

P R E V E L I K E R E G R A D E

Leto V

MAREC 1997

Št. 1

Glasilo Slovenskega komiteja za velike pregrade - SLOCOLD

Vinko Koren

ICOLD - LETNO SREČANJE 1996

Letošnje letno srečanje ICOLD-a (International on Large Dams) je bilo 64 po vrsti. Organiziral ga je Čilski nacionalni komitej in je bilo v Santiagu od 12. do 19. oktobra, to je v času, ko je tam pomlad. Na srečanju je bilo 450 udeležencev iz 53 držav in iz Slovenije sva bila g. Andrej Kryžanovski in avtor tega prispevka. Del stroškov nama je poravnal SLOCOLD, del pa sponzorji.

Srečanje je obsegalo: sestanek predstavnikov nacionalnih komitejev, sestanke komitejev, delavnico, simpozij in ekskurzije.

Na SESTANKU NACIONALNIH PREDSTAVNIKOV so bila sprejeta poročila in proračun ICOLD-a, poročila komitejev in več sklepov. Splošno, ali za nas, zanimivejši sklepi so:

- potrditev izključitve Severne Koreje in napoved izključitve Filipinov in Iraka,
- izvodlitev Bosne in Hercegovine za člana ICOLD-a in, ker njihovega predstavnika ni bilo, bo svečani sprejem na naslednjem srečanju. Predsednik Nacionalnega komiteja BiH je g. Emin Miljković,
- izvodlitev podpredsednikov iz Afrike in Evrope,
- določitev roka (23. 02. 1997) za predloje podpredsednikov iz Amerike in Azije in
- potrditev, da bo 66-letno srečanje od 01. do 07. novembra 1998 v Indiji, New Delhi.

Tema delavnice je bila: SHARED WATER RESOURCES (Deljeni vodni viri). Pri velikih pregradah je to problematika na rekah, ki tečejo skozi dve ali več držav in ravnanje z vodami v eni državi, vpliva na drugo. Ta vpliv se izraža v količinah in kvaliteti vode ter okolju in države iz spodnjega se praviloma rpožujejo čez one in zgornjega toka. V okviru te delavnice je bilo 14 prispevkov.

Simpozij je bil na temo SEISMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF DAMS DESIGN, to je Seizmični in okolje varstveni vidiki pri projektiranju

pregrad. Tematika je bila razdeljena na V sekcij, prispevkov pa je bilo 44, med njimi tudi našega predsednika dr. Branka Zadnika. Za vsako sekcijo je bil uvodni referat, v katerem je poročevalec podal stanje v stroki in predstavil prispevke. Izbrane prispevke (1 do 3) iz vsake sekcije so predstavili tudi avtorji. Najbolj zanimive so bile razprave, žal pa so bile časovno zelo omejene.

EKSKURZIJE so bile razdeljene na tri skupine in to: pred, med in po srečanju. Udeleženca iz Slovenije sva se, predvsem iz finančnih razlogov, udeležila le ekskurzij med srečanjem. Te ekskurzije so bile v širšo okolico Santiaga in to na pregrade za rudniško jalovino. Ta jalovina so kamniti drobcji, ki ostanejo, ko rudo razdelijo na koncentrat in jalovino. Čile ima velika nahajališča bakrenih rud in danes izkoriščajo rudo, ki ima nad 0,8% bakra. Rudo pridobivajo praviloma v dnevnih kopih in jo na rudnikih tudi zdobijo in zmeljejo ter nato hidravlično, to je z vodo, po ceveh ali kanalih transportirajo v obrate za bogatenje. Tam rudo s posebnim postopkom (flotacijo) razdelijo na koncentrat in jalovino. Koncentrat prepeljejo s kamioni v metalurške obrate ali pristanišča, jalovino pa pošljejo s hidravličnim transportom na jalovišče.

Rudniška jalovina se na jalovišču usede, voda pa nabere na vrhu. Jalovišča so v dolinah in vsaj na eni strani je potrebna pregrada. Udeležila sva se 3 ekskurzij na take pregrade.

