

KINESKI MEGAPROJEKTI: MOST HZMB

PRIPREMILA:
Anđela Bogdan

Novi svjetski rekorder otvoren za promet

Nakon osmogodišnje gradnje najduži prekomorski most na svijetu dug 55 km pušten je u promet nakon svečanog otvorenja, velika je to i dvosmjerna autocesta sa šest trakova, 23 km mostova, sedam kilometara tunela i dva umjetna otoka. Most povezuje tri grada, a izgrađen je u obliku slova "Y".

Uvodne napomene

Inovativni neboderi za koje nebo više ne predstavlja granicu, podvodni tuneli koji povezuju gradove i države te najveća zračna luka na svijetu, koje smo nedavno predstavili u *Građevinaru*, neki su od najuzbudljivijih arhitektonskih, građevinskih i tehnoloških projekata današnjice, koji u svakome mogućem pogledu pomiču granice inženjerstva. Na tome popisu nalazi se i nedavno dovršeni, najdulji prekomorski most na svijetu koji povezuje gradove

Hong Kong, Zhuhai (čita se *Džuha*) i Makao, dug 55 km, koji je nakon dugih osam godina gradnje, u listopadu 2018. konačno otvoren za promet.

Najdulji prekomorski most na svijetu koji povezuje gradove Hong Kong, Zhuhai i Makao, dug 55 km, nakon dugih je osam godina gradnje, u listopadu 2018. konačno otvoren za promet

Usporedimo li te brojke s našim Pelješkim mostom, trenutačno najvećim infrastrukturnim projektom u RH, čija će duljina biti 2,4 km i čija će gradnja, u koju će biti uloženo približno 300 milijuna eura, trajati otprilike tri godine, sasvim je jasno da je zaista riječ o pravome megaprojektu, čak i za kineska mjerila.

Ta masivna betonska konstrukcija nije samo pokazatelj i dokaz kineske dominacije u području izgradnje golemih građevinskih konstrukcija, nego je i simbol njihovih sve većih geopolitičkih ambicija. Gradnja prometnih pravaca između Hong Konga, Makaa i kopna, osobito kopnenih prometnih koridora u Hong Kongu i na istočnim obalnim područjima delte Biserne rijeke u provinciji Guangdong, od 1980-ih do danas znatno je napredovala zahvaljujući ubrzanome razvoju gospodarstva i snažnoj ekonomiji na tome po-



Most HZMB dugačak je 55 kilometara



Položaj mosta na zemljopisnoj karti (iz izvedbenog projekta)

druću. Inače, regija delte Biserne rijeke ima istaknutu stratešku ulogu i ključnu stratešku poziciju u ukupnome gospodarskom i društvenom razvoju. S druge strane prometne veze između Hong Konga i zapadne obale Biserne rijeke relativno su slabe. Dok delta rijeke ubrzano napreduje, jaz između dviju obala rijeke širi se jer gospodarski razvoj na zapadnoj obali zaostaje za istočnom obalom.

