

P R E G R A D E

Leto VII

DECEMBER 1999

ISSN 1580 -1543

Št. 2

Glasilo Slovenskega komiteja za velike pregrade - SLOCOLD

VSEM ČLANOM SLOCOLD ŽELIMO VESELE BOŽIČNE PRAZNIKE TER VELIKO ZDRAVJA IN USPEHA V NOVEM LETU 2000

uredniški odbor glasila "Velike Pregrade"

67. ICOLD Annual Meeting – Antalya, Turčija

67. ICOLD Annual Meeting v Antalyi, Turčija

Splošno

V zadnjih letih je pričel ICOLD posvečati več pozornosti, poleg tradicionalni tehnični problematiki, tudi novim temam s katerimi skuša vplivati na mesto in obravnavanje pregradnih objektov v svetovni javnosti. K temu ga sili naraščajoči negativen odnos do pregradnih objektov, ki na splošno narašča predvsem v zahodnem, razvitem svetu. Pri tem se ugotavlja, da ima ta odnos odziv tudi v razvijajočih se državah tretjega sveta, ki so v fazi polne ekspanzije graditve pregradnih objektov kot osnovnih infrastrukturnih objektov, ki zagotavljajo potrebne količine vode. V redkih državah, ki so praviloma v fazi gospodarskega razvoja, pregradnim oponentom ne pustijo do uveljavitve v javnosti. Za vse te države lahko ugotovimo, da so vodene z bolj ali manj trdo roko, včasih ovito v formalno obliko demokracije zapadnega tipa. Vse različne silnice, ki se tako pojavljajo na področju pregradnega inženirstva so organizirane v World Commission on Dams o kateri sem že pisal, njeno delovanje pa je podrobno predstavljeno tudi na internetu (www.dams.org) ICOLD si prizadeva odigrati jasno vlogo promotorja in razlagalca dobrobiti, ki jih prinašajo pregrade in se tudi organizacijsko prilagaja aktualni situaciji s tem da je zastavil svoje aktivnosti tudi v smeri komuniciranja z najširšo javnostjo. Pri tem so določeni trije osnovni cilji:

- Izobraževanje najširše javnosti o pomembnosti in neobходимosti pregrad v funkciji zadrževanja in distribucije vode za potrebe kmetijstva, energetike, varovanja pred poplavami in zaščite okolja.
- Zoperstaviti se s primerno dokumentiranimi dokazi negativni publiciteti pregradnih objektov, ki je v ekspanziji.

- Vzdrževati stike z mediji in tako zagotavljati popularizacijo pro-pregradnih argumentov.

Ti pistopi so bili jasno vidni v delu 67. letnega sestanka (67. AM - Annual Meeting) ICOLD, ki je bil v času od 19. do 25. septembra 1999 v Antalyi, Turčija. V sklopu AM so bila organizirana posebna srečanja predstavnikov izvršilnih organov in tehničnih komitejev ICOLD, predsednikov nacionalnih komitejev, kluba evropskih komitejev ICOLD, plenarna zasedanja AM, simpozij na temo "Dam Foundation Problems and Solutions", delavnica na temo "Benefits Of and Concerns about Dams – Case Studies", predstavitev zainteresiranih firm, ki se udeležujejo na področju pregradnega inženirstva ter strokovne ekskurzije na več lokacij že zgrajenih, in objektov v gradnji.

Sam sem se uradno udeležil AM kot predsednik SLOCOLD (Slovenski nacionalni komitej za velike pregrade) in sodeloval praktično pri vseh aktivnostih srečanja. Simpozija in workshopa v sklopu AM so se udeležili še trije predstavniki iz Slovenije.

Letošnjega AM se je udeležilo 564 predstavnikov iz 57 držav. V sklopu rednega menjavanja vodstva ICOLD sta bila izvoljena dva nova podpredsednika in sicer M. Turfan, predstavnik Turčije, kot predstavnik evropske cone in g. A. Williams in Avstralije za afro-avstralsko cono. Iz ICOLD je bil izključen Sudan zaradi neplačevanja članarine v zadnjih treh letih. Temu sta se s skrajnimi diplomatskimi napori in obljubami izognili Makedonija in Nigerija. Stroški delovanja ICOLD so uspešno obvladani tako, da ne presegajo predvidenih in zaradi tega tudi ne bo povečevanja letnih članarin. Med članstvom je kar nekaj držav podprlo idejo o spremembi imena ICOLD v smislu opustitve besede Large (L) in iskanja novega primernejšega imena, ki naj bi boljše opisovalo poslanstvo organizacije z zornega kota celotnega pregradnega inženirstva. Diskusija na to temo je preložena na 68.AM, ki bo v Pekingju.

Uredniški odbor:

Urednik: Iztok Močnik

Člani: A. Širca, V. Koren, B. Zadnik, K. Kvaternik

Tehnični ad-hoc komiteji

Redno letno srečanje je bilo izkoriščeno tudi za delovne sestanke dvajsetih tehničnih komitejev ICOLD, ki sicer delujejo neodvisno vsak na svojem področju in s svojimi frekvencami sestajanja ter tudi svojim načinom delovanja preko leta. Za redni ICOLD AM so, kot vedno, pripravili tudi poročila ter predložili skupščini predsednikov nacionalnih komitejev v potrditev predloge za nadaljno delovanje in eventualne kadrovske spremembe v posameznih komitejih in podkomitejih.

Glede na rastoče potrebe po obnovi in povečevanju varnosti obstoječih pregradnih objektov je bila soglasno sprejeta pobuda ad-hoc komiteja za poslanstvo in strategijo ICOLD, da se nadaljuje in razširi delo komitejev za avtomatični monitoring (1993 – 1999) in obnovo pregrad (1994 – 2000) z ustanovitvijo treh novih komitejev:

- Komite za monitoring in opazovanje varnosti pregrad (1999)
- Komite za vzdrževanje in obratovanje pregrad (1999)
- Komite za obnovo in nadvišanje pregrad (1999)

Dodatno se je ustanovil še Komite o koristnosti in uporabnosti pregrad, ki naj bi na svetovnem nivoju zbiral podatke, ki bodo služili za delo drugih komitejev in primerno organizacijo in podporo aktivnosti ICOLD pri argumentiranem nastopu proti nasprotnikom pregrad.

