



GLASNIK

RUDARSKO-GEOLOŠKO-GRAĐEVINSKOG FAKULTETA

JOURNAL OF FACULTY OF
MINING, GEOLOGY AND CIVIL
ENGINEERING

2020. GODINA/YEAR
Broj 8/Vol. 8

2020/8

Naučno-stručni časopis za istraživanje u naučnim poljima 1,5, 2.1 i 2.7 (Frascati)
Scientific-Professional Journal for Research in Fields of Science 1.5, 2.1 and 2.7 (Frascati)



GLASNIK RUDARSKO-GEOLOŠKO-GRAĐEVINSKOG FAKULTETA

ISSN 2303-5145 (Print)
ISSN 2303-5145 (Online)

Izdavač

Rudarsko-geološko-građevinski fakultet, Univerzitet u Tuzli

Za izdavača

Prof.dr.sc. Kemal Gutić

Glavni i odgovorni urednik

Prof.dr.sc. Rejhana Dervišević
Rudarsko-geološko-građevinski fakultet
Univerzitetska 2, 75000 Tuzla, BiH
Tel. +387 35 320 582
e-mail: rejhana.dervisevic@untz.ba, rdervisevic@gmail.com

Tehnički urednik online izdanja

Prof.dr.sc. Tihomir Knežiček
Tel. +387 35 320 571
e-mail: tihomir.knezicek@untz.ba

UREĐIVAČKI ODBOR

Rejhana Dervišević
Tihomir Knežiček
Kemal Gutić
Nedim Suljić
Sejfudin Vrabac
Jelena Marković
Sunčica Mašić
Senaid Salihović
Izet Žigić
Dinka Pašić-Škripić

Izudin Bajrektarević
Omer Musić
Nedžad Alić
Kenan Mandžić
Zvezdan Karadžin
Adnan Hodžić
Ismet Gušić
Damir Zenunović
Adila Nurić
Eldar Husejnagić

MEĐUNARODNI SAVJETODAVNI ODBOR

Stjepan Ćorić, Austrija
Radomir Folić, Srbija
Hazim Hrvatović, Bosna i Hercegovina
Ivan Vrkljan, Hrvatska
Dubravka Bjegović, Hrvatska
Biljana Kovačević-Zelić, Hrvatska
Dunja Aljinović, Hrvatska
Tarik Kupusović, Bosna i Hercegovina
Azra Kurtović, Bosna i Hercegovina
Stjepan Lakušić, Hrvatska
Oleg Mandić, Austrija
Vladimir Simić, Srbija
Rade Jelenković, Srbija

Enver Mandžić, Bosna i Hercegovina
Damir Markulak, Hrvatska
Esad Mešić, Bosna i Hercegovina
Violeta Mirčevska, Makedonija
Krzysztof Kotwic, Poljska
Esad Prohić, Hrvatska
Ahmed El Sayed, Bosna i Hercegovina
Predrag Mišćević, Hrvatska
Mirza Ponjavić, Bosna i Hercegovina
Vlastimir Radonjanin, Srbija
Danilo Ristić, Makedonija
Ljupko Rundić, Srbija
Phalguni Sen, Indija
Rade Tokalić, Srbija

DTP

Rešad Grbović

Lektor

Selma Brčaninović

Print

COPYGRAF d.o.o.Tuzla

Tiraž

50 kom.

GLASNIK
RUDARSKO-GEOLOŠKO-GRAĐEVINSKOG
FAKULTETA

TUZLA, 2020. GOD.

SADRŽAJ

Rejhana Dervišević	
RIJEČ GLAVNOG I ODGOVORNOG UREDNIKA	7
Sejfudin Vrabac, Izudin Đulović, Elvir Babajić	
PALEONTOLOŠKE I STRATIGRAFSKE KARAKTERISTIKE BADENA I SARMATA U PROFILU BUŠOTINE DH-1 KOD LUKAVCA (TUZLANSKI BAZEN, CENTRALNI PARATETIS)	9
Adnan Hodžić, Sanel Nuhanović, Elvir Babajić, Muamer Muratović	
VAŽNOST MJERENJA UGLA OTKLONA KANALA BUŠOTINE NA PRIMJERU BUŠOTINE B-73 NA LEŽIŠTU KAMENE SOLI "TETIMA"	17
Dževad Forčaković, Rejhana Dervišević, Hamo Isaković	
POTENCIJALNOST SJEVEROZAPADNOG DIJELA BUGOJANSKOG UGLJONOSNOG BASENA	26
Dean Osmanović, Muhidin Brčaninović, Akif Ibrišimović	
PRENAMJENA RUDNIČKOG ODLAGALIŠTA "BARE" KOD KAKNJA, BOSNA I HERCEGOVINA	35
Benjamin Brašnjic, Vahid Avdić, Zajkan Mrkaljević	
ANALIZA STABILNOSTI KOSINA NA SJEVERNOM VANJSKOM ODLAGALIŠTU "DUBRAVA" RMU "BANOVIĆI" PRIMJENOM METODE KONAČNIH ELEMENATA (MKE)	44
Sanel Nuhanović, Adnan Hodžić, Amir Sušić, Jovana Munjiza	
VAŽNOST TESTIRANJA NEZACIJEVLJENJE BUŠOTINE U GASNOM LEŽIŠTU	54
Zahid Bašić, Anadel Galamić	
REZULTATI ISTRAŽIVANJA ODRŽAVANJA LOKALNIH PUTEVA	61
In memoriam	
prof.dr.sci. Indira Sijerčić	69
prof.dr.sci. Rijad Šišić	71



Prof.dr.sc. Rejhana Dervišević
Glavni i odgovorni urednik

Poštovani čitatelji, veliko nam je zadovoljstvo naučnoj i stručnoj javnosti ponuditi na uvid novi broj naučno-stručnog časopisa Glasnik Rudarsko-geološko-građevinskog fakulteta.

U skoro šest decenija rada našeg Fakulteta, pored obrazovnog procesa odvijao se i naučnoistraživački rad, realiziran kroz brojne i značajne domaće, evropske i međunarodne projekte koji su doprinijeli razvoju privrede Bosne i Hercegovine, kao i rudarske, geološke i građevinske struke i nauke. Iz svih općih opredjeljenja za naučnoistraživački i naučnonastavni današnja organizacija našeg Fakulteta odvija se kroz pet studijskih odsjeka: Rudarstvo, Geologija, Građevinarstvo, Bušotinska eksploatacija mineralnih sirovina i Sigurnost i pomoć, te naučna polja 1.5, 2.1 i 2.7 (Frascati).

Rad na promociji i podizanju kvaliteta, kao i afirmaciji časopisa, predstavlja veliki izazov za svakog glavnog i odgovornog urednika. Za ostvarenje tog cilja neophodni su aktuelni naučni i stručni radovi, ali i sistemski rad te uspješna saradnja članova Uređivačkog i Savjetodavnog odbora, recenzenata i autora.

Zahvaljujemo autorima koji su naš časopis odabrali za objavu svojih radova. Očekujemo da ćemo i ubuduće nastaviti i proširiti saradnju doprinoseći kako prepoznatljivosti časopisa, tako i promociji naučne misli i naučnoistraživačkih rezultata.

