



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

Web: <http://www.geotecnika.ba> E-mail: geotecnika@geotecnika.ba

Bilten br. 6/2021

Decembar 2021.

Uvodna riječ Uredništva

Poštovane kolegice i kolege,

Uskoro je iza nas još jedna godina stagnacije, ali i nade u postizanje boljih uvjeta na putu povratka u normalne aktivnosti. Jedan od načina prilagođavanja uslovima života i rada u doba pandemije je nastaviti razvijati virtualne susrete kad god je to potrebno i izvedivo. Iz tog razloga je u martu 2021. održana online godišnja Skupština Društva, a mi Vas i ovom prilikom pozivamo da uzmete učešće na narednoj Skupštini Društva koja se treba realizovati na isti način 28. decembra/prosinca.

Zbog ozbiljnosti situacije usljed širenja pandemije COVID-19, naučno-stručni skup GEO-EXPO nije održan, kao ni mnogi simpozijumi u regiji i svijetu. Zbornik radova, kao prateća aktivnost simpozijuma, je štampan i ove godine. Na adresu Društva je pristiglo kvantitativno, ali ne i kvalitativno, manje naučno-stručnih radova, što se može objasniti nemogućnošću realizacije aktivnosti Društva u punom kapacitetu usljed pandemije koronavirusa.

U ovom izdanju biltena, upoznaćemo Vas sa nekim novim interesantnim inicijativama i projektima, nedavno realizovanim, koji mogu biti inspiracija mladim snagama Društva, a ponos starijim iskusnijim kolegama. Ulaganjem u mladost gradimo temelje za razvoj budućnosti nauke i struke. Izvrсни mladi inženjeri će iskoristiti priliku kada im se pruži i pokazati šta je zapravo stvarna vrijednost neke zajednice.

Pozivamo Vas da nam se pridružite i podržite rad Društva objavljivanjem svojih profesionalnih iskustava, prijedloga, ideja i impresija u narednim izdanjima biltena.

Uređivački odbor biltena Društva za geotehniku u Bosni i Hercegovini

Najava simpozija

5. simpozij Društva za geotehniku Makedonije (DGM / MAG)

Ohrid
Sjeverna Makedonija
23.-25.06.2022.
<https://mag.net.mk/>

EUROCK 2022
Helsinki
12.-15.09.2022.
<https://www.ril.fi/en/events/eurock-2022.html>

U 6. izdanju Biltena objavljujemo:

- *Učešće kolegice Ene Jazvin na Early Career Forum-u EUROCK2021*
- *Metode poboljšanja temeljnog tla - primjena tehnologije mlaznog injektiranja - međudržavni most preko rijeke Save uzvodno od Gradiške/Stare Gradiške*
Đorđe Rajlić, dipl. inž. građ., Integral Inženjering a.d.
- *Sanacija i rekultivacija odlagališta "Bare" u Kaknju - RMU "Kakanj" d.o.o., Kakanj*
Dean Osmanović, MA inž.rud., Rudarski institut d.d., Tuzla

Izdavač: Društvo za geotehniku u Bosni i Hercegovini
Uređivački odbor:
Sabid Zekan, glavni urednik
Mato Uljarević
Sabrina Salković

Adresa Uredništva:
Univerzitetska 2
75000 Tuzla
tel: +387 61 451 701
geotecnika@geotecnika.ba



Ena Jazvin - predstavnica Bosne i Hercegovine na 5. Early Career Forum-u na EUROCK 2021 simpozijumu u Torinu

Ena Jazvin, MA inž. građevinarstva, je u januaru 2020. godine delegirana od strane Društva za geotehniku u Bosni i Hercegovini za učešće na 5. „Early Carrier“ forum-u (ECF) na EUROCK 2020 simpoziju, koji se pod okriljem ISRM-a (Međunarodnog udruženja za mehaniku stijena i inženjerstvo u stijenskoj masi), trebao održati u Trondheim-u, u Norveškoj.

