

PROJEKT BRANE JANNA U LIBANONU

Hrvatski inženjeri na Bliskome istoku: iskustvo rada u Libanonu

PRIPREMILI:
Anđela Bogdan, Željko Jembrih

Zbog deficita vodnih resursa u Libanonu pokrenut je projekt gradnje brane Janna, u čijoj izgradnji sudjeluju i hrvatski inženjeri, njime će pristup pitkoj vodi imati gotovo 800.000 stanovnika Bejruta i Byblosa, a u zadnjoj fazi projekta omogućit će se i proizvodnja električne energije za pojedine dijelove Libanona

Uvodne napomene

U potrazi za aktualnim svjetskim megaprojektima na kojima su zaposleni hrvatski inženjeri oputovali smo u Libanon kako bismo obišli golemo gradilište u blizini Bejruta, glavnoga grada te zemlje. U gorju Mont Lebanon, na rijeci Nahr Ibrahim gradi se brana za akumulaciju vode, čija je prvenstvena namjena opskrba stanovnika Bejruta i pojedinih dijelova Libanona pitkom vodom te opskrba vodom za potrebe poljoprivrede i proizvodnje električne energije u zadnjoj fazi. U radu su prikazana iskustva rada na Bliskome istoku, na vrlo zahtjevnome projektu, kojemu naši stručnjaci pridonose ekspertizom.

Libanon – moderna zemlja istočnoga Mediterana

Libanon je, uspoređujemo li ga s ostalim arapskim zemljama, jedno od najmodernijih, ali još uvijek nerazvikanih turističkih odredišta. Smješten je na obali istočnoga Sredozemlja. Na sjeveru i istoku graniči sa Sirijom, a na jugu s Izraelom. To je druga najmanja zemlja na Bliskome istoku, odmah nakon Bahreina. Površinom je pet puta manji od Hrvatske, no u njemu živi čak osam milijuna ljudi, pa je gustoća stanovništva znatno veća nego u Hrvatskoj. Ipak treba istaknuti da točan broj stanovnika nije moguće precizno odrediti zbog trenutačno nestabilne situacije u susjednim zemljama, pa se procjenjuje da u ze-

mlji živi i do 1,5 milijuna izbjeglica iz Sirije i Palestine. Prema podacima iz posljednjega popisa stanovništva, u Libanonu živi približno 30 posto kršćana i 70 posto muslimana. U ne tako dalekoj prošlosti bilo je obratno, a u cijeloj regiji danas postoji čak 18 religijskih sekti.

Bejrut je moderno odredište smješteno na obali Mediterana, udaljeno samo stotinjak kilometara od Izraela te šezdesetak kilometara od Sirije

Libanon se smatra jednom od najtolerantnijih zemalja na svijetu i zato nije neuobičajen prizor da su na glavnome trgu džamija i crkva izgrađene jedna pored druge. Službeni je jezik arapski, dok su engleski i francuski jezik široko zastupljeni u poslovnome okruženju. Uslužni sektor (financije i turizam) tradicionalno igra najveću ulogu u libanonskome gospodarstvu. Zemlja vodi politiku gospo-



Položaj brane Janna na zemljopisnoj karti



Pogled na staru gradsku jezgru Bejruta



Panorama glavnog grada Libanona



i zalazak Sunca ispred glavne šetnice

darskoga otvaranja inozemstvu, ali opterećuju je proračunski manjkovi te visoki vanjski dug.

Nedugo nakon što smo sletili u Bejrut, postalo nam je jasno zašto se glavni grad Libanona u zapadnim državama često naziva Parizom Bliskog istoka. Moderno odredište smješteno je na obali Mediterana, udaljeno samo stotinjak kilometara

od Izraela te šezdesetak kilometara od Sirije. Povjesničari ga zovu gradom feniksom jer je u ratovima čak sedam puta bio razrušen do temelja, ali uvijek se uspio uzdignuti iz pepela. Vrlo liberalna politika slobodne trgovine vođena prvih desetljeća nakon Drugoga svjetskog rata bila je atraktivna stranim ulagačima i bankama, koji su kratkome razdoblju od Bejruta

stvorili veliko financijsko središte u tome dijelu svijeta. Paralelno s ekonomskim životom cvjetao je i kulturni život, obogaćen brojnim teatrima, kabareima i noćnim životom, pa je Bejrut dobio nadimak "Pariz Orijenta".

