

P R E G R A D E

Leto XXIII

december 2015

ISSN 1580 - 1543

Št. 2-3

Glasilo Slovenskega komiteja za velike pregrade - SLOCOLD

UVODNIK

Spoštovane članice in člani SLOCOLD,

Ob koncu leta imam že navado, da tudi za SLOCOLD delam bilanco in tudi že prve načrte za naslednje leto.

V letu 2015 resda nismo dosegli vidnih rezultatov, vendar to še ne pomeni, da mirujemo. Po Zboru članov, ki je že bil predstavljen v prvi letošnji številki Velikih pregrad, smo se trije udeležili Letnega srečanja in Kongresa ICOLD v Stavangerju na Norveškem. S tega dogodka je v nadaljevanju priobčenih še nekaj poročil (Kryžanowski in Humar). Napredka na knjigi »Velike pregrade v Sloveniji« žal ne moremo prikazati; delo sicer poteka, vendar ne z intenzivnostjo, ki bi si jo osebno želel. Zato pa smo znova izvedli odlično ekskurzijo, o kateri si v nadaljevanju preberite krajše poročilo in fotoreportažo. Dobili smo tudi prispevek

Nejca Filipiča o pregradi Hoover v ZDA ter Tomaža Baluta o fleksibilnih prodnih pregradah.

V letu 2016 so naši načrti ambicioznejši: Poleg intenzivnejšega dela na knjigi »Velike pregrade v Sloveniji« načrtujemo udeležbo na Letnem srečanju ICOLD v Johannesburgu in na 10. simpoziju EU kluba ICOLD (IECS) v Sussesu Resortu pri Antalyi. Za ta dogodek objavljamo ključne datume in teme simpozija in vam predlagamo, da razmislite o aktivni udeležbi. Na zadnjih dveh IECS v Innsbrucku (2010) in Benetkah (2013) sta bili slovenski delegaciji glede na število prispevkov obakrat med močnejšimi. Prepričan sem, da je tudi v letu 2016 lahko tako. Seveda ne gre brez zaključne misli ob koncu leta, ki jo najdete povsem na koncu. Tokrat sem vam tudi prihranil opozorilo o neplačevanju članarine, bomo pač še koga izključili.

Andrej Širca

VSEBINA

83. letno srečanje ICOLD, 6. – 13. JUNIJ 2014 – tehnični komiteji.....	1
16. KONFERENCA O MONITORINGU PREGRAD, Wierchomla, Poljska.....	4
SESTANEK DELOVNE KOMISIJE ZA PRIPRAVO VEČJEZIČNEGA SLOVARJA, Praga, Češka.....	4
KONFERENCA MACOLD, Skopje, Makedonija.....	4
NAPOVED 10. IECS, 25. – 30.10.2016, Antalya, Turčija.....	5
PODAJNO LOVILNA PREGRADA ZA DROBIRSKI TOK.....	5
STROKOVNA EKSURZIJA V BIH IN ČRNO GORO, 15. – 18. oktober 2015.....	8
VELIKA PREGRADA HOOVER DAM, ZDA.....	14
KNJIGA HOOVER DAM – AN AMERICAN ADVENTURE.....	16
VOŠČILO.....	16

83. letno srečanje ICOLD, 6. – 13. JUNIJ 2014 – tehnični komiteji

Letno srečanje ICOLD v Stavangerju je bilo prvo, na katerem je bil polno implementiran sklep predsedstva ICOLD, sprejet v Seattlu (2013), da se delo komiteja začne s predstavitveno delavnico in se bulletin pred zaključkom in objavo predstavi na forumu ki je odprt za vse in ne le za člane komiteja.

I. DELO TEHNIČNIH KOMITEJEV

Tehnični komite za varnost pregrad (komite H)

Zasedanje komiteja je bilo ponovno deležno množične udeležbe (57+), ki je poleg 23 članov komiteja in 5 zamenjav, zamikalo še vsaj 29 opazovalcev, kolikor se jih je vpisalo na listo prisotnosti. Delovnik komiteja je bil precej natrpan, saj sta ga

popostrili dve predstavitveni predavanji. Po uvodnem pozdravu in pregledu poročila letnega srečanja na Baliu je poročal predsednik komiteja g. Zielinski o sklepih, sprejetih na srečanju predsednikov in podpredsednikov Tehničnih komitejev ICOLD. V nadaljevanju je predsednik predstavil novosti glede načina dostopa do informacij in delovnih gradiv na spletni strani.

Sledile so predstavitve rezultatov dveh delovnih skupin. G.Poupart je predstavil delo delovne skupine Baze porušitev in nesreč na pregradah, ki ga je s člani in pomočniki (med njimi je tudi Slovenija) opravili v preteklem letu. Dopolnjeni so bili podatki za 43 pregrad, ki so že bile registrirane v bazi. Registrirane so bile 4

Uredniški odbor:

Urednik: Matija Brenčič

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

nove nesreče (Brazilija, Bolgarija, 2 Vietnam), ki so bile v nadaljevanju nekoliko natančneje predstavljene. V bazi je trenutno zabeleženih 535 nesreč, od katerih jih za 485 obstaja »potrjen dosje«, 26 jih čaka na potrditev ali dopolnitev, v 24 primerih pa se podatki omejujejo na ime pregrade, lokacijo in leto v katerem se je zgodila nesreča.

Druga se je predstavila delovna skupina, ki pripravlja Priporočila za zagotavljanje varnosti pregrad v fazah pred pričetkom izrabe pregradnega objekta, v kateri Slovenija sodeluje le kot podpora. Čeprav se več biltenov drugih komitejev neposredno ali posredno nanaša na omenjene faze, so si bili člani komiteja za varnost pregrad mnenja, da je tak bilten potreben, saj bo v pomoč pri identifikaciji faktorjev tveganja in zmanjšanju le-teh, kar je ključnega pomena za zagotavljanje večje strukturne varnosti in ob enem za ohranjanje obratovalne varnosti ter zaradi števila »udeležencev«, ki se vključujejo v proces od načrtovanja, gradnje, izrabe in ne nazadnje odstranitve pregrade. Na podlagi raziskave, opravljene v predhodnem letu, je bil pripravljen grob osnutek oziroma izhodišča za pripravo novega biltena in predstavljeni cilji, ki jih želijo avtorji z biltenom doseči. Sledilo je predavanje o Prilagodljivem faktorju varnosti pregrad in predavanje, v katerem so bili predstavljeni napredki pri upravljanju poplavnih tveganj na Nizozemskem – metode upravljanja s poplavnimi tveganji.

Avtorji predavanja o prilagodljivem varnostnem faktorju so predstavili deterministično – probabilistični pristop pri oceni varnostnega faktorja pregrad. Pristop sicer temelji na deterministični oceni varnosti pregrad, vendar pa v varnostni koncept direktno implementira negotovost. Metoda oceno varnosti (oziroma varnostnega faktorja) prilagaja nivoju in zanesljivosti podatkov, ki so na voljo in omogoča kompenzacijo problema pomanjkanja podatkov, potrebnih pri tradicionalnem determinističnem načinu določanja varnostnega faktorja.

V drugem predavanju so avtorji predstavili nedavno zaključeno študijo, ki so jo Nizozemski kolegi na pobudo Ministrstva za okolje in infrastrukturo izvedli skupaj z amerškimi in kanadskimi kolegi in katere glavni cilj je bila postavitev standardov varnosti in priprava priporočil za upravljalce protipoplavnega sistema nasipov in pregrad, ki varujejo »nizko deželo«.

Po predavanjih sta poročili podali še preostali aktivni delovni skupini. V skupini, ki se loteva analize in ocene posledic porušitve pregrad (v njej aktivno sodeluje tudi Slovenija) smo v preteklem letu zbirali materiale o različnih modelih in metodah ocen posledic. Zbrali smo poročila za 29 primerov ocen posledic različnih držav celega sveta. Po analizi podatkov je bilo jasno, da se problematike po svetu lotevajo različno, prav tako je različen nabor tipov posledic, ki jih ocenjujejo, vendar pa lahko povzamemo, da je bila večina študij izdelanih z namenom ocene nevarnosti in organizacije načrtovanja ukrepanja v primeru nesreče. V prihodnje bomo nabor in analizo različnih pristopov poskušali obogatiti s izkušnjami iz drugih področij.

