

PELJEŠKI MOST U ZAVRŠNOJ FAZI IZGRADNJE

PRIPREMILA:
Anđela Bogdan

Spojen posljednji segment konstrukcije Pelješkoga mosta

Podizanjem posljednjega segmenta čelične rasponske konstrukcije Pelješki most spojen je i proteže se od Komarne na kopnenoj strani do Brijeste na poluotoku Pelješcu. Povezivanjem južnoga dijela Dubrovačko-neretvanske županije s ostatkom zemlje teritorij Republike Hrvatske konačno je postao jedinstvena cjelina, a po dovršetku cjelokupnoga projekta putovanje od Zagreba do Dubrovnika skratit će se za dva sata

Uvodne napomene

Studenti diplomskoga studija Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu bili su 8. srpnja 2021. na stručnoj ekskurziji na gradilištu mosta Pelješac, koju je organizirao prodekan za nastavu izv. prof. dr. sc. Domagoj Damjanović. Oko 90 stude-

nata diplomskoga studija građevinarstva i njihovi profesori dobili su priliku obići najvažnije gradilište u Republici Hrvatskoj u posljednjih nekoliko godina. Po dolasku na gradilište Pelješkoga mosta studentima je održana uvodna prezentacija o projektu te prikazan prigodni film o tehnologiji gradnje, nakon čega su imali priliku prošetati

mostom od upornjaka s kopnene strane do sredina raspona između stupa S8 i S9, na kojima su se tada obavljale pripreme za spajanje posljednjega segmenta rasponske konstrukcije. Domaćin obilaska gradilišta bili su Davor Trlaja, dipl. ing. građ., predstavnik *Hrvatskih cesta*, koje su investitor projekta, i Zoran Trogrlić, dipl. ing. građ., nadzorni inženjer na gradilištu iz *Instituta IGH*. Tijekom prezentacije i obilaska gradilišta studentima su detaljno opisali projekt koji je Republika Hrvatska pokušavala realizirati desetljećima, a koji sada konačno ulazi u završnu fazu gradnje. U *Građevinaru* je već u nekoliko navrata detaljno opisan projekt Pelješkoga mosta, a u ovome prilogu istaknute su aktualnosti s gradilišta i neki od izazova s kojima su se susreli inženjeri tijekom gradnje mosta.



Pogled na gradilište Pelješkoga mosta, snimljeno 8. srpnja 2021.



Skupina studenata i profesora GF-a Zagreb snimljena tijekom stručne ekskurzije na gradilištu mosta

Projekt kojim hrvatski teritorij postaje jedinstvena cjelina

Izgradnjom mosta kopno – Pelješac uspostaviti će se čvrsta cestovna veza između svih dijelova hrvatskoga teritorija. Dubrovačko-neretvanska županija povezat će se s hrvatskim teritorijem, što će uvelike doprinijeti razvitku Dubrovnika, poluotoka Pelješca i cijele najjužnije hrvatske županije. Gradnja Pelješškoga mosta dugog 2,4 kilometra prva je od ukupno četiri faze projekta „Cestovna povezanost s južnom Dalmacijom“. Ostale faze odnose se na izgradnju pristupnih cesta na kopnu (2,14 km) i na Pelješcu (9,898 km), stonske obilaznice (1. faza – poddionica Sparagovići/Zaradeže – Prapratno duljine 10,2 km; 2. faza – poddionica Prapratno – Doli duljine 7,89 km). Gradnja Pelješškoga mosta u Hrvatskoj već je desetljećima jedno od glavnih pitanja u unutarnjoj i vanjskoj politici zemlje. Ideju o gradnji mosta prvi je put u javnosti iznio tadašnji dubrovačko-neretvan-

ski župan Ivan Šprlje, i to sada već davne 1997. Hrvatska je nakon osamostaljenja i Domovinskoga rata trebala naći način kako najbolje povezati Dubrovnik i njegovo područje s ostatkom zemlje jer je tranzit preko Neuma u Bosni i Hercegovini, dugoročno gledano, bio teško održiv, a u praksi je građanima obiju zemalja stvarao poteškoće.