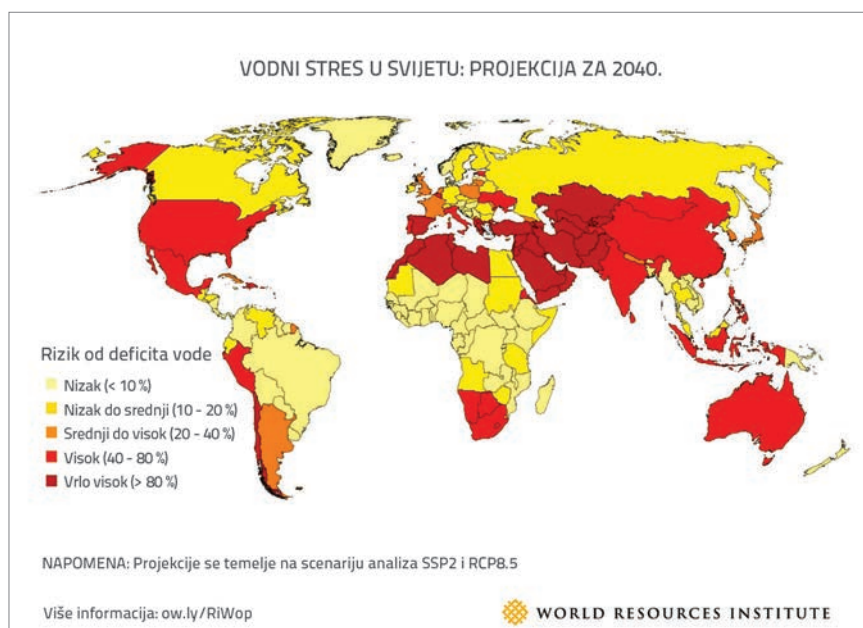
Kilometarske pješčane plaže, visoke palme i nove velebne građevine podsjećaju na Miami, dok stare crkve i džamije te uske zabačene ulice ostavljaju dojam pravoga arapskog odredišta. Bejrut je najvažnija morska luka i važno gospodarsko središte Bejruta. Sa svoja 22 fakulteta i visoke škole, Bejrut je i glavno sveučilišno i kulturno središte u regiji, ali i važno financijsko središte Bliskog istoka. On je ponajprije multikulturalni i globalizirani grad, grad susretljivih ljudi, velikoga turističkog potencijala.

Zemlja s manjkom slatkovodnih resursa

S druge strane grad Bejrut, ali i cijelu Libanonsku Republiku, danas najviše opterećuje nedovoljna količina slatko-



Bejrut je moderno odredište na obali Mediterana



Zemlje Bliskog Istoka, uključujući Libanon imaju vrlo visok rizik deficita vode (izvor: World Resources Institute)

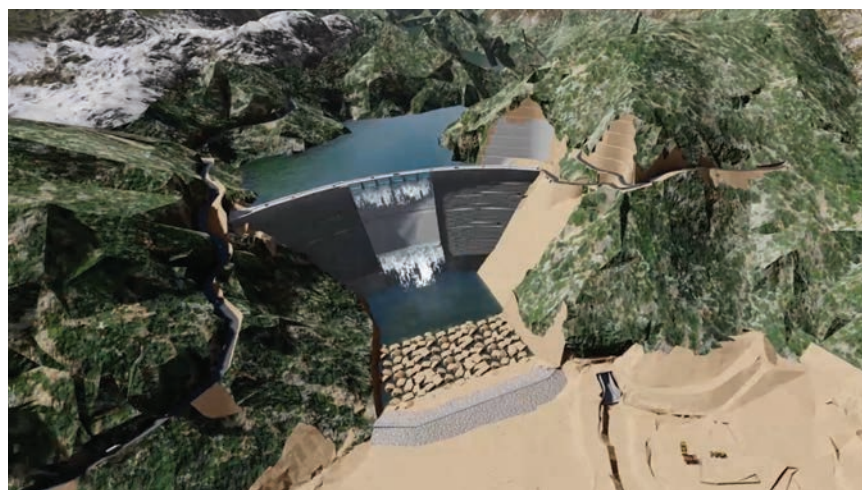
vodnih resursa, zbog čega ima vrlo nisku razinu vodnoga stresa. Prema izvještaju UN-a, država doživljava tzv. vodni stres (engl. *water stress*) kada količina njezinih prosječnih godišnjih vodnih resursa padne ispod 1700 m³ po stanovniku, a u Libanonu ta količina iznosi tek 830 m³ po čovjeku. Usporedbe radi, Hrvatska je u 2018. imala 27.333 m³ vode po stanovniku na godinu, zbog čega je na prvome mjestu po količini slatkovodnih resursa među državama Europske unije.

Grad Bejrut, ali i cijelu Libanonsku Republiku, danas najviše opterećuje nedovoljna količina slatkovodnih resursa, zbog čega ima vrlo nisku razinu vodnoga stresa

Istraživanje koje je proveo *Fransabank*, najstarija banka u Libanonu, pokazalo je poražavajuće rezultate o stanju vodnoga sektora. Libanon raspolaže s približno 4,1 milijardom kubika vode, od čega čak milijarda kubika prelazi granice libanonskoga teritorija, a 0,4 milijarde kubika vode ulijevaju se u more. Preostalih 2,7 milijardi kubika vode unutar teritorija zemlje dijeli se na podzemne vode (0,5

milijardi kubika) i površinske vode (2,2 milijarde kubika). Od toga na akumulaciju (brane) otpada tek 235 milijuna kubika vode.

Drugim riječima, Libanon za potrebe opskrbe stanovništva pitkom vodom raspolaže tek sa šest posto svojih vodnih resursa, što je vrlo malen postotak u usporedbi s Egiptom (295 posto) i susjednom Sirijom (117 posto). Istraživanje je također pokazalo to da će potrebe za pitkom vodom u Libanonu rasti, a prema nekim procjenama, do 2035. deficit vode mogao bi doseći čak 630 milijuna kubika vode.