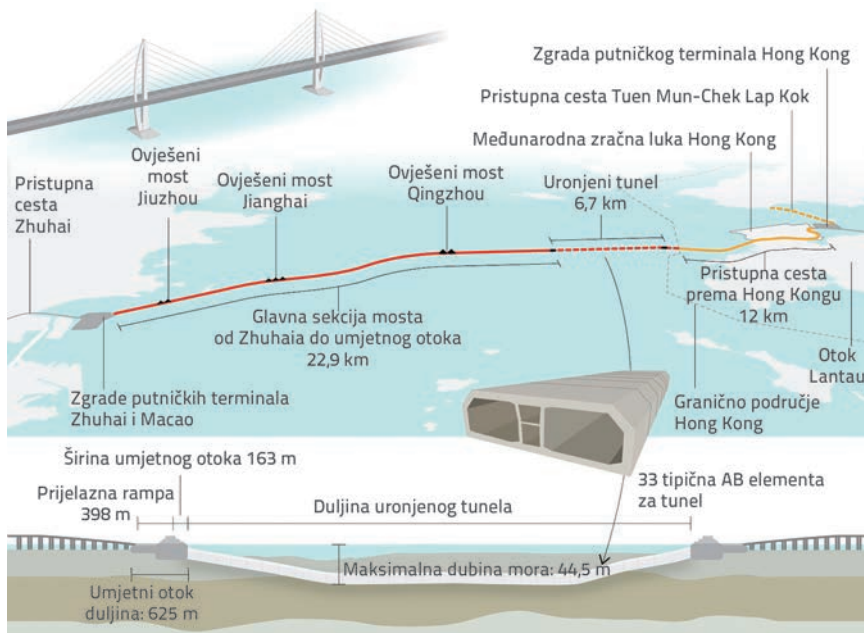
Nakon azijske financijske krize 1997. kineska je vlada pokušala revitalizirati gospodarstvo Hong Konga i potražiti nove točke gospodarskog rasta. Zato je baš iz toga grada pokrenuta inicijativa za bolje prometno povezivanje s gradovima na drugoj strani ušća Biserne rijeke, ponajprije s Makaom, ali i s drugim gradovima. Zhuhai jest najveće kinesko turističko središte, čak ga ponekad nazivaju i

Kineskom rivijerom. Industrijski se razvoj temelji na novim visokim tehnologijama i teškoj industriji poput elektronike, računarstva, biotehnologije, strojeva, opreme i farmacije.

Drugim riječima, ideja o gradnji mosta HZMB (kratica naziva mosta *Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge*) dio je programa razvoja područja Velikog zaljeva, regije koja bi se trebala, barem što se tiče tehnoloških inovacija i ekonomskog *boom*a, ravnopravno nadmetati s poznatim svjetskim zaljevskim područjima kao što su ona u San Franciscu, New Yorku i Tokiju. Hong Kong bio je i ostao važno središte međunarodnih financija i trgovine, s najvećom koncentracijom korporacijskih sjedišta u azijsko-pacifičkoj regiji, a želja kineskih vlasti bila je da se potakne gospodarski rast uz integraciju slabije razvijenih regija oko tog velegrada. Na području Velikog zaljeva, čija je površina 56.500 km², danas živi 68 milijuna ljudi u 11 gradova, a među njima najveći su Hong Kong i Makao. Područje je to koje zauzima manje od jedan posto ukupne površine Kine, a na njemu živi nešto manje od pet posto kineske populacije. Već sada generira 12 posto kineskog BDP-a.



Panorama Hong Konga



Situacija prometnog povezivanja tri kineska grada

Kada bismo ga usporedili s ostatkom svijeta, tada bi, slikovito rečeno, ta regija mogla gospodarski predstavljati jedanaestu zemlju svijeta.

Definiranje i planiranje projekta

Glavni je zagovornik prekozaljevskoga prometnog povezivanja bio hongkonški biznismen i inženjer Gordon Wu, koji na tu ideju došao još davne 1983., navodno potaknut mostovno-tunelskom vezom preko Chesapeake Baya u SAD-u. Međutim, njegova je ideja javno podržana tek 2002. kada se tadašnji kineski premijer Zhu Rongji zalagao za izradu studije povezivanja Hong Konga i zapadne obale delte Biserne rijeke, koja je poslije pokazala znatne makroekonomske koristi jednoga takvog infrastrukturnog projekta.

Glavni je zagovornik prekozaljevskoga prometnog povezivanja bio hongkonški biznismen i inženjer Gordon Wu, koji na tu ideju došao još davne 1983.

