Skupna ekskurzija SLOCOLD in DVS, 14.-19. oktober 2005 (Makedonija)

Letos sta društvi SLOCOLD in Društvo vodarjev Slovenije organizirali skupno strokovno ekskurzijo. Namenili smo se v Makedonijo ogledati si nekaj od njihovih spoštljivih 23 velikih pregrad: sistem Streževo na Šemnici nad Bitolo, HE Globočico in HE Špilje na Črnem Drimu pod Ohridskim jezerom, HE Mavrovo na reki Mavrovski in pregrado Kozjak na Treski nad Skopjem. S tem smo se odzvali večkratnim vabilom kolegov iz Inštituta za seizmologijo iz Skopja.

Slika 1 Ohrid z jezera.

Iz Ljubljane smo odšli z avtobusom v petek, 14. 10. 205 ob 16.00 uri in upali na sprehod ob obali Ohridskega jezera naslednje dopoldne. Vsi upi so se nam podrli že V Zagrebu. Najprej smo čakali eno uro na slovensko hrvaški meji, nato pa še dve uri na avtocesti pri Zagrebu. Nato je potovanje po nekdanji cesti bratstva in enotnosti južnoslovanskih narodov mimo Beograda in Niša teklo gladko in brez težav. Po namestitvi v hotelu v Strugi neposredno na obali Ohridskega jezera smo naslednji dan odhiteli v Ohrid izpolnjevati ultimate naših deklet in žena, da se ne smemo vračati k njim brez ohridskih biserov. Originalnih seveda. Medtem smo si ogledali tudi mesto samo, cerkve sv. Sofije in sv. Klimenta, sv. Jovana Kanea na skali nad jezerom, Klimentovo univerzo, trdnjavo carja Samuela, amfiteater, delavnico za ročno izdelavo papirja po originalnem kitajskem postopku iz 2 stol. p.n.š. V eni od cerkva smo lahko videli tudi pravoslavni poročni obred.

Po legendi je dobrodušni velikan vrgel rožo ohrid čez albanske gore v jezero. Odtlej kraj Ohrid živi pod srečno zvezdo. Naseljen je že od prazgodovine. Grki so ga imenovali Svetleče mesto. Pod antičnim Rimom je bilo tu pomembno vojaško oporišče in trgovsko središče med Egejskim morjem in Jadranom. Slovansko makedonski car Samuel je imel tu prestolnico. Sv. Kliment in Naum, učenca sv. Cirila in Metoda, sta tu utemeljila prvo slovansko vseučiljišče. Ohridsko jezero je tretje najstarejše sladkovodno jezero na svetu. Zato tu živi preko 150 endemičnih živalskih in rastlinskih vrst. Obdajajo ga vrhovi višine prek 2700 m, med njimi drugi najvišji vrh bivše države, Korab, 2764 m n.m. Mesto Ohrid z jezerom je od leta 1980 na seznamu znamenitosti UNESCA.

Slika 2 Samostan sv. Naum.

Naslednji dan, v nedeljo, smo po zgodnjem zajtrku z ladjo odpluli do samostana sv. Nauma na skrajnem južnem koncu jezera. Začetki samostana segajo v leto 900 n.š. Tu je sv. Naum tudi pokopan. Po kavi smo se odpravili proti Bitoli. Mesto ima velik ekonomski potencial. Tukajšnja termoelektrarna predstavlja srce elektroenergetskega sistema Makedonije, agrokulturni kombinat Pelagonija je največji proizvajalec hrane v državi. Zelo pomembno vlogo pri tem ima vodni sistem Streževo, največji in tehnološko najbolj opremljen tovrstni sistem v Makedoniji.

Večnamenski sistem Streževo ca 25 km nad Bitolo zadovoljuje potrebe po namakalni, tehnološki in pitni vodi mesta, vsi odvodi pa gredo skozi MHE. Pregrada je bila zgrajena med leti 1979-82. Zaradi relativno majhnega vodozbirnega področja je bil zgrajen dovodni kanal dolžine 61 km, ki v akumulacijo dovaja tudi vode z Baba planine iz sosednjega vodozbirnega področja. Konstruktivna višina kamnito zemeljske pregrade je 84,6 m, dolžina krone 630 m. Pregrada ima vertikalno glineno jedro, vgrajeni so dva vertikalna in trije horizontalni filterni sloji. V objekt je vgrajenega 4.3 mil m3 materiala. Volumen akumulacije je 120 mil. m3, od tega 109 koristnih. Sifonski preliv ima kapaciteto 170 m3/s, katastrofalna voda (Q10.000) je sicer 400 m3/s. Z odvzemnim stolpom je možen odvzem vode s katerekoli globine, kar je potrebno zaradi različnih namenov uporabe vode. Za namakanje se uporablja toplejšo vodo blizu gladine, za preskrbo vodovoda mesta Bitole se uporablja hladnejša voda iz večjih globin. Najpomembnejši odjemalec vode iz sistema je TE Bitola. Celoten sistem sestavlja 630 km cevovodov. Uporablja se sistem dinamične regulacije vode, ki zmanjša izgube na zanemarljivo raven.

