

Inozemno gradilište

PROJEKT TRI KLANCA - NAJVEĆA HIDROELEKTRANA NA SVIJETU NA RIJECI JANGCE

Rijeka Jangce, ime koje sve češće susrećemo u engleskom obliku Yangtze, najduža je azijska rijeka i sa 6300 km treća na svijetu, iza Nila i Amazona. Izvire na tibetanskoj visoravni Qinghai i na putu do Istočnoga kineskog mora u blizini Šangaja prolazi kroz 8 kineskih provincija. Zanimljivost je da u svom toku nekoliko puta mijenja ime. U početku se zove Tio-tuo jiang (Rijeka koja se uspinje prema nebu), potom Jinsha jiang (Rijeka zlatnog pijeska), u području Tri klanca zove se Chang jiang (Duga rijeka), a naziv Jangce jiang (Plitka rijeka) počinje nositi tek u 500 km prije ušća. Valja dodati da ju je u 19. st. jedan francuski kolonist nazvao i Plava rijeka, ali taj pomalo neprimjeren naziv (vjerojatno po analogiji sa Žutom rijekom koja se ulijeva približno 800 kilometara sjevernije u Žuto more) nije ostavio dubljih tragova.

Kina je sa svojih 1,3 milijardi stanovnika najmnogoljudnija zemlja na svijetu, a sa 9,7 milijuna četvornih

THREE GORGES DAM ON THE YANGTZE RIVER - THE LARGEST HYDROELECTRIC DAM IN THE WORLD

The largest hydroelectric power station in the world, with 18200 MW of installed capacity, is currently under construction on the Yangtze River near the town of Yichang in China. This huge project will result in creation of the 600 km long reservoir. The construction work on this project called the "Three Gorges Dam" started in 1993 and, according to current estimates, the project will be completed in 2009. The project has many enemies both in China and in other countries, particularly because of its high influence on the local climate, flora and fauna, and because of its impact on the life of residents of this most populated part of China. In the article written after visit to this project, the author presents main features of this project of Pharaonic proportions. According to official data, the construction of the reservoir and the power plant will cost more than US\$ 25 million, but the final price tag will probably be much higher.

kilometara (približno kao Europa), treća po veličini na svijetu, iza Rusije i Kanade. Duga je od zapada do istoka 5600 km, a od sjevera do juga približno 5000 km. No stanovništvo Kine izuzetno je nepovoljno raspoređeno, pa na polovici istočnog i jugoistočnog dijela živi 93 posto stanovništva, a preostalih 7 posto živi na drugoj polovici, u nepristupačnim planinskim i pustinjским predjelima zapadne i sjeverne Kine.

Porječje rijeke Jangce najnaseljenije je kinesko područje i u njemu živi približno trećina kineskog stanovništva. Bogate su obala ove rijeke, posebno u njezinom donjem toku, jedna od kolijevki svjetske civilizacije, poput naplavnih dolina Nila ili Eufrata i Tigrisa.

Porječje rijeke Jangce ima površinu od 1,8 milijuna četvornih kilometara. Glavni su joj pritoci Yalong, Dadu, Min, Tuojing, Jialing i Wuijiang. Protok vode u sekundi je 31,055 m³, što otprilike znači da ona godišnje u more odvodi 1000 milijardi m³ vode. Ukupni joj je pad 5800 m, pa se snaga hidroenergije procjenjuje na 288 milijuna kW. Ali od tog se golemog potencijala dosad iskorištavalo tek 6 posto.

Iako je rijeka slavljena kao hraniteljica Kine, njezine su katastrofalne poplave uništavale ljetine, gradove i sela, a računa se da se je samo u 20. stoljeću u poplavama utopilo više od 300.000 Kineza. Poplave su vrlo učestala pojava, a od davnine se pojavljuju uglavnom svakih desetak godina. Razina se vode zna podignuti 6-17 m pa su obale zaštićene nasipima ukupne duljine 33.000 km.

