



Društvo za geotehniku u Bosni i Hercegovini
Друштво за геотехнику у Босни и Херцеговини
Geotechnical Society of Bosnia and Herzegovina



ISSN 2303-4262

ZBORNİK RADOVA

NAUČNO - STRUČNI SIMPOZIJUM

GEO-EXPO 2016

GEOTEHNIKA, EKOLOŠKI INŽENJERING I ODRŽIVI RAZVOJ



7. - 8. Oktobar 2016., Banja Luka

IZDAVAČ: Društvo za geotehniku u Bosni i Hercegovini

GLAVNI UREDNIK: Dr. sc. Sabid Zekan, dipl. inž. rud.

NAUČNI ODBOR

Predsjednik:

Članovi:

Mato Uljarević	Bosna i Hercegovina
Larisa Nazarova	Rusija
Norikazu Shimizu	Japan
Đenari Ćerimagić	Bosna i Hercegovina
Igor Jokanović	Srbija
Marui Hideaki	Japan
Mensur Mulabdić	Hrvatska
Maja Prskalo	Bosna i Hercegovina
Jasminka Alijagić	Slovenija
Srđan Kostić	Srbija
Ivan Vrkljan	Hrvatska
Zoran Milašinović	Bosna i Hercegovina
Nevad Ikanović	Bosna i Hercegovina
Robert Šajn	Slovenija
Jasmin Bučo	Bosna i Hercegovina
Samir Huseinbašić	Bosna i Hercegovina
Bojan Đurin	Hrvatska

ORGANIZACIONI ODBOR

Predsjednik:

Članovi:

Amer Džindo
Brankica Milojević
Srđan Rajak
Sabid Zekan
Jovo Miljanović
Slobodan Stanarević
Anis Balić
Petar Begović
Toni Nikolić
Amira Švraka
Sabrina Salković

TEHNIČKI UREDNIK: Dragan Ilić

ŠTAMPA: IN SCAN d.o.o. Tuzla

TIRAŽ: 170 primjeraka

GODINA IZDANJA: 2016. Godine



Mersudin Hodžić¹
Adila Nurić²

KREIRANJE OTVORENOG OBRAZOVNOG RESURSA NA PRIMJERU PRAKTIČNIH LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA STIJENE

Sažetak:

U radu je predstavljen koncept "otvorenog obrazovanja" na primjeru predstavljanja laboratorijske metode triaksijalnog ispitivanja uzoraka stijene. Opisan je kompletan proces od izrade modela, ispitivanje do obrada rezultata triaksijalnog ispitivanja, metodom Hoek i Brown i predstavljen kao otvoreni obrazovni resurs kreiran na edx.untz.ba sistemu Univerziteta u Tuzli. EDX sistem je prihvaćen od strane članica konzorcija TEMPUS projekta BAEKTEL (Blending Academic and Entrepreneurial Knowledge and Technological Enhanced Learning), kao osnova za objavljivanje OER materijala za dodatno obrazovanje ne samo studenata već i ostalih zainteresovanih za nova saznanja.

Koncept "otvorenog obrazovanja" nije nov a u edukaciji poprimio je novi oblik sa razvojem informacionih i komunikacionih tehnologija, a posebno Interneta. Sa širenjem konteksta u kojem se koristi, evalvoirao je i sami pojam "otvorenosti".

Ključne riječi:

otvoreno obrazovanje, laboratorijsko triaksijalno ispitivanje, uzorak stijene, edx, BAEKTEL.

CREATING OPEN EDUCATIONAL RESOURCE ON EXAMPLE OF LABORATORY ROCK TESTING PRACTICE

Summary:

The paper introduces the concept of „open education“ on an example of presentation of laboratory method for triaxial testing of rock samples. A complete process has been described, starting from model's preparation to testing and the analysis of the triaxial testing results obtained by the Hoek-Brown method. It has been presented as an open educational resource, created in the edx.untz.ba system of the University of Tuzla. EDX system has been accepted by members of the TEMPUS consortium of the BAEKTEL (Blending Academic and Entrepreneurial Knowledge and Technological Enhanced Learning) project, as a basis for publishing the OER material for the additional education of students and other people interested in new insights.