TORTOLAS DAM in jalovišče sta na nadmorski višini ca. 600 m. Blizu je tudi obrat bogtenja, rudnik pa je v gorovju na višini ca. 3400 m. Rudo transportirajo hidravlično po cevovodu s posebnimi vložki za zmanjšanje pritiska. Pregrada je zemeljska, hidravlično nasuta iz peska, ki ga pridobivajo tako, da del jalovine v posebnih napravah (ciklonih) razdelijo na grobo in fino frakcijo. Končna višina pregrade bo 143 m, dolžina krone 1.700 m in prostornina 38 mil. m³. Kapaciteta jalovišča pa bo 700 milj. m³ in površina 1290 ha. Vodo iz tega jalovišča uporabljajo za namakanje nasadov drevja za industrijski les.

CAREN DAM. Ta pregrada je na nadmorski višini ca. 140 m, obrat za bogatenje pa na višini 2000 m. Transport jalovine je hidravlični, v odprtem betonskem kanalu, ki je dolg 86 m, zemeljska in grajena iz proda, peska in gline. Končna višina pregrade bo 138 m in kapaciteta jalovišča 2400 milj. m³. Sedaj je zgrajena II stopnja te pregrade, ki ima višino 54 m, dolžino krone 950 m, kapaciteta jalovišča pa je 300 milj. m³ in

Uredniški odbor:

Urednik: Iztok Moènik

Èlani: Koren, Zadnik, Kvaternik

površina 2200 ha. Pri tej pregradi je tudi poizkusna farma, kjer za namakanje polj in rejo živali uporabljajo vodo iz jalovišča.

LOS LEONES DAM. Ta pregrada je na nadmorski višini ca. 2000 m, tip je zonirano zemeljski, končna višina bo 160 m, dolžina krone 500 m in prostornina 12 milj. m³. Jalovišče bo imelo kapaciteto 140 milj. m³ in površino 280 ha. S podatki, pridobljenimi ob potresu 1985 leta,

Rudi Brinšek

PRVI REZULTATI PREVENTIVNEGA MONITORINGA PREGRADNEGA OBJEKTA HE VRHOVO

Namen in opis preventivnega monitoringa pregradnega objekta HE Vrhov je podrobneje podan v istoimenskem članku, ki je že bil objavljen v Našem stiku glasilu slovenskega elektrogospodarstva julij-avgust 1996. V tej strokovni prilogi so podani prvi rezultati in analiza parametrov, ki varnost pregradnega objekta najboljše karakterizirajo.

Sistem avtomatskega monitoringa je bil dokončno vzpostavljen dne 13. 06. 1996 in od takrat dalje poteka merjenje karakterističnih parametrov na objektu praktično neprekinjeno. Avtomatsko so merjeni naslednji parametri:

- nivo in temperatura zgornje in spodnje vode (**ZVH**, **ZVT**; **SVH**, **SVT**),
- nivoji (piezometrični pritiski) in temperature podtalnice v opazovalnih vrtinah na desnem boku pregrade (**S7HV**, **S7TV**) in preusmerjevalnem nasipu (**N7HV**, **N7TV**; **N8HV**, **N8TV**),
- vzgonski tlaki na območju strojnice (**S14PV**) in pretočnih polj (**P25PV**; **P26PV**),
- pomiki (biaksialno) in temperature betonov na dilatacijah med levim krilnim zidom in pretočnimi polji (**D4DIL1**, **D4DIL2**, **D4TB**), med desnim vzvodnim krilnim zidom in strojnico (**D5DIL1**, **D6DIL2**, **D6TB**) in med strojnico ter pretočnimi polji v kontrolnem hodniku (**D23DIL1**, **D23DIL2**, **D23TZKH**),
- temperatura zraka (**TZK**) na kroni in v kontrolnem hodniku pregradnega objekta (**D23TZKH**),
- akceleracija (troosni seizmograf) in kroni srednjega stebra pretočnih polj (**SEIX1**, **SEIY1**, **SEIZ1**).

Merilni sistem je izdelan tako, da se pri običajnem stanju objekta rezultati meritev shranjujejo na disk računalnika paramentno vsako uro, v izrednih primerih (potres) pa meritve na vseh merskih mestih potekajo s krajšimi časi zajemanja podatkov (poljubno do 250 Hz). Ker v dosedanem obdobju do izrednih primerov na

so izvedli kalibracijo dinamičnega modela pregrade, kar je omogočilo, da so jo zvišali za 13 m glede na osnovni projekt. Vodo iz tega jalovišča odvajajo v bližnjo reko.