Glavna ideja bila je ta da se promet iz Opuzena prema Stonu i Dubrovniku umjesto preko Neuma i dvaju graničnih prijelaza oko toga grada preusmjeri na novi most i ceste preko poluotoka Pelješca i tako putnike oslobodi graničnih i carinskih kontrola te gužvi na graničnim prijelazima

Glavna ideja bila je ta da se promet iz Opuzena prema Stonu i Dubrovniku

umjesto preko Neuma i dvaju graničnih prijelaza oko toga grada preusmjeri na novi most i ceste preko poluotoka Pelješca i tako putnike oslobodi graničnih i carinskih kontrola te gužvi na graničnim prijelazima. S druge strane, s novom prometnom infrastrukturom rasteretio bi se Neum, koji je ljeti obično doživljavao prometne kolapse, posebno u danima smjenne gostiju. Predlagana su i druga rješenja poput kopanja tunela ispod Malostonskoga zaljeva ili povezivanja dviju obala stalnim brodskim i trajektnim linijama, no te varijante na kraju nisu uzete u obzir, a projekt Pelješškoga mosta uključen je 2000. u prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije.

U dvijetisućitima gradilište Pelješškoga mosta bilo je otvarano u dva navrata, no, nažalost, bez uspjeha. U periodu od 2005. do 2012. bilo je izvedeno tek tri posto planiranih radova, a zbog globalne recesije i problema oko financiranja projekta 2012. drugi je put raskinut ugovor za njegovu gradnju. U svibnju 2013. Eu-

ropska komisija naručila je predstudiju izvodljivosti koja je pokazala to kako je Pelješki most najbolje rješenje za povezivanje juga Hrvatske s ostatkom države, iako su postojala i varijantna rješenja. Tek je u veljači 2017. Vlada Republike Hrvatske usvojila odluku o financiranju projekta „Cestovna povezanost s južnom Dalmacijom“, koja je vezana uz gradnju Pelješkoga mosta, projektnu dokumentaciju i sufinanciranje sredstvima Europske unije. Ta je odluka bila preduvjet za provedbu ključnoga projekta koji će obilježiti iduće godine, što je ujedno dio Strategije prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. do 2030.



Detalj s gradilišta

Sudionici u gradnji

Radi se o najvažnijemu geostrateškom projektu u Republici Hrvatskoj čijom će se izgradnjom konačno dokinuti teritorijalni diskontinuitet Hrvatske. Ukupna vrijednost projekta procijenjena je na 420,3 milijuna eura i uključuje gradnju mosta, pristupnih cesta i stonske obilaznice. Nakon što je JASPERS razmotrio projektnu dokumentaciju (tehničku, financijsku i okolišnu) te nakon što je Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture primilo potvrdu JASPERS-a da je projekt dobro pripremljen i da je prijava uredna, Europska komisija donijela je odluku o