Stoga je ideja o regulaciji rijeke Jangce odavno prisutna, a prvi ju je jav-



Pogled na mjesto brane prije početka građenja



Pogled na budući izgled brane i brodskih prevodnica

no obznanio 1918. dr. Sun Yat Sen, prvi predsjednik Kine nakon višeti-sućljetne vladavine careva.

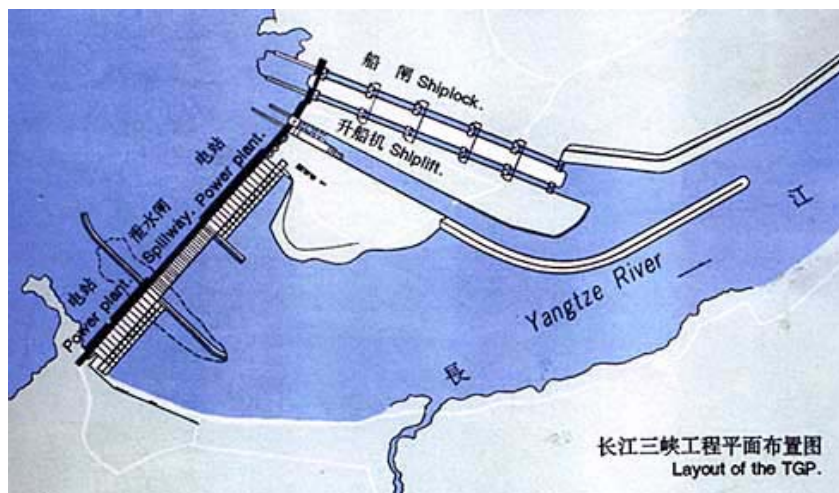
Oduvijek je ideja o iskorištavanju vodnog potencijala rijeke Jance bila vezana uz riječni predio u središnjoj Kini, između istočnog dijela pokrajine Sečuan i zapadnog dijela pokrajine Hubei, predio nazvan Trli klanca (gudure, klisure), tamo gdje je Jangce najuži. Tu su na prostoru dugom 200 km, između gradova Fengji i Yichang, idući nizvodno smještena tri klanca: Qutang, 8 km (najkraći i najuži), Wu, 40 km i Xiling, 80 km (najopasniji zbog plićina i brzine vode).

Prva su veća istraživanja mogućnosti izgradnje Projekta Tri klanca (kako se taj veliki pothvat i prije i danas nazivao), koja su uključivala istražne radove i idejna rješenja, napravljena 1940. pod vodstvom poznatoga američkog stručnjaka za brane dr. Johna Luciana Savagea. Ipak brojna i raznovrsna rješenja brane koja bi pregradila Jangce radila su se desetljećima. Radili su to inženjeri i tehničari Komisije za vodne resurse Duge rijeke (Changjiang Water Resources Commission - CWRC), ali i brojni istraživači i projektanti te drugi

stručnjaci s fakulteta i instituta iz svih dijelova te goleme zemlje. Organizirana je čak cijela nacionalna mreža stručnjaka za pregled i reviziju pojedinih rješenja i dijelova projekta. Idejno su rješenje revidirala 412 stručnjaka iz raznih područja pune tri godine, od 1986. do 1989. Daka-ko da su u izradu i izbor konačnog rješenja bili uključeni i brojni stručnjaci iz mnogih zemalja širom svijeta: SAD-a, bivšeg SSSR-a, Švedske, Italije, Japana, Belgije, Švicarske, Njemačke, Francuske, Brazila i dr. Studija opravdanosti za Projekt Tri klanca, u svijetu poznatiji pod svo-

jim engleskim nazivom Three Gorges Project - skraćeno TGP, napravljena je krajem 1989. U travnju 1992., tijekom petog zasjedanja sedmoga Nacionalnoga narodnog kongresa, prihvaćena je rezolucija za gradnju TGP-a. Tada je bilo izrađen i glavni projekt, iako se projektna dokumentacija za pojedine dijelove izrađivala sve do 1996.. Radovi su započeli krajem 1993., predviđa se da će gradnja trajati 17 godina pa se kompletan završetak projekta očekuje 2009. Valja reći da su projekti i izgradnja u cijelosti povjereni kineskim stručnjacima, iako prvih 14 turbina i generatora ugrađuju Europljani i Kanadani.