Studija je naručena godinu dana poslije, 2003., kada su stručnjaci analizirali pro-



Satelitski prikaz mosta

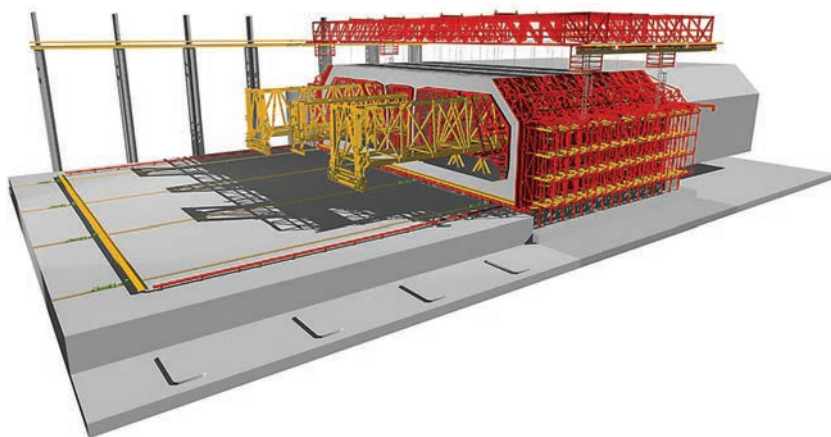
metnu povezanost između Hong Konga, Makaa i zapadnog dijela delte Biserne rijeke. Zaključeno je to da je sadašnji opseg prometa vrlo slab, da teče uglavnom morskim putem te da kopneni promet teče zaobilazno, što znatno produljuje vrijeme i troškove prijevoza. Studija kojom su predviđeni podaci za 2020. predviđela je znatno povećanje broja putnika (i do 240 milijuna na godinu), ali i opsega teretnog prijevoza (do 220 milijuna tona).

Zato je u kolovozu 2003. kineska vlada odobrila preliminarne radove na projektu mosta Hong Kong – Zhuhai – Makao, zbog čega je osnovana koordinacijska skupina za istražne radove na budućem gradilištu. Kako bi se istraživanja dodatno ubrzala, u prosincu 2006., uz odobrenje kineske vlade, osnovana je radna skupina pod nazivom *Hong Kong-Zhuhai-Macao Task Force* na čelu s Povjerenstvom za nacionalni razvoj i reforme (engl. *National Development and Reform Commission*), kako bi se odgovorilo na ključna pitanja megaprojekta poput lokacije, tehničkih rješenja, modela gradnje luka i plana financiranja projekta.

Procijenjeni ukupni troškovi projekta iznosili su približno 10,7 milijardi dolara. Središnja kineska vlada postigla je dogovor s vladama Hong Konga i Makaa o tome da sudjeluju u sufinanciranju pro-

jekta u iznosu od 22 posto, dok se ostatak planirao financirati kreditom kineskih banaka.

Za izradu studije izvodljivosti i idejnog projekta imenovana je koordinacijska skupina koja je angažirala Kineski institut za planiranje i projektiranje autocesta (engl. *China Highway Planning and Design Institute INC*), a idejni je projekt pripremljen 2004. godine. Razmatrane su moguće trase povezivanja i provede-



Oplatno rješenje za tunelsku cijev (izvor: PERI)

na odgovarajuća terenska ispitivanja pa je zaključeno to da je most Hong Kong – Zhuhai – Makao najpovoljnije rješenje i da ga treba izgraditi što prije jer donosi znatne političke i gospodarske prednosti.

Idejni je projekt pripremljen 2004. godine, zaključeno je da je most Hong Kong – Zhuhai – Makao najpovoljnije rješenje i da ga treba izgraditi što prije jer donosi znatne političke i gospodarske prednosti

U razradi se projekta ipak odustalo od prve ideje o gradnji dugog, neprekinutog mosta, i to zbog pristupa velikih kontejnerskih brodova nosivosti i do 300.000 tona lukama u deltu Biserne rijeke. Naime, to bi zahtijevalo gradnju mosta od čak 80 m nadmorske visine, što bi značilo i gradnju i do 200 m visokih pilona. S obzirom na to da je najpovoljnije mjesto za njegovu gradnju i temeljenje blizu Hong Konga i velike zračne luke, tolika bi visina mogla znatno ometati zračni promet. Zato je donesena odluka da se u dijelu mostovne veze gradi uronjena tunelska cijev duga 6,7 km, koja će ležati na najviše 44,5 m dubine, a sastoji se od 33 tipična armiranobetonska elementa standardiziranih dimenzija (duljine 180 m, širine 37,95 m i visine 11,5 m). Spoj mosta i tunela riješen je zahvaljujući gradnji dvaju umjetnih otoka dimenzija približno 650 m x 160 m.

