

izvleček

Novi most preko Ljubljanice je del avtocestnega obroča okoli Ljubljane, ki prečka reko na vzhodni strani mesta. Reka je pomembna zelena os mesta. Ob njej se postopoma oblikuje linearni krajinski park, preko katerega je mesto povezano z naravnim okoljem. Zaradi izredno nizke nivelete ceste ni bilo mogoče zagotoviti prehodnosti pod mostom s klasičnimi mostnimi konstrukcijami. Razvita je bila inovativna konstrukcijska in arhitektonska rešitev. Zavešena konstrukcija mostu s tremi piloni omogoča radikalno stanjšanje mostne plošče. V vertikalno razvita mostna konstrukcija učinkuje v prostoru kot pomemben geografski in urbani znak, ter na ta način označuje prehod avtoceste preko reke. Objekt je pomemben mestni most, zato so mu dodane poti pešcev in kolesarjev, oblikovane kot široka ladijska paluba. Tudi oblikovanje mostne opreme ima zaradi ekstremnih atmosferskih pogojev (vetra in soli) navtični zven.

abstract

The new bridge is part of the motorway ring around Ljubljana. It crosses the Ljubljanica River in the eastern part of the city. The river is an important green axis in the city. A linear landscape park is being formed along its banks, which links the city to its natural surroundings. Passage under the bridge couldn't be achieved with classical bridge constructions because of the highway's very low elevation. Thus an innovative construction and architectural solution were developed. The curtailed bridge construction with three pylons allows a radically thinner bridge plate. The vertically stretched bridge construction acts as an important geographical and urban sign, thus spatially marking the passage of the highway across the river. The building is an important urban bridge so passages for pedestrians and cyclists, designed as a broad ship deck, were added. Because of extreme atmospheric conditions (wind, salt) even the design of bridge furniture has a nautical tone.

ključne besede:

most, poševne zatege, avtocesta, Ljubljana

key words:

bridge, cable stays, highway, Ljubljana

Konstrukcijski sistem, ki doživlja v zadnjem času največji razmah, je sistem premostitvenih objektov s poševnimi zategami. Sistem je v zadnjih 15-letih v stalnem razvoju in je neupravičeno zapostavljen v našem strokovnem okolju. Sprva se je uporabljal za večje in srednje razpone, danes pa postaja komercialno upravičen tudi za manjše objekte z razponom od 35 m naprej. Omogoča graditev objektov v armiranobetonski, prednapeti ali sovprežni izvedbi. Neverjeten razvoj tega tipa konstrukcij je pogojen predvsem s sodobno protierozijsko zaščito kablov, ki dovoljuje mnogo večje napetosti v nosilnih elementih in s tem manjše količine vložnega materiala. Pomembna je tudi vloga računalnika in sodobne matematične analize, ki omogočata simulacijo povesov in s tem predvidevanje in vnaprejšnje korigiranje deformacij. Razvoj tovrstnih obešenih kabelskih mostov se je začel po drugi svetovni vojni, čeprav lahko zasledimo razmišljanja o podobnem sistemu še na skicah Leonarda da Vincija in kasneje francoskega konstruktorja Poyeta v letu 1821. Koncept je bil razvit z namenom, da bi se z večjimi razponi izognili rečnim mostnim podporam, ki so ovirale rečno plovbo. Izrazit primer te vrste je znameniti most Kniebrücke v Dusseldorfu z dvema stranskima pilonom in posamičnimi kabli, ki omogočajo 63 m razpona pri 3.30 m visoki ortotropni konstrukciji voziščne plošče.