Brana se gradi u predjelu Sandouping u blizini Yichanga, a lokacija je izabrana pošto je razmatrano 15 različitih rješenja. Mjesto je gradnje neposredno uz klanac Xiling, a smješteno je 38 km uzvodno od Gezhouba brane u predgrađu Yichanga, prve brane kojom je ikad pregrađen veliki Jangce. Gezhouba ujedno je bio svojevrsna priprema i eksperiment za mnogo veći Projekt Tri klanca. Ta je brana s brodskom prevodnicom (duga 2606 m i visoka 53,8 m), građena od 1970. do 1988., proizvodila je godišnje 15,8 milijardi kWh električne energije, a predviđena je da regulira tok sporednih voda i navigacijske uvjete između dviju brana. Mjesto za novu branu u Sandoupin-



Tlocrt brane i ostalih građevina

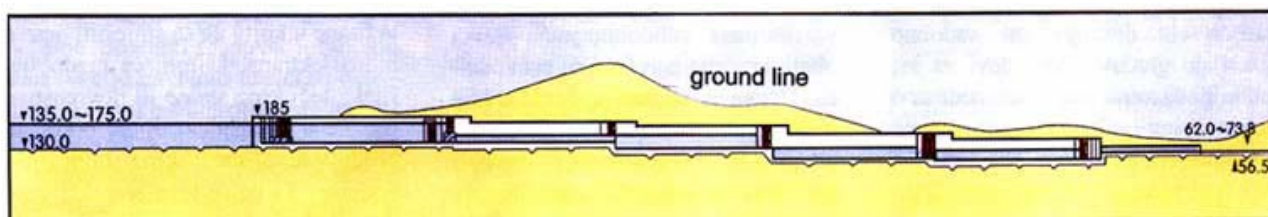


Detalj makete s branom

gu izabrano je zbog izuzetno povoljnih prirodnih uvjeta. Ima čvrstu i ne- oštećenu granitnu kamenu podlogu,

istraživanja na hidrauličkim modeli- ma, odlučeno ja da protočni dio brane bude u sredini stvarnoga riječnog

je armiranobetonska i gravitacijskog tipa, duga u osi 2309,47 m, visoka 185 m, a najveća širina jest 181 m. Protočni je dio širok 483 m, a ima predviđena 23 protočna otvora na visini od 90 m i 22 površinska privremena ispusta. Hidroelektrane su smještene na krajevima brane. Dužina lijeve elektrane je 643,7 m s 14 generatorskih turbina i taj će dio prvi krenuti u eksploataciju, a desna je duga 584,2 m i imat će 12 genera- tora. Ukupno će biti 26 jedinica sa 700 MW svaka (predviđena je ugradnja turbina tipa *Francis*), što donosi 18.200 MW instalirane snage i pro- izvodnju od 84,7 milijardi kWh, a pretpostavlja se da će se u punom pogonu popeti i na 105 milijardi kWh. Dakako da se od te velike ele- ktrane istodobno grade dalekovodi od po 500 kV za središnju Kinu i



Presjek kroz brodske prevodnice

prilično široku dolinu za odvod vode, a na sredini je u rijeci bio mali otočić Zhongbaodao, pogodan u radovima pri skretanju toka rijeke i za gradnju u fazama. U izboru mjesta bila je važna i željeznička stanica u Yichangu te dobra cestovna i vodena pove- zanost s mjestom izgradnje. U među- vremenu su izgrađeni 28 km duga brza cesta od Yichanga do brane (ot- vorena 1996.), veliki most u nepo- srednoj blizini te brojna lučka pos- trojenja za potrebe velikog gradilišta. Presudna u izboru ovog mjesta bila je i činjenica da u krugu od 15 km uokolo nema nepovoljnih geoloških struktura i da cijelo područje ima malu seizmičku aktivnost.