Mostom upravlja javna ustanova *Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge Authority* (HZMB). Osnovani su je vlada posebne upravne regije Hong Konga, Narodna vlada provincije Guangdong i vlada posebne upravne regije Makao. Istražni radovi započeli su u prosincu 2009., nakon što je HZMB zaključio ugovor s tvrtkom *China Communications Construction Co.* (CCCC), čija je tvrtka kći *China Road and Bridge Corporation* (CRBC) glavni izvođač Pelješkog mosta. Primarna djelatnost tvrtke CCCC uključuje izgradnju autocesta, mostova, luka, tunela, sustava odvodnje i drugih civilnih građevina. Tvrtka se bavi i proizvodnjom te prodajom građevne mehanizacije. Među njihove najveće gra-

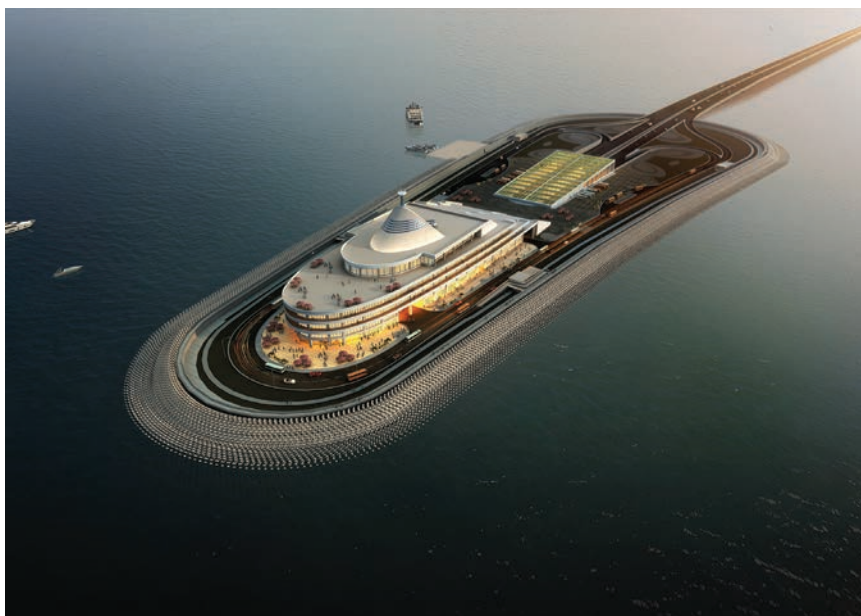
đevinske projekte ubrajaju se mostovi Donghai, Hangzhou Bay, Shanghai Yangtze River i Jintang.

Istražni radovi započeli su u prosincu 2009., nakon što je HZMB zaključio ugovor s tvrtkom *China Communications Construction Co.* (CCCC), čija je tvrtka kći *China Road and Bridge Corporation* (CRBC) glavni izvođač Pelješkog mosta

Glavni izazovi i rizici gradnje mosta

U istraživanje i projektiranje projekta mosta HZMB bile su uključene tvrtke *China Highway Planning and Design Institute*, *COWI A/S* iz Danske, *Arup Ltd* iz Velike Britanije i *Shanghai Tunnel Engineering and Rail Transit Design and Research Institute*.

Cijeli je projekt izgrađen u obliku slova "Y", a sastoji se od 23 km mostova, sedam kilometara tunela i dva umjetna otoka. Projektiran je kao velika dvosmjerna autocesta sa šest trakova. Maksimalna dopuštena vozna brzina je 100 km/h, a širina prometnice 33,1 m. Tunel je širok 2 x 14,25 m, a visok 5,1 m. Projektirani uporabni vijek mosta iznosi 120 godina.



Vizualizacija zapadnog umjetnog otoka



Gradilište umjetnog otoka, snimljeno 2014.