The concept of an „open“ education is not a novelty, and it assumed a new form in education with the development of information and communication technologies, especially Internet. Along with expansion of the context in which it is used, the term of „openness“ has evolved itself.

Key words:

open education, laboratory triaxial testing, rock sample, edx, BAEKTEL

¹ mr.sc. Mersudin Hodžić, dipl.inž.geol., Univerzitet u Tuzli, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet, Univerzitetska 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, mersudin.hodzic@untz.ba

² dr. sc. Adila Nurić, dipl. inž.rud., Univerzitet u Tuzli, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet, Univerzitetska 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, adila.nuric@untz.ba

1. UVOD

Pod "otvorenim pristupom" smatramo literaturu koja je javno dostupna na internetu, koja dozvoljava korisnicima da je preuzmu, kopiraju, čitaju, distribuiraju, štampaju, pretražuju, idenkiraju, koriste je kao podatke za određeni softver ili je koriste u bilo koje druge zakonske svrhe, bez ikakvih finansijskih, legalnih ili tehničkih barijera. Svaki materijal za učenje, predavanje ili istraživanje koji je dostupan u javnom domenu ili je objavljen pod licencom intelektualne svojine koja dozvoljava slobodno korištenje i izmjenu od strane drugih, predstavlja "OER" (eng. Open Educational Resource – otvoreni obrazovni resurs) materijal (Slika 1).



Slika 1. Logo za otvorene obrazovne resurse

U radu je predstavljen otvoreni resurs kroz opis uređaja i laboratorijske metode triakcijalnog ispitivanja uzoraka uglja RMU Banovići. Ispitivanje troosne čvrstoće na pritisak stijenskog materijala ima za cilj da oponaša uslove koji se mogu javiti u stijenskom masivu, gdje bi ti objekti mogli biti izloženi graničnom pritisku i smičućem naponu. Za potpuno određivanje parametara ovog kriterijuma loma potrebno je izvršiti, određeno modeliranje opitnih uzoraka te sprovesti ispitivanja troosne čvrstoće na pritisak.

2. KORIŠTENJE OTOVORENIH OBRAZOVNIH RESURSA

Metode ispitivanja i rezultati istih su predstavljeni kao otvoreni obrazovni resursi objavljeni na edX čvoru u Tuzli (www.edx.untz.ba) i main čvoru u Beogradu (www.edx.baektel.eu). Svi kreirani obrazovni resursi moraju imati cc licencu za korištenje i podešene meta podatke za jednostavnije pretraživanje. Jednostavnom autentifikacijom i prijavljivanjem na čvor edX BAEKTEL portala moguće je koristiti materijal, pratiti časove, postavljati upite (slika 2 i slika 3).