Projekt TGP sastoji se od brane, dviju odvojenih hidroelektrana i dijela koji je namijenjen održavanju plovnosti. Nakon dugog istraživanja i

toka rijeke, a da elektrane s protoč- nim turbinama budu smještene s ob- je strane protočnog dijela brane. Brana

grad Chongqing te prema istočnoj Kini i Šangaju, glavnim kineskim gospodarskim središtima. Valja do-



Pogled na gradilište prevodnica



Zaštita pokosa gradilišta

dati da se na desnoj strani istodobno obavljaju građevinski radovi za još jednu podzemnu hidroelektranu sa 6 hidroturbina i 4200 MW, ali će one biti ugrađene kasnije.

Dio namijenjen za plovidbu sastoji se od brodske prevodnice za oba pravca koja ima pet odvojenih komora za svladavanje visinske razlike od gotovo 100 m. Dužina je pojedine komore 280 m, širina 34 m i najmanja dubina vode 5 m. Predviđene su za prijelaze brodova od 10.000 t tereta, a prijelaz kroz prevodnicu trajat će 4 sata. Za manje brodove (do 3000 t), prvenstveno putničke i one kojima se jako žuri, predviđeno je i posebno brodsko dizalo. Valja dodati da je predviđena i gradnja privremene prevodnice koja će biti u upotrebi samo tijekom gradnje.

Gradnja je cijelog projekta podijeljena u tri faze. U prvoj je zatvoren desni dio rijeke od otočića do obale produživanjem otočića gradnjom kesona napunjenih zemljom i kamenjem. U toj fazi je iskopano privremeno korito za skretanje rijeke, a ugrađeni su i svi predviđeni uzdužni armiranobetonski kesoni za građe-

vinsku jamu. Istodobno je na lijevoj obali izrađena privremena prevodnica. U tom je razdoblju gradnje koji je trajao 5 godina (1993.-1997.) rijeka tekla kroz glavno riječno korito i plovidba se odvijala normalno. U drugoj je fazi započela gradnja pop-

rečnih kesona i uzvodno i nizvodno, zajedno s dovršavanjem poprečnih kesona za drugi dio građevne jame. Građen je i protočni dio brane zajedno s njezinim lijevim dijelom u kojemu su smještene turbine hidroelektrane. Istodobno su na lijevoj obali građeni stalna prevodnica i dizalo za brodove. U toj fazi izgradnje, koja se upravo završava (1998.-2003.), rijeka je tekla otvorenim derivacijskim kanalom, a teretni i putnički brodovi mogli su prolaziti kroz kanal ili kroz privremenu prevodnicu. U trećoj fazi realizacije projekta gradit će se treći dio uzvodnih kesona u derivacijskom kanalu i pregrađuje akumulacija za podizanje vode do razine od 135 m. U tom će trenutku proraditi lijeva hidroelektrana i stalna brodska prevodnica. Uzdužni i poprečni kesoni formirat će građevnu jamu za temeljenje i gradnju dijela brane u kojoj će se smjestiti desna hidroelektrana. U tom će razdoblju rijeka teći kroz stalne ili povremene ispuste u središnjem dijelu brane, a brodovi će prolaziti kroz stalne prevodnice. Ta će se faza projekta graditi od 2003. do 2009.