Sprejeto je bilo veliko novih članov posameznih ad-hoc komitejev ICOLD. Pri tem bi, kot ob vsaki dosedanji priložnosti, povdaril, da bi bilo za Slovenijo izredno koristno, če bi uspeli dobiti kakšnega kandidata, ki bi imel ambicijo in možnost delati v kakšnem od teles ICOLD. V kolikor se bo kdo od članov odločil, naj sporoči na sedež SLOCOLD, da bomo sprožili predpisane aktivnosti za vključitev.

Simpozij

Naslednji dogodek je bil 23. septembra simpozij o problemih in rešitvah pri temeljenju pregrad (Dam Foundations – Problems and Solutions). Obravnava tematike je ves dan potekala v treh sekcijah, posamezni referati pa so predstavljeni v zborniku, ki prinaša 63 prispevkov, ki obravnavajo praktične izkušnje naslovne problematike praktično s celega sveta. Zbornik je arhiviran v knjižnici SLOCOLD.

Delavnica

Kot že rečeno je bila organizirana v sklopu 67. AM tudi posebna delavnica z delovnim naslovom "Benefits Of and Concerns about Dams". V posebnem zborniku je tiskano 39 prispevkov med njimi tudi prispevek našega predstavnika A. Kryžanovskega "Benefits of the Moste HPP Renovation Project in the Regional Development (Slovenia)". Zaradi izredne aktualnosti tematike te

delavnice je naslovna tema delavnice tudi eno od kongresnih vprašanj (Q77) in glede na sklep 66.AM bodo tudi vsi referati iz Antalye vključeni v kongresne materiale v Pekingu naslednje leto.

Uvodno besedo na delavnici je imel turški energerski minister g. Cumhuri Ersumer, ki je predvsem poudaril pomembnost pregradnih objektov v Turčiji kjer je trenutno v gradnji 206 pregrad - za naše, pa tudi svetovne, pojme neverjetna številka.

Na posebno povabilo se je delavnice udeležil tudi predsednik WCD g. K. Asmal, ki je predstavil pristop in strategijo WCD pri pripravi njenega končnega poročila, ki bo izdano avgusta 2000. V svojem prispevku je povdaril izzive in kompleksnost analiziranja koristi in problemov povezanih s pregradami v svetu v katerem ni nič več samoumevnega. Seveda je bilo kar nekaj reakcij s strani ICOLD članov, ki se jih da povzeti s kratko ugotovitvijo, da do sedaj še ni podane primerne alternative pregradam.

Posebej zanimiv je bil tudi prispevek g. Blohma iz USA, ki je prikazal kako so na konkretnem projektu v USA prevladale koristi nad negativnimi vplivi, kar je spoznala tudi, v začetku sicer nasprotujoča, javnost. Strategija, ki so jo vodili graditelji, je bila v smislu vključevanja tudi laične javnosti v faze odločanja na projektu. Ocenjujejo, da se je zaradi tega povečala investicijska vrednost projekta za 5%.

Finančno poslovanje v letu 1998

Potrjena je bila bilanca za preteklo leto in sprejet finančni plan za leto 2000. Materiali so na razpolago v arhivu SLOCOLD.

Organizacija bodočih AM

Za organizatorje AM v sledečih letih so se prijavi in bili izbrani Nemci in sicer za leto 2001 od 09. – 15. septembra v Dresdnu, južni Korejci za leto 2002 in Kanadčani za leto 2003 v Montrealu.

21. kongres ICOLD, Peking 2000.

V sklopu priprav na 68. AM in 21. kongres ICOLD, ki bosta v času od 14. do 22. septembra 2000 v Pekingu, Kitajska je organizacijski komite izdal končni buletin z vsemi podatki o obeh predvidenih dogodkih. V sklopu dela 67. AM v Antalyi je organizacijski komite predstavil trenutno stanje priprav. Na kongresu bodo obravnavana sledeča vprašanja:

Q76. The use of risk analysis to support dam safety decisions and management.

Q77. Benefits and concerns about dams.
 Q78. Monitoring of dams and their foundations.
 Q79. Gated spillways and other controlled release facilities, and dam safety.

Strokovni obiski

V sklopu 67.AM je bila organizirana enodnevna tehnična ekskurzija na pregradi Dim in Oymapinar. Z avtobusi smo si ogledali obe lokaciji, ki sta v okolici Alanje.

Na reki Dim je trenutno v gradnji pregrada Dim, ki je zasnovana kot kamenometna pregrada z betonskim gorvodnim zrcalom, višine 134.5 m in dolžine krone 365 m. Izgradnja je začela v letu 1996 in predvidevajo zaključek v štirih letih. Objekt bo služil energetskega izkoriščanju, namakanju in preskrbi s pitno vodo.

Pregrada Oymapinar je grajena na reki Manavgat in je betonska dvojno ukrivljena ločna pregrada, gradbene višine 185 m. Zgrajena je bila leta 1984. V ozki apnenčni soteski deluje elegantna pregrada prav veličastno. Je prav šolski primer odlično izbrane lokacije za ta tip pregrade.

Publiciranje

Potrjena in sprejeta za publiciranje so bila sledeča poročila posameznih ad-hoc komitejev:

- "Reliability and Applicability of Computational Procedures for Dam Engineering"
- "Management of Reservoirs Water Quality"
- "Recommendations on Future Mission and Strategy of ICOLD"
- "Guidelines for Automated Dam Monitoring Systems"
- "The Gravity Dam: A Dam for the Future"
- "Guidelines for Earthquake Design and Evaluation of Structures Appurtenant to Dams"
- "Design Features of Dams to Effectively Resist Seismic Ground Motion"
- "Rehabilitation of Dams"

Najavljeni bodoči dogodki

- "2000 Annual Meeting and Lecture", tematika: vzdrževanje in obratovanje pregrad, izziv 21. stoletja, Seattle, WA, 10. – 14. julij, 2000.
- AQUA, sedma mednarodna specializirana razstava o gospodarjenju z vodami, vodni energetiki, zaščiti okolja in komunalni tehnologiji, Trenčín, Slovaška, 14. – 16. Junij, 2000.