ECF (Early Carrier Forum) je inicijativa Obrazovnog fonda ISRM međunarodne asocijacije. Na inicijativu Organizacijskog odbora Međunarodnog simpozija ISRM - Eurock 2020. i Odbora ISRM-a, izvanredni regionalni mladi inženjeri, istraživači i/ili stručnjaci, iz regije balkanskih i istočnoevropskih zemalja su bili pozvani da sudjeluju na 5. „Early Carrier“ forumu. Forum se održava u posebnoj tehničkoj sesiji tokom ISRM regionalnih simpozijuma, s ciljem promocije sudjelovanja izvanrednih mladih istraživača i profesionalaca za mehaniku stijena i stijensko inženjerstvo iz regije. Uslov za učešće na ECF je, pored članstva u matičnom društvu, i članstvo u ISRM-u.

Kako je održavanje simpozija EUROCK 2020 otkazano tokom 2020. godine radi pandemije, **5. ECF - forum je održan na Eurock 2021 u Torinu** (Italija) u septembru 2021. u online formatu.

Tema Eurock 2021, čiji je organizator Društvo za geotehniku Italije (AGI), je bila „Mehanika stijena i stijensko inženjerstvo od teorije do prakse“.

Dostavljeni radovi iz oblasti mehanike stijena je ocjenjivao Naučni odbor EUROCK konferencije, s namjerom da budu objavljeni u Zborniku radova. Radovi 7 odabranih mladih inženjera, istraživača/professionalaca iz: Turske, Bugarske, Sjeverne Makedonije, Srbije, Hrvatske, Slovenije i Bosne i Hercegovine su objavljeni u vidu proširenih sažetaka na web stranici konferencije, kao dio web-zbornika

radova. Kolegica Ena Jazvin koja je bila jedina žena u timu, predstavljala je Bosnu i Hercegovinu s radom na temu „An overview of carbonate complex characteristics on dam sites along Neretva river“ (Pregled karakteristika karbonatnih kompleksa na lokalitetima brana duž rijeke Neretve). Kroz ovaj rad je dat uvid u prakse i korištene metode, naglašeni su uobičajeni problemi i rizici projektovanja i građenja u karstnim područjima, te su predstavljeni spektri parametara karakterizacije stijena za opisivanje karbonatnih kompleksa u području rijeke Neretve, na lokacijama brana Salakovac i Grabovica. Za svo vrijeme pripreme rada Ena je imala podršku i mentorstvo prof. Azre Špago i prof. Milorada Jovanovskog, kao i potporu Društva za geotehniku u BiH.

Na Plenarnoj sesiji konferencije, uživo, putem video prezentacije, mladi inženjeri/istraživači su imali priliku da doprinesu realizaciji konferencije i foruma detaljnim predstavljanjem svojih radova učesnicima konferencije.

Ena Jazvin je viši saradnik projektanta u birou Interprojekt d.o.o. u Mostaru. Koautor je nekoliko objavljenih naučnih radova na teme modeliranja ponašanja tla uslijed velikih opterećenja u slabonosivom tlu upotrebom metoda konačnih elemenata, analize stabilnosti kosine, te karakterizacije stijenskog masiva.

Vizija Društva za geotehniku u BiH je da inspiriše i pruži podršku mladim inženjerima, različitih perspektiva i iskustava, kako bi postali naredna generacija naučnika i stručnjaka u rješavanju inženjerskih zadataka.

Carbonate complexes of Dinaric Alps

Problems of building in karst

- Underground circulation of water in soluble rocks
- Karstification
- Three aspects present in karst:
 - Depth of karstification
 - Size and type of porosity
 - Infill of the cavern spaces

Class description	Interval of effective porosity n_e (%)
Small crack-carst porosity	$n_e < 2$
Medium crack-carst porosity	$2 \leq n_e < 5$
High crack-carst porosity	$5 \leq n_e < 10$
Very high crack-carst porosity	$10 \leq n_e < 20$
Extremely high crack-carst porosity	$n_e \geq 20$

Solid rock mass classification based on effective porosity (Špago 2013)

- Karstification change due to depth change
- Base streams zones
- Groundwater oscillation zone
- Diagram of vertical distribution of active karst porosity
- Karstification base
- Electrical sounding diagram
- Unkarstified rock
- Groundwater level

Depth of karstification, schematic representation (Milanović, 1999)



Metode poboljšanja temeljnog tla - Primjena tehnologije mlaznog injektiranja - međudržavni most preko rijeke Save uzvodno od Gradiške

Đorđe Rajlić, dipl. inž. građ., Integral Inženjering a.d.