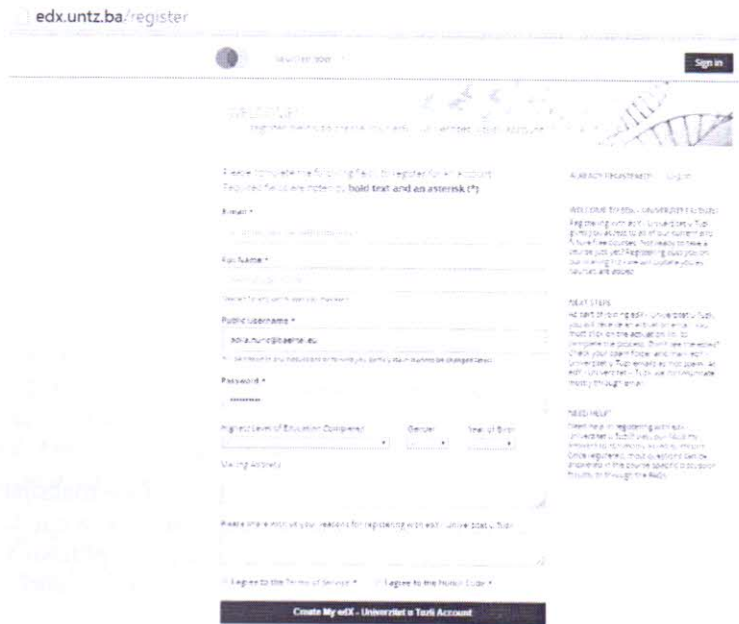


Slika 2. edX kursevi postavljeni u okviru UNTZ čvora

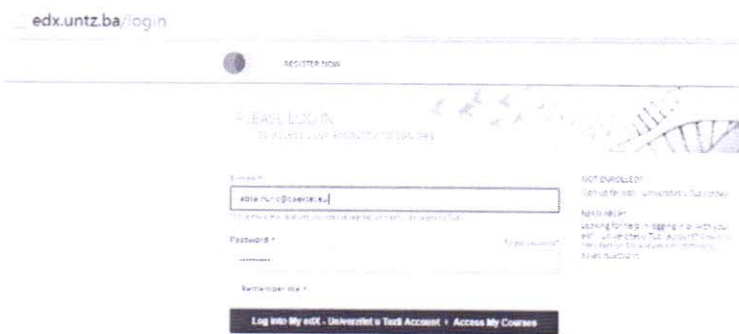


Slika 3. edX kursevi postavljeni u okviru BAEKTEL portala

Za pristup kreiranim OER sadržajima potrebno je da se korisnik registruje (register – slika 4), a poslije je dovoljan jednostavan upis (sign in – slika 5).



Slika 4. Način registrovanja korisnika na UNTZ čvoru

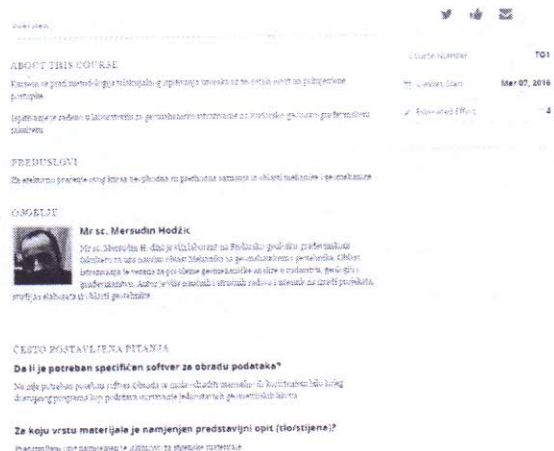


Slika 5. Način logovanja na edX pri UNTZ čvoru

Nakon logovanja mogu se koristiti kursevi koji su u datom terminu aktivni (slika 6).



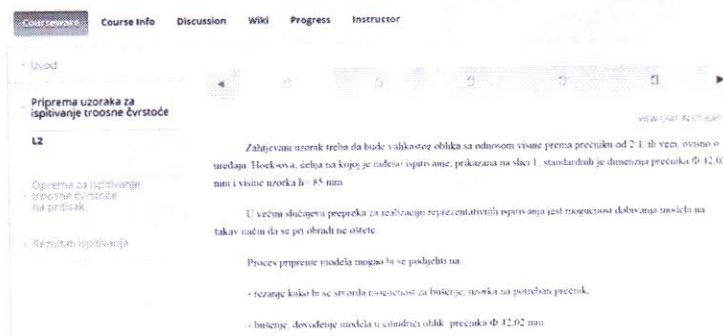
Slika 6. Pregled kurseva na edX UNTZ čvoru



Slika 7. Prikaz osnovnih elemenata objavljenog OER materijala

3. SADRŽAJ OTVORENOG OBRAZOVNOG RESURSA

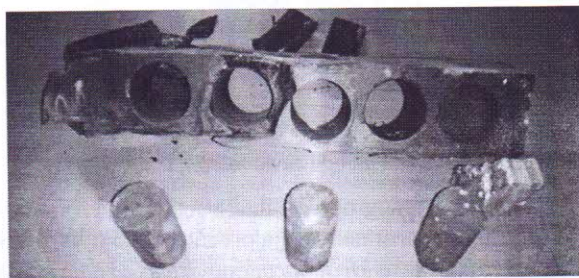
Ispitivanja troosne čvrstoće na pritisak stijenskih materijala izvode se u troosnim ćelijama (slika 10) različitih konstrukcija, ali za sve ćelije zajedničko je da moraju obezbijediti jednostavnu ugradnju probnog modela (uzorka) u uređaj, izlaganje uzorka svestranom bočnom pritisku (pomoću tečnog fluida) i postepeno povećavanje vertikalnog pritiska do loma, uz stalno održavanje zadate vrednosti bočnog pritiska. Ispitivanje troosne čvrstoće na pritisak stijenskog materijala se izvodi da se obezbijede podaci za određivanje odgovarajućeg kriterijuma loma, kao i da se odrede parametri stijenskog materijala potrebni za numeričko modeliranje i projektovanje podzemnih prostorija. Ovaj kriterijum loma je jedan od opšte prihvaćenih kriterijuma za stijenski masiv. Razlog za primjenu ovog kriterijuma leži u tome što daje zadovoljavajuće rezultate pri određivanju fizičkih parametara kohezije i ugla unutrašnjeg trenja.