Detalj s gradilišta brane



Dio brane uz obalu derivacijskog jezera

Brana će formirati jezero s kapacitetom od gotovo 40 milijardi prostornih metara vode, kojega će dužina biti približno 600 km, a prosječna širina 1,1 km, što je manje od dvostruke širine sadašnjeg riječnog kanala. Razina će se vode popeti do najviše 175 m. Stoga je predviđeno preseljenje desetak gradova i mnogih sela (već je navodno uspješno obavljeno nekoliko pilot-projekata preseljenja), većina će ih se preseliti u izgrađena naselja iznad najviše razine akumulacije, a neki i u druge krajeve. Broj stanovnika koji će se preseliti varira ovisno o izvorima podataka od milijun do dva milijuna, a najčešće je spominjana brojka 1,1 milijun. Predviđa se da će većina stanovnika koji su se dosad bavili poljoprivredom biti prekvalificirana u industrijske radnike, posebno što će pod vodom ostati uglavnom najplodnije oranice. Zna se da su seljaci kojih će imanja biti poplavljeni dobivali po 20.000 yuana, a građani po 50.000 yuana (yuan je približno jedna kuna). Vlasnik i investitor TGP projekta je državno poduzeće *CTGPC* (China Three Gorges Project Corporation) koje je odgovorno za izgradnju i kasnije upravljanje projektom, a upravlja i hidroelektranom Gezhouba. Ono je pod upravom posebne državne komisije za izgradnju kojoj je na čelu premijer, a članovi su joj resorni ministri, guverner pokrajine Hu-

bei i načelnik Chongqinga, inače najvećega kineskog grada (15 milijuna stanovnika) čije je područje poput Pekinga, Tianjina (pekinške luke) i Šangaja pod direktnom upravom središnje državne vlasti. Kina inače ima još 23 pokrajine i 5 autonomnih regija. Sjedište je *CTGPC*-a u Yichangu, a na gradilištu postoji poseban odjel koji koordinira i upravlja građenjem.

U građenje je uključeno 18.000 radnika i 10.000 inženjera i tehničara različitih profila. Nedavno smo posjetili gradilište uoči skorog pregrađivanja rijeka i uspjeli saznati sve tehničke pojedinosti toga velikog projekta. Ujedno smo saznali da je veći dio zemljanih radova vrlo jeftino obavljala i vojska.

Nova brana na rijeci Jangce nije najveća brana na svijetu. U svijetu postoji desetak i viših i većih, poput brane Rogun u Tađikistanu koja je visoka 330 m. Retencija od 40 milijardi m³ vode mnogo je manja od, primjerice, 204 milijarde m³ na brani Owen Falls u Ugandi. Ali Projekt Tri klanca najveća je hidroelektrana na svijetu, koja po instaliranoj snazi od 18.200

MW odgovara snazi 18 prosječnih nuklearnih elektrana, a godišnja proizvodnja električne energije odgovara struji koja se dobije ako se u termoelektranama potroši 50 milijuna tona kamenog ugljena. Po tome je ovaj projekt najveći vodogospodarski zahvat ikad izveden u Kini, ali i na svijetu. Štoviše, on po svojim troškovima, broju graditelja i golemim promjenama koje će izazvati pomalo podsjeća na faraonske projekte. To je možda i posljednji tako veliki projekt koji će se na Zemlji ostvariti jer su se značajno promijenila stajališta o neškodljivosti velikih akumulacija, kojima je nemoguće predvidjeti sve klimatske i sezičke utjecaje te posljedice na životinjski i biljni svijet i na ukupni život ljudi.

Projekt TGP ima mnogo protivnika širom svijeta, ali ih, začudo, ima i u Kini pa je svojedobno kineski inženjer i novinar Dai Qing objavio knjigu sa žestokim kritikama kineskih znanstvenika, a početkom 2000. uputili su pismo premijeru Jiang Zeminu 53 istaknuta inženjera i akademika protiv projekta. Neslaganja smo slu-



Gradilište brane snimljeno s broda



Grad i luka Fegdu koji će biti potopljen akumulacijom

šali i tijekom našeg posjeta, iako se, razumljivo, službeno od strane investitora čuju samo pohvale. No valja priznati da se velik dio Kineza ponosi tim golemim gradilištem pa je ono danas prava turistička atrakcija koju posjećuju mnogobrojni posjetitelji.