Vizualizacija brane i akumulacijskog jezera na rijeci Nahr Ibrahim

Projekt Janna Dam & Lake

Kako bi se riješio problem manjka pitke vode, Ministarstvo za energiju i vodene resurse Libanona donijelo je 2010. Nacionalnu strategiju za gospodarenje vodama. Jedna od najvažnijih investicija te strategije jest gradnja brane i akumulacijskoga jezera na rijeci Nahr Ibrahim, sjeveroistočno od Bejruta, čiji će kapacitet biti 38 milijuna kubika. U taj projekt vladina organizacija *Beirut and Mount Lebanon Water Establishment (EBML)* ulaže približno 300 milijuna američkih dolara.

Jedna od najvažnijih investicija Nacionalne strategije za gospodarenje vodama jest gradnja brane i akumulacijskoga jezera na rijeci Nahr Ibrahim, sjeveroistočno od Bejruta

Projekt se odnosi na gradnju brane za akumulaciju vode, koja je ponajprije namijenjena za opskrbu pitkom vodom Bejruta i pojedinih dijelova Libanona, za opskrbu vodom za potrebe poljoprivrede te u zadnjoj fazi i za proizvodnju električne energije. Projekttnu dokumentaciju izradila je francuska tvrtka *Artelia*, a glavni je projektant Alain Yzakiel, dipl. ing. građ. Ta je tvrtka ujedno nadzor projekta, i to u konzorciju s libanonskom tvrtkom *Khatib&Alami*.



Pogled na gradilište

Građevina se sastoji od tijela brane lučno-gravitacijskoga tipa od valjanoga betona, hidrotehničke opreme za kontrolu protoka vode, vodozahvata, manje hidroelektrane snage 2 MW za potrebe upravljanja hidrotehničkom opremom te kontrolne sobe. Gradnja je podijeljena u četiri faze.

Prva faza: skretanje toka rijeke Nahr Ibrahim

Gradilište se nalazi 50 km sjeverno od Bejruta, u gorju Mont Leban, na nadmorskoj visini od 750 m. Da bi se omogućila izgradnja brane, prvo je trebalo izgraditi tunel za skretanje rijeke Nahr Ibrahim te uzvodnu i nizvodnu privremenu branu s dijafragmom od plastičnoga betona za zaštitu temeljne jame od prodora podzemnih voda. Prvi radovi na terenu započeli su u veljači 2013. godine. Nakon što su sagrađene pristupne ceste do gradilišta, u pripremljenoj su fazi na gradilištu bili izgrađeni montažni objekti za približno

400 radnika, opremljeni kuhinjom, ambulantom i prostorijama za zajednička druženja, uredskim prostorima i sobama za sastanke, radionicama i skladištima.

Da bi se omogućila izgradnja brane, prvo je trebalo izgraditi tunel za skretanje rijeke Nahr Ibrahim te uzvodnu i nizvodnu privremenu branu s dijafragmom od plastičnoga betona za zaštitu temeljne jame od prodora podzemnih voda

Prva faza projekta ugovorena je s libanonskom građevinskom tvrtkom *Consolidated Engineering and Trading S.a.l.* *CET*. Tvrtka je osnovana 70-ih godina prošloga stoljeća kao malo obiteljsko građevinsko poduzeće, a danas je lider u građevinskom inženjerskom sektoru u Libanonu. Zapošljava približno 1000 inženjera i radnika. *CET* je uvelike pridonio

obnovi glavnih libanonskih znamenitosti, mostova, autocesta i hidrotehničkih objekata. Projektira i izvodi izazovne, složene i visokotehnološke projekte poput postrojenja za pročišćavanje, vijadukata i objekata za telekomunikacijsku infrastrukturu.