Slika 8. Izgled kursa raspoređenog po lekcijama

4. PRIPREMA UZORKA ZA ISPITIVANJE TROOSNE ČVRSTOĆE

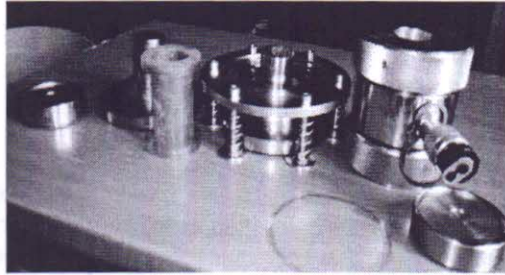
Za ispitivanje troosne čvrstoće uzorka uglja u eksploatacionim polju RMU Banovići ispitano je 25 uzorka, odnosno, pripremljeno je 75 modela uglja za triaksijalna ispitivanja. Najveći problem je bila priprema modela, zbog strukturno - teksturnih karakterisitka uglja. Prečnik modela je mjereno sa tačnošću od 0,1 mm kao prosjek po dva mjerenja na gornjem, donjem i srednjem dijelu. Strane probnih tijela su glatke i ne smiju da odstupaju od vertikale više od 0,30 mm probnog tijela.



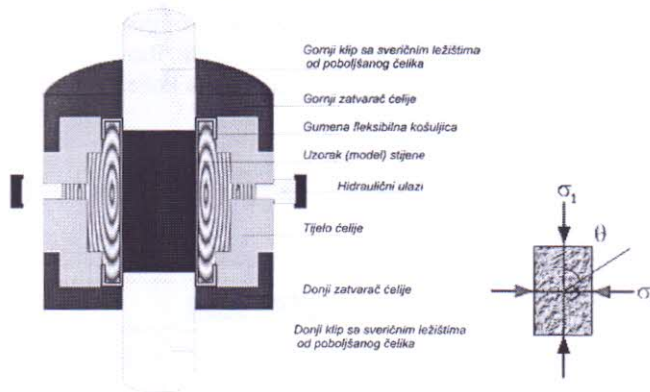
Slika 9. Pripremljeni modeli za triaksijalno ispitivanje

5. OPREMA ZA ISPITIVANJA TROOSNE ČVRSTOĆE NA PRITISAK

Ispitivanja troosne čvrstoće na pritisak stijenskih materijala izvode se u troosnim ćelijama (slika 10), izlaganje uzorka svestranom bočnom pritisku, (slika 11) i prese za postepeno povećavanje vertikalnog pritiska do loma (slika 12), uz stalno održavanje zadate vrednosti bočnog pritiska. Za brza ispitivanja, da bi se utvrdio maksimalni napon za serije graničnih pritisaka, koristi se jednostavna ćelija razvijena od strane Hoek-a i Franklin-a 1968. godine, koja je do danas pretrpjela neznatne promjene. Za ove ćelije je bitno da se uzorak stavlja u fleksibilnu košuljicu koja se upotrebljava više puta prije nego što košuljica pretrpi trajne deformacije ili se pocijepa. Košuljica ima prednost zato što omogućava brzo testiranje. Mana je u ograničenim deformacijama nakon maksimalnog pritiska. Čelični klipovi su sa sferičnim osloncima sa obe strane, koji moraju da imaju čvrstoću po Rockwell-u veću od C₃₀. Prečnik klipova treba da bude između d i $d+2$ mm, gde je d prečnik probnog tijela, njihova površina je obrađena sa preciznošću od 0,005 mm. Za metodu ispitivanja troosne čvrstoće pored, Hoek-ove ćelije, pumpe za praćenje i nanošenje bočnog pritiska koja je u stanju da održava konstantan bočni pritisak, potrebna je i presa odgovarajućeg kapaciteta. Na narednoj slici predstavljen je model poprečnog presjeka Hoekove ćelije.