Most preko rijeke Save, na EU saobraćajnom koridoru E661, predstavlja poveznicu između teritorija Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine. Izgradnja mosta predstavlja jednu od četiri faze izgradnje Brze ceste: „Granica Republike Mađarske – Virovitica – Okučani – granica Bosne i Hercegovine“, na kojoj je most jedan od ključnih objekata. Investitori izgradnje mosta preko rijeke Save su Hrvatske ceste d.o.o. i Ministarstvo komunikacija i transporta BiH. Konstrukcija mosta formirana je kao čelični jednočelijski sanduk sa dva nagnuta rebra i obostranim konzolama, raspona $L=128\text{ m} + 170\text{ m} + 128\text{ m} = 426\text{ m}$. Čelična konstrukcija oslonjena je na dva upornjaka (U1 i U4) i dva stuba (S2 i S3).

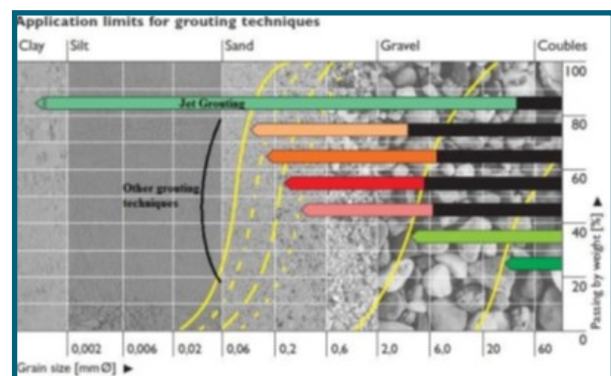
Projektno rješenje

Glavnim Geotehničkim projektom, koji je izradilo Sveučilište u Zagrebu, tj. Zavod za konstrukcije Građevinskog fakulteta sa glavnim projektantom mr.sc. Nijazom Mujkanovićem, dipl.ing.građ., definirani su podaci o tlu, tj. dati su podaci o litološkoj građi, uslojenosti i fizičko – mehaničkim parametrima temeljnog tla na lokaciji građevine. Analizom dostupne dokumentacije u apsolutnim kotama konstatovana je gotovo horizontalna uslojenost između sitnozrnih i krupnozrnih materijala, te podacima o granulometrijskom sastavu projektovano je ojačanje temeljnog tla postupkom mlaznog injektiranja („jet grouting“).

Na poziciji upornjaka (U1 i U4) predviđena je izrada mlazno injektiranih stubova u obliku potkovice, sa redom stubova koji povezuju krakove potkovice, da bi pratili oblik konstrukcije i uticaje koje ona uzrokuje u temeljnom tlu. Tokom realizacije zahtijevan je prečnik stubova najmanje 1,20 m, na međusobnom rastojanju od 1,20 m, dužine 14 m na upornjaku U1 i 13 m na upornjaku U4. Projektovani prečnik i raspored mlazno injektiranih stubova moguće je ostvariti u rahlim pijeskovima, konstatovanim Glavnim Geotehničkim projektom.

Na pozicijama stubova (S2 i S3) predviđena je izrada zagata od čeličnih talpi, koje predstavljaju izgubljenu oplatu, te zajedno sa blokom formiranim mlaznim injektiranjem treba da osiguraju vodonepropusnost unutar građevinske jame.

Projektovani prečnik mlazno injektiranih stubova je 1 m, dužine 7 m na stubnom mjestu S2 i dužine 8 m na stubnom mjestu S3. Projektovana je izrada stubova na osovinskom rastojanju 1 m, pri čemu je potrebno ostvariti smicanje 0,50 m između redova i međusobni razmak od 0,86 m. Ovakvim pristupom ostvaruje se betonski blok koji je otporan na procjeđivanje vode i kao takav ima zadatak da sprječujući hidraulički lom za vodeni stub definisan hidrauličkim analizama tokom procesa projektovanja.