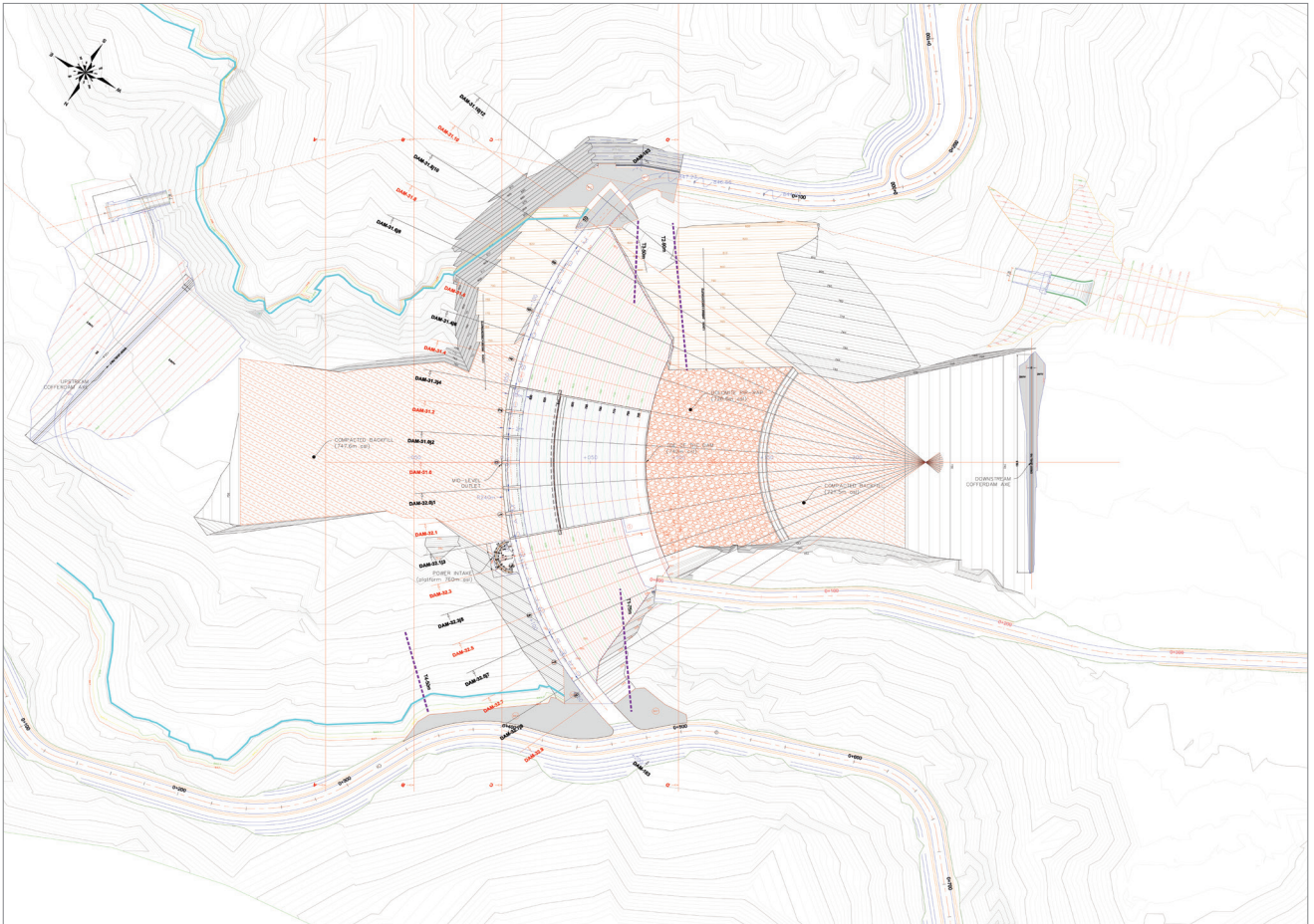
U ovom je projektu *CET* kao glavni izvođač prve faze radova angažirao 13 hrvatskih inženjera i radnika za izvođenje tunela duljine 525 m, a u timu su bili voditelj projekta, rudarski inženjer, geodet, voditelj mehanizacije i održavanja, strojari na tunelskoj bušilici i suvremenom stroju za primjenu mlaznog betona, za tunelsku mehanizaciju, mineri, električar i mehaničar. Pomoćna radna snaga te vozači i strojari na ostaloj mehanizaciji bili su uglavnom Sirijci i manji broj Libanonaca. Hrvatski tim na gradilištu predvodio je Željko Jembrih, građevinski inženjer bogatoga, 30-godišnjega radnog iskustva u području prometne infrastrukture, tune-logradnje i projektinoga menadžmenta. Nakon što je završio Građevinski fakultet u Zagrebu, svoju je karijeru započeo u tvrtki *Hidroelektra*, a potom se okušao u privatnome poduzetništvu u segmentu specijalnih radova (sanacije i geotehnički radovi). Nakon Domovinskog rata kao konzultant surađivao je s Ministarstvom obnove u obnovi višestambenih, školskih i sakralnih objekata, a zatim kao konzultant za *Swiss Disaster Relief – SDR*, humanitarnu agenciju švicarskoga ministarstva vanjskih poslova, u obnovi stambenih objekata oštećenih u Domovinskom ratu. Potom je radio za tvrtku *MAPEI* s kojom je sudjelovao u sanaciji maloga luka mosta Krk, a nakon toga



Tim hrvatskih stručnjaka na gradilištu brane Janna



Izlazna građevina tunela za skretanje toka rijeke Nahr Ibrahim



Tlocrtni prikaz brane

prešao je u odjel građevinske kemije koncerna *BASF*, gdje je uspješno vodio proizvodnju, prodaju i postprodajnu primjensku podršku za segment aditiva za beton i proizvoda za primjenu u podzemnim građevinama i tunelogradnji za područje Hrvatske, Srbije i Slovenije. Radio je na velikim domaćim i inozemnim projektima u Hrvatskoj, Alžiru i Libanonu. Trenutačno je zaposlen na poziciji direktora Odjela za tunelogradnju u tvrtki *CET*, gdje je zadužen za organizaciju, razvoj i upravljanje podružnice za tunelogradnju.

Osim Jembriha na gradilištu brane Janna radili su i Arsen Adamović i Goran Cirković, rudarski inženjeri – specijalisti za površinska i podzemna bušenja i miniranja, Božo Horvat, glavni poslovođa za podzemne radove, Božidar Vargek, voditelj mehanizacije i održavanja, te strojarji za tunelsku mehanizaciju, mineri i VKV tunelski radnici koji su prethodno radili na svim većim tunelskim projektima u Hrvatskoj.