Slika 10. Hoek-ov tip troosne ćelije



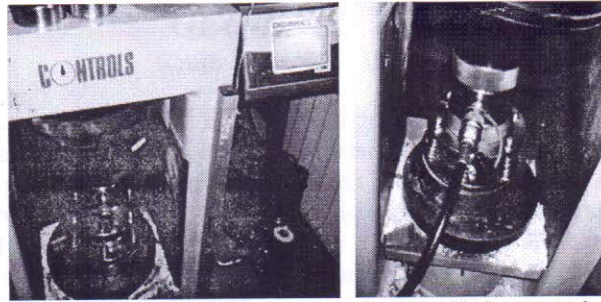
Slika 11. Poprečni presjek troosne ćelije za ispitivanje uzorka stijena

Oprema za praćenje i nanošenje bočnog pritiska se sastoji od mehaničke ili ručne hidraulične pumpe dovoljnog kapaciteta da obezbijedi i održava zahtijevani bočni pritisak koji omogućavaju vizuelno praćenje ili automatsko praćenje bočnog pritiska. Na slici 12, prikazana je standardna hidraulična pumpa, jedan od jednostavnijih načina za ostvarivanja bočnog pritiska.



Slika 12. Hidraulična pumpa za nanošenje bočnog pritiska

Oprema za kontrolu i ostvarivanje vertikalnog opterećenja treba da obezbijedi vertikalno opterećenje, mora da bude dovoljno velikog kapaciteta i da ima mogućnost nanošenja priraštaja sile u određenom vremenskom intervalu, kao i da bude u skladu sa preporukama ISMR (Preporuke Međunarodnog društva za mehaniku stijena) (slika 13).



Slika 13. Hidraulična presa za nanošenje vertikalnog pritiska

6. PROCEDURA OPITA

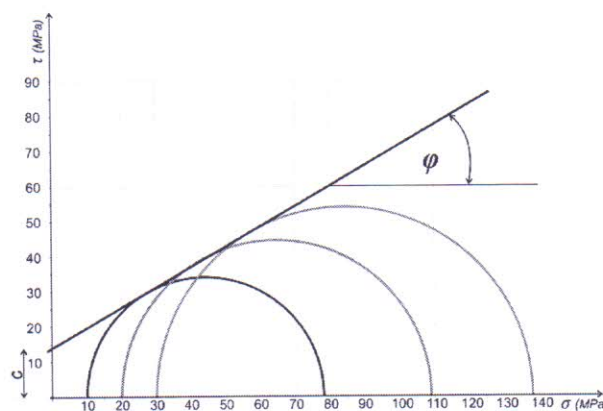
U tijelo ćelije, fleksibilnu košuljicu se postavi pripremljeni model, a zatim se na model, sa donje i gornje strane postave klipovi koji se cilindrično uklapaju u gornje i donje oslonce za prenos vertikalne sile. Ćelija se jednim svojim horizontalnim priključkom povezuje sa pumpom za nanošenje bočnog pritiska i postepenim povećanjem pritiska pomoću pumpe izbacuje vazduh iz tijela ćelije. Ovaj vazduh izlazi kroz drugi bočni otvor na tijelu ćelije i regulisan je kugličnim ventilom. Tako pripremljena ćelija se zajedno sa probnim modelom između čeličnih klipova stavlja u presu vodeći pri tome računa da ćelija i kružni oslonci budu u istoj osi.

Oсно opterećenje i bočni pritisak moraju da rastu ujednačeno, tako da su jedan i drugi približno jednaki, dok se ne dostigne unaprijed određen nivo bočnog pritiska. Osnovni pritisak na probno tijelo se zatim povećava sa konstantnim priraštajem do loma. Vrijednost priraštaja osnovnog pritiska se reguliše u granicama od 0,5 do 1,0 MPa/s. Maksimalni bočni pritisak je različit za svaki model, a u konkretnom slučaju ispitivanja uglja je iznosio $\sigma_z=5$, $\sigma_z=10$, $\sigma_z=15$ (MPa), a može da bude i veći ili manji zavisno od vrste stijene ispitnog uzorka ili ako je drugačije traženo. U trenutku loma registruju se vrijednost sile.

