

gotovoj žbuci naknadno dolazi do gašenja, tj. povećanja obujma čestica, te se žbuka na tom mjestu nadigne i otpadne, a na licu ostaje mali krater sa česticom vapna na dnu. Pijesak mora biti čist, bez primjesa ugljenih zrnaca, a nečistih sastojina smije biti samo u granicama koje dopušta JUS. Po potrebi pijesak treba oprati. Granulometrijski sastav mora biti pravilan, a pojedina zrnca ne smiju biti veća od trećine debljine sloja žbuke. Sumnjiva voda iz potoka, bara ili otpadne industrijske vode ne smiju se upotrijebiti bez prethodnog ispitivanja, jer one mogu djelovati na vezanje ili su razlog kasnijoj pojavi soli na površini zida. Preporučuje se priprema morta strojem, jer se samo tako osigurava pravilno doziranje i miješanje. Ako se dodaje previše veziva, na površini žbuke nastaje mreža finih pukotina zbog stezanja materijala, a ako je premalo veziva, konzistencija i čvrstoća je premalena i žbuka se osipa. Prije žbukanja treba pripremiti podlogu. Na glatkim ili nečistim podlogama žbuka vremenom otpadne. Zidovi od opeke moraju imati reške otvorene do dubine 1–2 cm, a betonski zidovi moraju biti hrapavi. Podloga mora biti čista i dovoljno vlažna da zid ne upije iz žbuke vodu koja je potrebna za vezanje i za prijanjanje. Žbukanje treba izbjegavati pri visokoj temperaturi ili se treba zaštititi od nje, jer postoji opasnost da mort prebrzo izgubi vodu, ne veže i počne se osipati. Preporučuje se da se pri temperaturi ispod +5 °C ne žbuka, jer se pri niskim temperaturama voda potrebna za vezanje mrzne, a pri odmrzavanju žbuka otpada na velikim površinama. Kad se mora žbukati pri niskim temperaturama, mortu se dodaju specijalni dodaci koji sprečavaju smrzavanje vode. Ako prigodom sušenja na površinu golog zida izbiju bijele ili sive mrlje soli (natrij-sulfat, kalcij-sulfat ili kalcij-karbonat), treba ih prije žbukanja odstraniti i poduzeti sve da one ponovno ne izbiju na površinu (očerkati i preličiti bitumenskom emulzijom). One smanjuju prionljivost žbuke, prodiru kroz nju i štete prigodom bojadisanja stijene. Slojevi žbuke moraju biti približno iste čvrstoće. Ako je donji sloj slabiji, utjecajem temperature i vlage s vremenom nastaju pukotine, te dolazi do odvajanja gornjeg sloja.

Pukotine u žbuci nastaju ako podloga nije dovoljno čvrsta ili ako se savija (žbuka pogleda drvenih stropova). Površina podloge mora biti po mogućnosti od istog materijala, jer na sudaru materijala mogu nastati pukotine i pojavljuju se na površini tamniji i svjetliji dijelovi. Dilatacije u podlozi ne smiju se prežbukati, nego ih treba provesti kroz žbuku. U nedovoljno toplinski dimenzioniranim zidovima može zbog transmisije vlage doći do stvaranja kondenzata uz površinu zida, tj. vlaženja, te smrzavanja i otpadanja žbuke. Sve istaknute dijelove žbuknog zida i prozorske klupčice treba s gornje strane prekriti limom s okapnicom da bi se spriječilo vlaženje i propadanje žbuke.

LIT.: F. Kaufmann Aussenputz für Massivwände. Bauverlag, Wiesbaden 1950. — A. Winkler, Die Putzarbeiten. J. Hofmann, Stuttgart 1950. — F. H. Plank, Die Mörtel-Bindestoffe. C Hanser Verlag, München 1952. — D. Smiljanić, Kvarovi na zgradama. V. Masleša, Sarajevo 1961. — Z. Vrkljan, Građevne konstrukcije. Sveučilište, Zagreb 1962.

Z. Vrkljan

MOSTOVI, građevine za prijelaz preko prirodnih (rijeka, jezero, more, dolina) ili umjetnih (cesta, željeznica, kanal i sl.) zapreka tako da prolaz ispod njih bude slobodan. U najnovije vrijeme gradi se u naseljima posebna vrsta mostova koji su nazvani visoka cesta. To su mostovi veće duljine izgrađeni iznad razine okolnih ulica.