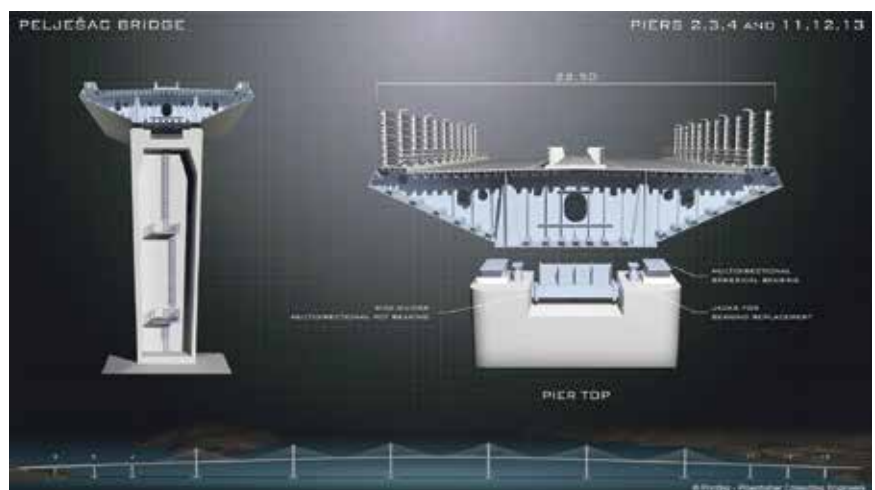


Pelješki most trenutno je najvažniji geostrateški projekt u Hrvatskoj

prihvaćanju sufinanciranja projekta, i to u iznosu od 357 milijuna eura. JASPERS je partnerstvo Europske komisije (Glavna uprava za regionalnu politiku), Europske investicijske banke, Europske banke za obnovu i razvoj i Kreditanstalt für Wiederaufbau, a riječ je o instrumentu tehničke pomoći državama članicama EU-a kojima se pruža potpora potrebna za izradu visokokvalitetnih velikih projekata koji će se sufinancirati iz EU-ovih fondova.

Pelješki most je najvažniji geostrateški projekt u Republici Hrvatskoj čijom će se izgradnjom konačno dokinuti teritorijalni diskontinuitet Hrvatske

Objavom natječaja za odabir izvođača radova na Pelješkome mostu i izgradnju pristupnih cesta u 2018. označen je početak toga najvećeg infrastrukturnoga projekta u Hrvatskoj financiranog iz fondova Europske unije. Most gradi kineski konzorcij *China Road and Bridge Corporation*, koji je ponudio 2,081 milijardu kuna bez PDV-a, s rokom dovršetka radova od 36 mjeseci. Gradnja je službeno počela 31. srpnja 2018., kada je izvođač uveden u radove. Nadzor nad izgradnjom mosta kopno – Pelješac s pristupnim cestama obavlja zajednica ponuditelja koju čine tvrtke *Institut IGH*, *Centar za organizaciju građenja* i *GI Investinženjering*, koja je dala ponudu u iznosu od 49,4 milijuna kuna bez PDV-a.



Poprečni presjek stupa i rasponske konstrukcije mosta

Glavni i odgovorni projektant mosta jest slovenski inženjer Marijan Pipenbaher, dipl. ing. građ., vlasnik tvrtki *Ponting i Pipenbaher Consulting Engineers*. Projekt mosta radio je pune četiri godine zajedno s kolegama s Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Kontrolu glavnoga projekta obavile su tvrtke *Geodata Ltd.* i *COWI A*, a kontrolu izvedbenoga projekta tvrtka *Rambol Denmark A/S*.

Konstruktivsko rješenje mosta

Most kopno – Pelješac prelazi preko morskoga tjesnaca, a spaja naselja Komarnu na kopnu i Brijestu na poluotoku Pelješcu. Širina prepreke na razini mora iznosi približno 2140 m. Duljina mosta od osi do osi upornjaka iznosi 2404 m, dok ukupna duljina mosta s upornjaci- ma iznosi 2440 m. Na najvećemu dijelu prijelaza dubina mora približno je stalna i iznosi oko 27 metara. Most se nalazi u vrlo osjetljivome ekološkom području Malostorskoga zaljeva, koje je zaštićeno i pripada području Natura 2000. U traženju konstruktivske i arhitektonske koncepcije mosta projektanti su upotrijebili metodu cjelovite optimizacije. Za Pelješki most provedena su ispitivanja u zračnome tunelu, na modelu odsjeka mosta te na modelu cijeloga mosta kako bi se potvrdila njegova dinamička svojstva. Most se nalazi u seizmički vrlo aktivnome tlu.

Na području obuhvata projekta, u krugu od približno stotinu kilometara, u posljednjih stotinjak godina dogodilo se sedam jakih potresa, čija je magnituda bila veća od 6 stupnjeva po Richteru. Inženjeri su već u fazi pripreme projekta znali da će temeljenje mosta biti velik izazov, što su potvrdila i ispitivanja provedena od 2004. do 2011.