predsednik SLOCOLD
 dr. Branko Zadnik

RAZGRADNJA VELIKIH PREGRAD V ZDA

NAČRTOVANA RAZGRADNJA ŠTIRIH VELIKIH PREGRAD NA REKI SNAKE (ZDA)

Uvod

Reka Snake je dolga 1600 km in teče skozi ameriški zvezni državi Wyoming in Washington, preden se izlije v reko Columbio. V spodnjem toku reke Snake so US Army Corps of Engineers (USACE) med letoma 1956 in 1975 zgradili 4 hidroelektrarne z največjo skupno močjo 3000 MW, ki poleg energije zagotavljajo plovnost 225 km reke, omogočajo transport 4 milijonov ton tovora letno in namakanje 16200 ha sadovnjakov, vinogradov in drugih posestev. V zadnjem desetletju je bilo ugotovljeno, da sta v reki resno ogroženi dve vrsti lososa (sockeye salmon, chinook salmon), zato so se preučevali številni ukrepi za njuno ohranitev. Poleg omejitev lova in vzpostavljanja naravnega okolja vsaj v zgornjem toku, se resno razmišlja tudi o popolni odstranitvi štirih velikih pregrad: Ice Harbor, Lower Monumental, Little Goose in Lower Granite. Za razgradnjo se zavzemajo različni kongresniki, guvernerji, zvezne agencije in druge politične organizacije, ki predlagajo, da posege zahteva in financira Kongres. Zahteve so očitno resne, saj so na

USACE pripravili že konkretne načrte in izdelali okvirne predračune.

Prva ugotovitev je seveda, da odstranitev, oziroma kontrolirano rušenje, kot ga imenujejo, že zaradi dimenzij objektov ni enostaven poseg. Posamezne pregrade namreč vsebujejo do 1 milijon m³ betona, do 1.3 milijona m³ nasipnega materiala, so dolge do 1158 m, imajo 30 m visoke splavne komore za rečno plovbo, prelive s kapaciteto do 24000 m³/s in akumulacije s površino reda velikosti do 3600 ha (36 km²). Najverjetnejši način odstranitve je trenutno odstranitev nasutih delov pregrad, medtem ko betonski objekti ostanejo v strugi, tok pa se primerno preusmeri mimo njih. Poleg rušenja samih objektov predstavljajo problem številne spremembe, do katerih bo prišlo zaradi spraznjenja akumulacij; marsikje bo ogrožena ali vsaj bistveno spremenjena stabilnost cest, železnic, mostnih stebrov, cevovodov, vodnih zajetij in vodnjakov.

Praznjenje akumulacij

Ena od prvih ugotovitev glede odstranjevanja nasutih pregrad je bila, da le-to ni možno z uporabo naravne erozije (prelivanjem). V tem primeru bi namreč v strugi

ostale velike količine materiala, ki bi lahko tvorile otoke in brzice, neugodne za ribjo migracijo. Poleg tega bi bili potencialno ogroženi številni infrastrukturni objekti vzdolž akumulacij. Ker bo posamezne pregrade potrebno podreti postopoma, v obratnem postopku, kot so se gradile, je glavni problem predhodno praznjenje akumulacij. To je problematično zato, ker pregrade nimajo temeljnih izpustov, poleg tega pa je potrebno v obdobju nizkih voda spoštovati dovoljene obremenitve vodotoka (s kalnostjo) zaradi ribje populacije. Predlagana rešitev je kontrolirano praznjenje skozi turbine in sicer v začetni fazi z velikim padcem skozi 3 obstoječe turbine, v končni fazi z majhnim padcem pa še skozi preostale 3 turbine, ki pa bi se jim predhodno odstranile lopatice. S hidravličnimi modelnimi raziskavami je bilo določeno, da je učinkovito praznjenje mogoče do pretoka $1700 \text{ m}^3/\text{s}$. Pri višjih pretokih ali okvarah, ki bi imele za posledico zmanjšanje pretočne sposobnosti, bi se bazen med odstranjevanjem nasute pregrade začel znova polniti, kar bi lahko povzročilo katastrofalno škodo. Če bi vse potekalo po načrtih, bi morala biti posamezna pregrada odstranjena v 60 do 90 dneh. Glavni posegi, ki bi jih tak način praznjenja zahteval na objektih, bodo zagotovitev alternativnega vira hladilne vode (zajetje je visoko na pregradi), rekonstrukcija zapornic na vtokih, prilagoditev turbin na delovanje pri nižjih padcih in že omenjena odstranitev turbinskih lopatic na treh turbinah od šestih na vsakem objektu.

Odstranjevanje pregrad

Po praznjenju akumulacij bi bila razlika gladin med zgornjo in spodnjo vodo še vedno od 3.7 do 6 m in z njo je potrebno računati pri odstranjevanju pregrad. Odstranjevanje samo bi potekalo z največjo mehanizacijo, saj bi bilo potrebno odstraniti med 918 do $1912 \text{ m}^3/\text{h}$ materiala. Odlaganje odstranjenega materiala je predvideno na ločene deponije za zaščitni sloj, kamnomet in materiale nepropustnega jedra. Celotna količina odstranjenega materiala bo med 1.6 milijona m^3 v 60 dneh (Lower Granite, Little Goose) in 5.3 milijona m^3 v 120 dneh (Lower Monumental). Po zaključku teh del bo potrebno zgraditi nekaj dodatnih nasipov, ki bodo tok preusmerili mimo betonskih ostankov objektov in ki bodo zagotavljali pretočnost do $12700 \text{ m}^3/\text{s}$. Po alternativnem scenariju se je študirala tudi potencialna odstarnitev vseh betonskih objektov do nivoja rečnega dna. Tak poseg bi zahteval dodatno leto (sezono) dela, postavitev začasne gradbene jame, upoštevanje številnih okoljskih in naravovarstvenih omejitev in podvojitev stroškov razgradnje.

Spremljajoči problemi

Razgradnja predstavlja tudi velik problem za ribjo populacijo, ki jo želijo zaščititi. Najprimernejše obdobje za dela je namreč med avgustom in decembrom, kar sovпада z obdobjem ribjih selitev po reki navzgor. Za čas praznjenja akumulacij (60 - 90 dni) sta predvideni dve rešitvi: modifikacija obstoječih ribjih stez ter zbiranje in transport po suhem, mimo vseh pregrad do najvišje akumulacije. Kot ugodnejša je bila ocenjena druga možnost.