Jembrih je sa svojim timom uspješno završio probaj tunela duljine 525 m, a usporedno su bili angažirani na rekonstrukciji 10 km seoske ceste pretvorenu prometnicu koja može podnijeti i prijevoz teške mehanizacije i koja danas služi za glavni pristup gradilištu. Taj zahtjevan posao, koji je prema dinamičkom planu trebao trajati šest mjeseci, završen je za samo tri mjeseca. Zahvaljujući znanju i iskustvu koje su pokazali na terenu, Hrvati su angažirani i u drugoj, puno zahtjevnijoj fazi projekta, koja je započela u prosincu 2014. Ta faza i dalje traje, a u srpnju 2019. dobili smo mogućnost posjetiti kolege na gradilištu i doznati nešto više o radovima na terenu.

Druga faza: gradnja brane

Druga faza projekta obuhvaća iskope upornjaka i temelja brane, injekcijskih i drenažnih galerija, uzvodne i nizvodne

dijafragme te uzvodne pregrade za zaštitu građevinske jame i na kraju gradnju tijela brane. Zbog rizičnih manevara, miniranja i opasnosti od odronjavanja stijena na gradilištu se provode vrlo stroga sigurnosna pravila zaštite na radu, pa svaki radnik, ali i posjetitelj, prije ulaska na gradilište mora proći edukaciju o sigurnome kretanju na terenu i aktivnostima koje nisu dopuštene kako bi se spriječile nesreće i ozljede na radu. To pravilo nije zaobišlo ni nas pa smo prije ulaska na gradilište morali naučiti sva tzv. zlatna pravila, nakon čega smo dobili i službeno dopuštenje za obilazak terena. Gradilište smo obišli u pratnji inženjera Jembriha, koji nam je objasnio detalje gradnje.

Za glavnoga izvođača radova druge faze odabrana je zajednica ponuditelja brazilskoga građevinskog poduzeća *Andrade Gutierrez* i libanonske tvrtke *CET*, koji trenutačno izvodi radove na iskopima upornjaka, temelja te injekcijsko-drenažnih galerija



zavjese za prevenciju procjeđivanja oko upornjaka brane koje bi moglo izazvati nestabilnost same brane, a u budućnosti za dopunska injektiranja. Tim je zadužen i za iskope približno 2,5 milijuna kubika materijala za upornjake brane te za gradnju privremenih pristupnih putova.

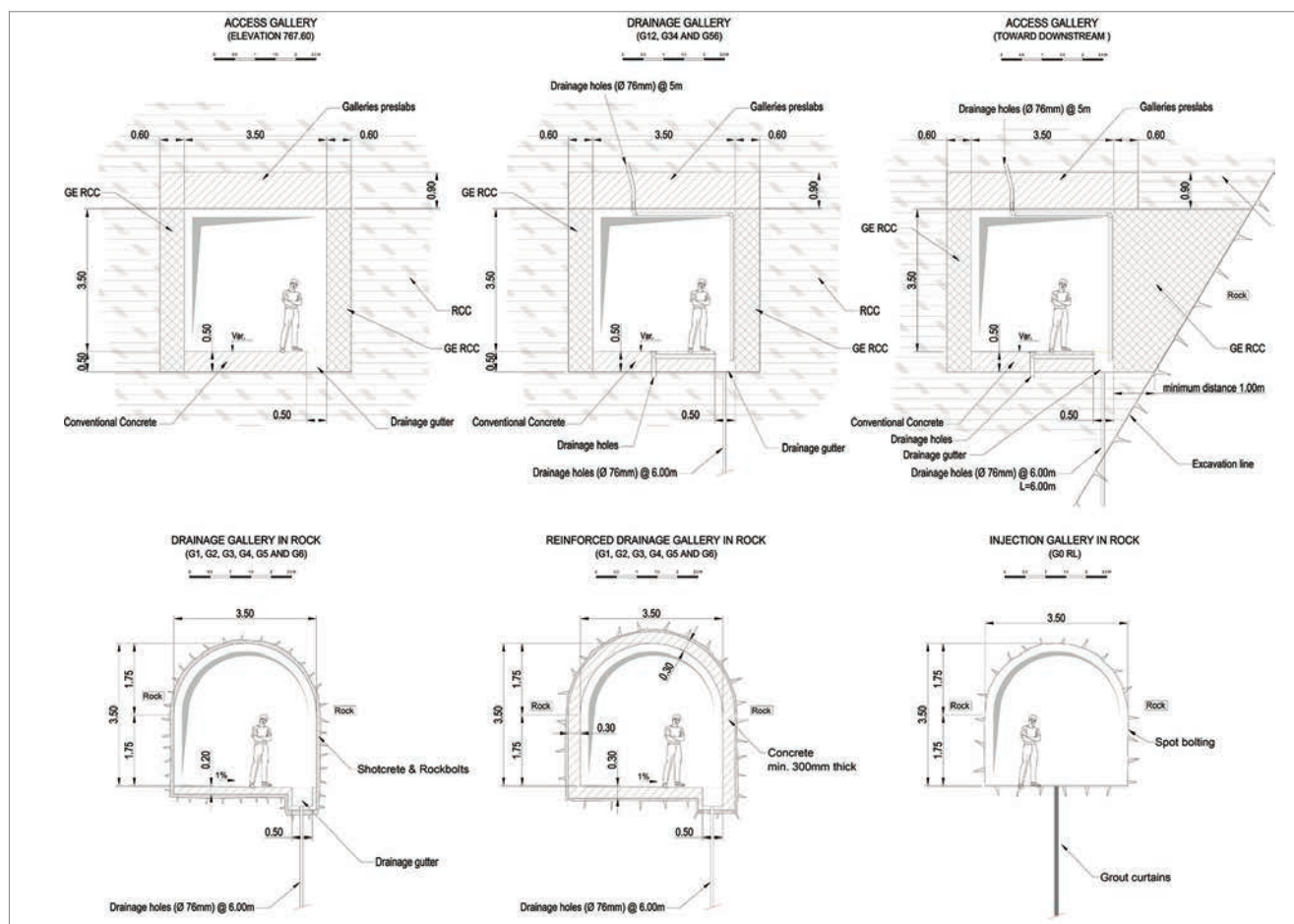
Druga faza projekta obuhvaća iskope upornjaka i temelja brane, izgradnju injekcijskih i drenažnih galerija, uzvodne i nizvodne dijafragme te uzvodne pregrade za zaštitu građevinske jame i na kraju gradnju tijela brane