Potporna konstrukcija (temelji, stupovi upornjaci) čini oko 40 posto ukupne vrijednosti investicije, što je relativno velik postotak u usporedbi s drugim mostovima. Zato je trebalo pronaći optimalan odnos između broja potpora, raspona konstrukcije i izbora građevnih materijala. Ispunjenje ključnih kriterija kvalitetnoga konstruiranja kao što su stabilnost, trajnost, ekonomičnost i mirno uključenje u krajolik rezultiralo je u inventivnome konceptu mosta kosim zategama i integralnom hibridnom strukturom.

Most kopno – Pelješac prelazi preko morskoga tjesnaca, spaja naselja Komarnu na kopnu i Brijestu na poluotoku Pelješcu, širina prepreke na razini mora iznosi približno 2140 m, a duljina je mosta od osi do osi upornjaka 2404 m

Temeljenje kao najveći izazov projekta

U fazi gradnje temeljenje se zaista pokazalo kao najveći izazov koji su inženjeri morali riješiti prilikom projektiranja i gradnje mosta. Naime, nosivo tlo odnosno čvrsta stijena koja može preuzeti opterećenja s konstrukcije nad morem nalazi se na velikoj dubini od približno 130 metara. Zbog toga je posebna pozornost posvećena detaljnoj razradi projekta temeljenja mosta te analizama probnih bušotina i geofizičkih ispitivanja. Na gradilištu su se izvodili i testni piloti, koji su potvrdili rezultate ispitivanja morskoga tla, a ujedno su poslužili za testiranje opreme i tehnologije koja je korištena za zabijanje nosivih pilota.

Zabijanjem testnih pilota potvrđena su ranija saznanja o tlu, a osim toga služili su za isprobavanje opreme i tehnologije radova prije nego što su primijenjene na nosivim pilotima. Upornjaci U1 i U14 te stupovi S2 i S13 temeljeni su na čvrstoj stijeni, dok su stupovi S3 do S12 temeljeni u moru na čeličnim pilotima, koji su zabijani kroz slojeve gline sve do čvrste stijene. Postavljeni su u skupine koje sadržavaju od 9 do 20 pilota, u rasporedu pravokutnoga oblika. Na gradilištu je ukupno zabijeno 148 čeličnih pilota. Debljina stijenki je uglavnom 40 milimetara, a na najopterećenijemu dijelu pilota i do 60 milimetara. Kraći piloti koji su bili predviđeni za zabijanje na manjim dubinama, bliže obali promjera su 1,8 metara, a promjer većih pilota iznosi dva metra. Piloti na stupištima S3, S4, S10, S11 i S12 produljeni su betonskom stopom u čvrstu stijenu i u cijelosti su ispunjeni betonom, a piloti na preostalim stupištima ispunjeni su betonom do dubine od 40 metara. Ukupne duljine svih ugrađenih pilota kreću se od 36 do 124 metra. Piloti su na razini mora usidreni u masivnu betonsku naglavnicu, nakon čega je počela gradnja stupova.

Rasponski sklop mosta

Pelješki most ima ukupno 13 raspona, od kojih je pet glavnih dugo 285 metara, šest centralno postavljenih armira-



Temeljenje mosta bilo je velik izazov za inženjere (foto: CRBC)



Detalj s gradilišta tijekom faze temeljenja mosta (foto: Denis Jerković / CROPIX)



Armiranje stupova S9 i S10



Minimalni zahtijevani plovidbeni profil ispod mosta iznosi 200 x 55 metara

nobetonskih pilona visine 40 metra te dva traka zajedno sa zaustavnim trakom. Minimalni zahtijevani plovidbeni profil ispod mosta Pelješac, usuglašen s Bosnom i Hercegovinom, iznosi 200 x 55 m. Most će imati dva vozna traka i po jedan zaustavni, a s obzirom na to je velikim dijelom financiran sredstvima Europske unije, bit će besplatan za sve građane.