Prednosti su toga velikog projekta zaista neosporne. Uz energetske dobit važna je i zaštita od poplava. Brana će nizvodno zaštititi sva područja od poplava koje se pojavljuju jednom u 100 godina, a pravovremenim je ispuštanjem viška voda u stanju spriječiti katastrofalne posljedice koje se pojavljuju jednom u 1000 godina. Značajna je dobit i u povećanju plovidbe te, kako se predviđa, velikom smanjivanju (procjene se penju i do 40 posto) prometnih troškova. Sada od Šangaja do Chochinga plove brodovi od najviše 3500 BRT (s velikim teškoćama u sušnom razdoblju), a nakon izgradnje brane i prevodnica moći će ploviti i oni do 10.000 tona.

Značajna je prednost projekta i navodnjavanje okolnih i nizvodnih poljoprivrednih površina te pokušaj opskrbe vodom sjevernih i sušnih krajeva Kine. Naime, rijeka Jangce je 23 puta bogatija vodom od glavnoga sjevernog vodotoka Žute rijeke (Huang He), koja je 1993. gotovo presušila. Povećana potrošnja vode razvijenog sjevera smanjila je plovnost mnogih rijeka, a nekoliko je puta

presušilo i poznato jezero Baiyangdian. Općenito se može reći da cijeli kineski sjever pati od nestašice vode. Svojedobno su, primjerice 1981., zbog nestašice vode u Pekingu prestale s radom termoelektrane, a sada se taj grad dodatno opskrbljuje iz akumulacija Guatinga i Miyuna koje su prvotno bile namijenjene poljoprivrednom navodnjavanju. Računa se da već danas velikim sjevernim gradovima nedostaje 40 milijardi m³ vode. Planira se stoga tijekom noći, kada su potrošnja struje i vode smanjeni, povećati razinu vode u akumulaciji pa je ispustiti u sporu rijeku Xiangxi, okrenuti njezin tok i usmjeriti ga prema sjeveru, dijelom i kroz plovne kanale izgrađene prije tisuću i pol godina. Kinezi su se, naime, znatno prije Europljana koristili kanalima i rijekama za navodnjavanje i plovidbu pa danas u cijeloj Kini ima više od 400.000 km plovnih putova. Čak su u kineskom pismu ideogrami za vladanje državom i upravljanje vodama podjednaki.

Mnoge se primjedbe na Projekt TGP odnose na klimatske promjene jer će se prosječna temperatura povećati za približno 2 stupnja. To će uz povećanu površinu vodnog lica povećati izmaglice i kisele kiše. No zagovornici projekta to baš svrstavaju u prednosti, smatrajući da će toplija i sporija voda biti hranjivija i čistija, a time omogućiti uzgoj školjaka, ljus-

kara, rakova, pataka i gusaka u jezeru. Ujedno će toplija klima omogućiti nekim biljkama poput čajevca, naranče, kestena ili duda da lakše prežive zimu. Smatraju da će upravo to potaknuti razvoj poljodjelstva, šumarstva, uzgoja stoke i ribarstva. Ipak činjenica jest da su ugrožene neke rijetke biljne vrste, ali one rastu i do 300 m iznad razine vode, dakle mnogo više iznad razine budućeg jezera. Činjenica jest i da su ugrožena i da će biti poplavljena staništa nekih endemskih vrsta, poput riječnog delfina, kineskog aligatora i velikog salamandera. No zagovornici projekta ističu da istraživanja pokazuju kako se to neće dogoditi, a ilustriraju to primjerom kineske jesetre kojoj je brana Gezhouba zaustavila put uzvodno do staništa gdje se mrijestila. Sada se jesetra mrijesti u blizini brane, a ikra se umjetno oplođuje. Navodno će se slična rješenja pronaći i za druge ugrožene vrste.

Posljednjih je godina plovidba rijekom Jangce prava turistička atrakcija pa godišnje rijekom plovi više od 6 milijuna turista. No zagovornici tvrde da se to neće smanjiti nego povećati, budući da će mnoga sada turistima nedostupna a atraktivna mjesta postati znatno pristupačnija.