V Sloveniji izvajamo projekt stoletja - izgradnjo avtocestnega križa. Kljub deklariranemu in iskrenemu hotenju, da bi bile nove ceste in cestni objekti oblikovalsko kvalitetni, pa ponavljamo stare napake. Prva in najusodnejša je povezana z nepravočasnim vključevanjem oblikovalcev v proces projektiranja. Tako smo oblikovalci pogosto soočeni z dejstvom, da pridobimo nalogo šele, ko so objekti že oddani izvajalcem na ključ in nam preostane le še možnost "dekoriranja" že izdelanih projektnih rešitev, ne pa tudi soodločanja ob dosti bolj kompleksnih in usodnih oblikovalskih vprašanjih. Torej ni naključje, da smo naleteli pri

oblikovanju objektov na vzhodni ljubljanski obvoznici na resne težave. Najbolj dramatična je bila situacija na lokaciji novega mostu čez Ljubljanico, ki bi zaradi nizke nivelete dobesedno "povožil" reko. Realizacija na ključ oddanega projekta bi imela dalekosežne neželjene posledice, kajti območje Ljubljane velja kot širši rekreacijski prostor Ljubljane. Možnih je bilo več rešitev problema:

- dvig nivelete ceste
- večje število podpor pri gredni konstrukciji ter s tem tanjšanje voziščne plošče
- oblikovanje nove prostorske konstrukcije (obešene variante)
- delna širitev rečnega profila in s tem znižanje vodne gladine.

Po konzultaciji s cestnimi inženirji, vodarji in konstruktorji predstavniki investitorja se je pokazala kot najbolj sprejemljiva varianta gradnja objekta s poševnimi zategami in tremi vzporedno postavljenimi piloni, kar je omogočilo stanjšanje mostne plošče od 1.60 m na vsega 0.40 m. S tem smo pridobili dodatnih 1.20 m svetle višine oziroma potrebno minimalno višino 3.60 m nad javno sprehajalno potjo ob reki.

Konstruktorska skupina V. Ačanskega v Gradisu, Biroju za projektiranje v Mariboru je tako skupno z Univerzo v Ljubljani, Fakulteto za arhitekturo in ZRMK izoblikovala inovativno različico v svetu splošno uporabljane tehnologije mostnih konstrukcij s poševnimi zategami s ciljem. Obravnavana rešitev je nastala na podlagi dolgoletne raziskave možnosti aplikacije koncepta konstrukcije mostu s poševnimi zategami v slovenski konstruktorski praksi. Prve tovrstne projekte je ponujal Gradis skupaj s Fakulteto za arhitekturo že leta 1982 z natečajnima projektoma za za novi most v Zagrebu in dvoetažni most v Mariboru, kasneje pa tudi v Ptujju in ponovno dvakrat v Mariboru in Kostanjevici. Običajne so realizacije mostov z enim osnim ali

dvema vzporednima pilonoma, kar pogojuje izdelavo masivne gredne oziroma konzolne konstrukcijske mostne plošče, to pa pomeni relativno debelo horizontalno konstrukcijo cca 2.00 m in več. V primeru mostu čez Ljubljano, kjer je bilo potrebno zaradi izjemnih pogojev radikalno stanjšati mostno ploščo brez povečanja števila podpornih stebrov, takšna rešitev ni zadoščala. Plošča novega objekta je enakomerne debeline brez prečnikov (razen med piloni), le na mestih pripenjanja zateg so izoblikovane polkrožne AB bradavice, ki segajo v svetlo višino podmostja. Na ta način smo razvili nov konstrukcijski sistem, ki ga bo mogoče uspešno aplicirati tudi pri številnih bodočih premostivnih objektih in sicer:

- Pri pričakovani potrebi po izgradnji obvoznic okoli urbanih krajev ali pri rekonstrukciji regionalnih cest, kjer je potrebno ob prečkanju reke dvigniti niveleto regionalne ceste nad koto stoletne vode (to pomeni pri klasičnih konstrukcijah s prehodnostjo ob reki cca 5.00 m nad koto terena) kar zahteva izgradnjo dolgih in visokih nasipov in obsežno angažiranje terena. Še pomembnejši so naravovarstveni kriteriji, ki pogosto preprečijo takšno gradnjo, ki se mora zato preusmeriti v tehnično in ekonomsko zahtevnejše koridorje.
- Pri izgradnji novih AC ali ostalih mostov v ravninskem svetu, kjer je potrebno zadostiti prej opisanim kriterijem
- Pri gradnji nadvozov, kadar smo ob gradnji omejeni s prostorom oziroma kadar nimamo dovolj manevrskega prostora za druge rešitve
- Pri rekonstrukcijah obstoječih objektov, ki so višinsko limitirani v okviru obstoječih gabaritov, itd.