Strokovna dokumentacija iz tega srečanja, to so publikacije člankov iz delavnice in simpozija, knjiga o velikih pregradah v Čilu in seznam udeležencev je v arhivu SLOCOLD-a.

pregradnem objektu ni prišlo, so v prispevku obravnavani le rezultati meritev pri običajnem stanju objekta.

Deformacije pregradnega objekta se z avtomatskim merjenjem spremlja na območju dlatacij D4, D6 in D23. Na **sliki 1** so podani izmerjeni pomiki in temperatura betona ob vertikalni dilataciji **D6**, ki se nahaja med vzvodnim krilnim zidom in strojnico. Rezultati kažejo, da so izmerjeni pomiki in temperatura betona v korelaciji. Razvidno je, da se z zmanjševanjem temperature pomiki na dilataciji povečajo, kar je pričakovano. Pri zmanjšanju temperature od povprečno 25.5°C (skupaj 10°C) se dilatacija D6 v smeri **D6DIL2** odpre od povprečne vrednosti -0.34mm do +0.17mm (skupaj 0.51mm). Pomiki vsmeri **D5DIL1** so nekoliko manjši, kar pomeni, da se dilatacija pri spremembi temperature tudi nekoliko zamika (striže) v njeni ravnini. Gostejše oscilacije predstavljajo dnevne max. in min. temperature oziroma pomike. Če časovno os pri določenem času raztegnemo (glej **sliko 4**), vidimo, da prevoj max. pomika kasni glede na prevoj max. temperature za ca. 6^h, kar je gotovo odvisno od geometrije konstrukcije, temperaturne prevodnosti betona in temperatur ambienta (zaledna zemljina, voda v akumulaciji, zrak, osončenje zidu). Trenda povečanja ali zmanjševanja pomikov na dilataciji v danem časovnem intervalu ni opaziti. Ta eventualni pojav bo mogoče zaznati z leti s spremljanjem poletnih in zimskih maksimumov. Rezultati meritev na merskem mestu **D4** med levim vzvodnim krilnim zidom in pretočnimi polji so podobni obravnavanim. Na merskem mestu D23 na dilataciji med strojnico in pretočnimi polji pomiki niso izmerjeni. Dilatacija je zaenkrat "mrtva" in je ne bomo obravnavali.

Parametri filtracije podtalice na območju pregradnega objekta, desnega boka in preusmerjevalnega nasipa se spremlja s pomočjo opazovalnih vrtin (N7, N8, Š7) in vzgonske instalacije na območju temelja pregradnega objekta (S14, P25, P26). Na teh merskih mestih se meri avtomatsko piezometrične pritiske (vzgonske tlake) in temperaturo podtalnice. Na **sliki 2** je prikazana časovna razporeditev vzgonskih tlakov na merskih mestih **S14** (območje strojnice), **P25** in **P26** (območje pretočnih polj) ter nivoja spodnje vode **SVH**. Razvidno je, da so vzgonski tlaki v popolni korelaciji z nivojem spodnje vode in ga praktično ne presegajo. Vzgonska obtežba na pregradni objekt je minimalna, kar pomeni, da je s tega vidika varnost večja od upoštevanje v projektu. Če časovni interval raztegnemo (glej **sliko 5**), ugotovimo, da vzgonski tlaki praktično v trenutku reagirajo na spremembo nivoja spodnje vode, ne reagirajo pa na nivo zgornje vode.

Navedeno nakazuje, da poteka filtracija pod temeljem objekta pod pritiskom (minimalni masni pretoki),

oziroma da je stanje protifiltracijskih objektov in drenaže na temeljni spojnici objekta ugodno.

Slika 1: Pomiki in temperatura betona na dilataciji D6

Slika 2: Nivo spodnje vode in vzgonski tlaki na območju stronice ter pretočnih polj

Na **sliki 3** je prikazana časovna razporeditev piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah **Š7** (desni bok) in **N7** ter **N8** (preusmerjevalni nasip) skupaj z nivoji zgornje (**ZVH**) in spodnje vode (**SVH**). Razvidno je, da so pritiski v vrtinah N7 in N8 v korelaciji z nivojem spodnje vode, nekoliko pa so odvisni tudi od nivoja zgornje vode. Pritiski v teh vrtinah so bistveno manjši od pritiskov, privzetih v stabilnostni analizi preusmerjevalnega nasipa in je s tega vidika njegova varnost večja od upoštevanje v projektu.