PALEONTOLOŠKE I STRATIGRAFSKE KARAKTERISTIKE BADENA I SARMATA U PROFILU BUŠOTINE DH-1 KOD LUKAVCA (TUZLANSKI BAZEN, CENTRALNI PARATETIS)

Sejfudin Vrabac¹, Izudin Đulović², Elvir Babajić³

SAŽETAK

Bušotina DH-1 urađena je 2017. godine u sjeverozapadnom dijelu Tuzlanskog bazena, oko 4 km sjeverno od Lukavca. Sedimenti profila ove bušotine raščlanjeni su na donji, srednji i gornji miocen. Srednji miocen čine sedimenti badena i sarmata. Baden ima debljinu 427,3 m. Na osnovu foraminifera podijeljen je na donji, srednji i gornji baden. Donji baden je debeo 303,3 m. On je transgresivan i diskordantan preko slatkovodnih, jezerskih sedimenata donjeg miocena. Predstavljen je slojevitim laporcima u kojima su zastupljeni slojevi pješčara i konglomerata. Donji baden je dokazan foraminiferskom zonom *Trilobatus trilobus-Orbulina suturalis*. Srednji baden debljine 19 m, predstavljen je slojevima laporaca i pješčara. Dokazan je zonom *Cibicidoides ungerianus ungerianus*. Gornji baden ima debljinu 105 m, a čine ga laminirani i tankoslojeviti laporci, kao i tanki slojevi pješčara. Podijeljen je na stariju zonu *Bolivina dilatata maxima*, i mlađu zonu *Globigerina bulloides* (= Zona osiromašenja). Specifičnost biostratigrafske podjele badena u profilu bušotine DH-1 je u tome što je ovdje završni dio gornjeg badena predstavljen zonom *G. bulloides* (= Zona osiromašenja). Ovo je prvo izdvajanje navedene zone, kako u Tuzlanskom bazenu, tako i na južnom obodu Centralnog Paratetisa. Sarmat ima debljinu 230 m. Podijeljen je na dvije foraminiferske zone. Starija zona je *Anomalinoidea dividens*. Ona ima debljinu 85 m i odgovara *Mohrensternia* slojevima. Ovaj dio sarmata čine laminirani i slojeviti laporci, sa slojevima pješčara i konglomerata. Mlađu zonu sarmata čini zona *Porosonion granosum*, koja je sinhrona *Ervilia* slojevima. Debljina ove stratigrafske jedinice je 145 m. Ova zona je predstavljena slojevitim laporcima, u kojima su zastupljeni slojevi pješčara, konglomerata i krečnjaka. Taloženje badenskih i sarmatskih sedimenata izvršeno je u sublitoralu Centralnog Paratetisa, a izrazito oplićavanje bilo je krajem badena. Tada je nastupila regresija mora uzrokovana moldavskom orogenetskom fazom. Na oplićavanje mora ukazuju laminirani laporci koji su zastupljeni u mlađem dijelu gornjeg badena.

Ključne riječi: baden, sarmat, Tuzlanski bazen, Centralni Paratetis, foraminifere, mekušci.

1. UVOD

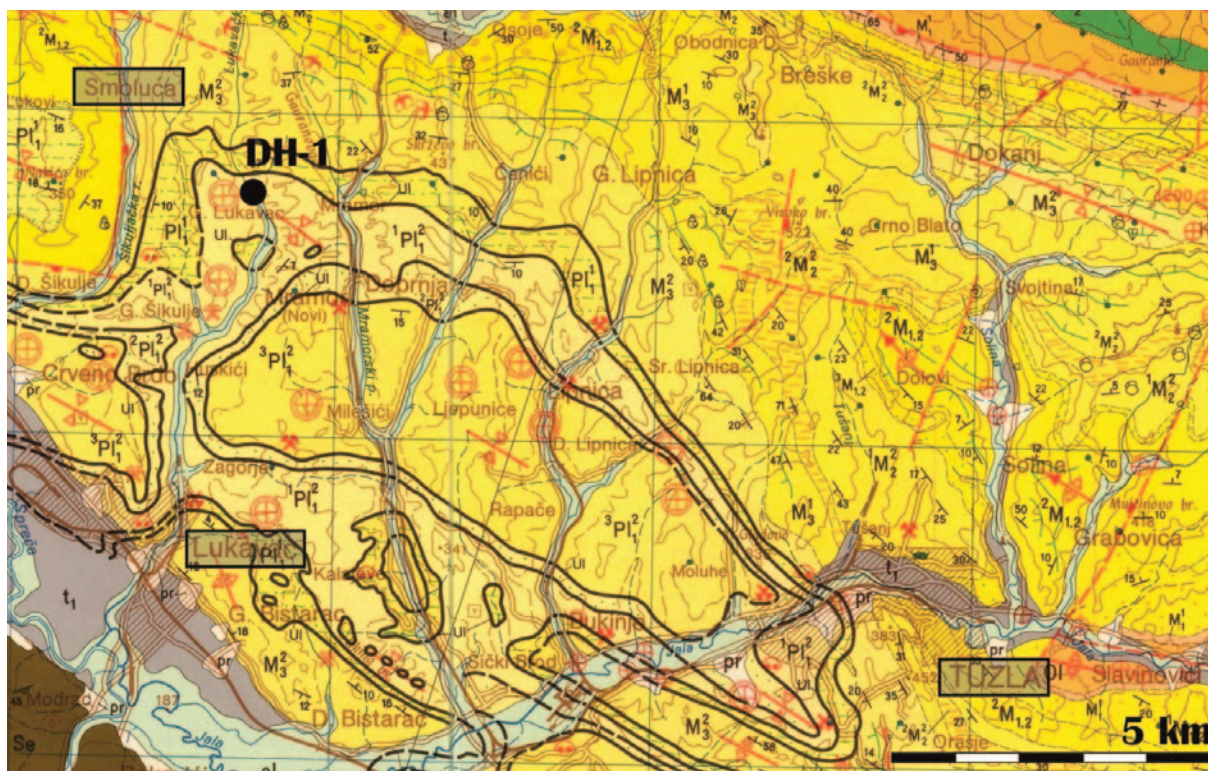
Na prostoru sinklinale Smoluća, u sjeverozapadnom dijelu Tuzlanskog bazena, oko 4 km sjeverno od Lukavca (sl. 1), urađena je bušotina DH-1 dubine 1153 m. Bušotina je realizovana 2017. god. s primarnim ciljem da se provjeri da li je u ovom dijelu Tuzlanskog bazena zastupljena sona formacija. Finansijer istražnog bušenja bilo je privredno društvo SISECAM SODA LUKAVAC (d.o.o). S obzirom da je bušenje vršeno s kontinuiranim jezgrovanjem, uzeti su uzorci za makropaleontološke analize mekušaca i

¹ Prof. Sejfudin Vrabac, University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, sejfudin.vrabac@untz.ba

² Prof. Izudin Đulović, University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, izudin.dulovic@untz.ba

³ Prof. Elvir Babajić, University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, elvir.babajic@untz.ba

mikropaleontološke analize foraminifera. U prvoj fazi istraživanja uzeta su 22 mikropaleontološka uzorka na rastojanjima 1-80 m. Na osnovu analiza ovih uzoraka izdvojeni su slatkovodni jezerski sedimenti donjeg miocena, morski sedimenti srednjeg miocena, i gornjemiocenski sedimenti brakičnog jezera. U drugoj fazi istraživanja uzeto je još 16 mikropaleontoloških uzoraka, na rastojanjima 5-10 m, iz morskih sedimenata badena i sarmata. Cilj ovih istraživanja bio je da se preciznije definišu granice stratigrafskih jedinica, kao i da se provjeri da li su u profilu badena zastupljeni sedimenti srednjeg badena i mlađe zone gornjeg badena.



Slika 1. Geografski položaj bušotine DH-1 (y=6 543 769, x=4 938 591).