Uporaba nove konstrukcijske zasnove mostu s tremi vzporedno postavljenimi piloni omogoča realizacijo pogosto ekološko rizičnih projektov, hkrati pa tudi realizacijo sicer najracionalnejših cestnih koridorjev, ki so ob uporabi klasičnih mostnih konstrukcij neprimerni zaradi okoljevarstvenih razlogov. To pomeni pogosto pomembno racionalizacijo stroškov pri izvedbi cestnih projektov.

S projektom ljubljanske "harfe" je rešen predvsem kompleksen ekološki in urbanistični problem, v vertikalo razvita mostna konstrukcija učinkuje v prostoru tudi kot pomemben urbani znak. Voznika opozarja, da prečka reko in je torej pomemben geografski orientir. Konstrukcija mostu s tremi vzporedno postavljenimi "harfami" predstavlja atraktiven likovni element, ki ob gibanju opazovalca spreminja svojo temeljno geometrijo. Že daleč pred reko predstavljajo piloni pomembno orientacijsko točko na obzorju. V rečnem prostoru samem je pojav mostu bolj nepredvidljiv, pojavi se nenadoma iz drevesnih krošenj, stopiš izza drevesa ob vodi in - tukaj je! Most neprestano spreminja svoj obraz, kar je posledica asimetrije treh vitkih pilonov in značilne razporeditve vezi. Ta učinek je še posebej opazen z nivoja krajevnih cest in iz reke.

Glede na razvoj Ljubljane, bo postal most čez Ljubljano sčasoma tudi pomemben mestni most zato so mu dodane poti pešcev in kolesarjev in je mostna oprema oblikovno zahtevnejša ter trajnejša kot običajno. Zaradi izjemne konstrukcijske zasnove se pri tem ni bilo mogoče nasloniti na elemente iz običajne cestogradne galanterije pač je bil izbran oblikovalski koncept, ki ustreza značaju celotnega objekta. Oprema ima nautični zven, saj asociira most s svojimi piloni in pletenicami na jadrnico, ki je podobno kot most, izpostavljena ekstremnim atmosferskim pogojem in koroziji. Po študiju ladijske opreme so bili izoblikovani ograjni elementi, mostni venec, svetilke, pločniki in podobno. Glede na zahtevo po trajnosti je bil izbran enoten

material: prokrom pločevina, ki bo uspešno kljubovala vetru, soli ter zobu časa. S tem se bo zagotovila primerna trajnost (glede na slabe izkušnje, ki jih imamo s pleskanimi in pocinkanimi drobnejšimi kovinskimi elementi) kot tudi likovna primernost ograje. Ograjo mostu oblikujejo vertikalne, rahlo usločene kovinske stojke, povezane z enotno leseno polico, ki vabi pešca k ogledovanju reke. Lesena polica se upira tako zimskemu mrazu kot poletni vročini in je ob vseh letnih časih prijetna na otip. Med kovinskimi stojkami so razpeljane horizontalne jeklene šibke, le na dnu, ob robnem vencu je nameščena debelejša jeklena cev, ki preprečuje upogib ob morebitnem padcu kolesarja ali pešca. Odločitev za horizontalno namestitev ograjnih šibk je temeljila na občutenju, da pri novem objektu, podobno kot pri ladji, ni nevarnosti pred padcem v globino, pač pa je nevarnost, da si "zmočimo noge". Vzdrž ograde je nameščen polkrožno oblikovani mostni venec iz prokrom pločevine. S takšno rešitvijo je rešen večni problem propadanja tega občutljivega mostnega detajla. Ločimo torej dvoje mostnih elementov: konstrukcijske elemente in fasado. Konstrukcija, mora ostati trajna in nedotaknjena, njena zaščita (fasada), ki je lahko lahka in obnovljiva. V zgornjem delu venca, v ravnini pločnika so nameščene talne svetilke, podobno kot v avionskem krilu, ki preko odboja na polici osvetljujejo peščevo pot.

Peščevo pot in kolesarska steza izvedeni v bomanite materialu, v katerega so vrezani vzdolžni utori, ki asociirajo na leseno ladijsko palubo. Bomanit tlak je izveden v sivozeleni barvi ter dodatno posut s svetlikajočim kremenčevim peskom, ki preprečuje zdrs pešcev ob poledici.