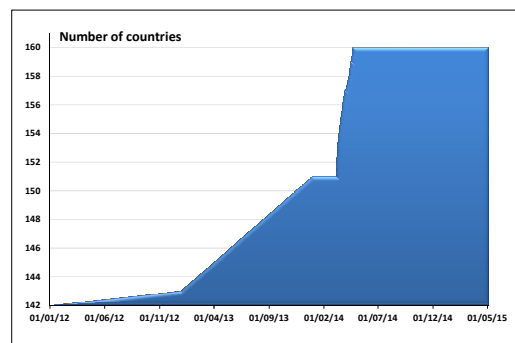
Kot zadnja je svoje delo predstavila delovna skupina Pregleda obstoječe prakse pri oceni tveganja porušitve

pregrad. Skupina je v preteklem letu zbrala in revidirala različna priporočila za oceno tveganj in se je lotila vprašanja, kako pravzaprav opredeliti varnostne cilje in kriterije za oceno tveganj, kako upoštevati dinamične aspekte odziva sistema in kako v analizah tveganja upoštevati negotovost ter kako dodeliti faktor zanesljivosti ekspertne presoje.

Pripravila: Nina Humar

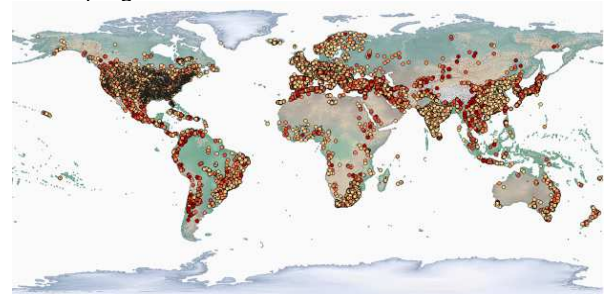
Tehnični komite ICOLD za register pregrad in dokumentacijo (komite O)

Zgoščeno podajanje rezultatov dosežkov in ambicija tehničnega komiteja za register pregrad in dokumentacije po izboljšanju učinkovitosti in zanesljivosti registra se kaže v sestankih komiteja, ki so pod vodstvom g. Delliouja zelo zgoščeni in dobro pripravljeni. Zagnano delo članov komiteja je zaslužno za to, da se je število zabeleženih pregrad in kakovost podatkov od prihoda g. Delliouja na čelo komiteja precej izboljšala. Izjemna angažiranost predsednika, ki je s svojo zagnanostjo vliil novo energijo članom in z natančno določitvijo sistema dela, novo postavljenimi merili za navajanje pregrad in kontrolo podatkov, dal nov zagon komiteju, je v preteklih 3 letih obrodila sadove. Tudi udeležba na sestanku je iz leta v leto številčnejša.



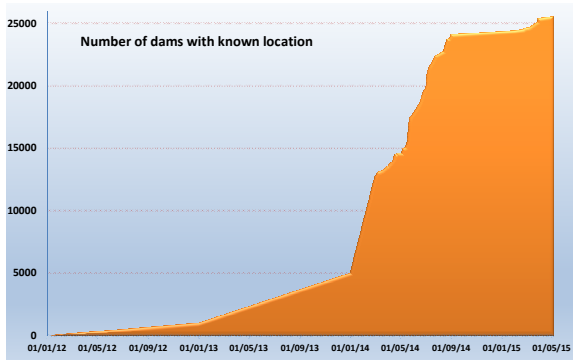
Slika Število držav za katere so v registru zabeleženi podatki o pregradah od leta 2012 do sedaj

Še vedno se sicer v registru pojavljajo napake, ki pa jih člani poskušamo odpraviti s stalno kontrolo podatkov in pregledom stanja ter primerjavo obstoječih in prejetih podatkov s podatki dosegljivimi v spletu, strokovni literaturi in s tesno komunikacijo z nacionalnimi komiteji držav članic ICOLD in inštitucijami, ki razpolagajo s podatki o pregradah v državah nečlanicah. V bazi pregrad, ki je z geslom dosegljiva tudi preko spletne strani ICOLD, so zbrani aktualni podatki za več kot 160 držav, popisanih pa je dobrih 99% vseh svetovnih velikih pregrad.



Slika: Kje so v svetu pregrade

Po uvodnem pregledu dela vsakega posameznega člana komiteja smo prešli k analizi problematike pridobivanja in preverjanja podatkov. Čeprav generalni komite spodbuja članice k prispevanju podatkov o svojih pregradah, ostajajo nekatere članice neodzivne in svojih podatkov predvsem iz »varnostnih razlogov« ne želijo podati (med njimi ZDA) ali podajajo napačne podatke. V preteklem letu smo poleg tega prešli na zbiranje podatkov o položaju pregrad, zaradi česar še vedno ostaja večina teže zbiranja in kvalitativne kontrole podatkov na članih komiteja.



Slika: V preteklem letu smo uspeli izboljšati zanesljivost podatkov.

Tako so trenutno preverjeni podatki za približno 45% ali nekaj več kot 26.200 pregrad, ki so zabeležene v registru. Za preverjene podatke veljajo podatki, kjer so preverjeni podatki za karakteristike pregrad (kot so višina, volumen, zbirno področje, sestav leto izgradnje itd.) in imajo pravilno določene koordinate.

Delliou je predstavil možnosti dostopa do podatkov, ki so kontrolirano dostopni vsem članicam in prikazal predstavitev, ki jo kasneje prikazal na Generalni skupščini. Za konec smo se dogovorili za delo v prihodnje:

- izvede se kontrola preostanka podatkov
- še naprej se ažurira in dopolnjuje obstoječe podatke
- Pridobiti je potrebno podatke za pregrade v nečlanicah ICOLD, poiskati je potrebno kontakte in zbrane podatke preveriti .

Pripravila: Nina Humar

Tehnični komite za javno varnost pregrad (komite I)

Zasedanja tehničnega komiteja (Dams and public safety) sem se udeležil kot stalni član. Komite je bil formiran v letu 2013 s triletnim mandatom, do leta 2016. Predsednik komiteja je g. Bennett iz Kanade. Na dvodnevem zasedanju komiteja smo obdelali naslednje vsebine:

Prvi dan, 13. junija je bila organizirana delavnica na kateri smo predstavili osnutek zaključnega poročila dela skupine. Po novih pravilih dela komitejev je predvideno, da se uvede institut javne razprave – delavnice, na

katero so vabljeni vsi člani ICOLD. Javna razprava je namenjena pridobiti mnenja in pripombe na osnutek zaključnega poročila dela skupine pred pošiljanjem poročila v razpravo nacionalnim komitejem. Zaključno poročilo dela skupine predstavlja podlago za pripravo tehniškega priročnika – Bulletina za predmetno področje. Javna razprava je bila zelo produktivna. Na dokument je bilo naslovljena vrsta predlogov, dopolnil, ki bi jih bilo smiselno upoštevati pri pripravi končnega osnutka zaključnega poročila, ki bo poslan v javno razpravo nacionalnim komitejem, predvidoma v oktobru letošnjega leta.

Drugi dan, 14. junija je bil namenjen usklajevanju teksta osnutka končnega poročila:

- * Prvi del je bil namenjen vključevanju pripomb in predlogov iz javne razprave. Večina pripomb ali predlogov se smiselno vključi v dokument ali strokovno argumentira - v kolikor se pripomba ne nanaša direktno na vsebino dokumenta. Za dopolnitve je določen eno mesečni rok, z zadolžitvijo posameznih članov komiteja za dopolnitev dokumenta.
- * V drugem delu je potekala razprava o pripravi tehniškega priročnika – Bulletina, ki mora biti v obliki osnutka predloga pripravljen v letu 2016, do letnega srečanja ICOLD v Johannesburgu. Postavljeni so bili tematski okvirji za izdelavo tehniškega priročnika, ki temeljijo na predlogu poročila dela skupine. Opremljen je bil terminski plan aktivnosti in zadolžitve posameznikov pri pripravi osnutka predloga dokumenta. Usklajevanje dela projektne skupine poteka po sekcijah in z rednimi mesečnimi koordinacijami. Osnutek predloga priročnika mora biti pripravljen do aprila 2016. Potrditev dokumenta je predvidena na skupščini ICOLD v Johannesburgu, sledi javna razprava v okviru ICOLD in sprejem dokumenta, predvidoma v letu 2017.
- * V zadnjem delu srečanja skupine so bili predstavljeni predlogi za nadaljnje delo komiteja, kar bo dokončno obravnavano na skupščini ICOLD v letu 2016.