Variantne rešitve so bile študirane tudi za objekte in opremo, ki ostanejo v reki. Po prvem scenariju naj bi se oprema odmontirala in poskusila uporabiti na drugih

lokacijah, vendar je bilo ugotovljeno, da je zaradi specifičnosti konstrukcij in starosti med 24 in 38 let že na koncu življenjske dobe in ima minimalno vrednost. Iz istega razloga ne bi bila smiselna niti rešitev po drugem scenariju, ko bi obstoječo opremo minimalno vzdrževali za primer, če renaturacija reke ne bi uspela in bi se družbena klima znova obrnila v prid hidroenergetski izrabi (!). Od objektov v strugi bodo po spraznitvi ogroženi predvsem mostovi: na 15 cestnih mostovih, ki prečkajo bazene, bo potrebno zagotoviti varnost pred erozijo za 25 mostnih opornikov. Zaradi upadanja gladine bo ogroženih tudi 70 km cestnih in železniških nasipov, ki bodo zaščiteni z začasnimi skalometi. Skalometni material se bo po prenehanju nevarnosti in stabilizaciji razmer odstranil in uporabil drugje.

Od dejavnosti, ki potekajo ob in na jezerih, bodo neposredno prizadeta rekreacijska področja (33, od tega jih bo 11 opuščeni), napajališča za živino (ker imajo rančeri s pogodbami zagotovljeno napajanje, bo to potrebno urediti s črpalkami na sončni pogon in novimi ogradami) in velika ribogojnica, ki je do sedaj skrbela za bogatenje reke z ribami (bistveno bo prizadet njen napajalni sistem, ki se oskrbuje iz izvirov na bregovih akumulacij). Praznjenje bazenov bo posredno vplivalo na mnoge gospodarske dejavnosti, ki temeljijo na privatnem kapitalu in ki še niso bile podrobneje študirane (verjetno tudi v smislu odškodnin, op. A.Š.). Gre predvsem za čiščenje odpadnih voda, prestavitve podvodnih vodov ter industrijska in kmetijska zajetja. Trenutno najprimernejši predlog USACE za modifikacijo zajetij je izgradnja enega samega, centralnega zajetja, in ustreznega tlačnega cevovoda. Kljub temu ostaja velik problem transport sedimenta v reki, ki bo v nezajeznem stanju v veliko večji meri vplival na zajetja (ali zajetje, če bo eno samo). Predvidena rešitev je izgradnja dodatnega usedalnega bazena velikosti 200 ha, kar je že samo po sebi manjša akumulacija, za slovenske razmere pa že zelo velika (načrtovani izravnalni bazen za HE Moste III naj bi imel 3.8 ha). Razen neposrednih zajetij iz reke pa bo znižanje gladine prizadelo še številne vodnjake na bregovih, za katere vpliv še niti ni ocenjen.

Organizacija in stroški

Po mnenju avtorjev originalnega članka vsi zgoraj omenjeni vidiki razgradnje predstavljajo še vedno le majhen del celotne "ekonomske sestavljanke" (economic puzzle) posega. Zato je bil osnovan konzorcij 30 lokalnih strokovnjakov, ekonomistov in tehničnih svetovalcev, ki zastopajo zvezne, državne, plemenske, industrijske in druge interese, ter preučujejo socialne in ekonomske vidike razgradnje. Delovna skupina zveznih, državnih in plemenskih (tribal) biologov PATH (Process of Analyzing and Testing Hypotheses) razvija tudi analitične modele za napoved bioloških učinkov razgradnje in spremljajočih ukrepov, vendar je že sedaj jasno, da bodo njene napovedi razmeroma nezanesljive, ali, lepše povedano v originalu: "It appears that there will be a significant amount of uncertainty in estimating how well the actions being investigated would meet salmon recovery standards".

Cena in trajanje? Med 800 in 1200 milijoni USD, kar naj bi bilo porabljeno v okviru približno stotih pogodb z

različnimi izvajalci, trajalo pa bi 9 let. Projekt v vsakem pogledu ostaja kontroverzen zaradi nasprotujočih si mnenj o virih financiranja, različnih političnih interesov ter gorečnosti posameznih interesnih skupin, zaključuje **Stephen B. Tatro**, strokovnjak za materiale pri USACE v okrožju Walla Walla, Washington, in projektni vodja študije razgradnje.

Prevod in priredba po članku
Dam Breaching - The Rest of the Story
v reviji Civil Engineering (ASCE), april 1999

Andrej Širca, IBE

STROKOVNA ESKURZIJA

Strokovna ekskurzija SLOCOLD v Dalmacijo, 12. in 13. november 1999

(verzija poročila s fotografijami in spletnimi povezavami se nahaja na domači strani <http://slocold.ibe.si>, v rubriki Aktivnosti/Dogodki)

Letošnja strokovna ekskurzija je 30 »najhitrejših« članov SLOCOLD vodila na Hrvaško, kjer smo si ogledali sistem hidroelektrarn na reki Cetini. Najhitrejših poudarjamo zato, ker so bila vsa predvidena mesta hitro zasedena, in, kot boste videli iz tega poročila, tudi upravičeno.

Naša pot se je pričela z avtobusnim prevozom do zagrebškega letališča, ki je, razen hrvaških mejnih formalnosti, potekal hitro. Na letališču se nam je pridružilo še nekaj manjkajočih članov in Josipa Lisac, ki je po vsej verjetnosti sodila k gosti megli (pesem Magla). Po dveh tretjinah poleta so se oblaki postopoma razblinili in odkrila se nam je vsa Dalmacija od Zadra do Splita, z značilnimi točkami: RHE Velebit (na Zrmanji), Maslenica, Novigradsko more in Vransko jezero v Zadrskem zaledju, slapovi Krke, Skradin in Prokljansko jezero v zaledju Šibenika, Kornati, obala med Šibenikom in Splitom ter v daljavi celo akumulacija Peruća, eden od ciljev naše ekskurzije. Po pristanku nas je prijetno presenetilo toplo sonce, neprijetno pa kvaliteta avtobusa, ki je bil očitno še iz zlatih časov hrvaškega turizma. Zaradi natrpanega urnika seveda ni bilo časa za reklamacije, zato smo mimo Splita in Omiša, vzdolž čudovite obale pod Mosorjem, odškripali proti prvemu cilju, HE Zakučac.