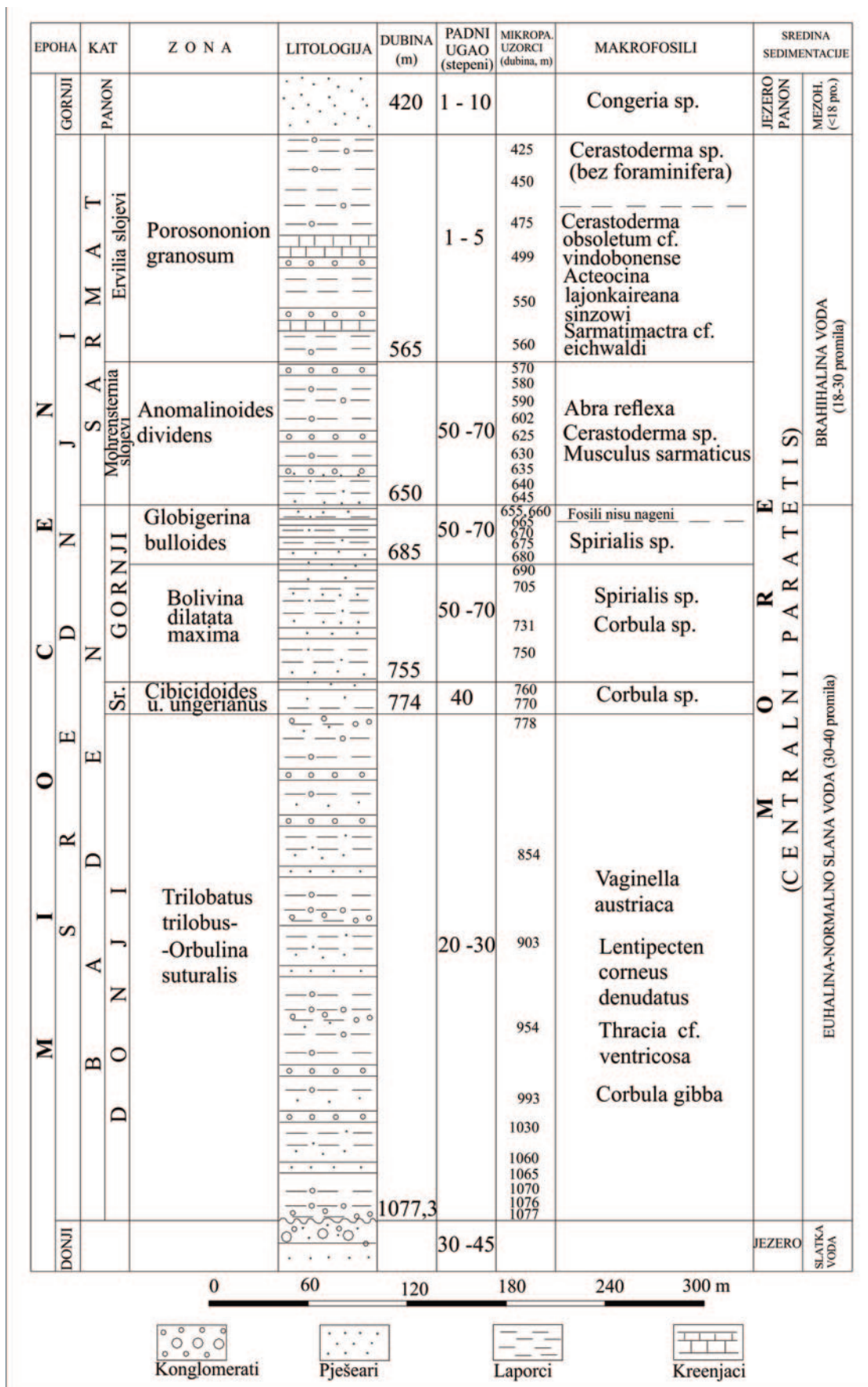
2. METODE

Istraživanja su realizovana primjenom terenskih, laboratorijskih i kabinetskih metoda. Od terenskih metoda korištena je metoda detaljnog geološkog kartiranja jezgra bušotine DH-1. Za mikropaleontološke analize foraminifera u prvoj fazi istraživanja uzeta su 22 uzorka, a u drugoj fazi još 16 uzoraka. U laboratoriji su prikupljeni uzorci pripremljeni za mikroskopske analize. U kabinetu su pomoću odgovarajućeg mikroskopa vršene analize uzoraka, određivane asocijacije foraminifera, i definisane foraminiferske zone badena i sarmata.

3. REZULTATI

Na osnovu foraminifera i makrofaune, srednjemiocenski sedimenti u profilu bušotine DH-1 raščlanjeni su na baden i sarmat (sl. 2).

Baden je izdvojen u intervalu 1077,3-650,0 m. Podijeljen je na donji, srednji i gornji baden. Prividna debljina badena je 427,3 m. Donji baden je transgresivan i diskordantan preko slatkovodnih klastita donjeg miocena. Izdvojen je u intervalu 1077,3-774,0 m. Prividna debljina mu je 303,3 m, a padni uglovi slojeva su 20-30 stepeni. Predstavljen je slojevitim laporcima, u kojima su zastupljeni slojevi pješčara i konglomerata. U laporcima su u intervalu 854,9-1070,0 m prisutni brojni otisci ljuštura pteropoda *Vaginella austriaca* KITTL. Znatno rjeđe prisutni su mekušci: *Corbula gibba* (OLIVI), *Lentipecten corneus denudatus* (REUSS), *Thracia cf. ventricosa* PHILIPPI, i drugi. Mjestimično su u laporcima i pješčarima donjeg badena zastupljeni milimetarski i centimetarski fragmenti ugljenificiranog bilja. Tamnosivi laporci i pješčari u intervalu 993,4-993,6 m pored ugljenificiranih fragmenata bilja, sadrže i lamine uglja. Donji baden je dokazan



Slika 2. Stratigrafski stub badena i sarmata u profilu bušotine DH-1 kod Tuzle.

foraminiferskom zonom *Trilobatus trilobus-Orbulina suturalis*. U uzorku tamnosivog laporca, s dubine 778 m, određene su sljedeće foraminifere: *Trilobatus* (= *Globigerinoides*) *trilobus* (REUSS), *Orbulina suturalis* BRÖNNIMANN, *Globigerina* sp., *Globigerina bulloides* d' ORBIGNY, *Valvulineria complanata* (d' ORBIGNY), *Praeglobobulimina pyrula* (d' ORBIGNY), *Bulimina* sp., *Lenticulina inornata* (d' ORBIGNY), *Bolivina* sp., *Uvigerina* cf. *aculeata* d' ORBIGNY, *Uvigerina* sp., i *Semivulvulina* sp. (sl. 3). Foraminifere su relativno često zastupljene sa izrazitom dominacijom planktonskih formi.



Slika 3. Asocijacija donjebadenskih foraminifera iz uzorka s dubine 778 m (veličina ljuštura 0,2-0,8 mm).

Pored navedenih foraminifera u ostalim uzorcima iz donjeg badena nađene su još: *Uvigerina macrocarinata* PAPP & TURNOVSKY, *Quinqueloculina* sp., *Dentalina* sp., *Globoquadrina altispira* (CUSHMAN & JARVIS), *Nonion commune* (d' ORBIGNY), *Praeglobobulimina pupoides* (d' ORBIGNY), *Cibicoides ungerianus ungerianus* (d' ORBIGNY), *Ammonia viennensis* (d' ORBIGNY), *Uvigerina pygmoides* PAPP & TURNOVSKY i *Borelis* sp.. Treba istaći da je vrsta *Uvigerina macrocarinata* zastupljena isključivo u donjem badenu Centralnog Paratetisa (Cicha et al., 1998). U pojedinim uzorcima iz donjeg badena nađeni su fragmenti bodlji ehinida, kao i kristali pirita. Pirit je prisutan i na pojedinim ljušturicama foraminifera. Donjebadenska zona *Trilobatus trilobus-Orbulina suturalis* je ekvivalentna Lagenidnoj zoni Bečkog bazena (Grill, 1943; Papp & Schmid, 1985).

Srednji baden je definisan u intervalu 774-755 m. Predstavljen je zonom *Cibicoides ungerianus ungerianus*. Prividna debljina ove zone je 19 m. Padni uglovi slojeva su oko 40 stepeni. U ovoj zoni su prisutni slojeviti laporci u kojima se nalaze slojevi pješčara. Laporci sadrže fragmente ugljenificiranog bilja i otiske kapaka školjkaša *Corbula* sp.. Foraminifere su rijetko zastupljene, sa izrazitom dominacijom bentoskih formi. Pirit je prisutan ili u vidu pojedinačnih kristala, ili u obliku inkrustacija po ljušturicama foraminifera. Određene su sljedeće foraminifere: *Cibicoides ungerianus ungerianus* (d' ORBIGNY), *Bulimina* sp., *Bulimina subulata* CUSHMAN & PARKER, *Praeglobobulimina pupoides* (d' ORBIGNY), *Praeglobobulimina pyrula* (d' ORBIGNY), *Uvigerina* cf. *pygmoides* PAPP & TURNOVSKY, *Globigerina bulloides* d' ORBIGNY, *Fursenkoina acuta* (d' ORBIGNY), *Cassidulina laevigata* d' ORBIGNY, *Globoquadrina altispira* (CUSHMAN & JARVIS), *Valvulineria complanata* (d' ORBIGNY), *Ammonia viennensis* (d' ORBIGNY), *Elphidium* sp., *Dentalina* sp., *Oridorsalis umbonatus* (REUSS) i *Quinqueloculina* sp..