Pripravil: Andrej Kryžanowski

II. MLADI FORUM (YEF)

Sestanek Mladega foruma (YEF), ki se ga je letos udeležilo okrog 70 udeležencev, je bil deležen manjše prenovne, ki je vnesla nekaj svežine in dinamike v nekoliko monotona srečanja preteklih dveh let. Organizatorji so gostovanje izkušenega inženirja nadomesti z intervjujem oziroma neke vrste soočenjem, celoten sestanek pa so dopolnili s 7 debatnimi delavnicami.

Pozdravu predsednice je tako sledilo soočenje izkušenega inženirja, ki izvira iz akademske sfere (prof. Lia, NTNU iz Trondheima) in inženirja, ki prihaja iz prakse (Giovannija Ruggerija, ENEL). Simpatično in predvsem po zaslugi Ruggerija zelo sproščeno soočenje pa je med nekaterimi udeleženci poželo nekoliko neodobravanja, saj se navzlic pestrim izkušnjam in neizpodbitnim referencam, niso strinjali z

izbiro Ruggerija kot ustreznega sogovornika. Ta je nekaj dni kasneje namreč nastopal kot kandidat za mesto predsednika ICOLD. Predvsem francosko govoreči udeleženci so v pogovoru videli predvsem neupravičeno dodatno možnost za nabiranje glasov, zaradi česar so bili tako organizatorji, kot g.Ruggeri deležni kritik. Soočenju je sledil pregled preteklih aktivnosti predstavnikov mladega foruma ter pregled novonastalih nacionalnih odborov.

Pregled aktivnosti je predsedstvo zaključilo s predstavitvijo druge novosti – dela po skupinah. Po predstavitvi tem za diskusijo (Priložnosti za mlade inženirje, Programska oprema, Poplavna varnost, Zakonodaja, Izobraževanje in prenos znanja na mlajše rodove, Okoljski vidiki pregrad, Spodbuditev in podpora za formiranje nacionalnih komitejev) smo se razdelili v 7 manjših skupin. Vsaka skupina je nadaljevala diskusijo o eni izmed predlaganih tem. Veliko udeležencev je z odobravanjem sprejelo novo zamisel – morda so temu

delu namenili le nekoliko premalo časa, saj se prava diskusija ni uspela razviti v polnosti.

Sledile so volitve novih članov predsedstva. 3 podpredsednikom se je iztekel mandat – pri čemer je potrebno poudariti, da nobena izmed funkcij nima omejitve glede tega, koliko krat je lahko posameznik izvoljen. Za mesto podpredsednika se je javilo 5 kandidatov. Ponovno je bil izvoljen eden od »starih« podpredsednikov (Hodak), poleg njega pa še dva 2 nova podpredsednika (Moshodi in Ivanov). Od predsedstva pa sta se žal poslovila precej aktivna predstavnika (Landstorfer in Dolatkhahi).

Sestanek mladega inženirskega foruma smo zaključili s povzetki debatnih delavnic.

Sestavila: Nina Humar

16. KONFERENCA O MONITORINGU PREGRAD, Wierchomla, Poljska

Konferenca je tradicionalna, ki jo soorganizirata meteorološki inštitut iz Varšave in poljski nacionalni komite. Letošnja konferenca je bila posvečena tematiki Vodnih zgradb – vzdrževanje, nadzor in preprečitve tveganj pri obratovanju. Dogodek je potekal v turističnem kraju Wierchomla, na skrajnem jugu Poljske med 29. septembrom in 2. oktobrom. Sočasno je potekal tudi delovni sestanek komiteja ICOLD za notranjo erozijo pregrad. Konferenca sem se udeležil na povabilo POLCOLD kot član znanstvenega odbora konference in soavtor članka: A. Kryżanowski, N. Humar: Seepage under the Vogršček dam – effectiveness of measures taken. Program konference je potekal vzporedno v dveh panelih: simpozij in

predstavitev prispevkov članov komiteja za notranjo erozijo. V sklopu konference je bila organizirana tudi strokovna ekskurzija z ogledom pregrade Czorsztyn, ki je bila zgrajena leta 1996 in je namenjena zagotavljanju poplavne varnosti na porečju reke Dunajec. Pregrada je zemeljskega tipa z betonsko gorvodno zaščito, višine 56m. Velikost zadrževalnika znaša 235 hm³, od tega je za poplavno varnost namenjenih dobrih 100 hm³. Zadrževalnik je namenjen tudi proizvodnji električne energije in obratuje v črpalno-turbinskem režimu. Moč elektrarne znaša 92 MW in proizvede okoli 140 GWh električne energije letno.

Pripravil: Andrej Kryżanowski

SESTANEK DELOVNE KOMISIJE ZA PRIPRAVO VEČJEZIČNEGA SLOVARJA, Praga, Češka

Na pobudo poljskega nacionalnega komiteja in s sodelovanjem češkega in slovaškega komiteja je bila formirana delovna skupina za pripravo večjezičnega slovarja na temo varnosti pregrad. K delu skupine sva bila povabljeni kot pridružena člana s kolegico Nino Humar. V novembru je v Pragi pod pokroviteljstvom CZCOLD potekal sestanek delovne komisije, ki sem se ga na povabilo predsednika delovne skupine, prof. Winterja, udeležil kot pridruženi član. Obravnavali smo zaključno poročilo, ki so ga pripravili člani komisije. Naš prispevek k delu projektne skupine je predvsem v delu, ki se nanaša na digitalizacijo vsebin slovarja. Po naši pobudi je vsebina slovarja postavljena v enakem

formatu kot večjezični slovar ICOLD. Na sestanku smo se dogovorili, da slovenski del pripravimo posebej, neodvisno od ostalih, kar je glede na privzet format sedaj tudi tehnično izvedljivo. Kako obširen projekt je to, pove že dejstvo, da obsega slovar trenutno preko 5000 gesel in se še dopolnjuje – za primerjavo ICOLD večjezični slovar obsega okoli 3.100 gesel. Možnosti za sodelovanje na projektu je še veliko. Vsak, ki želi prispevati k pripravi slovenskega dela je več kot dobrodošel.

Pripravil: Andrej Kryżanowski

KONFERENCA MACOLD, Skopje, Makedonija

Makedonski komite organizira vsakoletne tematske konference. Letošnja je bila posvečena pregledu stanja vodno gospodarske infrastrukture. Dvo dnevna konferenca je potekala v prostorih Gradbene fakultete Univerze Kiril i Metodij v Skopju 18. do 19. septembra. Konferenca sem se udeležil na povabilo MACOLD kot član znanstvenega odbora konference in soavtor članka: A. Kryżanowski, J. Šimic: Hydropower plants on

the middle Sava river section. Na konferenci sta bili obravnavani dve tematiki: (1) pregled stanja obstoječe vodne infrastrukture in razvojne možnosti, (2) deležniki in regulativa na področju vodnega gospodarstva. V sklopu konference je bil organiziran strokovni ogled pregrade Sv. Petka na reki Treski.

Pripravil: Andrej Kryżanowski

NAPOVED 10. IECS, 25. – 30.10.2016, Antalya, Turčija

10. simpozij EU kluba ICOLD bo od 25. do 30. oktobra v Sussesu Resortu pri Antalyi v Turčiji. Objavljamo osnovne informacije in predlagamo pripravo prispevkov ter udeležbo, saj so evropski simpoziji dobro obiskani, predvsem pa se ukvarjajo s temami, ki so značilne in aktualne za Evropo. Okvirne vsebine so:

- i. Dam Safety, Rehabilitation and Surveillance
- ii. Financing of Dam Projects
- iii. Managing Risks in Dam and HEPP Projects (Climate Change, Socio-economic and Environmental Aspects)
- iv. Design and Construction of Dams and HEPPs
 - a. Types of Dams: RCC, CFRD, ECRD, ACRD, Tailings, Hardfill, Concrete Arch, etc.
 - b. Auxiliary Structures: Spillways, Diversion and Energy Tunnels,

- Bottom Outlets, Hydromechanical and Electrical Equipment
- c. Modern Structural and Technical Solutions (Geomembranes, etc.)