HIDROENERGETSKI SISTEM NA CETINI

HE Zakučac je osrednji proizvodni objekt elektroenergetskega sistema v povodju reke Cetine (slika 1). Ta sistem v zgornjem horizontu sestavljata dve veji, obe z velikima čelnima akumulacijskima bazenoma (slika 2).

Na zahodni veji, ki jo predstavlja tok Cetine, je zgrajen akumulacijski bazen Peruća s prostornino 540 hm³ in najvišjo koto zajezitve 360 m n.m., ki omogoča sezonsko izravnavo voda. Neposredno pod nasuto pregrado je HE Peruća, skozi katero se spušča potrebna količina vode za dolvodni sistem.

Severna veja sistema se napaja iz akumulacijskega bazena Buško blato, ki je sicer plitva, po površini pa morskih dimenzij in leži na kraškem polju istega imena.

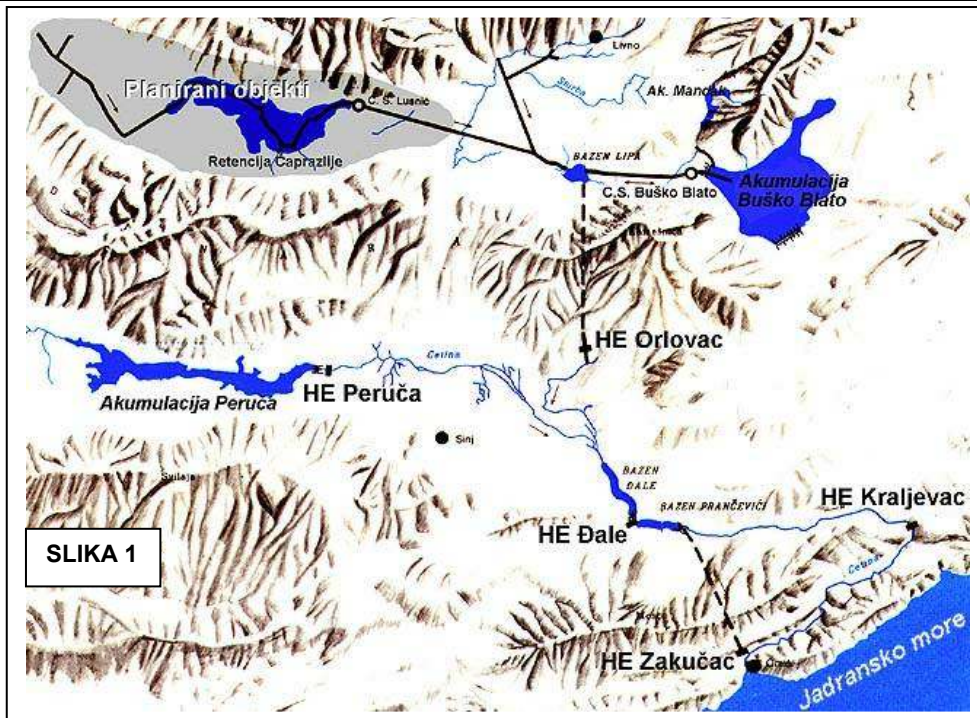
Volumen akumulacije je 800 hm³, najvišja zajezitvena kota pa 716.4 m. Zaradi lege v Herceg-Bosni in tudi zaradi večje oddaljenosti si teh objektov nismo ogledali. Severna veja sistema se zaključuje z visokotlačno derivacijsko HE Orlovac.

Na Sinjskem polju se obe veji združita in kot reka Cetina nadaljujeta tok, najprej do akumulacijske HE Đale in takoj nižje ležeče izravnalne akumulacije s pregrado Prančevići, iz katere vodi dovodni sistem do HE Zakučac. Na območju značilnega okljuka, s katerim se reka Cetina dokončno prebije iz zaledja k svojemu morskemu cilju, je že leta 1912 začela obratovati HE Kraljevac, ki je bila po dokončanju v letu 1932 s svojimi štirimi agregati najmočnejša elektrarna tistega časa na Balkanu. Elektrarna še deluje, njena vloga pa je po zgraditvi HE Zakučac manj pomembna, saj je večina vode Cetine preusmerjena na HE Zakučac.

Celoten hidroenergetski sistem ima instalirano moč 868 MW in proizvodnjo v srednjem hidrološkem letu 2.6 milijarde kWh. Gre za pretežno konično energijo (60 - 70 %) z veliko možnostjo sodelovanja v sekundarni regulaciji elektroenergetskega sistema. Če upoštevamo le količino proizvedene energije in ne njenega značaja, je sistem primerljiv s proizvodnjo vseh elektrarn na slovenskem toku reke Drave, ki v srednjem hidrološkem letu znaša 2.67 milijarde kWh.

HE ZAKUČAC

Naš prvi cilj, HE Zakučac, je derivacijska visokotlačna hidroelektrarna. Po dva od njenih štirih agregatov imata ločeni zgornji derivaciji, ki sta bili zgrajeni prva z začetkom obratovanja v letu 1962 in druga v letu 1981. Zgornjo derivacijo sestavljata dovodna tunela dolžine 9.9 km, premerov 6.1 in 6.6 m, za inštalirana pretoka 100 in 120 m³/s. Na dovodnem sistemu so še vodostan s komorami, od katerih je zgornja komora v obliki odprtega bazena ter vertikalni tlačni cevododi dolžine po 290 m premerov 3.5 do 3.3 m in 3.75 m. Strojnica s štirimi proizvodnimi agregati z vertikalno postavljenimi francis turbinami, transformatorskimi boksi in ostalimi pomožnimi objekti, je podzemna. S površino je povezana z 230 m dolgim pristopnim tunelom in kabelskim tunelom, preko katererega se energija dovaja do prostozračnega 220 kV stikališča. Spodnja derivacija je izvedena v obliki skupnega odvodnega tunela dolžine 330 m, ki se preko krajšega odvodnega kanala priključi na korito reke Cetine v delu, kjer se zanj že pripravljata sladka voda Cetine in slana voda Jadranskega morja. Novejši dovodni tunel je bil izkopen z rotacijskim strojem, podobnem tistemu, ki se sedaj muči na HE Plave II, dočim je bil prvi dovodni tunel izkopen klasično, z odstreljevanjem. Geološke in