Prema postignutom konsenzusu, glavni projekt mosta Haizhong i tunela (granična linija Guangdong – Hong Kong do dijelova luke Zhuhai i Makao) zajednički su gradile regije Guangdong, Hong Kong i Makao. Da bi se omogućio siguran prelazak s mosta u tunel te izveo ventilacijski sustav, na svakome kraju glavnog tunela izgrađen je umjetni otok u moru. Glavni partneri pri građenju mosta HZMB bile su tvrtke *AECOM Asia Company Ltd.* i *Shanghai Urban Construction Group Co.*

Gradilište je službeno otvoreno 15. svibnja 2011. iskopima na morskome dnu te temeljenjem zapadnog umjetnog otoka. Taj se otok nalazi u blizini međunarodne zračne luke Hong Kong. Most ga povezuje s drugim umjetnim otokom u blizini luke Zhuhai i završava na mjestu Zhuhai Hongwan. Ukupno je dug 55 km. Već na početku gradnje projekt je izazvao lavinu kritika, ponajprije stranih stručnjaka, jer su bili uvjereni u to da Kinezi nemaju dovoljno znanja ni tehnologiju da takav projekt izgrade sami. Pri gradnji najveći je problem predstavljalo muljevito morsko dno, koje je zbog toga moralo biti ojačano čeličnim pilotima, a ta je tehnologija primijenjena i za teme-



Gradilište zapadnog umjetnog otoka, snimka iz 2017.

ljenje stupova mosta i podvodnog tunela. Posebno složeni bili su međusobni spojevi mostova i tunela.

Pri gradnji najveći je problem predstavljalo muljevito morsko dno, koje je zbog toga moralo biti ojačano čeličnim pilotima, a ta je tehnologija primijenjena i za temeljenje stupova mosta i podvodnog tunela

Zbog vrlo loše kvalitete (mekanoga) morskog dna, svaki umjetni otok dodatno je ojačan sa 120 čeličnih pilota visokih 55 m, širokih 22 m i teških oko 550 t. Predgotovljeni elementi izrađivani su na susjednome otoku, a potom su brodovima bili dopremani na gradilište. Gradnja je tekla u vrlo složenim vremenskim uvjetima, koji se na tome geografskom području kreću od tajfuna i tornada do tropskih ciklona, pa je pozicioniranje i brtvljenje tih elemenata često bilo odgađano jer su inženjeri morali čekati povoljne



Postavljanje čeličnih pilota

vremenske uvjete. Nakon dugih osam godina gradnje u most je ugrađeno približno 400.000 tona čelika. To je 60 puta više nego što je ugrađeno u Eiffelov tornj.

Cijeli taj projekt provodio se u skladu s ekološkim standardima (kvaliteta vode, zaštita ribarstva, gospodarenje otpadom). Nažalost, tijekom gradnje mosta živote je izgubilo 20 radnika, dok ih je više od 500 ozlijeđeno na gradilištu. Radnici su nastradali većinom zbog pada u more, a inspekcija je utvrdila to kako se izvođači nisu pridržavali sigurnosnih mjera. Poslije je otkriveno i to da prsluci za spašavanje i ostala sigurnosna oprema nisu bili ispravni. Izvođači nisu odgo-



Montaža predgotovljenih betonskih elemenata mosta



Proizvodnja predgotovljenih elemenata za uronjeni tunel

varali za te propuste, a za kaznu platili su simbolične novčane iznose, zbog čega su bili organizirani i brojni prosvjedi.

Nažalost, osim izgubljenih ljudskih života, cijelo gradilište ugrožavalo je i biljni te životinjski morski svijet. Zbog toga su inženjeri posebnu pozornost morali obratiti na zaštitu ekosustava, ponajprije bijelih dupina, koji se smatraju zaštićenom vrstom jer im prijeti izumiranje. Tako je na cijelome gradilištu mosta definirana zona isključenja u radijusu od 250 m, a uspostavljeni su sustav upozorenja i nadzor za praćenje kretanja dupina. U to su uključene i mjere smanjivanja intenziteta radova u razdoblju parenja, ograđivanja zone tijekom pobijanja pilota i jaružanja morskog dna, ali i uvođenja posebne