Gornji baden je određen u intervalu 755-650 m. Podijeljen je na stariju zonu *Bolivina dilatata maxima* i mlađu zonu *Globigerina bulloides*. Zona *Bolivina dilatata maxima* izdvojena je u intervalu 755-685 m. Prividna debljina joj je 70 m. Padni uglovi slojeva su 50-70 stepeni. U ovoj zoni su zastupljeni laminirani i tankoslojeviti laporci, sa tankim slojevima pješčara. Od makrofosila ističu se brojni ostaci pteropoda *Spirialis* sp.. Mjestimično je prisutna i *Corbula* sp.. Sedimenti ove gornjebadenske zone sadrže i fragmente bodlji ehinida. Po pojedinim makrofosilima i foraminiferama prisutne su inkrustacije pirita. Ovaj mineral se nalazi i u vidu kristala. U uzorku s dubine 705 m određene su sljedeće foraminifere: *Bolivina dilatata maxima* CICHA & ZAPLETALOVA, *Pappina parkeri* (KARRER), *Globigerina bulloides* d' ORBIGNY, *Bulimina elongata* d' ORBIGNY, *Bulimina* sp., i *Orbulina suturalis* BRÖNNIMANN (sl. 4).

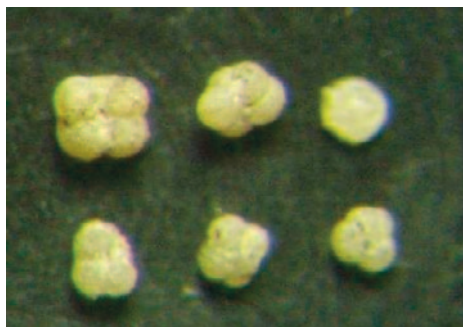
Pored navedenih foraminifera, u ovoj gornjebadenskoj zoni, zastupljene su još: *Laevidentalina* sp., *Nonion commune* (d' ORBIGNY), *Lenticulina inornata* (d' ORBIGNY), *Asterigerinata planorbis* (d' ORBIGNY), i *Fursenkoina* sp..

Zona *Globigerina bulloides* predstavlja završni dio gornjeg badena i izdvojena je u intervalu 685-650 m. Prividna debljina ove zone je 35 m. Padni uglovi lamina su 50-70 stepeni. Ovu zonu čine sivi, laminirani, pjeskoviti laporci. Specifično obilježje ove zone je izrazita oskudnost fosilima. Posebno treba



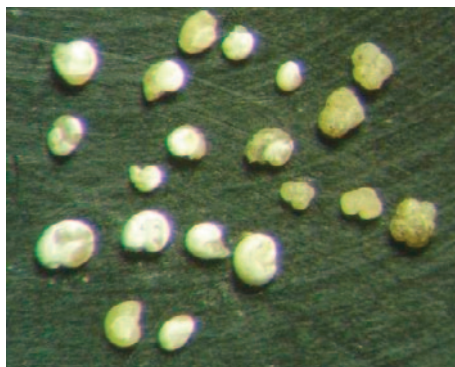
Slika 4. Asocijacija foraminifera gornjebadenske zone Bolivina d. m. iz uzorka s dubine 705 m (dimenzije ljušturica 0,2-0,6 mm).

istaći uzorke s dubine 660 m i 655 m u kojima nisu nađene foraminifere. U uzorku laminiranog laporca s dubine 675 m nađene su izuzetno rijetke foraminifere: *Globigerina bulloides* d' ORBIGNY i *Asterigerinata planorbis* (d' ORBIGNY) (sl. 5). U uzorku s dubine 670 m nađena je jedna *Quinqueloculina* sp..



Slika 5. Foraminifere gornjebadenske zone *G. bulloides* s dubine 675 m (dimenzije ljušturica su 0,3-0,5 mm).

U starijem dijelu ove gornjebadenske zone prisutan je pteropod *Spirialis* sp. (sl. 6), kao i fragmenti krljušti riba i ugljenificiranog bilja.



Slika 6. Ljušturice pteropoda *Spirialis* sp. i globigerina iz gornjebadenske zone *G. bulloides* s dubine 665 m (dimenzije ljušturica su 0,3-0,6 mm).

Sarmat je definisan u intervalu 650-420 m. Podijeljen je na stariju zonu *Anomalinoidea dividens*, koja odgovara *Mohrensternia* slojevima, i mlađu zonu *Porosonion granosum* koja je ekvivalentna *Ervilia* slojevima. Prividna debljina sarmata je 230 m. Starija zona *Anomalinoidea dividens* izdvojena je u intervalu 650-565 m. Debljina joj je 85 m. Padni uglovi slojeva su 50-70 stepeni. U ovoj zoni se nalaze laminirani i slojeviti laporci, u kojima su zastupljeni slojevi pješčara i vrlo rijetko konglomerata. Od makrofosila sadrže: *Abra reflexa* (EICHWALD), *Musculus sarmaticus* (GATUEV) i *Cerastoderma* sp.. U pojedinim uzorcima nađeni su i milimetarski fragmenti ugljenificiranog bilja. Foraminifere su rijetko zastupljene. U uzorku laminiranog

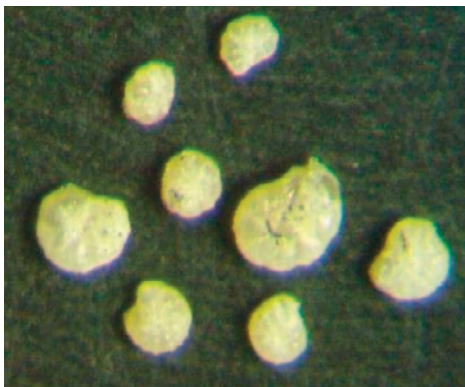
laporca s dubine 625 m određene su: *Anomalinooides dividens* LUCZKOWSKA, *Articulina sarmatica* (KARRER) i *Quinqueloculina* sp. (sl. 7).



Slika 7. Foraminifere sarmatske zone *Anomalinooides dividens* s dubine 625 m (dimenzije ljuštura su 0,3-0,6 mm).

U ovoj sarmatskoj zoni određene su još: *Ammonia viennensis* (d' ORBIGNY), *Bulimina elongata elongata* d' ORBIGNY, *Bolivina* sp., *Nonion commune* (d' ORBIGNY), *Elphidium hauerinum* (d' ORBIGNY), *Elphidium* sp., i *Porosonion granosum* (d' ORBIGNY). U uzorku s dubine 640 m prisutan je pirit u vidu inkrustacija po ljušturicama foraminifera.

Mlađa zona sarmata *Porosonion granosum* izdvojena je u intervalu 565-420 m. Debljina joj je 145 m. Padni uglovi slojeva su 1-5 stepeni. Ovu zonu čine slojeviti laporci, koji su mjestimično laminirani, kao i slojevi pješčara, konglomerata i rijetko krečnjaka. Makrofosili su predstavljeni mekušcima: *Sarmatimactra* cf. *eichwaldi* LASKAREV, *Cerastoderma obsoletum* cf. *vindobonense* PARTSCH i *Acteocina lajonkaireana sinzowi* (KOLESNIKOV). U intervalu 475-425 m foraminifere nisu nađene. U uzorku laminiranog laporca s dubine 550 m određena je zonska vrsta *Porosonion granosum* (d' ORBIGNY) (sl. 8).



Slika 8. Foraminifere mlađe sarmatske zone *Porosonion granosum* s dubine 550 m (dimenzije ljušturica su 0,2-0,5 mm).

U laporcima ove zone nađene su još: *Asterigerinata planorbis* (d' ORBIGNY), *Bolivina* sp., *Bulimina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Anomalinooides dividens* LUCZKOWSKA, *Pseudotriloculina consobrina* (d' ORBIGNY), *Elphidium hauerinum* (d' ORBIGNY), i *Globigerina praebulloides* BLOW. U pojedinim uzorcima nađeni su i ostrakodi. Fragmenti ugljenificiranog bilja, i skrame piritu po ljušturicama foraminifera, konstatovani su u uzorku laporca s dubine 560 m.