7. ISPITIVANJE TROOSNE ČVRSTOĆE NA PRITISAK

Ovde treba ponoviti da se samo ispitivanje sastoji u postavljanju probnog tijela, modela u aparat za ispitivanje i dovođenje istog pod dejstvo željenog svestranog pritiska. Model se zatim izlaže dejstvu vertikalnog opterećenja sve do loma uz održavanje konstantnog bočnog pritiska. Na osnovu registrovanih vrednosti bočnog i vertikalnog pritiska koji je doveo probni model do loma u odnosu na površinu, dobijaju se vrijednosti horizontalnog i vertikalnog napona.

Prema metodologiji za ovo ispitivanje potrebno je izvesti najmanje tri opita na probnim modelima iz istog uzorka za različite vrednosti bočnih pritisaka. Za svaki par vrednosti vertikalnih i bočnih napona konstruiše se odgovarajući Mohr-ov krug. Na ovakav način se na konstruisane krugove povlači obvojnica koja tangira krugove napona koja predstavlja dijagram čvrstoće, slike 14.



Slika 14. Grafička interpretacija odnosa glavnih napona i Mohr-ove obvojnice loma

Dobivene vrijednosti, parametara kohezije i ugla unutrašnjeg trenja na ispitivanju uzoraka uglja RMU Banovići, kretali su se: kohezija c od 4.1 MPa do 10.5 MPa, a ugao unutrašnjeg trenja ϕ od 35.1° do 40.4°.

8. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen koncept "otvorenog obrazovanja" za laboratorijsku metodu triaksijalnog ispitivanja uzoraka stijene. U kreiranom kursu opisan je kompletan proces od izrade modela, ispitivanje do obrada rezultata triaksijalnog ispitivanja, metodom Hoek i Brown. Ovaj rad ima za cilj poticanje aktivnog učenja i bolju motivaciju kroz primjenu novih tehnologija u nastavnom procesu. Razvoj partnerstva s poduzećima poboljšat će dogovorena miješanja akademskog i poduzetničkog znanja pomoću OER. To se postiže postavljanjem edX BAEKTEL platforme koja će omogućiti da visoko obrazovne institucije ali i privredna preduzeća objave svoje otvorene materijale koje mogu da koriste svi zainteresovani za usvajanje novih saznanja.

Kroz ovaj rad konkretiziran je primjer laboratorijskih ispitivanja stijenskog materijala triaksijalnom metodom na ispitnim uzorcima uglja RMU Banovići, kao i "otvoreni koncept obrazovanja" koji ima za cilj integraciju kreativnog istraživačkog potencijala s industrijom i vladinim institucijama u cilju postizanja bolje kvalitete i dostupnosti obrazovanju primjenom novih tehnologija. Kroz otvorene obrazovne resurse implementirane na edX UNTZ i edX BAEKTEL portalu daje se mogućnost cjeloživotnog učenja za mlade inženjere, studente ali i ostale.

9. LITERATURA

- [1] Internet portali: (<http://www.budapestopenaccessinitiative.org>)
(<https://moodle.org>)
(<http://www.opencourseware.eu>)
(<http://www.baektel.eu/>)
- [2] Brady, B.H.G., Brown, E.T., [1985]: Rock Mechanics For Underground Mining, London.
- [3] Hoek, E., [2002]: A brief history of the development of the Hoek-Brown failure criterion
- [4] Hoek, E., Carranza-Torres, C., Corkum, B., [2002]: Hoek-Brown criterion – 2002 edition
- [5] Hoek, E., Bray, J.W., [1981]: Rock slope engineering, IMM, London.
- [6] Hoek, E., [1999]: Rock Engineering, Department of Civil Engineering at the University of Toronto
- [7] Čebašek V., Gojković N., [2010]: Podzemni radovi, Ispitivanja stijenskog masiva za potrebe utvrđivanja kriterijuma loma, Rudarsko-geološki fakultet Beograd