No jedan će dio kulturnih spomenika starodrevne kineske baštine netragom nestati. Bit će potopljene spomenice iz dvije posljednje kineske dinastije Ming i Qing na čak 1208 povijesnih lokaliteta te pećinske skulpture iz dinastije Tang (7.-10. st.). Na području grada Fengdu (Grad Duhova) otkriveno je više od 1000 grobova (dinastija Han, od 206. godine pr. Kr. do 8. godine pos. Krista) koji se nalaze na 3300 ha, a arheolozi imaju na raspolaganju novac za zaštitu samo jednog hektara. Čak traže 2 milijuna yuana za zaštitu 10 posto lokaliteta. Mnogi će tragovi 40 tisućljeća života uz ovu plodnu rijeku ostati potopljene pod vodom.

Velik je problem i taloženje mulja u jezeru, što projektanti ističu da su modelski riješili i da će mulj otjecati uspješno kroz branu, posebno i stoga što Jangce u svojoj vodi i nema velikih sedimenata. No povećanje zagađenosti vode može ipak biti velik problem. Vjeruje se da u rijeci Yangce završi 12 milijardi m³ otpadnih voda, koje će većinom biti zadržane branom. Osim toga uz rijeku djeluje 56.000 tvornica često zastarjele i "prljave" tehnologije. Osim toga vjeruje se da bi nakon otvaranja brane golemi Chongqing mogao za samo 5 godina završiti u mulju i smradu. Uz rijeku postoji samo jedan uređaj za pročišćavanje otpadnih voda, a trebalo bi ih nekoliko desetaka. Zagovornici projekta toj najozbiljnijoj primjedbi prilično neuvjerljivo sučeljavaju argument o zaštiti zraka koja će se ostvariti neizgaranjem 50 milijuna tona ugljena na godinu. Također pobijaju da će akumulacija ubrzati povećanje saliniteta zemlje u plodnoj delti uokolo Šangaja, što je također bila jedna od primjedaba. Ujedno otklanjaju moguće štete od potresa jer je brana otporna na potres od VII stupnjeva po Richteru i u relativno je stabilnoj seizmičkoj zoni, a opasnost od rušenja brane u ratnim uvjetima, što je navodno Ču En Laja spriječilo 1957. da u vrijeme nategnutih odnosa sa SSSR-om počne graditi branu, tumače činjenicom da se cijela akumulacija može isprazniti za nekoliko dana.

Ipak vjerojatno najviše prijedora izaziva cijena projekta. Po cijenama



Predio uz rijeku Jangce koji će biti potopljen

iz 1993. ona je, kako ističu predstavnici CTGPC-a, trebala stajati nešto više od 90 milijardi juana, od čega za sam projekt 50 milijardi, a 40 milijardi za naknade i izgradnju poplavljenih naselja. No priznaju da je ta svota zbog inflacije narasla na gotovo 204 milijarde juana ili, preračunato, 25 milijardi dolara. No protivnici iz svijeta, kojih zaista ima mnogo, ističu da se troškovi penju do vrtoglavih 75 milijardi dolara. Ujedno ističu da su u zaključenju ugovora mnogi radovi bili podcijenjeni te da je bilo i podmićivanja i korupcije. Navodno je zbog kopurupcije smijenjeno vodstvo poduzeća tijekom 2000. Čini se stoga da Kinu počinju

mučiti problemi slični onima koji su značajka tranzicijskih zemalja. Također se navodi da je bilo i mnogo tehničkih nezgoda na gradilištu. Sve u svemu čini se da tom golemom i složenom projektu zaista ne cvjetaju ruže. No u svakom slučaju radovi se, uvjerali smo se na gradilištu, redovito obavljaju i za sada ni jedan planirani termin nije pomaknut ili otkazan. Obavljaju se sve pripreme za skoro pregrađivanje rijeke.

Pripremio: Branko Nadilo