4. DISKUSIJA

Raniji istraživači sjeverozapadnog dijela Tuzlanskog bazena (Katzer, 1909; Kranjec, 1965; Soklić, 1986; Čičić et al., 1991), nisu vršili biostratigrafsko raščlanjivanje badena („torton“) i sarmata. Na osnovu litofacijalnih karakteristika Kranjec (1965) na prostoru sinklinale Smoluća izdvaja mlađi „torton“ i donji sarmat. Soklić (1986) na ovom dijelu Tuzlanskog bazena, pored ostalog, definiše „torton“ (= baden) i sarmat.

Na OGK list Tuzla u rejonu sinklinale Smoluća Čičić et al. (1991) definisali su mlađi „torton“ i sarmat. Prvo biostratigrafsko raščlanjivanje badena i sarmata na ovom terenu izvršili su Đulović et al. (2019). Ovom prilikom, zbog malog broja mikropaleontoloških uzoraka, nisu precizno definisane granice stratigrafskih jedinica, i nije izdvojen srednji baden, kao ni mlađa zona gornjeg badena. U cilju realizacije tih zadataka u ovom radu su korišteni mikropaleontološki uzorci uzeti na rastojanjima 5-10 m. Detaljnom analizom foraminifera iz ovih uzoraka preciznije su određene granice stratigrafskih jedinica, te je izdvojen srednji baden i mlađa zona gornjeg badena. Srednji baden je dokazan zonom *Cibicidoides ungerianus ungerianus*. Srednji baden je u drugim dijelovima Tuzlanskog bazena predstavljen zonom *Pappina parkeri* (= *Uvigerina bononiensis compressa*) (Petrović et al., 1990; Vrabac, 1999). Ekvivalent ove zone u Bečkom bazenu je *Spiroplectamina* zona (= Zona pješćanih foraminifera) (Grill, 1943). Specifičnost biostratigrafske podjele badena u profilu bušotine DH-1 je u tome što je ovdje mlađi dio gornjeg badena predstavljen zonom *Globigerina bulloides*. Ovo je prvo izdvajanje navedene zone u gornjem badenu, kako u Tuzlanskom bazenu, tako i na južnom obodu Centralnog Paratetisa. Mlađi dio gornjeg badena u srednjem i jugoistočnom dijelu Tuzlanskog bazena predstavljen je zonom *Ammonia viennensis* (= *Ammonia beccarii*) (Petrović et al., 1990; Vrabac, 1999). U Bečkom bazenu ovoj zoni odgovara *Rotalidna* zona (= Zona osiromašenja) (Grill, 1943; Papp & Schmid, 1985). Konstatovano je da u profilu bušotine DH-1 baden počinje donjim badenom koji je diskordantan i transgresivan preko slatkovodnih klastita donjeg miocena. Donjebadenska transgresija je dokazana na velikom prostoru južnog oboda Centralnog Paratetisa (Vrabac, 1999; Ćorić et al., 2009; Mandić et al., 2009; Pezelj et al., 2013; Mandić et al., 2019; Jovanović et al., 2019; Stefanović et al., 2019). Posebna zanimljivost profila bušotine DH-1 je što ovdje, za razliku od središnjeg i jugoistočnog dijela Tuzlanskog bazena, u donjem badenu nije zastupljena sona formacija, kao ni zona *Ammonia viennensis-Nonion commune* koja je pozicionirana u neposrednoj krovini sone formacije. U sjeverozapadnom dijelu Tuzlanskog bazena donji baden počinje zonom *Trilobatus trilobus-Orbulina suturalis*. Ova zona je široko zastupljena kako u Tuzlanskom bazenu (Petrović et al., 1990; Vrabac, 1999; Ćorić et al., 2007), tako i u području Ugljevika (Petrović et al., 1990; Vrabac, 1991, 1999) i okolini Beograda (Petrović, 1962; Eremija, 1987). U Bečkom bazenu ekvivalent ove zone je Lagenidna zona (Grill, 1943). Starija gornjebadenska zona *Bolivina dilatata maxima* sinhrona je Buliminsko-Bolivinskoj zoni Bečkog bazena (Grill, 1943). Ova zona je izdvojena i u okolini Beograda (Petrović, 1962; Eremija, 1987), kao i u okolini Zagreba (Šikić, 1967; Pezelj et al., 2016). Sarmatske foraminiferske zone određene u profilu bušotine DH-1 konstatovane su na širem prostoru Tuzlanskog bazena (Vrabac, 1999), području Ugljevika (Vrabac, 1991), i okolini Beograda (Petrović i Šumar, 1990). Treba istaći činjenicu da najmlađi sedimenti badena i sarmata u profilu bušotine DH-1, ne sadrže foraminifere, što je vjerovatno posljedica znatnijeg smanjenja saliniteta krajem navedenih katova. U dosta uzoraka badenskih i sarmatskih sedimenata prisutni su kristali pirita, i inkrustacije ovog minerala po fosilima, što ukazuje na redukcione uslove sedimentacije. Porijeklo pirita može se vezati za raspadanje bilja. Sedimenti badena i sarmata taloženi su u sublitoralu na obodu Centralnog Paratetisa. Izrazito oplićavanje bilo je krajem badena, kada je došlo do regresije mora uzrokovane moldavskom orogenetskom fazom. Tada su u ovom dijelu, i drugim dijelovima Tuzlanskog bazena taloženi laminirani laporci. Laminirani laporci gornjeg badena zastupljeni su i u području Ugljevika (Vrabac et al., 2015), kao i na profilu Gornje Vrapče kod Zagreba (Vrsaljko et al., 1995), što ukazuje da je navedena regresija zahvatila širi prostor južnog oboda Centralnog Paratetisa.

5. ZAKLJUČAK

Sedimenti profila bušotine DH-1 raščlanjeni su na donji, srednji, i gornji miocen. Srednjemiocenski sedimenti predstavljeni badenom i sarmatom, su na osnovu foraminifera podijeljeni na zone. Baden je zastupljen u intervalu 1077,3-650,0 m, i podijeljen je na donji, srednji i gornji baden. Donji baden je predstavljen zonom *Trilobatus trilobus-Orbulina suturalis*. Srednji baden je definisan zonom *Cibicidoides ungerianus ungerianus*. Gornji baden je dokazan sa dvije zone. Starija zona je *Bolivina dilatata maxima*, a mlađa zona je *Globigerina bulloides*. Mlađa gornjebadenska zona se zbog izuzetno siromašne asocijacije fosila može tretirati kao „Zona osiromašenja“. Ovo osiromašenje vjerovatno je uzrokovano smanjenjem saliniteta morske vode krajem badena. Sarmat je zastupljen u intervalu 650-420 m. Stariji dio sarmata predstavljen je zonom *Anomalinoidea dividens*, odnosno *Mohrensternia* slojevima. Mlađi dio sarmata čini zona *Porosonion granosum*, odnosno *Ervilia* slojevi. Najmlađi dio sarmata karakteriše se odsustvom foraminifera što je posljedica smanjenja saliniteta Centralnog Paratetisa.