plastične zavjese za smanjivanje buke kako ne bi došlo do poremećaja sonara dupina i njihova navigacijskog sustava. Izrađen je plan praćenja tih aktivnosti kako bi se osigurala učinkovita zaštita tih životinjskih vrsta. Nismo sigurni koliko su te mjere bile uspješne, no tamošnji mediji nedavno su objavili podatak da se broj bijelih dupina nakon gradnje mosta smanjio 40 posto. Od 80 jedinki, koliko ih je ukupno preostalo, danas ih je, prema njihovoj registru, tek 47.

Svečano otvorenje mosta

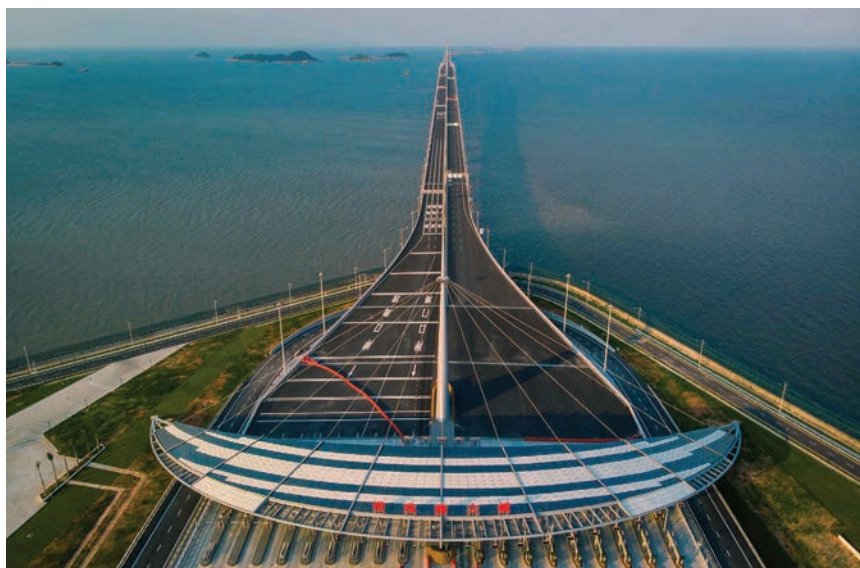
Ugovoreni rok za dovršetak svih radova bila je prva polovina 2016., no zbog niza



Montaža posljednjeg predgotovljenog elementa na mostu

poteškoća i barijera, radovi su tekli otežano, pa je most dovršen u ljeto 2018. Za promet je službeno otvoren 24. listopada 2018., a tijekom prvog vikenda preko mosta prošlo je više od 78.000 putnika i približno 3000 automobila. Znatno je skraćeno vrijeme putovanja od Hong Konga do Zhuhaija, čime je olakšan teretni prijevoz između toga grada i zapadne delte Biserne rijeke, između pokrajina Guangdong i Guangxi. Procjenjuje se to da će do 2030. preko mosta prolaziti oko 29.000 vozila i 126.000 putnika na dan, a iznad podmorskog tunela trebalo bi prolaziti otprilike 4000 brodova na dan. Putovanje između kontejnerske luke Kwai Chung i Zhuhaija skraćeno je s tri i pol sata na sat i 15 minuta. Od međunarodne zračne luke Hong Kong do Zhuhaija sada se putuje samo oko 45 minuta, dok se prije gradnje mosta tom rutom putovalo gotovo četiri sata.