U posljednjih stotinu godina, a posebno iza drugoga svjetskog rata, ostvaren je veliki napredak mostogradnje. Dok su se više od 2000 godina uz drvene gradili samo kameni mostovi, u kratkom razdoblju razvila se gradnja čeličnih, betonskih, armiranobetonskih, prednapregnutih i spregnutih mostova. Sredinom XIX stoljeća intenzivna je gradnja čeličnih mostova, krajem XIX stoljeća započinje razdoblje betonskih i armiranobetonskih mostova, a u drugoj polovici XX stoljeća razdoblje mostova od prednapregnutog betona.

Napredak se očituje u stalnom povećanju kvalitete materijala, u sve većem izboru tipova konstrukcija, u smanjenju količine potrebnih materijala, u smanjenju potrebnih radnih sati za gradnju, u sve većoj tehničkoj razini izrade i montaže, u sniženju troškova i u smanjenju trajanja gradnje. Tako je, npr.,

prije 50 godina bilo potrebno pet puta više radnih sati za gradnju armiranobetonskog mosta nego danas. Nosiva konstrukcija mosta Oléron (Francuska) građena je brzinom od 30 m na dan, što je prije bilo nezamislivo. Danas je potrebno samo polovicu težine čelika za most jednakog raspona i širine od količine čelika potrebnog prije 40 godina. Godine 1906. računalo se dopuštenim naprezanjem betona od 4,5 N/mm², dok se danas upotrebom cementa MB 600 postiže 20 N/mm². Početkom XX stoljeća čvrstoća je konstruktivnog čelika iznosila 370 N/mm², a danas ima čelika čvrstoće i veće od 1000 N/mm².

Općem napretku doprinijele su i promjene u metodama proračuna i dimenzioniranja. Prije su se proračuni temeljili na elastičnosti materijala i dopuštenim naprezanjima, a logaritamsko računalo i mehanički računski strojevi bili su alati za proračun. Danas je moguće precizno proračunati mostove u pravcu i krivini, promjenljive širine i visine, u elastičnom i plastičnom području. Poboljšanje tehnike proračuna omogućile su nove metode, među kojima pogotovo metoda konačnih elemenata jer je ona prilagođena zahtjevima statičkih proračuna i mogućnostima elektroničkih računala. Upotreba tih računala u konstruktivnom inženjerstvu tek je na početku. Njihova smišljena primjena oslobađa konstruktora od dugotrajnih proračuna i rutinskih kontrola, pa se može više posvetiti usporedbenim studijama pri projektiranju.

Prema namjeni razlikuju se pješački, cestovni i željeznički mostovi, zatim akvadukti za prevođenje vodovoda preko prirodni ili umjetnih zapreka (u istu svrhu služe građevine za prevođenje plinovoda, naftovoda ili toplovoda). Razlikuju se nadvoznjaci i podvoznjaci. Naziv ovisi o tome da li se primarna prometnica nalazi iznad sekundarne ili ispod nje.

Mostovi, koji prelaze zapreku okomito na zapreku zovu se pravi, dok su kosi mostovi oni koji prelaze zapreku pod manjim kutom. Promatrano u tlocrtu mostovi mogu biti u pravcu ili krivini.

Prema prijenosu opterećenja mostovi se mogu razvrstati u lučne, gredne, okvirne, ovisne i viseće mostove. Karakteristika je lučnih mostova da se opterećenje prenosi pritiskom, grednih i okvirnih mostova savijanjem, a ovisnih i visećih mostova vlačnim naprezanjem.

Mostovi mogu biti nepokretni i pokretni. Pokretni mostovi mogu se pokretati podizanjem, okretanjem, preklapanjem i povlačenjem.

Mostovi se sastoje od donjeg i gornjeg stroja. U donji stroj ubrajaju se temelji, stupovi, upornjaci, krila i čunjevi. Svrha je stupova i upornjaka da prenesu opterećenje s gornjeg stroja na tlo. Kad je nosivo tlo blizu površine, temelji se plitko. Ako je potrebno duboko temeljenje ili ako se pojavljuje pritisak vode, temelji se na bunarima, kesonima ili pilotima. Gornji stroj sastoji se od nosive konstrukcije, pomosta, izolacije pješačke staze, prijelaznih konstrukcija, ležaja, ograde, odbojnika, odvodnje i eventualno rasvjete. Sastavni su dijelovi nosive konstrukcije: glavni, poprečni i uzdužni nosači, ploča kolnika, te uzdužna i poprečna sprega. Često, međutim, jedan od elemenata preuzima više funkcija. Tako npr. armirana betonska ploča sjedinjuje sve navedene funkcije.