hidrogeološke razmere, z izjemo lokalnih kraških pojavov (kaverne z glinastimi materiali), so bile izredno ugodne, saj se vsi objekti nahajajo v kompaktnih apnencih. Zunanja slika čvrste notranjosti je izlivni kanjonski del reke Cetine tik ob mediteranskem mestu Omišju. Bolj tipične visokogorske pokrajine, katere dominantno skalno kuliso predstavlja tudi močočna navpična stena z vhodnim portalom pristopnega tunela in iztočnim portalom odvodnega tunela, bi težko našli v alpskem svetu Slovenije, dramatična pokrajina pa v tem primeru kipi naravnost iz morskih globlin.

Prvemu ogledu je sledilo pozno kosilo v Omišju, o katerem so bila mnenja deljena. Proti pričakovanjem so jo zelo dobro odnesli tisti, ki so naročili klasične zrezke. Po drugi strani so tisti, ki so naročili lignje na žaru, bodisi z gurmanskim užitkom srebal črnilo bodisi jih je prijela slabost, ki je trajala do naslednjega dne. Časa za okrevanje pa ni bilo, ker nas je čakal naslednji cilj, HE Kraljevac.

HE KRALJEVAC

To je visokotlačna derivacijska elektrarna, zgrajena brez akumulacije, in je delovala po dotoku. Zgornjo derivacijo predstavlja dovodni tunel s prosto gladino toka in dolžino 1265 m. Tik nad strojnico je v skalnem robu nameščen izravnalni bazen, iz katerega so do treh (prej štirih) turbin speljane kovičene jeklene tlačne cevi. Zlasti strojnica naredi na obiskovalca impozanten vtis. V arhitekturno dovršeni okraški stavbi velikih dimenzij so obratovali štirje horizontalni agregati. Vsakega od štirih generatorjev sta poganjali po dve Francis turbini. Leta 1912 sta začela obratovati prva dva agregata moči po 12.8 MW, tretji in četrti agregat moči po 20.8 MW pa sta se prvič zavrtela leta 1932. Novejša agregata še vedno obratujeta, eden od starejših agregatov ne obratuje in predstavlja tehnološki spomenik. Na mestu kjer je stal prvi agregat, je sedaj vgrajen novi agregat s Peltonovo turbino, ki služi za izkoriščanje pretoka biološkega minimuma. Zanimivost tega objekta so tudi

še precej dobro ohranjeni ostanki električnega vodnega upora, ki so ga potrebovali ob preizkusnih obratovanjih agregatov v času, ko še ni bilo dovolj instaliranih porabnikov električne energije. Pomen tega objekta v sedanjem času povečuje dejstvo, da se iz dovodnega sistema HE Kraljevac napaja vodovodni sistem, ki z vodo oskrbuje ta del Dalmacije in vse srednjedalmatinske otoke.

Med obiskom HE Kraljevac se je zelo hitro znočilo in čakala nas je nočna vožnja do hotela Medena pri Trogiru. Ogled vodostana HE

Zakučac in soteske proti Omišju z v skalo vsekane ceste je zaradi noči in (menda) težavne ceste odpadel. K sreči ni odpadel kratek obisk Trogira, med katerim smo si poleg pogleda na božično-prednovoletno okrašene ulice lahko privoščili celo sladoled – z mandljevim posipom in čokoladnim prelivom. V hotelu je sledila za hrvaške hotelske razmere zelo dobra večerja (ribe, flambiran sladoledni desert, ...), zatem pa so nam v hotelskem disku omogočili še zabavo, tako rekoč za zaključeno družbo.

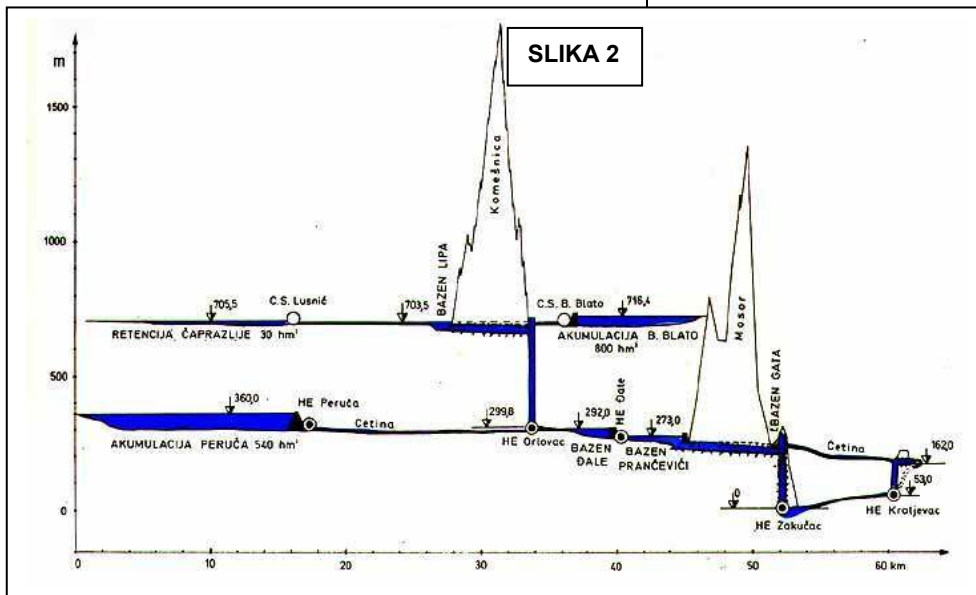
V sončnem jutru smo se z bistveno boljšim avtobusom odpravili na drugi del ekskurzije. Tudi šofer je očitno dojel, da ima opravka z veliko gospodo, zato si je nadel modro srajco, suknjič, ray-ban očala in celo kravato. Tokrat nas je pot vodila mimo Klisa proti Sinju, kjer nas je pričakala gosta megla. Po njej smo se pripeljali do prve točke tega dne, pregrade in hidroelektrarne Peruća. V prvem trenutku je bil marsikdo razočaran, saj se je z desnega boka zaradi megle videlo samo do polovice krone, jezero pa nam je bilo popolnoma skrito. Prav to skrito jezero z vsebino 540 hm³ in dolžino več kot 30 km naj bi po scenariju zločinskega generala bivše Jugoslovanske vojske, Ratka Mladića, po miniranju pregrade odigralo morilsko in uničujočo vlogo v dolini reke Cetine.