Slika 3: Nivo zgornje in spodnje vode ter piezometrični pritiski na območju preusmerjevalnega nasipa in desnega boka

Piezometrični pritisk v vrtini **Š7** na desnem boku na spremembo nivoja spodnje in zgornje vode reagira, vendar so njegove oscilacije zelo majhne, kar pomeni, da je filtracija podtalnice na tem območju počasna in na varnost pregradnega objekta nima večjega vpliva.

Slika 4: Detajl osciliranja pomika in temperature betona ob dilataciji

Slika 5: Detajl reakcije vzgodnjega tlaka na spremembo nivoja spodnje vode

Slika 6: Temperature zraka na kroni in kontrolnem hodniku ter temperature zgornje, spodnje vode in podtalnice

Analiza obravnavanih parametrov kaže, da se pregradni objekt HE Vrhovo obnaša v skladu s projektnimi predpostavkami. Pri tem ugotavljamo celo, da so vzgonske sile na območju pregradnega objekta in preusmerjevalnega nasipa manjše od privzetih, kar pomeni, da je njihova varnost s tega vidika večja od projektirane. Vsekakor je potrebno nadaljnje spremljanje parametrov, da se pri njihovi analizi upošteva daljša časovna komponenta.

Andrej Širca, IBE

Strokovna ekskurzija na HE Freudenu (Dunaj)

Tradicionalna jesenska strokovna ekskurzija SLOCOLDa se je v letu 1996 zaradi obilice dela (ki se ga lahko samo veselimo) premaknila na začetek zime. Cilj tokratnega dvodnevnega izleta je bil Dunaj, kjer praktično sredi mesta gradijo nov ponos Donavskih elektrarn - HE Freudenu. Klicu prijetne dolžnosti se je

odzvalo 26 članov SLOCOLDa, vsi ostali pa so bili po lastni krivdi prikrajšani za bogato bero strokovnih informacij, poleg tega pa še za nekaj kulturnih in gurmanskih užitkov.

Pot smo 29. novembra začeli ob nemogoči uri 3:45, ko je marsikdo pri sebi še premišljal, kaj ga žene iz postelje v novemberski mraz. Zaspanost se je začela razblinjati ob prvi kavi na Šentilju, do konca pa nas je zdramilo sonce in dišeče dobrote v restavraciji Rosenberger ob avtocesti Gradec - Dunaj. Približno takrat smo tudi spoznali, da nam je nebo poleg prelepega vremena (napovedan je bil sneg) naklonilo tudi odličnega vodiča, gospoda Boga Štajerja. Ta nam je v kratkem predavanju najprej predstavil celotno zgodovino Avstrije, nato pa vso pot, posebej pa še na Dunaju, nizal drobne zanimivosti, zaradi katerih bi si človek v tem mestu želel preživeti vsaj en teden. Tik pred Dunajem, ko se je že zdelo, da bomo ujeli napovedano uro prihoda, nas je presenetil zastoj, ki je v kombinaciji z zgrešenim odcepom z avtoceste

družinskih izletov. Poleg miniaturnega prikaza tipičnega obdonavskega biotopa smo tukaj dobili tudi bogat izbor tiskanega materiala, s katerim podjetje Donaukraftwerke obvešča prebivalstvo o načrtovanih posegih v okolje in ga hkrati na nevsiljiv način seznanja s številnimi pozitivnimi stranmi posegov. Še zlasti je zanimiva serija letakov z geslom "Dunajčani vedo več", od katerih nosi vsak svoje sporočilo, na primer: Donava kot plovna pot, Elektrarna Freudenu in okolje, Elektrarna Freudenu - Cilji, dejstva in podatki, Podtalnica vzdolž Donave, itd. Propagandna akcija, ki teče vzporedno z gradnjo objekta, začela pa se je že zdavnaj prej, je resnično lahko vzor dobro opravljenega dela, ki bi se ga zelo splačalo posnemati povsod v Sloveniji, kjer bo prihajalo do posegov v prostor. Žal moramo ugotoviti, da pri nas, kljub resnim težavam z

HE Freudenu - II faza izgradnje (sredina 1995 - jeseni 1997)

pomenil enourno zamudo.