Prema materijalu od kojeg su izgrađeni mostovi razlikuju se kameni mostovi (v. *Građevni kamen*, TE 6, str. 223), betonski i armiranobetonski mostovi, te mostovi od prednapregnutog betona (v. *Mostovi, masivni*), čelični (v. *Lančani mostovi*, TE 7, str. 462; v. *Metalne konstrukcije*), i drveni mostovi (v. *Mostovi, drveni*).

Projektne podatke obuhvaćaju situaciju, niveletu, gabarit, opterećenja, podatke o tlu i projektne zadatke.

O trasi prometnice ovisi situacija mosta koji je dio te prometnice. Trasa se obično tako vodi da ukupni troškovi prometnice budu minimalni. To će biti, među ostalim, postignuto ako su potrebni mostovi pravi i kratki. Često je, međutim, teško izbjeći kose mostove i mostove u krivini, pa takve građevine poskupljuju i projekt i gradnju. Zbog toga je poželjna suradnja projektanta trase i projektanta mosta.

Niveleta je linija koja u osi prometnice povezuje visinske točke gornjeg ruba kolnika ili tračnice. Ona je određena projektom prometnice ili se određuje projektom građevine. Niveleta može biti horizontalna, jednoliko nagnuta, te konveksno ili konkavno zaobljena. Radi odvoda vode i estetskog izgleda najbolje je da je niveleta konveksno zaobljena, dok je s gledišta vidljivosti najbolja konkavno zaobljena niveleta.

Gabarit je površina presjeka, definirana širinom i visinom, koji mora ostati slobodan ispod mosta ili iznad njega za odvijanje prometa ili iz drugih razloga. Razlikuju se plovni, željeznički, cestovni i pješački gabariti. Za svaki vodotok ili vodenu prepreku propisan je gabarit kojim je propisana minimalna

slobodna visina i širina. Željeznički gabariti određeni su željezničkim propisima. Cestovni gabarit određen je visinom od 4,5 m iznad kolnika, a visinom od 2,5 m iznad pješačke staze.

Podaci o opterećenju osnova su za statički proračun pomoću kojeg se dimenzioniraju svi elementi mosta prema dopuštenim naprezanjima ili graničnim stanjima kako bi se osigurala njihova stabilnost. Razlikuje se glavno, dodatno i posebno opterećenje. U glavno opterećenje ubrajaju se: težina konstrukcije (stalna težina), prednaprezanje, pokretno opterećenje (uzimajući u obzir dinamički koeficijent), utjecaj puzanja i stezanja, potisak zemlje, uzgon i djelovanje pomaka temeljnog tla. Dodatna opterećenja obuhvaćaju sile zbog promjene temperature, sile koje nastaju djelovanjem vjetra, kočenjem i naletom vozila, te otpora ležaja. Posebno opterećenje pojavljuje se djelovanjem sila koje se pojavljuju u toku građenja, udarom vozila i brodova u stupove, djelovanjem leda i potresa.

U stalnu težinu ubrajaju se težine nosive konstrukcije, pomosta, rubnjaka, pješačkih staza, ograda, odbojnika, eventualno vodovoda, plinovoda i sl., te energetskih i komunikacijskih kabela.

Cestovno pokretno opterećenje ovisi o kategorizaciji cesta: teško, srednje i lako opterećenje. S teškim opterećenjem računaju se na auto-cestama i magistralnim cestama, sa srednjim na cestama II i III reda, a sa lakim na cestama IV reda. Sva opterećenja sastoje se od opterećenja vozilima i od jednoliko raspodijeljenog opterećenja. Za pješačke mostove računaju se samo s jednoliko raspodijeljenim opterećenjem. Dinamičko djelovanje vozila uzima se u obzir pomoću dinamičkog koeficijenta.

Pokretno opterećenje željezničkih mostova određeno je željezničkim propisima. Pri tom se uzimaju u obzir i centrifugalne sile. Među dodatna opterećenja željezničkih mostova treba uračunati i djelovanje dugih tračnica.

Materijali. Danas se za gradnju masivnih mostova upotrebljava beton, armirani i prednapregnuti beton, a samo iznimno kamen kao obloga, i to za oblaganje stupova u vodotocima. Za nosive armiranobetonske konstrukcije upotrebljava se beton MB 200...MB 450, a za prednapregnuti beton beton MB 300...MB 600. Za meku armaturu preporuča se upotreba rebrastog čelika zbog prionljivosti s betonom. Čelici žica od kojih su sastavljeni kabeli za prednaprezanje imaju veliku zateznu čvrstoću ($1400 \dots 1800 \text{ N/mm}^2$) i visoku granicu razvlačenja ($1250 \dots 1600 \text{ N/mm}^2$). Za čelične mostove većinom se upotrebljavaju čelici Č37 i Č52, a u posljednje vrijeme i Č70.