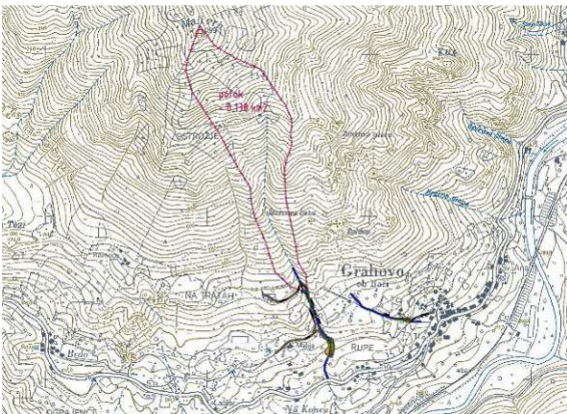
Organizatorja sta TRCOLD in turški Generalni direktorat za hidrotehnične objekte (DSI). Vse informacije so na voljo na spletni strani www.trcold.com, časovni plan organizacije pa je naslednji:

- Zbiranje povzetkov do **31.1.2016**
- Obvestila avtorjem 1.3.2016
- Končni članki 25.4.2016
- Obvestilo o načinu predstavitve 15.6.2016
- Popust za zgodnjo prijavo do **1.3.2016**

PODAJNO LOVILNA PREGRADA ZA DROBIRSKI TOK

V Baški grapi so se jeseni 2014 pojavile intenzivne padavine, ki so sprožile pojave večjih drobirskih tokov. Rušilni drobirski tokovi so povzročili uničujoče posledice na infrastrukturi in gmatno škodo na objektih.

Zaradi neugodne geološke sestave v povirju, strmih pobočij nad vasjo in hudourniškega značaja padavinskega odtoka, prihaja do velikega premeščanja materiala, ki se ob pojavu intenzivnih padavin sproži v val drobirskega toka.



Slika 1: Obravnavano območje hudournika

Vas Grahovo ob Bači se nahaja na deluvialni terasi vzdolž hribovitega pobočja na desnem bregu reke Bače. Naselje se nahaja na nadmorski višini od 200 do 400 m.n.v. in leži ob regionalni cesti Hudajužna – Podbrdo.

Ker je ozka dolina omejena s precej strmimi pobočji, so glavni površinski odvodniki zaledja izrazito hudourniškega značaja. Zato se v naselju ob visokih vodah pojavljajo težave, saj so struge v zaledju neurejene in podvržene spodjedanju ter bočni eroziji, tako da se viskova voda nekontrolirano steka po pobočju proti reki Bači.

Nekontroliran odvod vode povzroča težave tudi s površinsko erozijo, težave povezane z zamakanjem

pobočja in težave z neustreznimi pretočnimi profili zacevljenih odsekov in prepustov pod regionalno cesto, še posebej v primeru pojava drobirskih tokov.

Obravnavani odsek se nahaja nad naseljem, kjer struga prehaja iz strmejšega površnega dela proti položnejšemu delu doline, zato v tem območju prihaja do intenzivne erozije, saj so brežine večinoma iz nevezanega materiala in kot take ob pojavu visokih voda precej podvržene bočni eroziji. To pa vodi v še večje deformacije pretočnega profila in pojave zdrsov ter usadov v strugo hudournika.

Problematično območje je zelo vodnato ter podvrženo lokalnim izredno intenzivnim kratkotrajnim padavinam, kar vodi v hiter hudourniški odtok. Ob tem prihaja do velikega sproščanja materiala, saj geološko sestavo predstavljajo zelo pretrti plastoviti sivi dolomiti in apneci (zgornji trias), nižje po pobočju pa se pojavlja pobočni grušč iz karbonatnih kamnin ter deluvijalni sloj iz pobočnega grušča in preperinskega materiala (kvartar).



Slika 2: Posledice po neurju jeseni 2014

Pojav drobirskega toka potuje kot val mešanice vode, blata, grušča in blokov, s hitrostjo 3.0 – 9.0m/s ter gostoto 1900 – 2200kg/m³, kar povzroča velike dinamične in statične obtežbe z rušilnimi posledicami. Gruščnati tok ima večjo gostoto ter manjše hitrosti, blatni tok pa je običajno hitrejši in manjše gostote.

Največ padavin je padlo na območju med Grahovim in Koritnico, lokalno prek 400mm padavin v manj kot 8 urah. Na privatni merilni postaji v Grahovem je bilo v noči od 20:00h 21.10.2014 do 04:00h 22.10.2014 zabeleženo 400 - 420mm padavin.

Padavine so bile najbolj intenzivne od 1h do 4h 22.10.2014, kar pomeni, da je ta dan v treh urah padlo cca. 260mm dežja.

Za padavinsko postajo Knežke Ravne je po podatkih ARSO 24-urna vsota padavin na dan 22.10.2014 znašala 149,9mm.

Kasnejša analiza padavinskega dogodka je pokazala, da so imele omenjene padavine za okoliške padavinske postaje povratno dobo cca. 5 let, na ožjem območju Grahovo – Koritnica pa so bile padavine lokalno precej intenzivnejše in so imele povratno dobo cca. 10 let

Glede na zbrane podatke lokalnih prebivalcev, da so se večji pojavi drobirskih tokov zgodili leta 1993, 2004, 2007 in 2014, smo za daljše obdobje zbrali podatke o padavinah za postajo Knežke Ravne. Pokazalo se je, da imajo večji pojavi drobirskega toka povratno dobo cca. 5 -10 let in se pojavijo, ko lokalno na povodju pade več kot 200mm dežja v obdobju 2 do 4 ur.



Slika 3: Drobirski tok v Grahovem ob Bači

Po terenskih ogledih, analizah in zbranih informacijah ob izvedbi interventnih del, je bilo ocenjeno, da se je na obravnavanem območju oktobra 2014 odložilo cca. 800-1000m³ materiala, od tega cca. 400-500m³ iz površnega območja, ostalo se je sprostito vzdolž potovanja vala v strugi na dolžini cca. 300m.

Predvideni ukrepi morajo zagotavljati zadrževanje drobirskih tokov ter preprečevati nadaljnje poglobljane dna struge in spodkopavanje brežin.

Ukrepi za zadrževanje drobirskih tokov morajo prenašati velike dinamične obtežbe, ustrezati morajo geološkim in topografskim pogojem, zagotavljati morajo možnost za učinkovito praznjenje in vzdrževanje ter ustrezati zahtevam po ekonomiki in trajnosti.

Za zmanjšanje ogroženosti obstoječih objektov pred drobirskimi tokovi in ureditev problematičnega odseka hudournika je bila predvidena izgradnja umirjevalnih in stabilizacijskih pragov ter lovilne pregrade iz podajnih jeklenih mrež.



Slika 4: Lovilna pregrada po izvedenem testu

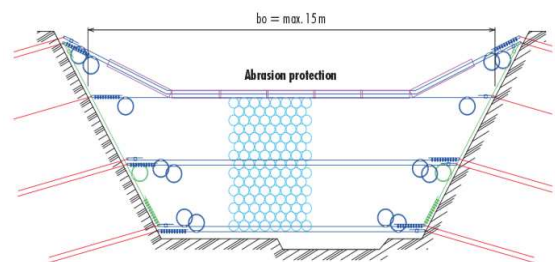
Zadrževalna pregrada je načrtovana kot ustalitveno zaplavni objekt iz posebnih globoko sidranih mrež.

Varovalna lovilna pregrada zdrži velike dinamične in statične obremenitve, omogoča enostavno montažo brez težke mehanizacije, kar zmanjša stroške in čas izdelave ter nudi enostavno vzdrževanje. Izbrani sistem je kot celota preizkušen na projektirano obremenitev v naravni velikosti, pod naravnimi pogoji.

Sistemi podajno lovilnih varovalnih ograj absorbirajo predvidene računske kinetične energije v večih stopnjah. Energijo drobirskega toka in skal najprej delno prevzame mreža, pri višjih energijah se energija nadalje zmanjšuje v zavornih obročih na nosilnih vrveh in se končno preusmeri preko sider na okoliška tla.