LITERATURA

1. Cicha I., Rößl F., Rupp. C & Ctyroka, 1998: Oligocene – Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abh. senckenberg. naturforsch. Ges.*, 549, 1-325, Frankfurt.
2. Ćorić S., Vrabac S., Ferhatbegović Z., Đulović I.: Biostratigraphy of Middle Miocene Sediments from the Tuzla Basin (North-eastern Bosnia) Based on Foraminifera and Calcareous Nannoplankton. *Neogene of Central and South-Eastern Europe*, 2 Inter. Works. *Joanea-Geol. und Pal.*, 9, 2007, 21-23.
3. Ćorić S., Pavelić D., Rößl F., Mandić O., Vrabac S., Avanić R., Jerković L., Vranjković A., 2009. Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). *Geologia Croatica*, 62/1, 31-43, Zagreb.
4. Čičić S., Jovanović Č., Mojićević M., Tokić S.: Tumač za list OGK Tuzla 1:100000. Savezni geološki zavod Beograd, 1991, 1-72.
5. Đulović I., Vrabac S., Babajić E., Jašarević E. & Taletović N., 2019: Miocen profila bušotine DH-1 kod Lukavca (Tuzlanski bazen). II kongres geologa BiH sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova – Knj. sažetaka, 84-87, Laktaši.
6. Eremija M., 1987: Badenski kat. Geologija šire okoline Beograda, knj. I, 151-194, Beograd.
7. Grill R., 1943: Über mikropaläontologische Gliderungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. *Mitt. Reichsanst. Bodenforschung* 6, 33-44.
8. Jovanović G., Ćorić S. & Vrabac S., 2019: The first evidence of marine Badenian transgression near Koceljeva (Central Paratethys, western Serbia). *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, Vol 80 No 1, 1-15, Beograd.
9. Katzer F., 1909: Geologische Spezialkarte von Bosnien-Herzegovina.- 1. Blatt., DL. Tuzla, 1: 75.000, Sarajevo.
10. Kranjec V.: Geološka građa šireg tuzlanskog područja (doktorska disertacija). FSD RGNF- a, 1965, 1-288. Zagreb.
11. Mandić O., Pezelj Đ., Ćorić S., Grunert P., Vrabac S., Leeuw A. & Krijgsman W., 2009: High resolution paleoenvironmental analysis of the marine flooding in the southern Pannonian basin (Middle Miocene NE Bosnia and Herzegovina). *Acta Naturalia de "L' Ateneo Permense"*, 217-218, Parma.
12. Mandić O., Rundić Lj., Ćorić S., Pezelj Đ., Theobalt D., Sant K. & Krijgsman W., 2019: Age and Mode of the Middle Miocene Marine Flooding of the Pannonian Basin-Constraints from Central Serbia. *Palaios*, 34 (2), 71-95, Utrecht.
13. Papp A. & Schmid M., 1985: Die fossilen Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, Band 37, 1-311, Wien.
14. Petrović M., 1962: Prilog poznavanju tortonских foraminifera iz Beograda i bliže okoline. *Geol. anali Balk. pol.*, knj. 29, 27-38, Beograd.
15. Petrović M., Eremija M. & Rundić Lj., 1990: Uporedni biostratigrafski pregled badenskog kata okoline Tuzle i Ugljevika. XII kongres geologa Jugoslavije, knj. I stratigrafija, sedimentologija, paleontologija, 152-161, Ohrid.
16. Pezelj Đ., Mandić O. & Ćorić S., 2013: Paleoenvironmental dynamics in the southern Pannonian Basin during initial Middle Miocene marine flooding. *Geologica Carpathica*, 64, 1, 81-100, Bratislava.
17. Pezelj Đ., Sremac J. & Bermanec V., 2016: Shallow-water benthic foraminiferal assemblages and their response to the paleoenvironmental changes-example from the Middle Miocene of Medvednica Mt. (Croatia, Central Paratethys). *Geologica Carpathica*, 67/4, 329-345, Bratislava.
18. Soklić I., 1986: Tektonsko-strukturni oblici Tuzlanskog bazena i Majevice. *Akademija nauka i umjenosti Bosne i Hercegovine*, Odj. teh. nauka, knj. 10, 23-55, Sarajevo.
19. Stefanović J., Batočanin N., Gajić V., Vasić N. & Rundić Lj., 2019: Biostratigraphy and facial analysis of the Miocene succession from the borehole KC-4 (Koceljivo, western Serbia). 8th workshop on Neogene of Central and South/Eastern Europe (NCSEE), Checiny, May 27-31, 2019, 77, Poland.
20. Šikić L., 1967: Torton i sarmat jugozapadnog dijela Medvednice na osnovu faune foraminifera. *Geološki vjesnik*, 20, 127-135, Zagreb.
21. Vrabac S., 1991: Prilog poznavanju stratigrafskih odlika sedimenata u okolini Ugljevika. *Zbornik radova RGF-a*, 19, 15-22, Tuzla.
22. Vrabac S., 1999: Facijalne i biostratigrafske odlike badena i sarmata sjeverne Bosne. *Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Univerziteta u Tuzli*, 1-107, Tuzla.
23. Vrabac S., Ćorić S., Đulović I. & Ječmenica Z., 2015: Diskordancija između badena i sarmata u profilu Spasine kod Ugljevika. *Zbornik radova I kongresa geologa BiH sa međunarodnim učešćem*, 10-15, Tuzla.
24. Vrsaljko D., Šikić K., Pikija M., Glovacki-Jernej Ž. & Miknić M., 1995: Miocenske naslage Gornjeg Vrapča. *Geološki vodič Medvednice*, 61-66, Zagreb.

VAŽNOST MJERENJA UGLA OTKLONA KANALA BUŠOTINE NA PRIMJERU BUŠOTINE B-73 NA LEŽIŠTU KAMENE SOLI "TETIMA"

Adnan Hodžić¹, Sanel Nuhanović², Elvir Babajić³, Muamer Muratović⁴

SAŽETAK

U procesu bušenja, kod istraživanja ležišta čvrstih mineralnih sirovina, pogotovo dubljih bušotina (preko 500 m), bušotina može da odstupa od projektovanog pravca bušenja, kako u vertikalnoj, tako i u horizontalnoj ravni. Pri tome se mijenja ugao pada i azimut, pa bušotina zadobije karakter prostorne krive.

Ukoliko se ne kontroliše, otklon kanala bušotine može da dovede do značajnih problema koje je kasnije teško ispraviti. Ponekad se takve bušotine ne mogu izbušiti do projektovane dubine.

Rudnik kamene soli "Tetima" ima veoma složenu geološku građu, kao i nepovoljan prostorni položaj litoloških članova u krovini sonog tijela, koje karakterišu visoki uglovi zalijeganja (i do 70°) i njihova česta izmjena, sa izraženom promjenom tvrdoće (u dijapazonu: pješčar-laporac), te su izuzetno nepovoljni za korektno vođenje kanala bušotine.

Održavanje projektovanog pravca je komplikovan proces što se moglo vidjeti kod izgradnje bušotine B-73.

U ovom radu prezentovani su rezultati mjerenja otklona kanala bušotine, koja su rađena na bušotini B-73, te mjere koje su poduzimane kako bi se bušotina zadržala u projektovanim vrijednostima.

Glavne riječi: otklon, bušotina, mjerenje, ugao pada, ugao inklinacije, azimut

1. UVOD

Bušotina B-73, locirana je u centralnom polju istočnog, plićeg dijela, ležišta kamene soli "Tetima", a njena izgradnja se izvodila po "Projektom zadatku" za DRP bušenja i opremanja istražno - eksploatacijskih bušotina B - 73 i B - 72, na ležištu kamene soli "Tetima".

Cilj izrade bušotine je ostvarenje zadataka, obuhvaćenih "Tehničkim projektom bušenja i opremanja eksploatacijskih bušotina za eksploataciju ležišta kamene soli Tetima".

Ušće bušotine B-73, po projektu, locirano je u neposrednoj blizini lijeve obale rijeke Jale, što je kompliciralo izradu njenog radnog platoa. Iz ovih razloga ušće bušotine je izmješteno iz korita rijeke Jale, a time je bušotina B-73 postala usmjerena.

Prilikom izrade usmjerenih bušotina javljaju se specifični problemi uzrokovani oblikom putanje i uticajem težine alata duž zakrivljenog dijela kanala bušotine. Sa povećanjem ugla otklona putanje bušotine od vertikale, ti problemi postaju jače izraženi, što produžuje vrijeme potrebno za izradu kanala bušotine i posljedično ukupne troškove njene izrade.

¹ Prof. Adnan Hodžić, Univerzitet u Tuzli, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Tuzla, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosna i Hercegovina, adnan.hodzic@untz.ba

² Prof. Sanel Nuhanovic, Univerzitet u Tuzli, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Tuzla, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosna i Hercegovina, sanel.nuhanovic@untz.ba

³ Prof. Elvir Babajić, Univerzitet u Tuzli, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Tuzla, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosna i Hercegovina, elvir.babajic@untz.ba

⁴ Muamer Muratović, stručni saradnik na projektu, muamer_muratovictuzla@hotmail.com

Neki od problema koji se često susreću pri bušenju usmjerenih bušotina su: problemi s postizanjem planirane putanje kanala bušotine, mogućnost stvaranja koljena nestabilnost kanala bušotine, diferencijalni prihvat alatki te potreba za izradom novog kanala bušotine. Otežano čišćenje usmjerenog kanala bušotine glavni je uzrok većine navedenih problema.