Dispozicija, konstrukcijski sustav i temeljenje ovise o *svojstvima tla*. Ako nosivo tlo nije duboko ispod površine, temeljenje je jeftino, pa treba izabrati dispoziciju s manjim rasponima. Kad se računa s većim nejednolikim slijeganjem, povoljniji su statički određeni sustavi, a kad se predviđa malo i jednoliko slijeganje, prednost imaju statički neodređeni sustavi jer imaju veću rezervu nosivosti. Kad je tlo slabije kvalitete, ne preporučaju se sustavi sa velikim horizontalnim silama (luk, okvir).

Projektni zadatak mora sadržavati: širine kolnika, pješačkih staza i zaštitnih traka, poprečne nagibe, maksimalno dopušteni uzdužni pad, minimalni polumjer zaobljenja, gabarite, kote visokih, srednjih i malih voda, podatke o vremenskim prilikama, o potrebi zaštite pješaka od prskanja vode ispod vozila, o potrebi zaštite okolišnih zgrada od buke, o rasvjeti i zaštiti od vjetra itd.

Smatra se da treba nastojati da se most skladno uklopi u okoliš, te da je izgled mosta jedan od elemenata funkcionalnosti. F. Leonhardt postavlja sljedeća pravila za lijepo oblikovanje mosta: jasni i jednostavni sustav, dobri prostorni odnosi, dobro vođenje rubova koje određuje oblik konstrukcije, prilagodivanje okolišu, jednostavnost i ograničenje na oblik koji diktira konstrukcija, izbor pogodnog materijala i boja.

Racionalnost se postiže optimizacijom osnovnih parametara, među koje se mogu svrstati: vrsta materijala, statički sustav, broj i veličine raspona, visina nosive konstrukcije, visina nivelete iznad tla, vrsta upornjaka i stupova, te način temeljenja.

K. Šavor

MOSTOVI, DRVENI, mostovi izrađeni od drveta. Oni se danas grade vrlo rijetko jer imaju malu nosivost koja je nedovoljna za današnja vozila zbog njihova velikoga osovinskog pritiska i velikih brzina. Grade se još katkada na poljskim cestama, te kao pješački i provizorni mostovi. Ipak je nedavno u Južnoj Dakoti (SAD), radi estetskih razloga, izgrađen drveni most duljine 90 m na križanju triju brzih cesta (sl. 1).



Sl. 1. Drveni most u Južnoj Dakoti (SAD)

Dok trajnost kamenih mostova iznosi i više tisuća godina, trajnost je drvenih mostova relativno malena. U Švicarskoj je sačuvano više drvenih mostova, a pogotovu natkritih pješačkih mostova, od kojih su neki stari i više od stotinu godina. Poznat je takav pješački most u Luzernu (sl. 2). Veliko značenje imaju drveni mostovi za vrijeme rata, kao privremeni mostovi za zamjenu stalnih mostova, da bi se što prije uspostavio cestovni ili željeznički promet. Svojestvo je, naime, drvenih privremenih mostova, da su jednostavni i da se vrlo brzo grade.



Sl. 2. Pješački drveni most Kapellbrücke u Luzernu (Švicarska) iz 1333, sa zabatnim slikama iz 1599

Dobra su svojstva drvenih mostova: mala prostorna težina, upotreba lako obradivog materijala, jednostavna i brza gradnja, laka izmjena oštećenih dijelova, a za njihovu gradnju potrebno je niže kvalificirano osoblje. Mane su im mala čvrstoća, pa prema tome i mala nosivost, manja trajnost, opasnost od požara, česti popravci, te relativno nepovoljan estetski dojam. Drvo za mostove mora biti kvalitetno (I ili II klasa). Trajnost mostova od hrastovine cijeni se na 30...40 godina, a od četinarina 15...20 godina. Na trajnost utječe truljenje drva, pa zbog toga treba vodu što prije odvesti s mosta. Osim toga, svaki dio mosta treba tako projektirati da bude što više izložen svjetlosti i zraku.

Što se tiče kvalitete drva i spajanja elemenata drvenih konstrukcija v. *Drvene konstrukcije*, TE 3, str. 401.

Mostovi se sastoje od gornjeg i donjeg stroja.

Gornji stroj sastavljen je od glavnih nosača, sprega i kolnika.