HE PERUĆA

Pregrada Peruća je nasutega tipa s centralnim glinastim jedrom, zaščitenim s filterskimi sloji in podpornima conama iz skalometa. Višina pregrade je 63 m, dolžina v kroni je 450 m. Nagib pobočij pregrade je strm, gorvodno 1:1.45, dolvodno 1:1.5. Pregradni profil, ki leži v območju propustnih apnencev, je zatesnjen z injekcijsko zaveso globine do 200 m, dolžine 1600 m in skupne površine 260.000 m². Po celem obodu pregrade je v liniji injekcijske zavese zgrajena injekcijska galerija.

28. januarja 1993 je bivša Jugoslovanska vojska minirala pregrado z aktiviranjem 20 do 30 t TNT. Minirano je bilo območje preliva na levem boku pregrade s kraterjem 20 do 30 m premera in globine 10

pomočjo katerega ugotavljajo stanje vseh pomembnih delov in pregrade v celoti.



Akumulacija vode za pregrado ima poleg energetskih učinkov velik vpliv na vodni režim. Varuje pred poplavami in omogoča namakanje velikih površin dolvodno ležečih polj. Elektrarna Peruća, opremljena z dvema agregatoma skupne moči 41.6 MW, ki leži tik pod pregrado, je s svojim obratovanjem podrejena zgoraj navedenim namenom. Sledila je vožnja do naslednje točke ekskurzije, HE Orlovac.

HE ORLOVAC

Ta se napaja pretežno z vodo iz Buškega blata, ki se po reverzibilnem kanalu dolžine 6 km z

m. V srednjem delu pregrade je na dolžini 50 m zaradi miniranja prišlo do posedanja 2.5 do 3.0 m. Miniran je bil tudi desni bok pregrade s kraterjem premera 25 do 30 m in globino 6 do 7 m. Miniranje je bilo izvedeno iz injekcijske galerije, ki je bila popolnoma uničena v dolžini 110 m, močno poškodovana pa v dolžini 260 m. Skozi uničeno in poškodovano injekcijsko galerijo je preko drenažnega odvoda voda odnašala glinasto jedro. K sreči je bila v času miniranja pregrade gladina vode 3.80 m nižje od kote normalne zaježitve 360. Zločinski načrt je sicer predvideval miniranje pri povišani gladini vode celo nad vrhom glinastega jedra, vendar je v kratkem obdobju nadzora UNPROFOR-a, pred ponovnim okupiranjem in miniranjem pregrade s strani Jugoslovanske vojske, bila gladina jezera spuščena na varnejši nivo. Med enoinpolmesečnim prisilnim praznjenjem jezera, ki je sledilo miniranju, se je pregrada v srednjem delu posedla še za cca 1.5 m (2.5 % višine), tako da so skupna posedanja centralnega dela pregrade znašala 4 do 4.5 m.

instaliranim pretokom $70 \text{ m}^3/\text{s}$ najprej vodi do manjšega bazena Lipa (glej tudi sliki 1 in 2), ki predstavlja izravnalni bazen pred vtokom v dovodni sistem HE Orlovac, ki je za HE Zakučac drugi dragulj v kroni elektroenergetskega sistema Cetine. Zakaj zgoraj omenjeni reverzibilni kanal? Zato, ker se v bazen Lipa stekajo tudi vode zapadno ležečega povodja, ki jih preko reverzibilnega kanala in črpalnice v vznožju pregrade lahko črpajo tudi v Buško blato. Trije horizontalni agregati črpalnice s skupno zmogljivostjo $50 \text{ m}^3/\text{s}$ v običajnih razmerah delujejo kot turbine v smeri Buško blato - kanal in kot črpalke v smeri kanal - Buško blato. Na Livanjskem polju je bila načrtovana, vendar neizvedena, še akumulacija Čaprazlije. Dodatna zanimivost črpalnice je, da lahko agregati delujejo kot črpalke tudi v smeri Buško blato - kanal, kadar gladina v Buškem blatu ne omogoča običajnega obratovanja. Projekt za črpalnico in reverzibilni kanal je nastal v ljubljanskem Elektroprojektu (inž. Wedam in inž. Valant z ekipama).

Med sanacijo pregrade so obnovili vse poškodovane dele preliva in injekcijske galerije, izvedli debelostensko diafragmo iz plastičnega betona na območju glinastega jedra, konsolidacijsko injektirali območje okrog injekcijske galerije, rekonstruirali porušene dele pregrade po prvotnem projektu in s pomočjo novega podpornega zidu razširili krono oziroma celotno dolvodno brežnjo pregrade. Zamenjali so tudi zapornico na prelivu, nadomestili poškodovano prostozračno stikališče z oklopljenim stikališčem ter usposobili elektrarno za obratovanje. Hrvaški kolegi so se uspešno soočili z k sreči neobičajnimi problemi, saj ni poznano veliko primerov, da bi tovrstne objekte uporabili kot orožje, kar se je zgodilo v tem primeru. Nalogo so, v pretežno vojnih razmerah, izvrstno opravili, in si zaslužijo tudi naše priznanje. Naj omenimo samo po sebi razumljivo dejstvo, da ima pregrada Peruća sedaj učinkovit sistem opazovanja, s

Sama HE Orlovac je derivacijska visokotlačna elektrarna z bruto padcem 403.7 m in instaliranim pretokom $70 \text{ m}^3/\text{s}$. Skupna moč vseh treh agregatov s Francisovimi turbinami je 237 MW. Dovodni sistem od izravnalnega bazena Lipa do strojnice sestavlja 12.1 km dolg dovodni tunel premera 5.5 m, vodostan s komorami in jekleni tlačni cevovod površinske izvedbe, premera od 4.1 do 3.65 m, ki se tik pred strojnico deli v tri dovodne cevovode do turbin. Odvodni kanal je trapezni in odvaja vodo od elektrarne do reke Velika Ruda. Za zmanjšanje dinamičnih obremenitev cevovoda in dimenzij vodostana so vse turbine opremljene s sinhronimi izpusti, ki so jih ravno v času našega obiska zamenjevali.