Radovi na iskopima upornjaka brane

sko poduzeće *Bauer Lebanon* izvodi radove na nizvodnoj i uzvodnoj dijafragmi dubine do 55 m. Hrvatski tim radi na izgradnji

osam projektom predviđenih injekcijsko-drenažnih galerija ukupne dužine 600 m. One će služiti za bušenje i injektiranje

Da bi se proces iskopa i izgradnje brane optimizirao, na prijedlog hrvatskih stručnjaka, a uz suglasnost glavnoga projektanta, investitor je prihvatio dodatne radove na izgradnji *bypass* cestovnoga



Poprečni presjeci injekcijsko-drenažnih galerija



Inekcijsko drenažna galerija

tunela dužine 278 m koji će služiti za prijevoz iskopanoga materijala od deponija koji se nalazi u zoni budućega akumulacijskog jezera do drobilisnoga postrojenja koje se nalazi nizvodno od buduće brane. Time će se znatno smanjiti prijevozni troškovi. Prihvaćen je i prijedlog da se pristup u neke od injekcijsko-drenažnih galerija omoguću pristupnim tunelima sa stražnje strane u ukupnoj duljini od 560 m, što je omogućilo neometan rad na iskopima upornjaka brane, donijelo znatne uštede u vremenu kao i doprinijelo optimizaciji resursa.

U ugovoru je predviđeno to da se iskopi u dolomitiziranome vapnencu izvode uglavnom bušenjem i miniranjem, a zbog geoloških i topografskih uvjeta manji dio iskopa izvodi se hidrauličnm čekićem. Međutim, zbog poteškoća u ishođenju dozvole za miniranje i nabavu eksploziva, iskopi su se gotovo godinu dana izvodili mehanički, što je uzrokovalo kašnjenja u dinamičkome planu.

U međuvremenu inženjeri su uspjeli ishoditi dozvole za miniranje, što je znatno ubrzalo radove na iskopima drenažnih galerija i upornjaka temelja brane. Za bušenje minskih bušotina koristi se tzv. visokofrekventno bušenje uz pomoć lafetiranih površinskih i tunelskih kompjuteriziranih bušilica na hidraulični pogon. Iskopani materijal kiperima se doprema na privremeni deponij na gradilištu te se potom usitnjuje u dvije odvojene linije drobilisnoga postrojenja, od kojih je jedna namijenjena za proizvodnju agregata od materijala iz površinskoga i tunelskoga iskopa, a druga za

proizvodnju agregata iz aluvija iskopanoga iz korita rijeke. Drobljeni agregat koristit će se u raznim kombinacijama za izradu valjanoga i običnoga betona, dok će se zemljani materijal, koji nije dovoljno kvalitetan za agregat, koristiti za zasipavanje temelja brane. Na gradilištu se, ovisno o pojedinim projektnim aktivnostima, nalazi između 200 i 500 radnika, a najveći broj ljudi bit će angažiran u fazi gradnje tijela brane.

Trenutačno stanje na gradilištu

Projektanti brane odlučili su se za tehnologiju gradnje brane valjanim betonom (engl. *Roller Compacted Concrete – RCC*), jer

su njegove osnovne prednosti u odnosu na brane od konvencionalnoga betona niža jedinična cijena, kraće vrijeme građenja i uštede u cijeni oplata zbog građenja u slojevima, a ne u blokovima. Koncept valjanoga betona nastao je 60-ih godina prošloga stoljeća zbog potrebe za kombiniranjem brzine građenja i ekonomičnosti. Riječ je o suhome betonskom materijalu krute konzistencije, koji se zbija vanjskim vibriranjem, korištenjem vibrovaljaka. Od klasičnoga betona razlikuje se po konzistenciji i načinu ugradnje. Za učinkovito zbijanje valjani beton u svježemu stanju treba biti dovoljno krut, odnosno suh da nosi masu vibroopreme, bez tonjenja, ali i dovoljno vlažan (mješavina mora sadržavati i dovoljnu količinu vode) da bi se omogućila homogena raspodjela veziva (vezivne paste) kroz masu tijekom miješanja i zbijanja betona te hidratacija cementa. Otvoreno lice betonskoga tijela brane bit će izvedeno takozvanim GERCC betonom (engl. *Grout Enreached Roller Compacted Concrete*), odnosno obogaćivanjem već ugrađenoga, svježega valjanog betona dodavanjem cementnoga mlijeka prema unaprijed utvrđenoj recepturi, količini i tehnologiji.