Slika 3 Pregrada Streževo.

Naslednji dan smo pustili Ohrid za seboj in se odpravili proti Skopju. Odšli smo po dolini Crni Drim mimo jezera Globočica in Debarskega jezera v Debar in naprej mimo slikovitega samostana Sv. Jovan Bigorski skozi sotesko Barička klisura do jezera Mavrovo.

Slika 4 Iztok iz Ohridskega jezera.

Crni Drim je s HE Globočica in HE Špilje v Makedoniji, še štirimi obstoječimi in eno pregrado v gradnji v Albaniji reka s 100 % izkoriščenim potencialom. Ohridsko jezero deluje kot čelna akumulacija z letno izravnavo s 75 cm letne oscilacije. Povprečni letni pretok je 30 m3/s. Akumulacija Globočica lahko shrani do 58 mil. m3 vode (11 mil. m3 koristnih), s tedensko izravnavo pretokov. Možna oscilacija gladine v akumulaciji je 5 m. Pregrada je kamnita, s poševnim glinenim jedrom, volumna 1 mil. m3. Konstruktivna višina je 90 m, dolžina krone 220 m. Pregrada je temeljena v aluviju. Filtracija skozi telo pregrade je ocenjena na 1 l/s. Sifonski preliv z nepopolnim prelivnim robom ima kapaciteto 1000 m3/s, temeljni izpust prepušča 100 m3/s.

Slika 5 Pregrada Globočica.

Vas Globočica je bila v celoti prestavljena nad koto zajezbe. Derivacijsko HE sestavljata dve francisovi turbini po 25 m3/s skupne moči 42 MW, ki proizvajata 200 mil. kWh električne energije letno. Dovodni kanal profila 4.4 m je dolg 7 km. Velik problem je evtrofikacija in posledično mašenje turbin. V zaledju akumulacije namreč živi ca 30000 ljudi. Ob turbinskem iztoku HE Globočica se prične akumulacija Špilje s 520 mil. m3, od tega 260 koristnih. Konstruktivna višina kamnito zemeljske pregrade s poševnim jedrom je 112 m, krona dolžine 330 m. Temeljena je na kesonih. Ob vznožju pregrade je elektrarna s tremi francis turbinami skupne moči 90 MW in 350 mil. kWh letne proizvodnje. Jaškasti preliv prevaja 10000 letno vodo, 2890 m3/s.

Slika 6 Akumulacija HE Špilje.

Hidroenergetski sistem Mavrovo z vodozbirnim področjem 513 km2 je eden največjih na Balkanu. Zgrajen je v povirjih rek, ki se zlivajo z gora Korab, Bistre in Šare. S cevnim sistemom je zajet del voda iz jadranskega povodja, ki se tako preko Vardarja izlivajo v Egejsko morje. Primarna naloga sistema je proizvodnja električne energije, poleg tega pa se uporablja za namakanje 32000 ha kmetijskih površin Pologa in Skopskega polja ter za zagotavljanje biološkega minimuma Vardarja. Sistem Mavrovo sestavljajo hidroelektrarne Vrutok, Raven in Vrben skupne instalirane moči 182 MW in povprečne letne proizvodnje 435 GWh. Vodo zbira in dovaja skupno 123 km kanalov, tunelov in cevovodov. Srce sistema je akumulacija Mavrovo. S pregrado Mavrovo se v Makedoniji pričenja praksa gradnje nasutih pregrad s poševnim jedrom. Temeljena je v vulkanskem tufu. Jedro je zgrajeno iz gline in razpadlih skrilavcev. Med gradnjo se je izkazalo, da ima material na dolvodni strani nižjo prepustnost za vodo od predvidene. Zaradi nevarnosti, da bi precejna linija skozi dolvodni, podporni del pregrade potekala previsoko, sta bili na dolvodni strani jedra vgrajeni dve horizontalni drenaži, vzporedni kroni pregrade. Konstruktivna višina pregrade je 62 m, dolžina krone 210 m. Akumulacija ima 275 mil. m3 koristnega volumna. Zaradi majhne vodozbirne površine, velikega volumna akumulacije in visokih instaliranih pretokov treh elektrarn pregrada ni opremljena s prelivom.

Slika 7 Pregrada Mavrovo.