Gostitelji, gospod Geisbauer kot vodja projekta in njegovi sodelavci, so nas kljub temu zelo prijazno sprejeli in naš ogled se je začel pri posebej opremljenem prezentacijskem objektu, ki je v toplejših mesecih zagotovo pogost cilj šolskih ekskurzij in

Sledil je ogled objekta, ki je trenutno v drugi fazi gradnje, kar pomeni gradbeno jamo strojnice s 6 agregati in druge ladijske komore v osnovnem toku Donave (Slika 1). V prvi fazi so bila zgrajena 4 prelivna polja na levem in ena ladijska komora na desnem bregu Donave, ki že obratujejo. Podroben ogled nas je najprej vodil na Donavski otok (Donauinsel), umetni otok med Donavo in tako imenovano Novo Donavo, ki je v bistvu dodatni odvodni kanal za visoke vode. Na otoku nastaja zelo domišljeno in z načeli sonaravnega projektiranja oblikovana ribja steza, vendar sta na tem mestu večino pozornosti pritegnila pogleda na gradbeno jamo in monumentalne prelivne organe. Slednji so sestavljeni iz 4 prelivnih polj dolžine 24 m, ki prevajajo do 8200 m³/s, zapirajo pa jih segmentne zapornice s klapnami. Nemalo oči pa je seveda iskalo ostanke ladje, ki je ob prvem jesenskem deževju 1996 zaradi pokvarjenih motorjev nasedla na eno od prelivnih polj in se kasneje potopila. Sledil je vzpon na

javnim mnenjem, le redkokdo uvidi smisel takšnih akcij, še redkejši pa so tisti, ki bi jih bili pripravljeni in sposobni izvesti. No, naši gostitelji so pridobljeno prezentacijsko znanje uporabili tudi na nas in nas, po izčrpnem predavanju s številnimi vprašanji iz publike, povabili na kosilo z izvrstnim ogrskoavstrijskim golažem in avstrijskim pivom.

most nad prelivnimi polji, ki bo kasneje služil kot še ena povezava desnega brega Donave z Donavskim otokom, in s katerega smo imeli odličen razgled na gradbeno jamo. Ta je varovana na 10000 letno vodo, v njej pa nastaja strojnica s 6 Kaplanovimi turbinami s horizontalno osjo in premerom 7.5 m, ki bodo največje tovrstne turbine v Evropi. Njihova požiralnost znaša 3000 m³/s, kar bo ob povprečnem padcu 8.5 m, povprečnem pretoku 1700 m³/s in največji moči 172 MW dajalo 1037 GWh letno. V nadaljevanju ogleda smo se odpeljali do že obratujoče ladijske komore in si v živo ogledali dolgotrajni manever spuščanja ladje v spodnjo vodo. Ves čas ogleda so nam prijazni gostitelji stregli z raznovrstnimi informacijami, pri čemer smo na primer izvedeli, da samo za hidravlični vidik projekta (reguliranje podtalnice s črpanjem in nalivanjem, stacionarni in nestacionarni računi gladin) skrbi ekipa 20 hidrotehničnih inženirjev s pomožnim osebjem (tehnik). Temu pa moramo dodati še ekološko ekipo, ki skrbi za ekološko modeliranje, če se omejimo le na