Trenutačno se na gradilištu izvode pripremni radovi za gradnju tijela brane te se montiraju silosi na gradilišnoj betonari za



Montaža silosa na gradilišnoj betonari



Betoniranje probne ploče (engl. RCC Full Scale Trial Embankment)

produkciju valjanoga betona. Započeli su montažu trakastoga transportera betona od gradilišne betonare prema brani te betoniranje temelja za toranjsku dizalicu. Na gradilištu smo nakratko obišli i laboratorij u kojemu se kontroliraju beton i cement. U bazenima se u kontroliranim uvjetima njeguju betonski uzorci kojima se nakon sušenja ispituju mehanička svojstva. Ondje se ispituju i probne mješavine za valjani beton, a betonira se i probna ploča (engl. *RCC Full Scale Trial Embankment*) od valjanoga betona na kojoj će se testirati svojstva betona.

Pred inženjerima je sada najvažnija zadaća. Naime, da bi se dobila brana koja na najbolji način koristi sve prednosti takve tehnologije, neophodno je imati u vidu principe projektiranja i dimenzioniranja, utjecaje seizmike i termičku analizu, pitanje razdjelnica, brtvi i galerija te specifičnosti temeljenja, prelijevanja

i promatranja. Izgradnja brane zahtijeva vrlo precizno i pomno osmišljen dinamički plan koji će osim aktivnosti izvođenja precizno odrediti područje inženjeringa, opremanje gradilišta postrojenjima i dopremu materijala.

[Trenutačno se na gradilištu izvode pripremni radovi za gradnju tijela brane te se monitoriraju silosi na gradilišnoj betonari za proizvodnju valjanoga betona](#)

Organizacija radne snage, funkcioniranje opreme i strojeva kao i proizvodnja materijala na gradilištu kritični su parametri. Tijek tih projektnih aktivnosti mora biti jako brz da bi se postigle pune prednosti tehnologije valjanoga betona. U takvim

kontinuiranim operacijama vremenska rezerva ne postoji pa pucanje jedne karike znači prekid u građenju.

Plan organizacije gradilišta izradio je projektni odjel tvrtke *Andrade Gutierrez* u Sao Paulu u Brazilu, a on se kontinuirano prilagođava u skladu s napretkom radova i izmjenama u projektu. Naime, izmjene su relativno česte jer se projektna dokumentacija prilagođava situaciji na gradilištu i uvjetima koji iz objektivnih razloga nisu mogli biti predviđeni prije. Najveći je rizik vrlo složena geomorfologija tla, jer se u području brane nalazi nekoliko rasjeda. Uz to inženjeri moraju osmisliti način kako uskladiti tehničke specifikacije projekta s lokalnom tehničkom regulativom. Na primjer, projektanti su predvidjeli to da se za valjani beton primjenjuje leteći pepeo kako bi se smanjila toplina hidratacije, no prema libanonskoj tehničkoj regulativi, primjena letećega pepela nije dopuštena.



Koordinacija na gradilištu



Detalj s gradilišta

Izazovi u gradnji

Prema dinamičkom planu, gradnja brana već je trebala biti završena, no rok se stalno produljuje jer su cijeli projekt obilježili vrlo zahtjevni izazovi s kojima su se inženjeri morali uhvatiti ukoštac, od složenoga pristupa gradilištu zbog neprikladnih pristupnih putova do problema s lokalnom zajednicom koja je integrirana u gradilište zbog nedovoljnoga obuhvata eksproprijacijskog područja za potrebe gradilišta. Ti su problemi stvarali poteškoće i u nabavi i u prijevozu nekih osnovnih materijala do gradilišta. Znatna kašnjenja u provedbi projekta uzrokovana su i poteškoćama u ishođenju dozvole za miniranje, dozvole za nabavu eksploziva, dozvole za sječu drveća, neriješenim odnosima lokalne zajednice s investitorom, što je uzrokovalo višekratno zatvaranje pristupa gradilištu za kamione i tešku