Po ogledu HE Orlovac nas je čakala zahtevna naloga v Trilju, kjer so nas postavili pred gotovo dejstvo (beri gotovo kosilo). Pravzaprav so pred nas postavili dejstva v obliki »pečenja«, zaradi katerih je strokovna debata

za nekaj časa zamrla. Žal se nam je mudilo naprej, priganjala sta nas tako čas kot naš predsednik. Po krajši vožnji smo prispeli do HE Đale in si jo na hitro ogledali.

HE ĐALE

HE Đale, ki leži na reki Cetini nekaj kilometrov pod sotočjem z Veliko Rudo, je bila zgrajena kot zadnja v opisanem sistemu in je rezultat primerjalnih analiz, ki so upoštevale tudi varianto z nadvišanjem pregrade Prančevići. Odločili so se za gradnjo HE Đale. Po konceptu in velikosti bi jo še najlažje primerjali z našo HE Mavčiče. V pregradnem profilu so locirani strojnica z dvema agregatoma s Kaplanovima turbinama skupne moči 40.8 MW, prelivna polja in priključne pregrade. Objekt je arhitektonsko zanimivo oblikovan in lepo vklopljen v nizek kanjon reke Cetine.

S potjo proti zadnji točki ekskurzije, pregradi Prančevići, ki je sestavni del sistema HE Zakučac, se je ekskurzija bližala koncu. Po hitrem ogledu pregrade in nekaterih spremljajočih objektov smo se z izročitvijo simboličnih daril poslovili od izjemno gostoljubnih gostiteljev in jih povabili, da nam ob priložnosti obisk vrnejo.

Čakala nas je še vožnja do Splita, med katero so posamezniki glasno ali tiho sanjali o baklavah. Z nekaj napora so jih med enournim postankom celo dobili, ostali pa so se med sprehodom po starem mestu in vzponom na zvonik katedrale sv. Duje lahko naužili duševne hrane. Manjšo zamudo letala smo brez težav premostili s Karlovačkim, polet (tokrat z airbusom) pa je trajal ravno toliko, da smo se pripeli, popili sok, in že bili ponovno na tleh. Avtobusne vožnje do Ljubljane se bodo nekateri verjetno spominjali zaradi zgodovinskega fuzbaliranja z Ukrajinci, drugi pa zaradi sladkega spanca. Prispeli smo točno po načrtih, običajna enočlanska ekipa Krešimirja Kvaternika, tokrat razširjena z Natalijo Stojič, zasluži vsa priznanja in iskreno zahvalo za dva doživetij polna dneva. Posebno zahvalo smo dolžni tudi našim gostiteljem, HEP, d.d., Proizvodno področje »Jug«, in seveda izredno gostoljubnima inž. Petru Staniću in prof. Petru Stojiću, ki sta za nas žrtvovala marsikatero uro svojega časa.

Opomba: Večino tehničnih podatkov, navedenih v tem poročilu, z množico dodatnih detajlov in fotografij, si lahko vsakdo ogleda na straneh Hrvatske elektroprivrede (www.hep.hr), Proizvodno področje »Jug« (<http://www.hep.hr/cro/htmls/proizv/proizv/hidro.html>).

Franc Zupan (MOP-UVN) in Andrej Širca (IBE)

NOVOSTI NA <http://slocold.ibe.si>

V drugi polovici leta 1999 je bila domača stran SLOCOLD dvakrat posodobljena z novimi prispevki in številnimi popravki. Najpomembnejše novosti so: poročilo s kongresa IAHR v Grazu, poročilo z letne skupščine ICOLD v Antalyi (oboje v rubriki Aktivnosti/Mednarodna srečanja), poročilo o strokovni ekskurziji v Dalmacijo (Aktivnosti/Dogodki), prevod članka o razgradnji velikih pregrad na reki Snake v ZDA (Zanimivosti/Razgradnj Snake River) ter poljuden

prikaz rušenja nasute pregrade (Zanimivosti/Poučno). Na domači strani je končno tudi spisek knjig v knjižnici SLOCOLD, ki žal ni interaktiven, vendar članom vsaj omogoča preverjanje razpoložljivosti literature.

Članki na domači strani so po vsebini običajno identični tistim v Velikih pregradah, vendar imajo dodane številne spletne povezave!

OBVESTILA ICOLD – SLOCOLD (circular letters)

Bilten 113 – bilten govori o seizmičnem opazovanju pregrad ter podaja kriterije in priporočila za načrtovanje, vgradnjo, obratovanje in vzdrževanje sistema za opazovanje (monitoring) Govori tudi o nadaljni obdelavi zapisov, ki jih beleži opazovalni sistem. Tematika je podprta z nekaterimi testnimi primeri.

Bilten 114 – nasute pregrade z asfalbetonskim tesnilnim licem. Bilten predstavlja sodoben način tesnitve nasutih pregrad z asfalbetonskim tesnilnim ekranom in povezave te konstrukcije z ostalimi konstrukcijami pregrade. Vsebuje pregled najbolj tipičnih rešitev, opis materiala, način izvedbe, kontrolo kvalitete, pregled in vzdrževanje konstrukcije med eksploatacijo.

Bilten 115 – obravnava problem sedimentacije v akumulacijah. Podana je informacija o tehničnih rešitvah za preprečevanje oziroma zmanjšanje sedimentacije in rešitve za že nastale deponije sedimentiranega materiala.

Izšel je zaključni bilten o **68. Letnem srečanju ICOLD ter 20. simpoziju ICOLD**, ki se bosta odvijala v Pekingu (Kitajska) med 14. in 22. septembrom leta 2000. V njem so predstavljene aktivnosti in strokovna vprašanja obeh srečanj. Bilten je na voljo na sedežu SLOCOLD.