoznavanja trendova razvoja, uključivanjem u međunarodnu podjelu rada, možemo ponovno postati konkurentni na međunarodnom tržištu. No da li smo se voljni brzo mijenjati?

Izvori:

Murray, P.; Stevens, M. A.: *Living bridges*, Prestel Verlag, München, 1996.

Žagar, Z.: *Nosive strukture*, I. dio, (drugo prerađeno i dopunjeno izdanje, Fakultet građevinskih znanosti, Liber, Zagreb, 1979.

Žagar, Z.: *Drvene konstrukcije I* (treće izdanje), Pretei, Zagreb, 2002.

Žagar, Z.: *Drvene konstrukcije II* (treće izdanje), Pretei, Zagreb, 2002.

Žagar, Z.: *Drveni mostovi* (drugo izdanje), Pretei, Zagreb, 2006.

Žagar, Z.: *Kako nadvladati zasade naslijeđa u školovanju građevinskih inženjera* (I. dio), Tehnika – Naše građevinarstvo (2006) 4, pp. 8-14

Žagar, Z.: *Kako nadvladati zasade naslijeđa u školovanju građevinskih inženjera* (II. dio), Tehnika – Naše građevinarstvo (2006) 5, pp. 13-18

Napomena:

Javio nam se umirovljeni prof. dr. sc. Zvonimir Žagar potaknut uzgrednom opaskom u broju u kojem smo obilježili 65. godinu postojanja (*Građevinar* 11./2013., str. 1022). Tamo smo navodeći najčešće autore istaknuli da se radi o živućem suradniku s najviše priloga, koji međutim već dugo nije ništa objavio. Istaknuo je da se s tim slaže, ali da je u međuvremenu objavio neke knjige i udžbenike. No ipak nam je, s obzirom na dugogodišnje iskustvo, poslao rad za koji je istaknuo da ga ne zna klasificirati, možda kao neko stajalište ili prijedlog. Smatra da su opisane odnosno obrađene tri teme koje zahtijevaju šire razglabanje, možda i polemičke osvrte.