Glede na naravne pogoje v strugi hudournika je možna izvedba dveh tipov podajno lovilnih pregrad. V obeh primerih je vodi v normalnih razmerah omogočena nemotena pretočnost skozi spodnjo bazno odprtino. Za manjše hudourniške struge so namenjene lovilne mreže brez vmesnih podpornih stebrov – tip VX, maksimalne širine 15m na kroni pregrade, za večje struge pa je predvidena uporaba lovilnih mrež z dvema vmesnima stebroma za podporo vzdolžnih jeklenih vrvi – tip UX, največje širine 25m na kroni pregrade. Za oba tipa je največja predvidena višina pregrade 6m.

Za manjše drobirske tokove z volumni do 1000m³ je možno izvesti samostojno lovilno pregrado, za večje drobirske tokove (tudi >10000m³) je možna postavitev več pregrad v zaporednih nivojih.



Slika 5: Shematski prikaz izbrane sidrane podajno lovilne pregrade (Geobrugg VX-140 brez vmesnih stebrov).

Kot ukrep za zadrževanje drobirskih tokov je bil izbran samostojen sistem sidrane lovilne pregrade Geobrugg VX-140, skupne višine 4.0m, širine 4.5m pri dnu ter 12.5m na vrhu pregrade. Predviden zadrževalni volumen polne pregrade je 250 – 300m³. Spodnja

bazna odprtina za normalen odtok vode je višine 0,50m in širine 3,50m.

Predvideno varovalno podajno lovilno pregrado za zaščito pred drobirskimi tokovi sestavlja:

- podajna mreža iz jeklenih obročev iz žice visoke natezne trdnosti min. 1770 N/mm²,
- nosilne jeklene vrvi $\Phi 22\text{mm}$,
- stranske jeklene vrvi $\Phi 22\text{mm}$,
- krožne zavore na nosilnih in stranskih vrveh,
- abrazijska jeklena zaščita na prelivnem robu pregrade,
- 18x jeklena sidra SN $\Phi 32\text{mm}$ nosilnosti 350kN

Zaradi zagotavljanja trajnosti sistema je uporabljena protikorozijska zaščita s pričakovano življenjsko dobo do 90 let (razred C3 skladno z EN ISO 12944-2) in pričakovano izgubo zaščite $> 5\text{-}15 \text{ g/m}^2/\text{leto}$.

Za sidranje nosilnih vzdolžnih in stranskih vrvi je na posameznem boku pregrade predvideno sidranje sistema z devetimi jeklenimi paličnimi sidri SN $\Phi 32\text{mm}$, dolžin 6 - 14m, ki se jih pod kotom 15° (horizontalno in vertikalno) vgradi na štirih različnih višinah.

Ker je za izvedbo sidranja in montaže sistema potrebno upoštevati vsa navodila izbranega proizvajalca lovilne mreže glede vgrajevanja vrvne mreže, ojačitvenih in sidrskih vrvi, zavor in sidrišč, je potrebno zagotoviti tudi ustrezno nosilnost geotehničnih sider za sidranje in napenjanje nosilnih jeklenih vrvi. Za izračun potrebne nosilnosti sidra (za izbran sistem $F_s = 350\text{kN}$ / sidro) je potrebno upoštevati podatke proizvajalca o obremenitvi sistema, ki so pridobljeni na podlagi testov v naravi ter računalniških in laboratorijskih simulacij, saj v nasprotnem ni možno zagotoviti predvidene nosilnosti sistema kot celote.



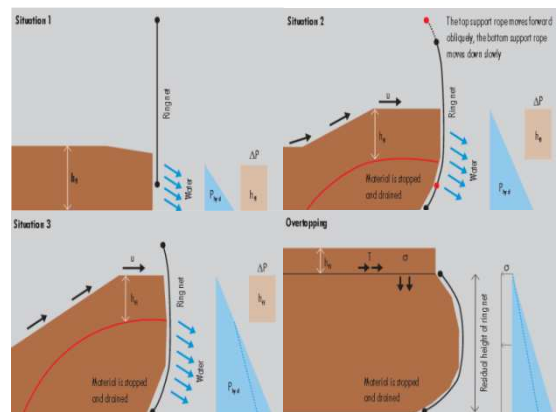
Slika 6: Bočno sidranje sistema in krožne zavore za disipacijo energije

Zaradi velikih dinamičnih obremenitev so tudi zahtevane nosilnosti posameznih sider precej visoke, saj v hudourniških strugah dostikrat ni mogoče zagotoviti ustrezne vpetosti sider v kvalitetno podlago. Omenjeno je lahko težava v neugodnih geoloških pogojih (pobočni grušč, ipd.), saj zagotavljanje tako velikih nosilnosti povsod ni mogoče, problematična je lahko tudi globalna stabilnost boka pregrade. V skladu z

ugotovljenimi geološkimi pogoji je potrebno dolžino sider ustrezno prilagoditi.

Pri dimenzioniranju sistema je potrebno upoštevati dinamične pritiske več zaporednih poplavnih valov, statične in hidrostatske pritiske na sistem ter upoštevati možnost prelivanja povsem zaplavljenega objekta.

Ker so sposobnosti sistema preizkušene, dokazane in analizirane z opravljenimi testi 1:1, je bil za izračun obremenitve in potrebne nosilnosti podajno lovilne pregrade s strani proizvajalca razvit poseben računalniški program za dimenzioniranje sistema. V omenjenem programu je bilo za izbran sistem preverjeno mejno stanje nosilnosti v primeru obremenitve pregrade z valom velikosti 300, 400 in 500m³.



Slika 7: Prikaz obremenitve sistema (I. faza – dinamična obremenitev, II. faza statična obtežba)

Konstrukcija je dimenzionirana na dinamične obremenitve več zaporednih drobirskih tokov z volumni do cca. 500m³. Za gruščnati tok z gostoto 2000kg/m³, pretokom 17m³/s (Rickenmann) in hitrostjo vala 5m/s (Strickler), znaša izračunana višina čela $h_{fl} = 0,8\text{m}$. Povprečen naklon struge nad pregrado znaša 35%. Računska nosilnost pregrade v primeru obremenitve z valom v velikosti 500m³ znaša:

- dinamična obremenitev: $D_{k,d} = 81 \text{ kN}/(\text{m} \cdot h_{fl})$
- statična obremenitev: $S_{k,d} = 56 \text{ kN}/\text{m}^2$
- dinamična nosilnost sistema: $R_{d,d} = 124 \text{ kN}/(\text{m} \cdot h_{fl})$
- statična nosilnost sistema: $R_{s,d} = 165 \text{ kN}/\text{m}^2$

Zaradi nezanesljivosti vhodnih podatkov o konkretnih drobirskih tokovih in težko napovedljivih naravnih pojavih v prihodnosti, je smiselno glede na ogroženost območja upoštevati tudi določene varnostne faktorje za računske nosilnosti sistema (v tem primeru minimalno 1,5).



Slika 8: Izbran pregradni profil v hudourniku

Pregradni profil mora zagotavljati možnost ustreznega sidranja in upoštevati geološke pogoje, v nasprotnem je izvedba sidranja sistema precej zahtevnejša in dražja. Predvidena rešitev v pregradnem profilu mora zagotavljati učinkovito disipacijo energije, zadrževalni volumen in dostopnost z možnostjo praznjenja.

Lokacije lovilnih pregrad morajo biti postavljene na takih mestih, da omogočajo redno čiščenje in vzdrževanje ter montažo sistema. V zahtevnejših naravnih pogojih je možna enostavna zamenjava delov ter ročna postavitev sistema s helikoptersko dostavo.



Slika 9: Enostavna in hitra montaža sistema

V primeru reševanja težav s pojavi večjih drobirskih tokov je običajno na voljo več možnosti. Zaradi

masivnih temeljev, ki jih zahtevajo klasične težnostne konstrukcije je velikokrat problematična izvedba temeljenja pregrade. Izvedba težnostnih pregrad zahteva tudi uporabo težke mehanizacije, kar je v hudourniških strugah velikokrat oteženo. Podajno lovilne pregrade omogočajo enostavno in hitro izvedbo brez masivnih temeljev.