Granice primjene tehnologije mlaznog injektiranja

Postupak izgradnje

Radove na izgradnji mosta izvode JV Integral Inženjering a.d., Đuro Đaković Montaža d.o.o. i Zagreb-Montaža d.o.o., dok je nominovani podizvođač za radove mlaznog injektiranja GK GRUPA d.o.o.

Postupak mlaznog injektiranja realizovan je u skladu sa EN 12716: Execution of special geotechnical works - Jet Grouting i propisima koji se povezuju na ovu normu.



Tipovi tehnologije mlaznog injektiranja



Generalno, postupak mlaznog injektiranja sastoji se od dvije faze. Prva faza se sastoji od izvođenja bušotine do projektom predviđene dubine, dok se druga faza sastoji od ubrizgavanja injekcione mješavine pod visokim pritiskom u etapama. Da bi se efekti mlaznog injektiranja ispoljili na Projektom predviđeni način, neophodno je propisati parametre injektiranja kojima se Izvođač vodi tokom realizacije radova. Projektom su propisani parametri kao što je primjenjena tehnologija (monofluidni, dvofluidni, trofluidni sistem), pritisak injektiranja (> 400 bara), visina podizanja pribora u jednom pomaku, vrijeme trajanja injektiranja u jednom pomaku, karakteristike cementa, planirani utrošak cementa, vodocementni faktor (v/c), zahtjevani parametri čvrstoće mlazno injektiranih stubova (7 i 28 dana) i niz drugih parametara. U konkretnom slučaju primjenjen je dvofluidni sistem mlaznog injektiranja. Da bi se dokazala pogodnost Projektom predviđenih i usvojenih parametara, obaveza Izvođača je realizacija probnog polja mlaznog injektiranja. Obzirom da su stubna mjesta S2 i S3 bliže rijeci, a upornjak U1 u dijelu trase iza odbrambenog nasipa (RH strana gradilišta) i upornjak U4 u inundacijskom pojasu (BiH strana gradilišta) realizovana su dva probna polja na odgovarajućim i reprezentnim pozicijama, sve u cilju dobijanja što realnijih parametara.



Izrada mlaznog injektiranja na poziciji stuba S3

Postupak izrade probnih polja takođe je propisan projektom dokumentacijom, sa jasno definisanim rasporedom mlazno injektiranih stubova, te preciznom pozicijom istražnih radova u svrhu dokazivanja kvalitete izvedenih radova.

Prateći podatke tokom realizacije probnih polja predviđenih Projektom, Izvođač radova je predložio modifikovanu tehnologiju izrade mlazno injektiranih stubova na osnovu ranijih iskustava, u svrhu postizanja većih efekata mlaznog injektiranja na predmetnoj lokaciji, te je izradio probna polja za predloženu tehnologiju radova. Ispitivanja probnih polja podrazumijevala su izradu bušotina i uzorkovanje očvrslih mlazno injektiranih stubova, te evidentiranje efekata mlaznog injektiranja (ostvareni prečnici stubova, jednoaksijalna čvrstoća uzoraka i dr.). Analizom svih provedenih radova i ispitivanja, primjenjena je tehnologija predložena od strane Izvođača radova, čiji su se pozitivni efekti dokazali tokom postupka iskopa i realizacije temeljenja u temeljnim jamama stubova S2 i S3, kao i tokom uređenja zone temeljenja na upornjacima U1 i U4.