Zbog znatnih problema koji se mogu javiti potrebno je vršiti stalna mjerenja devijacije kako bi se što ranije mogla ustanoviti odstupanja od projektovanog pravca i pristupilo odgovarajućim zahvatima koji bi bušotini vratili u zadane okvire.

2. OPŠTI GEOLOŠKI PODACI LEŽIŠTA KAMENE SOLI "TETIMA" SA POSEBNIM OSVRTOM NA BUŠOTINU B-73

Na južnim obroncima Majevice, sjeveroistočno od Tuzle, na rastojanju od 8 km, smješteno je ležište kamene soli "Tetima". Ležište je miocenske starosti, nastalo u marinskim - lagunskim uslovima sedimentacije.

U planu, ležište ima nepravilno elipsast oblik, sa dužom osom preko 2000 m i kraćom oko 1000 m. Izgrađeno je od jednog sonog tijela, slojevito-sočivaste forme, deponovanog u dokanjskoj sinklinali koja, u istočnom dijelu, poprima karakteristike sinklinorija, usled antiformalnog izdizanja podine koja usložnjava oblik ležišta.

Eksploataciono polje je podijeljeno na istočni i zapadni revir, pri čemu je, posmatrajući sa komunikacijskog aspekta, granica između revira prirodna, a to je korito rijeke Jale.

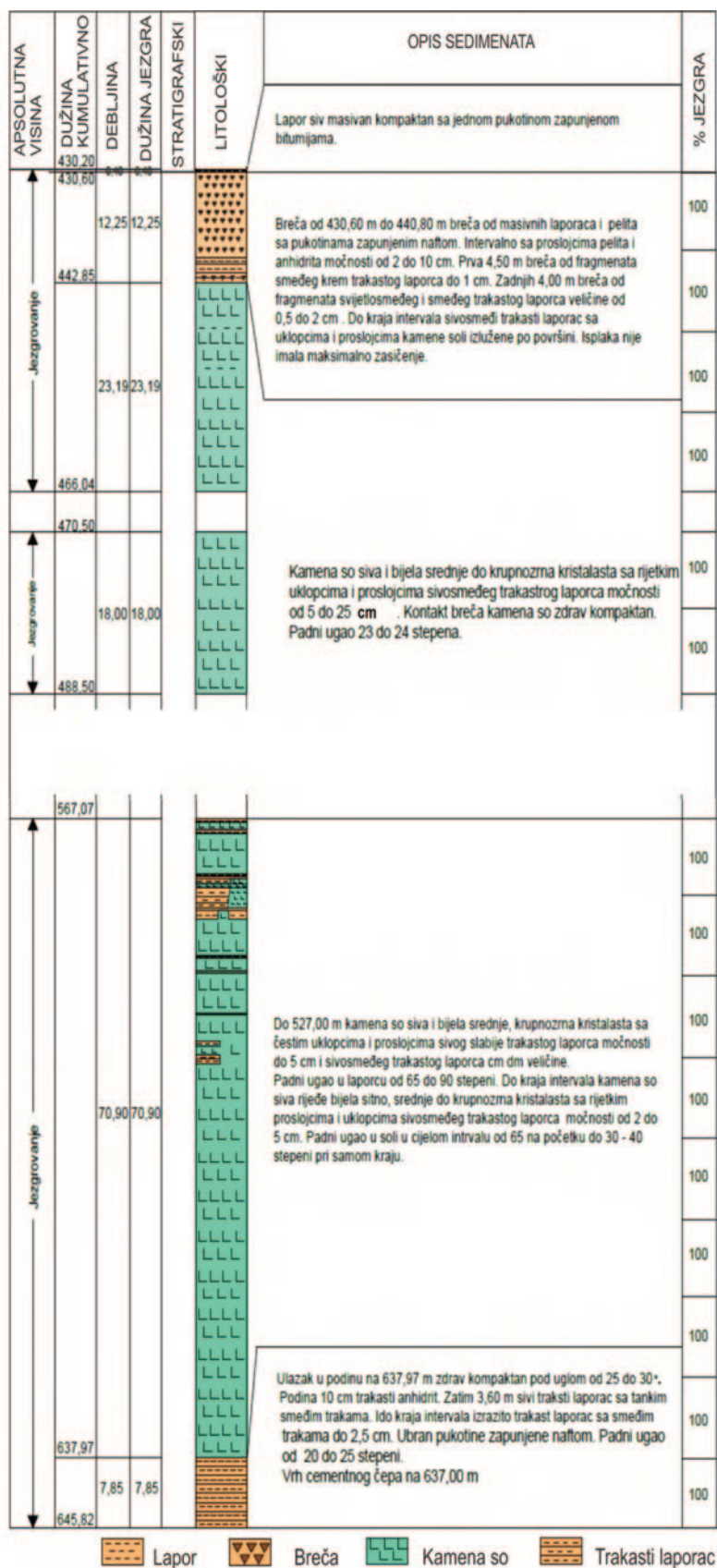
Ležište ima dinarski pravac pružanja i tone, odnosno povećava dubinu zalijeganja u smjeru zapada. Dubina zalijeganja sone formacije na istoku iznosi 400 m, a na zapadu preko 1000 m, što daje prosječan pad po pružanju od 16 °. Pad sonog tijela u smjeru jugozapada, upravno na pružanje, iznosi do 30°.

Maksimalna debljina sonog tijela je 150-200 m. Sono tijelo je monomineralno, sa pojavljivanjem raznovrsnih formi kamene soli u ležištu. Kvalitet sonog tijela je dosta ujednačen, sa prosječnim sadržajem NaCl od cca 92 %.

Dublju podinu sonog tijela grade laminirani dolomikriti koji, u neposrednom kontaktu sa soli, prelaze u tamno masivne, a potom u trakste-laminirane. Neposrednu podinu čini 8-10 cm debeli proslojak trakastog anhidrita.

Krovinu ležišta predstavljaju dobro stratifikovane, anhidritsko - laporovite breče, u čiji sastav, pored odlomaka trakastih laporaca, ulaze: anhidriti, laporoviti krečnjak, tufit i kao vezivo - tamnosivi donjebadenski laporac. Breča je nastala nakon kratkotrajne emerzije, kojom prilikom su nastale pukotine isušivanja, kako u glinovito-karbonatnom mulju, tako i u gipsno- anhidritskim sedimentima. Sloj breča ima debljinu od 5-40 m.

Višu i visoku krovinu čine masivni lapori (donji torton), a potom slijede lapori i pjeskovito - laporoviti i laminirani sedimenti. Geološki uslovi na lokalitetu bušotine B-73 prikazani su na slici 1.



Slika 1. Litoloski stub bušotine B-73 na ležištu kamene soli "Tetima"

3. IZGRADNJA BUŠOTINE B-73

Ušće bušotine B-73 (slika 2. B-73A), locirano je u neposrednoj blizini lijeve obale rijeke Jale, što je kompliciralo izradu njenog radnog platoa.

Zbog toga je ušće bušotine izmješteno iz korita rijeke Jale, čime je bušotina B-73 postala usmjerena (tabela 1 i slika 2. B-73B), a horizontalna udaljenost (razmak) između ušća bušotine na terenu i njenog projektiranog ušća iznosi 19,34 m.

PROJEKTIRANE KOORDINATE BUŠOTINE B-73 (B73A)		KOORDINATE BUŠOTINE B-73 NA TERENU (B73B)	
X	6.560.913,87	X	6.560.933,20
Y	4.937.731,10	Y	4.937.730,44
Z	403,00 (407,65 - nasip)	Z	407,65

Tabela 1. Koordinate bušotine B-73



Slika 2. Položaj ušća bušotine B-73 (B-73B) u odnosu na projektirani položaj (B-73A)

Kanal bušotine za ugradnju uvodne kolone Φ 20" (508,00 mm), izbušen je "na suho", metodom laviranja, sa upotrebom radne kolone Φ 1000,00 mm i mehaničkom grabilicom, do dubine 15,00 m.

Za ugradnju površinske zaštitne kolone Φ 13 3/8" (339,7 mm), kanal bušotine izbušen je rotacionom metodom, u interval od 15,0 m do 132,80 m.