Za zagotavljanje ustreznosti varnosti je potrebno njihovo redno praznjenje, pregledovanje ter po potrebi vzdrževanje. V nasprotnem primeru lahko pride do zmanjšanja delovne višine pregrade in nezmožnosti zadrževanja drobirskih tokov.



Slika 10: Končni izgled lovilne pregrade

Med pregledovanjem podajno lovilne pregrade je potrebno posebno pozornost posvetiti pojavu korozije (predvsem na mestih fizičnih poškodb), zavorni kapaciteti zavornih elementov, ipd. Pregrado je potrebno redno pregledovati vsaj enkrat letno, vendar pa je pogostost ogledov odvisna od količine drobirskih tokov in hitrosti polnjenja pregrad. Sidrišča je potrebno podrobneje pregledati vsakih deset let. Dodatne preglede pa je potrebno opraviti po vseh ekstremnih pojavih.

Uporabljen rešitev prenaša velike dinamične in statične obtežbe, zagotavlja enostavno in hitro izvedbo brez težke mehanizacije, predstavlja okolju prijazen ukrep z minimalnim vzdrževanjem, saj je celoten sistem preizkušen s testi, ki zagotavljajo dolgo trajnost in ekonomičnost objekta.

Pripravil: Tomaž Balut

STROKOVNA EKSKURZIJA V BIH IN ČRNO GORO, 15. – 18. oktober 2015

Zaradi obilice dela je letošnja ekskurzija predstavljena le kot fotoreportaža.

Letos smo po nekaj letih »tujine« spet obiskali področje nekdanje Jugoslavije, tokrat BIH in Črno Goro. Na programu je bil ogled pregrade Grančarevo (RS) in hidravlično – energetskega sistema HE Perućica (Črna Gora). Namen smo imeli vračati se vzdolž reke Bosne, s katero imajo v BIH velike načrte, vendar nam zaradi velikosti avtobusa le-to žal ni bilo dano.

Potovanje smo pričeli v BTC pred Atlantisom v četrtek ob 22.00. V petek smo si dopoldan ogledali pregrado Grančarevo in HE Trebišnjica I. Popoldne smo se

ustavili v samostanu Tvrdoš, kjer smo tudi degustirali njihova vina. Spali smo v Trebinju, v hotelu Leotar.

V soboto smo si ogledali sistem Krupac – Slano – Vrtac in HE Perućica. Popoldan smo krenili po dolini Pive in preko pregrade HE Mratinje proti Sarajevu, vendar je bila cesta, zaradi nedavne hude prometne nesreče na bosanski strani zaprta za velike avtobuse. Zato smo se bili primorani obrniti in se vrniti v Trebinje. Tam smo tako prespali v istem hotelu in se v nedeljo po dalmatinski avtocesti vrnili v Slovenijo.

Pregrada Grančarevo in HE Trebišnjica I

Reka Trebišnjica je glavni vodotok Vzhodne Hercegovine in je bila v naravnem stanju največja ponorna reka na svetu. Vodozbirno področje Trebišnjice je eno od s padavinami najbogatejših področij v Evropi. Mesto Crkvice je najbolj namočeno v Evropi, s 4900 mm letno.

Hidroenergetski sistem na Trebišnjici obsega štiri od predvidenih sedmih HE: HE Trebinje I in HE Dubrovnik (obe l. 1968) ter HE Trebinje II in CHE Čapljinca (obe. l.: 1979).

HE Trebinje I pridobiva vodo iz akumulacije Bileča, ki je ustvarjena s pregrado Grančarevo.

Bileško jezero je največja umetna akumulacija na Balkanu, volumna 1280 mil. m³, od tega koristnega 1100 mil m³. Kota zajezbe je 400 m n.m. z možno denivelacijo 52 m. Max površina ojezeritve je 2764 ha (za primerjavo, predvidena HE Brežice ima površino 317 ha). Jezero omogoča letno izravnavo pretoka Trebišnjice.

Pregrada Grančarevo je dvojno zakrivljena ločna pregrada s perimetralno fugo, konstrukcijske višine 123 m s krono dolžine 439 m. Debelina pregrade je v dnu 27 m, na kroni 4.6 m. Volumen vgrajenega betona je 376 000 m³. Visoke vode se odvajajo preko dveh prelivov na boku pregrade s segmentnimi zapornicami. Na dnu pregrade sta vgrajena še dva temeljna izpusta premera 2.5 m.

V strojnici HE Trebinje I se vrtijo tri francisove turbine skupne moči 170 MW z maksimalnim bruto padcem 104 m in instaliranim pretokom 210 m³/s. Letna proizvodnja je ca 400 GWh.

Na objektu so nas prijazno sprejeli gostitelji, med katerimi sta bila tudi ključna znanca s projekta sanacije sidrnega polja na levem boku pregrade, g. Radovan Grdinić in ga. Snežana. Med udeleženci ekskurzije sta bila tudi Primož Korpič (Rafael d.o.o.) in Boris Rodić (IBE, d.d.), ki sta pri sanaciji aktivno sodelovala in še sodelujeta, zato je bilo srečanje z g. Grdinićem iskreno balkansko v najboljšem pomenu besede.

V nadaljevanju prikazujemo zanimivo sliko območja ekskurzije, ki je samo izrez širše karte povodij Cetine, Trebišnjice in Neretve. Karto je leta 1965 izdal Energoinvest Sarajevo, SLOCOLDU pa daroval inž. Savo Janežič.

Sistem Krupac – Slano – Vrtac in HE Perućica

Nekaj podatkov o sistemu HE Perućica. To je najstarejša velika HE v Črni Gori, ki je pričela obratovati 1960 leta. Sistem leži na reki Zeti v bližini Nikšića. Zajetje HE Perućica vodo dobiva iz akumulacije Vrtac na Zeti. Neposredno gorvodno od omenjene akumulacije sta na pritokih Zete Moštanci in Opačici zgrajeni dodatni akumulaciji Krupac in Slano.

Sistem Perućica ima pri instaliranem pretoku 68 m³/s in 570 m višinske razlike moč 306 MW, kar pomeni da iz 1 m³ pridobijo 4.5 MW moči. Letno proizvede ca 1100

GWh električne energije, kar pomeni tretjina proizvodnje EPCG. Za primerjavo: HE Mratinje pri moči ca 620 MW proizvede ca 700 GWh energije. Sistem ima vgrajenih 8 agregatov. Zaposlenih je ca 100 ljudi, z vsemi stražami okoli 150. Sledijo približno normo 1 človek/7 MW.

Jezero Krupac ima površino 5,7 km² in volumen 38 mil. m³. Ustvarja jo nasuta pregrada dolžine 1480 m in višine 20 m. Poleti doseže temperaturo do 28 st. Nikšićani se zato zelo radi kopajo v svojem »Nikšičkom moru«.

Jezero Slano je površine 8,89 km² in volumna 107 mil. m³. Dolžina krone pregrade je 1663 m, višina pa 21 m. Po legendi so preko tega polja karavane tovorile morsko sol, ki se jim je sipala iz vozov. Sol je bilo nazadnje najti povsod po polju, zato so tako polje tudi poimenovali. Sredi jezera kraljuje otok Viža.

»Ponikovalno« jezero Vrtac ima površino 13,4 km² in volumen 72 mil. m³, zapira ga pregrada višine 16 m in dolžine 2.373.

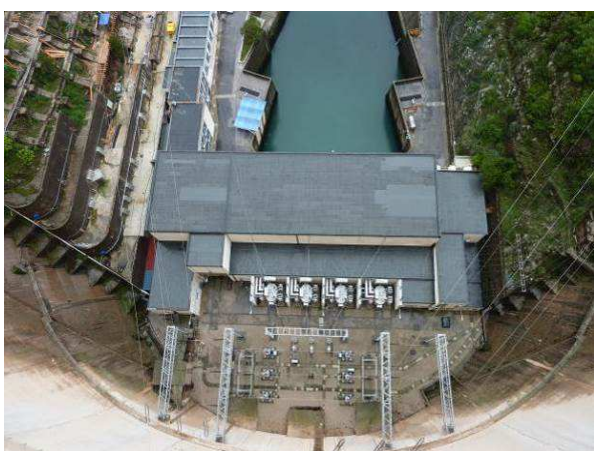
Sistem dovodnih kanalov med akumulacijami je skupne dolžine ca 40 km, sledi tunel dolžine 3300 m in preseka 4,8 m, ki se nadaljuje v tri tlačne cevovode dolžine od 1851 m do 1931 m; in preseka od 1,8 m do 2,5 m.