Iskop i razupore zagata temelja stuba S3

Realizacija temeljenja u koritu rijeke Save, sa izrazito visokim vodostajem, predstavlja jedan od najznačajnijih podviga tokom izgradnje mosta preko rijeke Save. Postupak realizacije poboljšanja temeljnog tla ispod upornjaka U1 i U4 i stubova S2 i S3 u planiranom roku, omogućio je dalji nastavak radova i obezbijedio uslove da se izgradnja mosta Sava nastavi u planiranom intenzitetu, što je od izrazitog značaja na ukupno trajanje izgradnje objekta. Danas, čelična konstrukcija mosta je povezana u jednu cjelinu i u visokom stepenu gotovosti. Izgradnja pristupnih saobraćajnica takođe je u samoj završnici, što je potvrda realizacije radova u predviđenom roku.

Više informacija i fotografija o ovom i ostalim projektima kompanije Integral Inženjering a.d. Laktaši je dostupno na web stranici <https://www.integralinzenjering.com/>



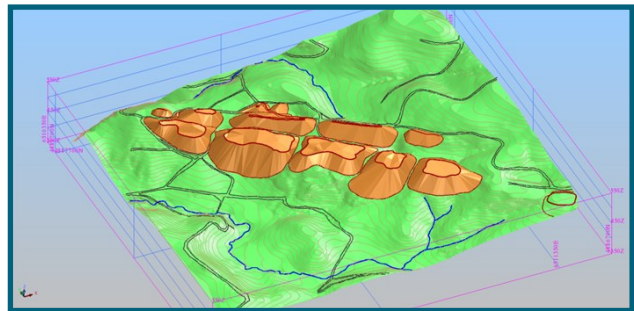
Sanacija i rekultivacija odlagališta "Bare" u Kaknju - RMU "Kakanj" d.o.o., Kakanj

Dean Osmanović, MA inž.rud., Rudarski institut d.d., Tuzla

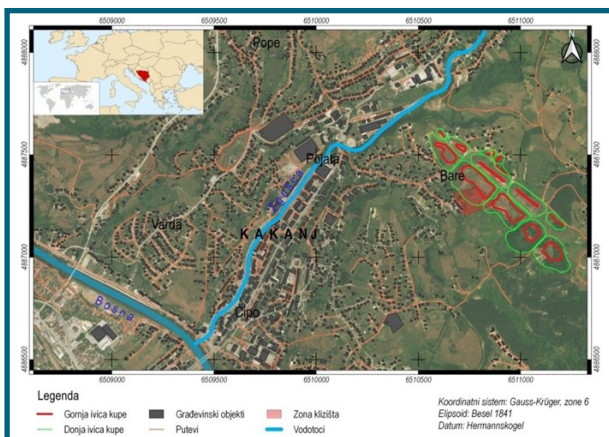
Rudnička odlagališta zauzimaju velike površine zemljišta. Osim što svojim izgledom narušavaju oko-linu, uz neodgovarajuću izgradnju i održavanje, ugrožavaju okolne objekte usljed klizanja masa, djelovanjem prašine i sl. U slučaju starog rudničkog odlagališta „Bare“ u Kaknju, prilikom klizanja materijala nanešena je veća materijalna šteta na stambenim objektima izgrađenim neposredno uz ivicu starog odlagališta. Tom prilikom smrtno je stradala jedna osoba.

Odlagalište Bare je locirano u istoimenom naselju, na 2-3 km udaljenosti istočno od centra Kaknja.

Lokalitet Bare se koristio za odlaganje jalovine nastale separisanjem uglja iz podzemne eksploatacije Rudnika mrkog uglja "Kakanj". Transport jalovine se vršio žičarom, pri čemu su formirane "kupe" odložene jalovine. Dispoziciju "kupi" i položaj odlagališta možemo vidjeti na slici digitalnog modela odlagališta:

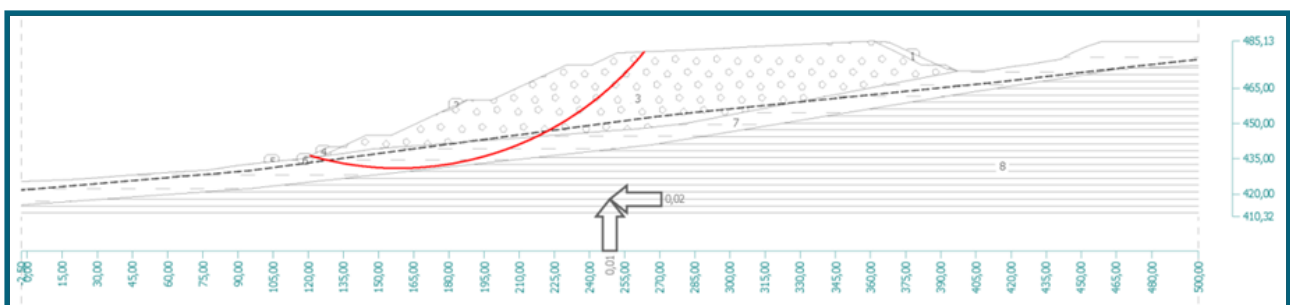


DTM (Digital Terrain Model) - model odlagališta „Bare“ prije pojave klizišta



Položaj odlagališta "Bare"

U cilju iznalaženja najprihvatljivijih stabilizacionih mjera postojećih kosina odlagališta, izrađeno je više varijanti rasterećenja za područje odlagališta koje je zahvaćeno klizištem kao i za cijelo odlagalište. Za svaku varijantu je izvršena analiza stabilnosti. Usvojena geometrija rasterećenja je prikazana na sljedećoj slici:

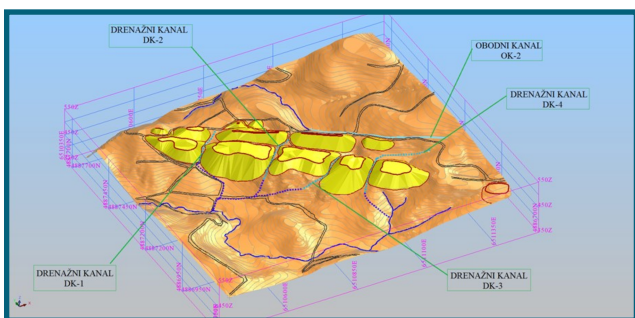


Analiza stabilnosti završne kosine odlagališta "Bare" po Bishop metodi ($F_s=1,51$)

Cilj je bio dimenzionisati takvu geometriju sanacije da se sve mase koje se otkopaju (cca. 613.000 č.m³) odlože na isti lokalitet, odnosno zapune prazni prostori između postojećih kupi, što se u potpunosti i uspješno.

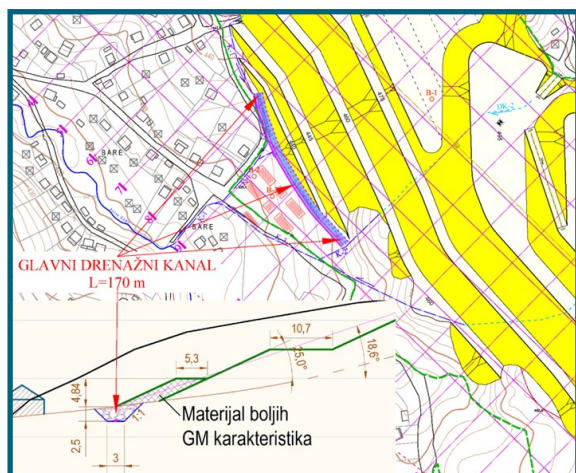


Pristup saniranju klizišta se sastojao u izgradnji određenih drenažnih kanala i kanala van područja odlagališta (obodni kanali), radi prikupljanja obo-rinskih i infiltracionih (procjednih) voda. Zatim su, usljed rasterećenja masa odlagališta, po sistemu *odozgo na dole*, formirane određene etaže i rampe na odlagalištu. Nakon toga pristupilo se izradi glavnog drenažnog kanala (GDK) u nožici klizišta. Iznad postojećih objekata gdje se pojavilo klizište vršena je izmjena materijala u nožici klizišta, te izrada glavne drenaže korištenjem lomljenog kame-na, dimenzija 100-300 mm, u dužini od oko 170 m. Na narednoj slici digitalnog modela terena prikazani su objekti odvodnjavanja koji se izrađuju prije svih denivelacionih radova:



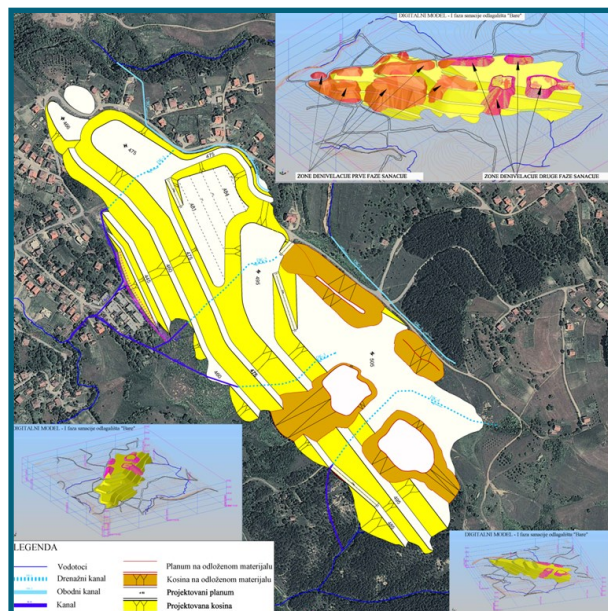
Priprema podloge odlagališta za prvu i drugu fazu odlaganja prikazana na DTM

Dispozicija glavnog drenažnog kanala, ojačanja nožice odlagališta i geometrija rasterećenja odloženih masa su prikazane na sljedećoj slici:



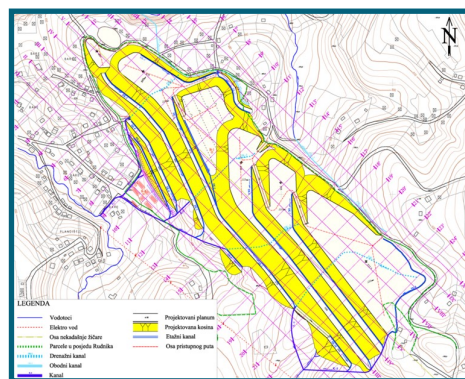
Dispozicija glavnog drenažnog kanala sa detaljem

Izgled odlagališta nakon prve faze sanacije je prikazan na sljedećoj slici:

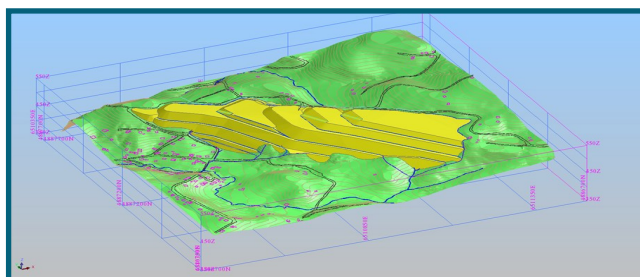


Projektovana geometrija odlagališta nakon prve faze sanacije

Projektovana konstrukcija odlagališta nakon druge faze sanacije je prikazana na narednim slikama:



Izgled završne konture odlagališta nakon druge faze sanacije (tehnička rekultivacija)



Izgled završne konture odlagališta nakon tehničke



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

Bilten br. 6/2021

Aktivnosti Društva za geotehniku u Bosni i Hercegovini u 2021. godini

Iako se naučno-stručni skup GEO-EXPO nije održao ni ove godine, Društvo za geotehniku u Bosni i Hercegovini je nastavilo objavljivanje naučnih i stručnih radova u Zborniku pod nazivom:

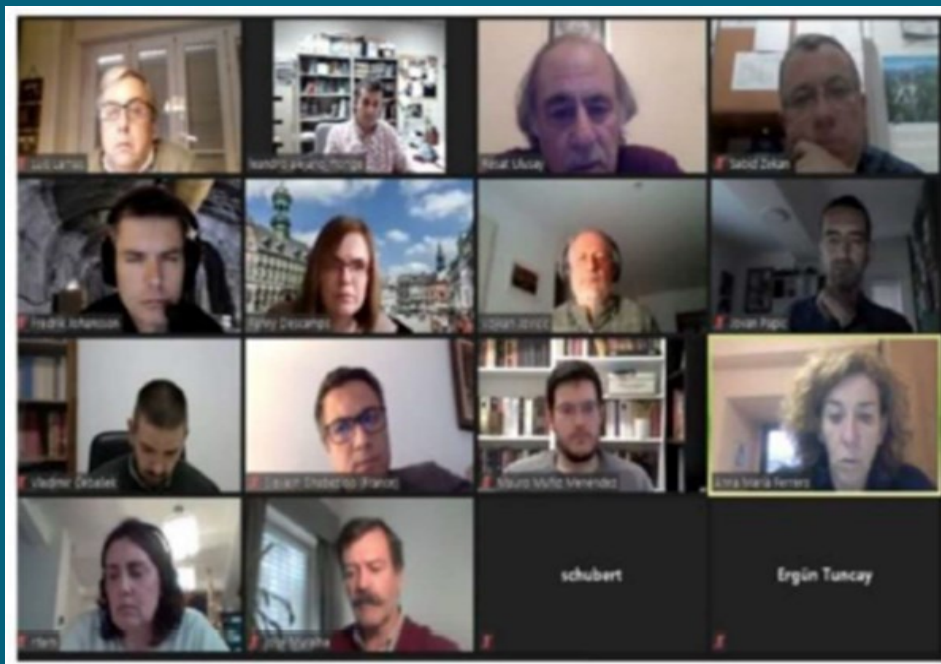
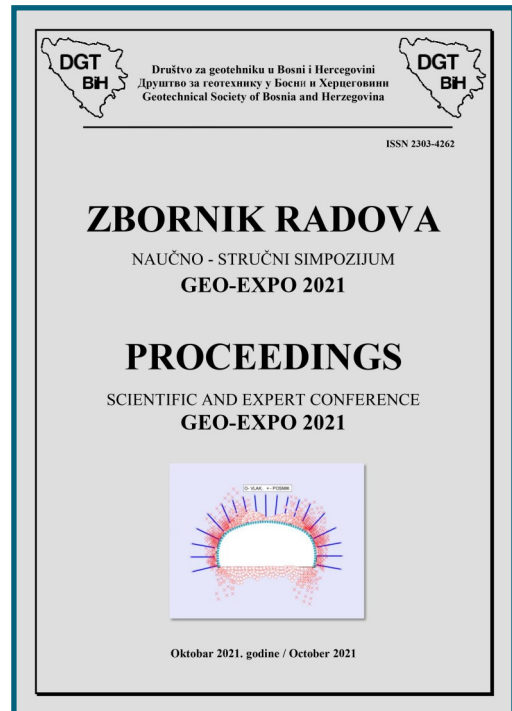
ZBORNİK RADOVA
„NAUČNO - STRUČNI SIMPOZIJUM
GEO-EXPO“.

Teme Zbornika su: podzemne konstrukcije, rudarstvo, građevinarstvo i okolišni inženjering, klizišta, geotehnička istraživanja i monitoring, geotehnički hazardi i rizici, infrastruktura, temeljenje i deponije.

Zahvaljujemo se autorima na doprinosu, posvećenosti i volji da podijele rezultate svojih istraživanja i rada sa članovima geotehničke zajednice.

Sadržaj zbornika i sažetci radova su dostupni na internet stranici Društva za geotehniku u Bosni i Hercegovini:

http://geotehnika.ba/Zbornici_radova/Zbornici_radova.html



Sabid Zekan, predsjednik Upravnog odbora, je u ime Društva za geotehniku u BiH u novembru učestvovao na online sastanku Vijeća ISRM-a (Međunarodnog udruženja za mehaniku stijena i inženjerstvo u stijenskoj masi). Tom prilikom je izabran novi predsjednik ISRM-a, profesor Seokwon Jeon iz Republike Koreje, koji će preuzeti predsjedavanje nakon 15. ISRM - međunarodnog kongresa o mehanici stijena u Salzburu (Austrija) u oktobru 2023. godine.