Podobno kot pri zunanji ograji je tudi notranja odbojna ograja sestavljena iz zahtevnejše oblikovanega N.Y. betonskega elementa ter nadvišane jeklene cevi, tako da odgovarja tako po kvaliteti materialne izvedbe kot po karakterju oblikovanja ambientalnemu značilnostim mestnega ambienta. Z nižjim N.Y. in jekleno cevjo je dosežena večjo preglednost vozišča, občutek širine in lahkotnejši videz celotne mostne konstrukcije. To je bil eden od oblikovalskih pogojev in izhodišče pri oblikovanju objekta v krajinsko občutljivem obrečnem prostoru.

Pozitivne izkušnje iz Koroškega mostu v Mariboru ali novega mostu za pešce na Ptujju kažejo, da so napore v tej smeri po splošni oceni stroke upravičeni. Mostni piloni so konično oblikovani, da bi na ta način še povdarjali lokalno monumentalnost objekta. Sidrni čevlji jeklenih pletenic, ki se vertikalno nizajo ob pilonu, so namenoma vizualno izpostavljeni, tako da pripovedujejo v govorici inženirske estetike o naravi izbranega konstrukcijskega sistema. Na mestu, kjer jeklene pletenice prebadajo mostno ploščo so nameščeni dolgi pločevinasti tulci (manšete), ki uravnavajo geometrijo sidrišč in so hkrati zaščita plastičnih cevi, ki obdajajo jeklene pletenice. Izkušnje iz podobnih objektov namreč kažejo, da so ta mesta pogosto predmet igre otrok ali vandalizma, poškodovana obloga pletenic pa povzroči odtokanje antikorozijskega olja. Tudi zaradi simbolne in orientacijske funkcije je objekt ambientalno osvetljen s štirimi žarometi, nameščenimi v oseh pilonov.

Ob mostu, na desnem delu reke, so zgrajena ambientalna stopnišča ter nameščene klopi za počitek in ogledovanje objekta. Peš poti pod mostom so dvignjene nad višino stoletne vode, medtem ko je teren pod mostom znižan za dodatnih 80 cm da se na ta način še poveča svetla višina podmostja. Na desnem bregu reke je čez lokalni potok zgrajeni manjši mostiček, kot del celotne kompozicije, katerega ograje so, tako kot mostne, izdelane iz prokrom pločevine.



Slika 1: Zavešena konstrukcija mostu s tremi piloni učinkuje v prostoru kot pomemben geografski in urbani znak, ter označuje prehod avtoceste preko reke. (foto Miran Kambič)
The curtained bridge construction with three pylons acts as an important geographical and urban sign and marks the passage of the highway across the river.



Slika 2: Oblikovanje mostne opreme ima navtični zven. (foto Miran Kambič)
Design of the bridge's furniture has a nautical note.



Slika 3: Reka Ljubljanica je pomembna mestna os, ki vodi v zeleno zaledje mesta. (foto Miran Kambič)
The Ljubljanica River is an important urban axis, leading to the city's green hinterland.



Slika 4: Prehodnost podmostja omogoča tanka, le 40 cm debela mostna plošča. (foto Miran Kambič)
Permeability of the bridge's undercarriage is enabled by a slight, only 40 cm thick bridge plate.



Slika 6: Poti pešcev in kolesarjev so oblikovane kot široka ladijska paluba. (foto Miran Kambič)
Passages for pedestrians and cyclists are designed as a wide ship deck.



Slika 5: Vsi konstrukcijski detajli so oblikovani enostavno in preišljeno. (foto Miran Kambič)
The design of construction details is simple and rational.



Slika 7: Mostna ograja ima široko mostno polico in niz svetilk, skritih v zaključnem vencu objekta. (foto Miran Kambič)
The bridge parapet has a wide bridge shelf and rows of lights hidden in the bridge's concluding cornice.

prof mag Peter Gabrijelčič
Fakulteta za arhitekturo
Univerza v Ljubljani
peter.gabrijelcic@arh.uni-lj.si