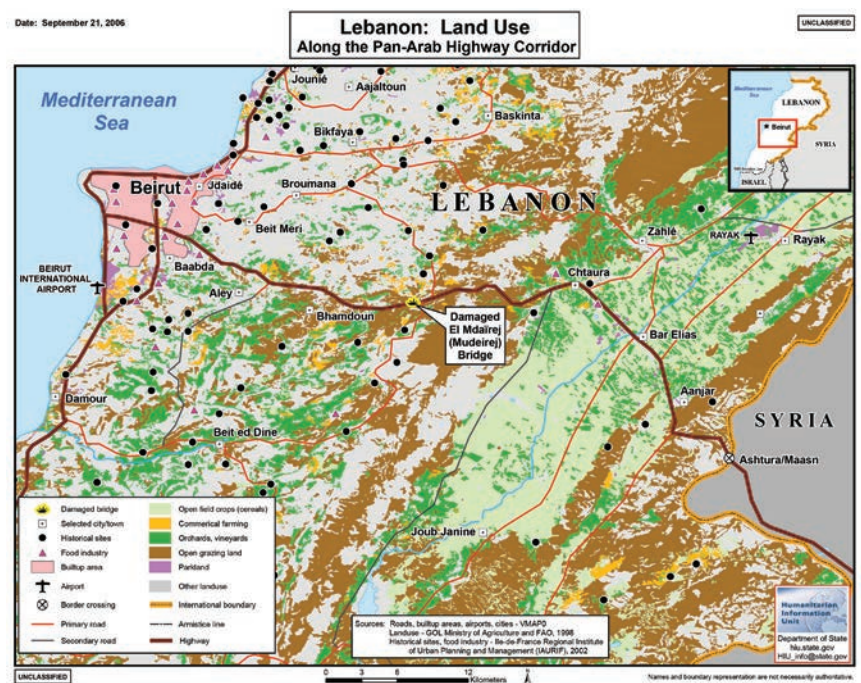
mehanizaciju te prekide u opskrbi osnovnim materijalima (gorivom, cementom, željezom...) te čestim izmjenama i dopunama projekta zbog nedovoljnog broja prethodnih istražnih radova i otpora pojedinih političkih stranaka i udruga za zaštitu okoliša.

Unatoč svim tim poteškoćama na gradilištu se radi 24 sata na dan, a projekt se nastavlja. U pripremi je i natječaj za projektiranje elemenata treće faze projekta koja obuhvaća izgradnju hidroelektrane snage 100 MW i dovodnoga tunela duljine 4,5 km. Zadnja, četvrta faza odnosi se na izgradnju distribucijskoga sustava za vodoopskrbu pojedinih dijelova Libanona.

Kada jednoga dana budu završene sve četiri faze gradnje, brana Janna bit će visoka 160 m i vrlo vjerojatno uvrštena na popis najviših brana na svijetu. Zahvaljujući tome megaprojektu, približno 800.000 stanovnika u Bejrutu i Jbeilu (Byblosu) imat će pristup pitkoj vodi.

Umjesto zaključka

Nakon obilaska gradilišta brane Janna zaputili smo se na još jedno vrlo važno gradilište na kojemu svojom ekspert-



Ruta koridora Pan Arab od Bejruta prema Damasku



Detalj s gradilišta jednog od nadvožnjaka na autocesti

26 km duga dionica postojeće ceste koja povezuje Hazmieh (predgrađe Bejruta) s gradom Saoufarom bit će proširena na šest kolničkih trakova. Projekt također obuhvaća izgradnju devet nadvožnjaka, šest vijadukata i sedam podvožnjaka, a u prometnu infrastrukturu ulaže se 300 milijuna dolara. Tome su projektu hrvatski inženjeri koji grade branu Janna doprinijeli rješavanjem problema stabilnosti pokosa i sanacije klizišta uzrokovanih zahvatnom geologijom, manjkavom projektnom dokumentacijom i nedovoljnim brojem istražnih radova.

Izvori:

- Projektna dokumentacija izvođača, CET
- <https://en.annahar.com/article/769710-lebanon-water-shortage-on-the-horizon>
- National Water Sector Strategy, Lebanese Government
- <http://climatechange.moe.gov.lb/viewfile.aspx?id=182>
- http://www.cdr.gov.lb/eng/progress_reports/pr102014/Eroad.pdf
- Fotografije: Željko Jembrih, Anđela Bogdan

zom pomažu hrvatski stručnjaci. Naime, tvrtka *CET* je na javnome natječaju dobila posao izgradnje dionice autoceste Pan Arab (engl. *PAN ARAB Highway*), koja će povezivati Bejrut s Damaskom, glavnim gradom Sirije. S obzirom na burnu povijest obiju zemalja te posljedice koje je u zemljama ostavio dugogodišnji rat, taj je projekt dugo odgađan, no libanonska je vlast konačno zatražila izradu plana rekonstrukcije ceste i dogradnje prometnih koridora koji će znatno pridonijeti povezivanju Libanona s ostalim arapskim zemljama kada se stabilizira situacija u Siriji.

Budući da Libanon nema razvijenu željezničku mrežu, autoceste igraju gotovo isključivu ulogu u prijevozu robe i ljudi te omogućuju povezanost urbanih i ruralnih područja. Neke su dionice starije od 60 godina i, nakon godina zanemarivanja i neodržavanja, konačno su započele opsežne rekonstrukcije. Drenažni sustavi nisu ispravni, a oznake na cestama i znakovi gotovo da ne postoje. Jedna od takvih dionica koja se trenutno dograđuje jest cesta duga 62 km koja povezuje Bejrut i Masnaau, mjesto na sirijskoj granici, a prolazi kroz ključno poljoprivredno područje – dolinu Bekaa te povezuje popularna turistička područja. Cesta više ne može podnijeti povećana prometna op-

terećenja, što ugrožava sigurnu vožnju. U sklopu projekta izgradnje autoceste Pan Arab koja povezuje Bejrut i Damask,



Zajednička fotografija hrvatskih inženjera s kolegama iz Brazila i Libanona koji grade branu Janna



Detalj brane Janna Dam - privremena brana za skretanje rijeke Nahr Ibrahim u tunel