Zaradi poletne suše smo videli relativno prazno jezero Slano, v katerem je bilo v času našega obiska ca 21 mil. m³ vode. V času padavin se polni s »hitrostjo« ca 1 mil. m³/dan.

Tudi obisk »črnogorske« lokacije je bil posledica slovenskega dela in poznanstev na tem območju. IBE d.d. je namreč pred desetletji (takrat še kot Elektroprojekt) predstavljal glavnega projektanta HE objektov v Črni Gori, pri čemer je bil ključna oseba takratni vodilni projektant, danes pa častni član SLOCOLD, inž. Savo Janežič. Na podlagi slovenskega poznavanja razmer in objektov je IBE d.d. v letu 2015 pri Elektroprivredi Crne Gore (EPCG) pridobil posel za pripravo Glavnega projekta dodatnega zajema vode za akumulacijo Krupac ter povezovalnega tunela Krupac – Slano, kar ima vse za cilj boljšo izkoriščenost razpoložljivih vodnih količin za HE Perućica. Tukaj so zaradi večinskega italijanskega lastništva EPCG odnosi nekoliko manj »iskreno balkanski«, vendar smo imeli srečo z našim strokovnim vodjo, g. Brankom Tatarom, ki nam je poleg tehničnih podrobnosti postregel še z marsikaterim komentarjem med vrsticami in nas na koncu še srečno dostavil u restoran, ki ga sami ne bi tako zlepa našli.



Slika 2: Na trenutke pa je bila hitrost skoraj nadzvočna (tunnel tik pred pregrado Grančarevo)



Slika 3: »Podnožje« pregrade Grančarevo je lepo simetrično (razen levega boka)



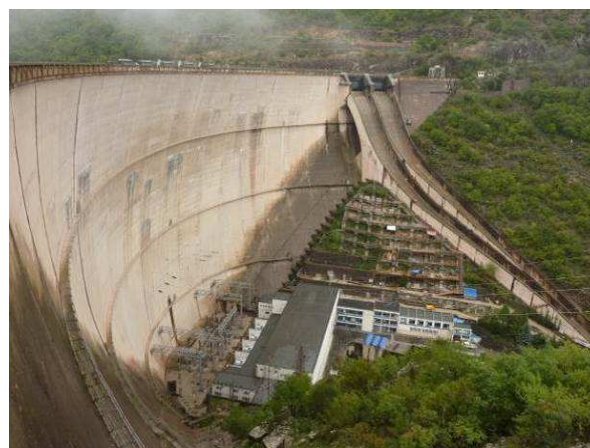
Slika 4: Kljub obilnim padavinam prejšnjih dni (Trebišnjica je v Trebinju poplavljala obvodne lokale) je bila akumulacija še vedno prazna.



Slika 5: Prelivna drča pregrade Grančarevo



Slika 6: Sidrno polje na levem boku pregrade je zaradi postopnega popuščanja sider v fazi sanacije



Slika 7: Pogled na pregrado Grančarevo s prelivom, sidrnim poljem, strojnico s stikališčem ter upravnim objektom



Slika 8: Kolega Primož Korpič (Rafael, d.o.o.) nam je pripravil podrobno predstavitev sistema sanacije sider



Slika 9: Pogled na polprazno akumulacijo Slano s ceste Trebinje – Nikšić



Slika 10: Severni konec pregrade Slano.



Slika 11: Deloma poplavljena akumulacija Vrtac



Slika 12: Pregrada Vrtac.



Slika 13: Sotočje kanala iz akumulacije Slano (z leve) in zbirnega kanala akumulacije Vrtac tik pred vtočnim objektom kanala proti končnemu vtoku HE Perućica



Slika 14: Visokovodni preliv na pregradi Vrtac



Slika 15: Gospodar Energije – Turbinske lopatice novega gonilnika HE Peručica (dobava Litostroj Power)



Slika 16: Tlačni cevovodi HE Peručica; zgornji, svetlejši del je na novo protikorozijsko zaščiten



Slika 17: Pregrada Krupac, skrajni severni del



Slika 18: Riviera Krupac jeseni



Slika 19: Tradicionalni mlini na Trebišnjici



Slika 20: Ni lokacija za ime rože II, temveč tajkunska vila



Slika 21: Blaga poplava na Popovem polju s ceste Trebinje – Nikšić.



Slika 22: Počitelj. Tukaj te ne počijo, tu počivaš



Slika 23: Slapovi Kravica

Matija Brenčič in Andrej Širca

VELIKA PREGRADA HOOVER DAM, ZDA

Kot študent Fakultete za gradbeništvo in geodezijo na Univerzi v Ljubljani sem bil v novembru 2014 izbran za sodelovanje z univerzo Stanford v Kaliforniji, ZDA. Program »AEC Global Teamwork Course«, ki je na univerzi Stanford potekal že 22. leto zapored, poteka v

izobraževalnem laboratoriju »P⁵BL Lab«, kjer kratica P⁵BL pomeni »problem, project, product, process, people based learning«. Gre za program, na katerem dodiplomski in podiplomski študentje, raziskovalci, univerzitetni in industrijski partnerji sodelujejo v

multidisciplinarnem, multikulturnem, geografsko razpršenem in informacijsko podprtem okolju.



Slika 1: Hoover dam

V januarju 2015 sem se na univerzi Stanford prvič seznanil s projektom in svojo projektno skupino, sestavljeno iz arhitekta, dveh gradbenih inženirjev, dveh gradbenih menedžerjev, strojnega inženirja ter inženirja življenjskega kroga in upravljanja z zgradbo. Kot skupina smo dobili tudi svoje naročnike, ki so podali vse projektne pogoje in zahteve, katere smo morali tekom projekta doseči in izpolniti. V prvi, konceptualni fazi, ki je potekala v zimskem četrletju, smo pripravili dve alternativni konstrukcijski rešitvi za dve različni zahtevani tlorisni zasnovi objekta. Po izbiri zmagovalne rešitve skupaj z naročniki je nato sledila faza, v kateri se objekt detajlneje projektira, kar pomeni, da je šlo za analiziranje, detajliranje in multidisciplinarno informacijsko modeliranje v 3D, 4D (čas) in tudi 5D (stroški). Projekt smo nato v maju 2015 tudi uspešno predstavili in zagovarjali.

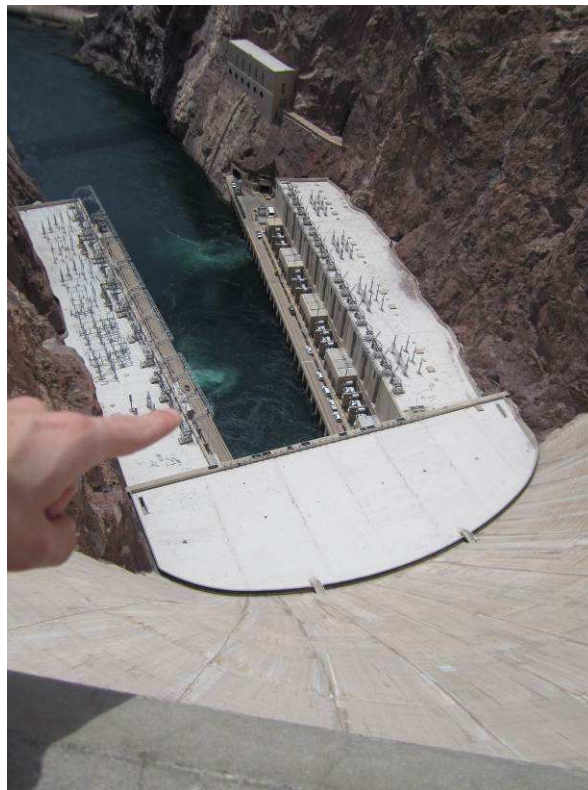
Po uspešni predstavitvi projekta sem nato poleg Kalifornije obiskal tudi del Nevade in Arizone, kjer sem si ogledal tudi pregrado Hoover Dam. Gre za vodnogospodarski objekt na reki Colorado, postavljen na meji med zveznima državama Nevada in Arizona. Pregrada je bila zgrajena v obdobju velike gospodarske krize z namenom kontroliranja poplav, pridobitve namakalne vode ter za pridobivanje električne energije. Gradnja, ki je med drugim zahtevala več kot sto žrtev, je potekala med letoma 1931 in 1936, stroški gradnje z inflacijo pa so ocenjeni na 833 milijonov ameriških dolarjev.