Pelješki most ima ukupno 13 raspona, od kojih je pet glavnih dugo 285 metara, šest centralno postavljenih armiranobetonskih pilona visine 33 metra te dva traka zajedno sa zaustavnim trakom

Konstrukciju čini ovješeni most na dubokim temeljima izvedenima na zabiljenim pilotima. Rasponski sklop izveden je kao čelična greda s dijelovima betonskoga presjeka nad stupovima. Greda je pridržana jednim redom čeličnih zatega u središnjoj osi. Piloni i glavni nosač čvrsto su povezani, čineći integralnu konstrukciju s minimalnim brojem razdjelnica i ležajeva. Prilazni dijelovi glavnoga sklopu sastoje se od čeličnoga grednog nosača manjih raspona, koji se na stupove oslanja



Središnji dio nosive konstrukcije ima pet glavnih otvora i šest pilona



Zatege na stupovima lepezastoga su oblika. (foto: EdoStuff)



Pripreme za podizanje segmenta rasponske konstrukcije

preko ležajeva. Središnji dio nosive konstrukcije mosta duljine 1804 metra sastoji se od pet glavnih otvora veličine po 285 metara i šest pilona odnosno glavnih stupova na dubokim temeljima, visokih od 85 do 100 metara iznad površine mora.

Integralno koncipirana konstrukcija mosta s hibridnim ovješanim rasponskim sklopom i centralno postavljenim armiranobetonskim pilotima, koji su elastično upeti u stupove, osigurava seizmičku stabilnost mosta bez ugradnje velikih ležajeva i seizmičkih prigušivača. Ležajevi su ugrađeni samo na krajnjim stupovima i na upornjacima. Visina pilona iznosi 40 metara, tako da omjer visine pilona prema rasponu iznosi 0,14, što most svrstava na granicu između ovješanih i tzv. *extradosed* mostova. Raspored zatega jest lepezasti, a njihova duljina iznosi od 32,5 do 137 metara. Pojedina zatega sastoji se od najmanje 55, a najviše od 109 strukova. Armiranobetonski piloni postavljeni u sredini poprečnoga presjeka elastično su pridržani za betonske dijelove gornjega ustroja te upeti u vrhove stupova.

U veljači 2020. iz Kine na gradilište Pelješčkoga mosta stigla je prva isporuka 29 od ukupno 165 segmenata čelične rasponske konstrukcije, čime je počela faza montaže rasponske konstrukcije mosta. Čeličnu rasponsku konstrukciju ovješena dijela i pristupnih dijelova mosta čini tročelijski čelični sanduk. Ortotropna ploča kolnika ukupne je širine 22,5 metara. Donji pojas sanduka jest horizontalan, širine 8,1 metar, a ukupna visina sanduka u osi mosta iznosi 4,5 metara. Donju plohu zatvaraju dva bočna, kosa hrpta koji su nagnuti pod kutom od 24 stupnja prema horizontali. Nakon što je izrađena privremena potporna skela, uz pomoć velike plovne dizalice nosivosti 1000 tona montirani su čelični bazni segmenti rasponske konstrukcije. Pojedinačna težina baznoga segmenta iznosi oko 285 tona, a na mostu ih je ugrađeno ukupno 165.



Podizanje posljednjega, 165. segmenta čelične konstrukcije

Spajanje posljednjega segmenta rasponske konstrukcije mosta

Dana 28. srpnja 2021. u kasnim večernjim satima podignut je zadnji, 165. segment čelične konstrukcije težak 220 tona i time je Pelješki most spojen od Komarne do Brijeste. Taj je dan posebno obilježen zbog činjenice da je hrvatski teritorij postao jedinstven. Spajanju posljednjega segmenta konstrukcije mosta prisustvovali su mnogobrojni političari, inženjeri i zainteresirana javnost, a organiziran je i veliki vatromet. Premijer Andrej Plenković, koji je prisustvovao spajanju Pelješkoga mosta, izjavio je to da je Pelješki most generacijski i svehrvatski projekt za koji je zaslužno puno ljudi, a Hrvatska je njime ostvarila strateški cilj spajanja svojega teritorija.