Zadnja pregrada na naši poti je bila ravnokar dokončana pregrada Kozjak. HE Kozjak na reki Treski, pritoku Vardarja gorvodno od Skopja, je bila načrtovana že vse od leta 1962, kmalu po katastrofalni poplavi, ki je prizadela glavno mesto Makedonije. Namen pregrade je zadrževanje visokih voda, vodooskrba in proizvodnja el. energije. Preverjenih je bilo več variant pregrade, zgrajena je bila kameno zemeljska varianta s poševnim jedrom. Projekt za pregrado je bil narejen l. 1989, gradnja je potekala med letoma 1994 in 2001. Gradbišče z betonarno in vsemi potrebnimi laboratoriji je bilo postavljeno na

lokaciji pregrade. Vsi potrebni materiali za gradnjo razen cementa so bili pridobljeni iz nahajališč v bližini ali iz območja akumulacije. Konstruktivna višina objekta je spoštljivih 126 m s krono dolžine 300 m. Volumen pregrade je 3.34 mil. m3. Max. volumen akumulacije je 550 mil. m3, od tega je 110 mil. m3 rezerviranih za zadrževanje visokovodnega vala. Pretočna sposobnost jaškastega preliva 1500 m3/s. Hidroelektrarno sestavljata dve francis turbini pretočnosti po 48.5 m3/s. Dovodni rov ima premer 5 m. Povprečni padec HE je 92 m, moč 2 x 40 MW, letna proizvodnja 162 mil. kWh. Dolvodno od pregrade Kozjak je predvidena pregrada Treska, za namakanje Skopskega polja.

Slika 8 Pregrada Kozjak.

Zaključek tega dne je bila večerja v restavraciji Lira v Skopju, pri kateri so se nam pridružili tudi skopski kolegi Inštituta za seizmologijo: dr. Garevski in dr. Mihailov ter predstavniki MACOLD: dr. Tančev in dr. Paskalov. Ob živi glasbi je večer kljub utrujenosti vse prehitro minil.

Zadnji dan našega potovanja je predstavljal obisk Inštituta za seizmologijo Univerze v Skopju in ogled samega mesta.

Slika 9 Potresna miza IZIIS.

Na inštitutu so nas z jutranjo kavo sprejeli direktor inštituta dr. Garevski, dr. Taškov in dr. Ristić. V prvem delu obiska so nam predstavili delovanje inštituta, v drugem so nam pokazali primer dinamičnega testiranja na potresni mizi.

Inštitut deluje na treh področjih: izobraževanje, znanstvene in aplikativne raziskave. Eno četrtino za delo potrebnega denarja dobijo iz proračuna, preostanek pridobijo s projekti.

Na inštitutu je organiziran mednarodni podiplomski študij inženirske seizmologije in potresnega inženirstva. Študij je brezplačen, pogoji za študij pa so ostri: vzamejo po enega študenta iz posamezne države. Kandidat mora biti najboljši iz generacije, opraviti pa mora še sprejemni izpit. Obstaja tudi 12 tedenski študij, praviloma za inženirje iz držav v razvoju, ki so na potresno ogroženih območjih. Ta študij financirata vladi R Makedonije in Nizozemske.

Cilj znanstvenega raziskovanja je predvsem določitev tehničnih osnov za zmanjšanje potresne ogroženosti. Raziskave tečejo predvsem na področjih študija pojavov močnih potresov, mehanike zemljin, definicije metod za oceno potresne ogroženosti in določitev tehnoekonomskih kriterijev za oceno posledic močnih potresov, pa tudi na področju dinamičnega obnašanja strojne in elektro opreme.

V laboratoriju so leta 1980 pridobili prvo veliko platformo v Evropi za raziskovanje vpliva potresne obtežbe na stavbe. Na njej raziskujejo vpliv potresov na vse vrste objektov, od preprostih koč do nukleark. Na predstavitvi so nam prikazali nekaj primerov testiranja obnašanja zgradb pri dinamični obtežbi: 105 nadstropne stolpnice v Pjongjangu na modelu 1:40, tipične opečne mehiške hiše, ojačane z naravnimi materiali, s čimer je preprečeno takojšnje zrušenje objekta, študijo povečanja potresne odpornosti cerkve kot kulturnega spomenika. Drugi del obiska je bil prikaz dinamičnega testa na modelu cevovoda iz

kotlovnice TE Bitola, obremenjenem z realnimi dinamičnimi razmerami med delovanjem. Takšnih in podobnih aplikativnih in razvojnih projektov, predvsem mednarodnih, pridobijo in izvedejo povprečno po sto na leto.

Slika 10 Skopje s trdnjave.

Zaključek našega potovanja je predstavljal krajši ogled glavnega mesta Makedonije, pomembnejših zgradb modernega Skopja, pa seveda po potresu zgledno obnovljenega srednjeveškega dela in mestnega bazarja. Po kosilu smo se nato odpravili proti domu, kamor smo srečno prispeli naslednji dan zjutraj.

Tekst: Matija Brenčič, IBE

Slike: Različni avtorji

Slika 11 Brez skupinske slike seveda ne gre.
(Klikni tukaj za povečavo.)