Nazivna moč hidroelektrarne znaša 2080 MW, letno pa je v povprečju proizvedenih 4,2 milijarde kWh. Skupaj je nameščenih 19 turbin, katerih moč znaša od 2,4 MW do 130 MW.

Betonska, ločno-težnostna pregrada visoka 221,4 m in dolga 379 m je zgrajena iz 2.480.000 m³ betona, ki zadržuje več kot 35.200 km³ vode. V dnu doline je pregrada široka 200 m, na kroni pa 14 m. Površina zajezitve pri maksimalni gladini znaša 640 km², največja dolžina akumulacije je 180 km, prispevno območje pa obsega 435.000 km². Največja globina jezera znaša 180 m.

Kmalu zatem ko je bila gradnja jezua odobrena, se je v iskanju dela v Las Vegas, ki je takrat imel le okoli 5.000 prebivalcev, zateklo več kot 15.000 ljudi. Ko je gradnja

stekla, je bilo na plačilni listi več kot 3.000 zaposlenih, vrhunec števila zaposlenih pa je bil julija leta 1934, ko je številka znašala 5.251.



Slika 2: Še z vrha...

Preden so lahko začeli z gradnjo jezua, je bilo potrebno preusmeriti reko Colorado. To so dosegli s preusmeritvenimi tuneli in sicer z izgradnjo dveh na strani zvezne države Nevada in dveh tunelov na strani Arizone. Tuneli so v premeru merili 17 m, njihova skupna dolžina pa je znašala več kot 5 km.

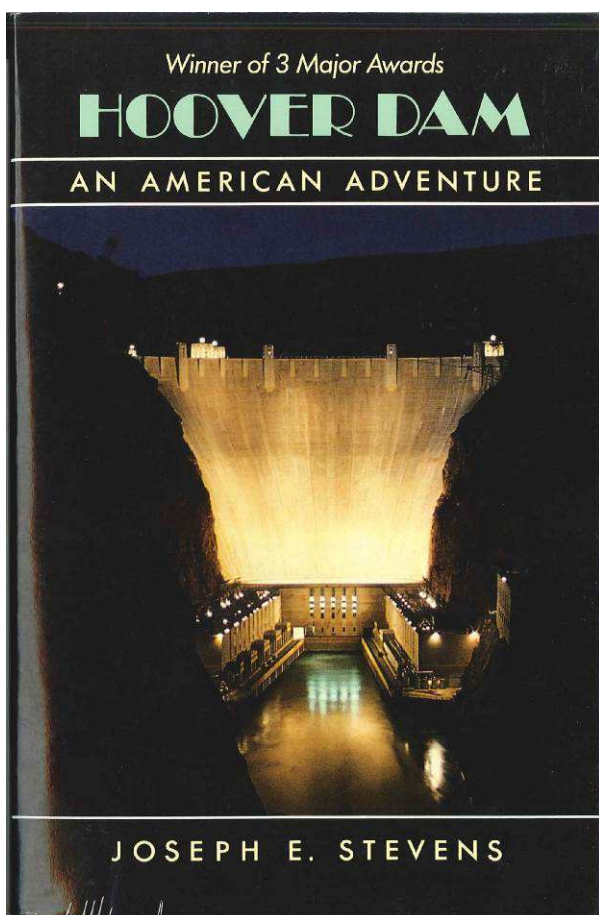
Prva betonska dela na jezua so se začela junija 1933, 18 mesecev pred predvidenim rokom. Največji izziv je predstavljalo zniževanje hidratacijske temperature betona, saj so inženirji izračunali, da bi se jez ohlajal kar 125 let, če bi ves beton bil vlit naenkrat, razpoke pri procesu ohlajanja betona pa bi jez popolnoma uničile. Izziva so se inženirji lotili tako, da so beton vliвали v kvadre velikosti 15x15x5 m, čez vsako izmed teh betonskih tvorb pa so nato napeljali jeklene cevi premera 25 mm, skozi katere je za potrebe hlajenja najprej tekla reka Colorado, nato pa ledeno hladna voda iz ohlajevalnega obrata. Skupaj je bilo za namen hlajenja uporabljenih več kot 937 km jeklenih cevi.

Betonska dela na jezua so bila zaključena v dveh letih in dveh mesecih, v tem času pa so v pregrado vlili več kot 2.480.000 m³ betona, kar bi zadostovalo za izgradnjo dvopasovne ceste od New Yorka do San Francisca.

Nejc Filipič
dipl. ing. gradb. (UN),
absolvent mag. študija gradbeništva

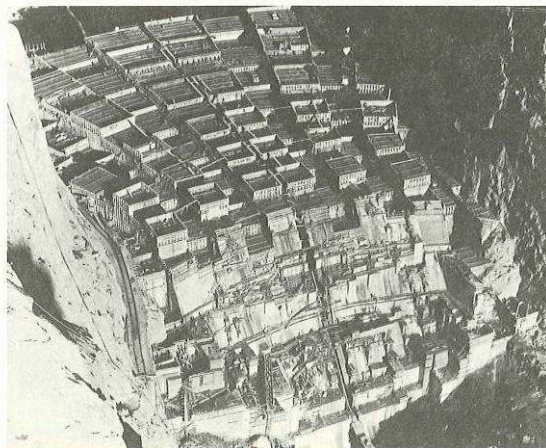
KNJIGA HOOVER DAM – AN AMERICAN ADVENTURE

Prispevek Nejc Filipiča izrabljam za omembo zanimive knjige, ki sem jo pred časom prebral: Hoover Dam – An American Adventure. Njen avtor je Joseph E. Stevens, izšla pa je pri University of Oklahoma Press: Norman leta 1988. Opisuje predvsem gradnjo, ki je potekala v za danes nepredstavljenih razmerah z obilico ročnega dela, človeških žrtev in v ekstremnih, skoraj puščavsko vročih razmerah tako na površini kot v podzemnih objektih. Dodatno zanimivost predstavlja dejstvo, da se je objekt gradil v času Velike gospodarske krize (Great Depression). Besedilo je podprto s številnimi arhivskimi fotografijami, zato je knjiga lepo berljiva in si je tudi prislužila več (ameriških) nagrad. Ni na razpolago v knjižnici SLOCOLD, če bo kdo lepo prosil, pa mu jo vseeno posodim.



Slika 1: Naslovnica knjige

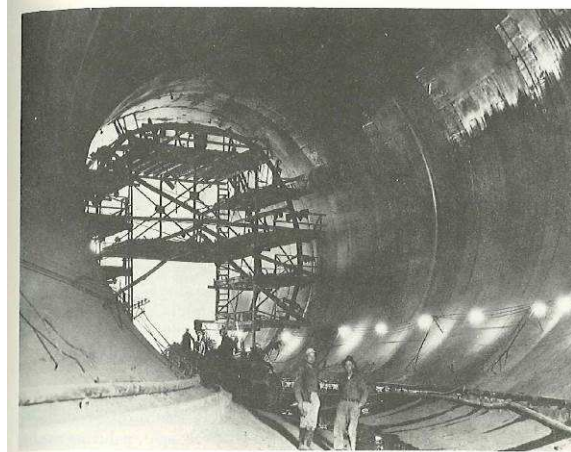
"A CALLOUS, CRUEL LUMP OF CONCRETE" [193]



Hoover Dam on the rise, December, 1933. (Bureau of Reclamation)

Slika 2: Betoniranje blokov pregrade.

TO TURN A RIVER [111]



Slika 3: Obtočni tunel

Andrej Širca

VOŠČILO



Ob zaključku leta se vsem članicam in članom zahvaljujem za sodelovanje. Hkrati vam želim umirjenega praznovanja, v prihajajočem letu pa osebnega zadovoljstva, zdravja in poslovnih uspehov.

Andrej Širca