Most će omogućiti brži prijevoz proizvođa iz tvornica do morskih i zračnih luka na istočnoj strani, uključujući i zračnu luku Hong Kong, najprometniju teretnu zračnu luku na svijetu. Osim ekonomskih i gospodarskih mogućnost most bi trebao povećati i opseg turizma. Naime,



Pogled na most s kopnene strane (u blizini Hong Konga)

grad Zhuhai, koji nazivaju i kineskom Floridom, poznat je po svojoj ugodnoj klimi, bogatoj vegetaciji, a tamo se sada planiraju i grade nova turistička naselja, tematski parkovi i golfski tereni. Osim što je najdulji most te vrste, jedna od najneobičnijih prometnica na svijetu ima ugrađene kamere koje detektiraju zijevanje vozača. Dok vozači prelaze

most, njihova brzina otkucaja srca i krvni tlak nadziru se uz pomoć monitora. Informacija se šalje u kontrolni centar koji se nalazi na mostu. Ako je vozač zijevanuo više od tri puta u 20 sekundi, tzv. kamere za zijevanje pokrenut će alarm. Tamošnje vlasti putem različitih medijskih kanala stalno potiču građane na to da što više koriste i javni prijevoz jer su uvedene i



Most HZMB snimljen na dan svečanog otvaranja, listopad 2018.

posebne autobusne linije koje povezuju gradsko područje Hong Konga s gradovima Zhuhaijem i Makaom.

Dok su čekali kraj gradnje stanovnike je posebno zanimalo pomalo neobično pitanje: kojom će se stranom mosta voziti? U Hong Kongu i Makau vozači voze lijevom stranom, dok u kontinentalnoj Kini voze desnom stranom. Zbog toga je Uprava za gradski prijevoz donijela odluku da će vozači morati voziti desnom stranom cijelom duljinom mosta te da će se na njemu hongkonški vozači morati pridržavati zakona i regulacije koja vrijedi na kopnu.

Kritike stručnjaka zbog megaprojekta

Izgradnja toga golemog infrastrukturnog projekta bila je vrlo složena – radovi su kasnili, zbog nesreća na radu život su izgubili radnici, zbog radova gotovo su istrebljene neke životinjske vrste, a bilo je i puno optužbi za korupciju, zbog čega je taj veliki zahvat izazvao niz kontroverzi.

Dok se polako smiruju napetosti između Hong Konga i Tajvana i dok Kina i dalje traži svoj teritorij u Južnome kineskom moru, most pokazuje i kinesku odlučnost da proširi i potvrdi svoj regionalni utjecaj. No, kritičari sumnjaju u taj projekt i zbog njegova ekološkog utjecaja, ali i ogromnih financijskih troškova. S planiranih 10,7 milijardi dolara, budžet za gradnju mosta je zbog svih rizika i barijera znatno premašen, a u most je na kraju uloženo 20 milijardi dolara. Pitali su se čemu trošiti toliki novac na povezivanje kopna i Hong Konga kada je to područje već povezano zračim, morskim i kopnenim putem. Kritičari vjeruju kako je most zapravo politički čin. Tijekom protesta u Hong Kongu u 2014. koji su potresli grad neki su protivnici bili uvjereni u to da je most HZMB asimilacija sile i kontrole.

Drugi pak misle kako Hong Kong, koji je u 2018. zabilježio čak 56,7 milijuna turističkih noćenja, ne treba nove turiste, a pitaju se i kako će se grad nositi s tako velikim opsegom prometa koji će donijeti most. Drugim riječima, ostaje za vidjeti

kako će se most održavati i koliko će to sve koštati.

Bez obzira na sve nesuglasice i različita mišljenja jedno je sigurno – projekt Velikog zaljeva ide dalje, a most HZMB nije jedini veliki građevinski zahvat u toj regiji. U tijeku je gradnja i brze željezničke pruge Guangzhou – Šenžen – Hong Kong, koja će povezati Hong Kong s kineskom željezničkom mrežom, te Liantang – Heung Yuen Wai, koja će povezati granične kontrolne točke i granični prijelaz između Hong Konga i kopnene Kine, a dovršetak tih projekata očekuje se krajem 2019. godine.

LITERATURA

<http://www.hzmb.hk/eng/about.html>
<http://www.hzmb.org/cn/list.asp?id=3>
<http://www.hzmb.org/cn/bencandy.asp?id=2>
<https://www.peri.com/en/projects/civil-engineering/hongkong-zhuhai-macao-bridge.html>

FOTOGRAFIJE:

<https://www.hzmb.gov.hk/en/info/photo-main-bridge.html>