vodno okolje. Izvedeli smo seveda tudi ceno tega sanjskega objekta, ki je z začetnih 12.6 narasla na 14.3 milijarde šilingov. Za ta denar je, ali pa še bo, 750 delavcev (posredno zaposluje gradnja 4000 ljudi) v 58 mesecih opravilo 4.5 milijona delovnih ur, v katerih se vgrajuje 3 milijone ton gradbenega materiala, izkopava 14 milijonov ton peska in sadi 200000 novih dreves. Pomembna stroškovna postavka je tudi dvigovanje obstoječih mostov gorvodno od pregrade, kar je pogojeno z zahtevami po nemoteni rečni plovbi. Prvi sadovi tega ogromnega dela se bodo pobirali, ko bo v jeseni 1997 začel poskusno obratovati prvi agregat. Po zaključku del bo HE Freudenu predstavljala zadnji in s svojimi 172 MW eden od najšibkejših členov v verigi 9 avstrijskih donavskih elektrarn, ki na dolžini 350 km toka proizvajajo 11 milijard kWh letno ali 25 % vse avstrijske proizvodnje elektrike. Ob koncu tehničnega opisa moramo posebej omeniti še izredno lepo arhitektonsko podobo objekta, ki se najočitneje demonstrira v elegantnem dostopnem mostu, poleg tega pa še v številnih detajlih na objektu (npr. Slika 2).

K utrujenosti po končanem ogledu je izdatno pripomogel mrzel veter, ki soncu ni dal greti, zato smo se končno! hvaležno zavali v svoje sedeže in se prepustili užitkom neformalnega dela ekskurzije. Čakal nas je zelo soliden hotel iz verige Iris v neposredni

bližini ulice Mariahilfer, zvečer pa večerja v rustikalnem lokalu v predmestju Neustift. Hrane je bilo dovolj, mladega vina pa ne, vendar so nas namesto njega ogreli nekakšni ciganski muzikantje. Pa ne z igranjem, ki je bilo dokaj enolično, marveč z odkritimi zahtevami po napitnini, ko so nam molili pod nos klobuke in nam gledali v denarnice, koliko bomo zmogli. No, zmogli smo, prav tako pa smo zmogli napore naslednjega dne, ko nas je nekatere čakalo snežno-sončno nakupovalno, druge pa bolj poduhovljeno militaristično dopoldne v vojnogodovinskem muzeju. O ogledu Schoenbruna pa naš vodič ni dopuščal izbire, tja smo morali vsi, vendar nam je ogled popestril božični sejem, na katerem so bile glavna atrakcija stojnice z vročim punčem. Sledila je blagodejna vožnja domov, med katero smo si ogledovali limonadne filme o cesarici Sisi, ki pa nikomur niso pustili trajnejših posledic: tisti ki so hodili po muzejih, so pospali od utrujenosti, tisti, ki so bili predolgo na božičnem sejemu, pa iz neznanega vzroka. Zbudilo nas ni niti resno sneženje, ki pa je do Celja povsem ponehalo, tako da smo se v Ljubljano vrnili v enakih pogojih, kot smo jo zapustili: temno in zaspano. Razšli smo se zadovoljni, saj je bilo vsega ravno prav: strokovnega dela, kulture in zabave. Na naslednji ekskurziji bodite torej zraven in ne bo vam žal.

OBVESTILA

Slovenski nacionalni komite za Velike pregrade SLOCOLD vabi vse člane društva na 5. letno skupščino in hkrati volilno skupščino, ki bo 28.03.1997 ob 10⁰⁰ v dvorani SKB banke; Slovenska 56, Ljubljana. Dnevni red skupščine je objavljen v priloženem vabilu.

ICOLD sporoča, da so prispevki k posameznim vprašanjem, ki se bodo obravnavala na 19. kongresu ICOLDa in 65. letnem srečanju v Firencah (19. - 24. maj) že natisnjeni v štirih knjigah, peta pa bo na voljo po kongresu. Cena vseh petih knjig je 2700 F frankov.

- Vol. 1 - Q72 *Inovativno financiranje projektov pregrad (22 prispevkov na 1032 straneh)*
- Vol. 2 - Q73 *Posebni problemi povezani z nasutimi pregradami (61 prispevkov na 1198 straneh)*
- Vol. 3 - Q74 *Delovanje akumulacij (79 prispevkov na 1378 straneh)*
- Vol. 4 - Q75 *Incidenti in porušitev pregrad (50 prispevkov na 820 straneh)*

V nadaljevanju je prikazana zanimiva tabela o gradnji velikih pregrad po svetu v zadnjih dveh letih.

Ostala obvestila, ki redno prihajajo s strani mednarodnega komiteja za Velike pregrade ICOLD so vedno na voljo na sedežu SLOCOLDa (Hajdrihova 4, Ljubljana)