Dodao je i to da je Hrvatska gradnjom mosta ostvarila svoj strateški cilj te istaknuo da je neupitan tijek pomorskoga prometa ispod mosta, što je i u interesu Bosne i Hercegovine. Pelješki most najvažniji je i najveći infrastrukturni projekt koji se trenutačno izvodi u Hrvatskoj, a poseb-

no veseli to što se sa svakim danom bliži njegova realizacija. Na gradilištu radovi se nastavljaju prema dinamičkome planu. Predstoje uređenje kolničke konstrukcije, instalacija opreme, prometne opreme i signalizacije te probna ispitivanja prometnoga opterećenja. Što se tiče ugovoreno-

ga roka završetka radova na mostu koji je bio planiran za kraj srpnja 2021., zbog pandemije virusa COVID-19, bio je obustavljen rad dvaju proizvodnih pogona čelične rasponske konstrukcije u Kini, što je rezultiralo pomicanjem datuma završetka svih radova na mostu na siječanj 2021.



Vatromet prigodom spajanja Pelješkoga mosta, snimljeno 28. srpnja 2021. (foto: HINA)



Spajanjem Pelješkoga mosta hrvatski je teritorij konačno spojen u jedinstvenu cjelinu (Foto: Martin Mikulčić)

Zaključne napomene

Pelješki most vrlo je složen građevinski pothvat, a istodobno neizostavan dio politike koju je posljednjih nekoliko godina vodilo Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, i to u suradnji s Vladom RH te tijelima Europske unije. Završetak projekta koji podrazumijeva dovršetak stonske obilaznice i ostalih pristupnih cesta očekuje se do ljeta 2022. Riječ je o dionici duljoj od 30 kilometara koja podrazumijeva potpuno novu cestovnu infrastrukturu na kojoj su trenutačno aktualni radovi na dvama vijaduktima, trima mostovima i četirima tunelima, od kojih je tunel Debeli brijeg, duljine tri kilometra, peti najduži tunel u Hrvatskoj. Na gradilištu su do sada probijena tri od četiri tunela, a tempo radova zadovoljava te se očekuje kako će pristupne ceste biti završene u srpnju 2022., čime će biti dovršen dugo očekivani projekt cestovnoga povezivanja krajnjega juga Republike Hrvatske. Kada uz Pelješki most budu završene i prateće pristupne

ceste, vrijeme putovanja između dviju točki hrvatske autoceste D8 s obje strane Neumskoga koridora skratit će se za 37 minuta odnosno sa sadašnjih 59 minuta na 22 minute. Ograničenje brzine na mostu iznosit će 90 kilometara na sat, a osim dvostrukih prometnih linija u svakome smjeru bit će i zaustavne linije. Mostarina se neće naplaćivati, a putnici više neće morati prolaziti dvije carinske kontrole na udaljenosti kraćoj od deset kilometara. Na kraju treba napomenuti i to da se važnost Pelješkoga mosta ne ogleda samo u simboličkome smislu, već i građevinskome jer će biti svrstan među najveće građevine toga tipa sagrađene u Europi tijekom 21. stoljeća.

Važnost Pelješkoga mosta ne ogleda se samo u simboličkome smislu, već i građevinskome jer će biti svrstan među najveće građevine toga tipa sagrađene u Europi tijekom 21. stoljeća

Mostovi po svojoj funkciji povezuju, premošćuju i ujedinjuju. Pelješki most puno je više od obične građevine. Njime je riznica hrvatske baštine obogaćena novim simbolom, simbolom suvremene Hrvatske koja je integrirana, koja ujedinjuje i koja svojom arhitekturom iznova nadahnjuje. Provedba toga infrastrukturnog projekta odrazit će se na svakodnevni život stanovnika južne Hrvatske te na živote mnogobrojnih turističkih posjetitelja kao i svih građana Lijepe Naše.

Izvori

- <https://povezannahrvatska.eu/>
- <https://mmpi.gov.hr/>
- Pipenbaher, M.: Projektiranje i analiza mosta Pelješac, Electronic collection of papers of the Faculty of Engineering, 16 (2018), pp.1-16
- <https://www.igh.hr/>
- <https://crbc-croatia.com/>
- <http://www.europski-fondovi.eu/tags/pelje-ki-most>

Fotografije

- Anđela Bogdan, Martin Mikulčić