Kod bušenja ovog intervala koristilo se dlijeto prečnika Φ 17 1/2" (444,5 mm) tipa HUGESXDG sa mlaznicama 28/32, za mekane do srednje tvrde formacije.

Zbog poznatog prirodnog nagiba slojeva, a za zadane maksimalno dozvoljene inklinacije od 1 % vertikalne dubine bušotine, u toku bušenja je korištena kombinacija krute stabilizacije alata i minimalnog režima bušenja.

Bušenje kanala za ugradnju tehničke kolone Φ 9 5/8" (244,5 mm), prečnikom dlijeta Φ 12 1/4" (311,15 mm) izvedeno je kombinacijom rotacionog bušenja i bušenja turbinskom bušilicom (interval od 134,2 - 469,5 m).

4. ZACJEVLJENJE I CEMENTACIJA BUŠOTINE B-73

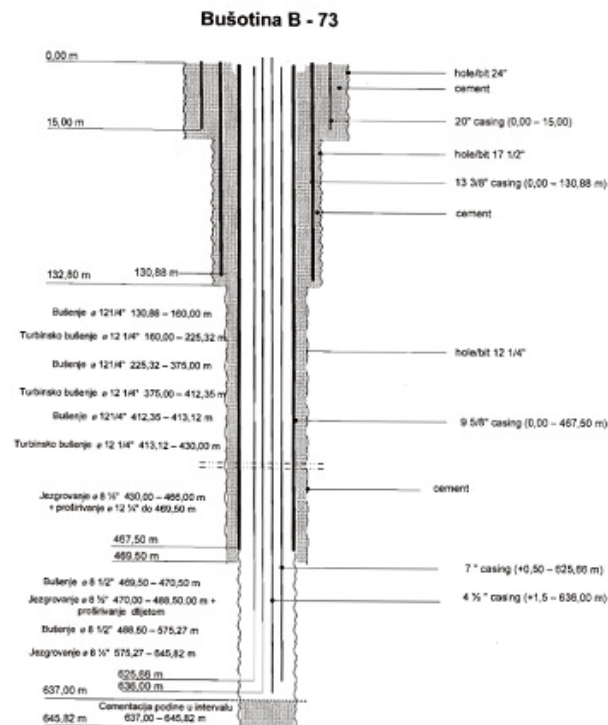
Prva uvodna kolona, spiralno varena, promjera Φ 20" (508 mm) ugrađena je do 15,0 m i cementirana metodom nalijevanja betona sa površine u međuprostor kolone Φ 20" (508 mm) i radne kolone Φ 1000 mm, uz sukcesivno izvlačenje radne kolone Φ 1000 mm.

Nakon što je bušotina prorađena i pripremljena dlijetom promjera $\varnothing 17 \frac{1}{2}$ " (444,5 mm), za ugradnju zaštitne kolone $\varnothing 13 \frac{3}{8}$ " (339,7 mm), površinska kolona je kalibrirana i ugrađena do dubine 130,88 m. Cementacija je izvedena pomoću cementacijske glave.

Na dubini 467,50 m ugrađena je tehnička kolona, prečnika $\varnothing 9 \frac{5}{8}$ " (244,5 mm).

Cementacija je izvedena po Perkinsu, sa nahodnim čepom.

Prva slobodno viseća kolona (prečnika $\varnothing 7$ ") ugrađena je do dubine 625,66 m, a druga slobodno viseća kolona (prečnika $\varnothing 4 \frac{1}{2}$ "), ugrađena je dubine 636,00 m (slika 3) [lit 2].



Slika 3. Konstrukcija bušotine B-73 na ležištu kamene soli "Tetima" [lit 2]

5. MJERENJA NAGIBA I SMJERA BUŠOTINE

U procesu bušenja, kod istraživanja ležišta čvrstih mineralnih sirovina, pogotovo dubljih bušotina (preko 500 m), bušotina može da odstupa od projektovanog pravca bušenja, kako u vertikalnoj, tako i u horizontalnoj ravni. Pri tome se mijenja ugao pada i azimut, pa bušotina zadobije karakter prostorne krive.

Usljed krivljenja bušotine, znatno se povećava habanje bušačkih šipki, zbog njihovog trenja o zid bušotine, narušava se racionalna tehnologija (režim) bušenja, povećava se potrošnja energije, povećava se broj havarija i otežava se njihova likvidacija, te je često onemogućeno ili znatno otežano spuštanje zaštitnih cijevi. Ponekad se takve bušotine ne mogu izbušiti do projektovane dubine.

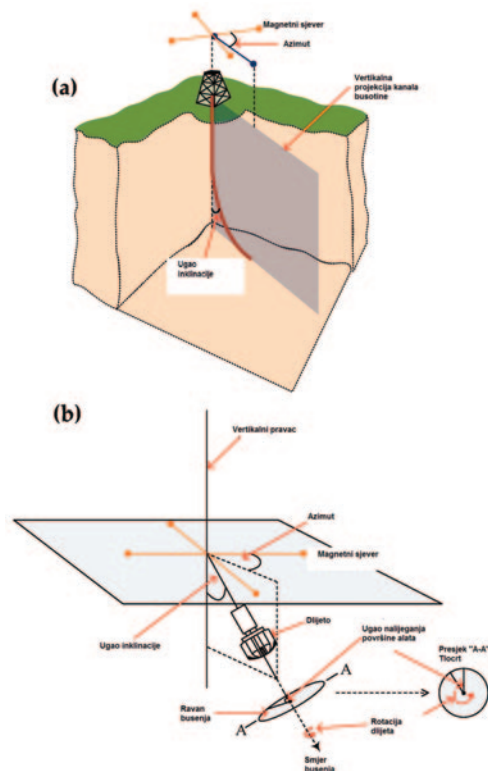
Nezavisno od uzroka krivljenja kanala bušotine, ono može biti različito po pravcu i intenzitetu. Pri tome je neophodno utvrditi, sa velikom tačnošću, prostorni položaj kanala bušotine, koji se definiše uglom pada ili zenitnim uglom bušotine (ugao inklinacije kanala bušotine), azimutom i dubinom bušotine (slika 4).

Usmjereno bušenje je trodimenzionalni postupak, gdje je azimut odstupanje od magnetnog sjevera u vodoravnoj ravnini, a nagib bušotine (ugao inklinacije) je ugao u kojem bušotina odstupa od vertikalnog pravca, predstavljenog kao nula stepeni otklona.

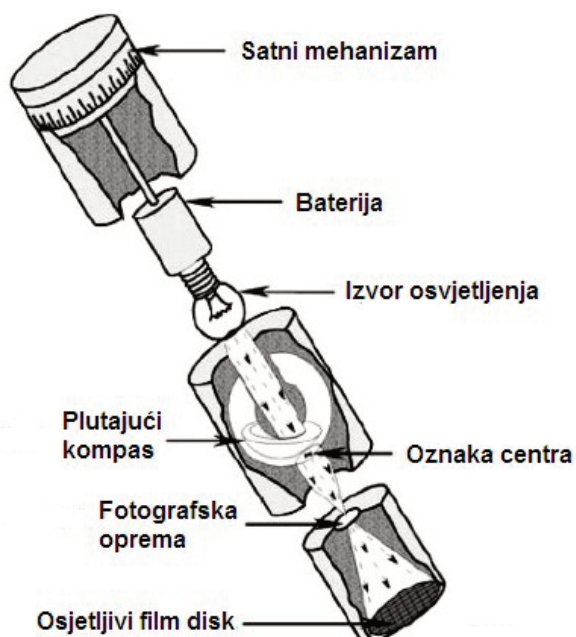
Azimut je definiran kao orijentacija kanala bušotine, odnosno njegove projekcije u horizontalnoj ravni, izmjerena u smjeru kazaljke na satu, u odnosu na smjer magnetnog sjevera. Linija duž vertikalnog smjera uvijek je paralelna sa Zemljinim gravitacijskim poljem.

U fazi bušenja izvedena su mjerenja nagiba i smjera kanala bušotine, svakih 18 metara.

Mjerenje je izvedeno fotoinklinometrom (slika 5), u svrhu praćenja položaja dna bušotine, kako bi se na osnovu navedena dva podatka i dužine mjerenog intervala matematički odredio srednji azimut i devijacija kanala bušotine.



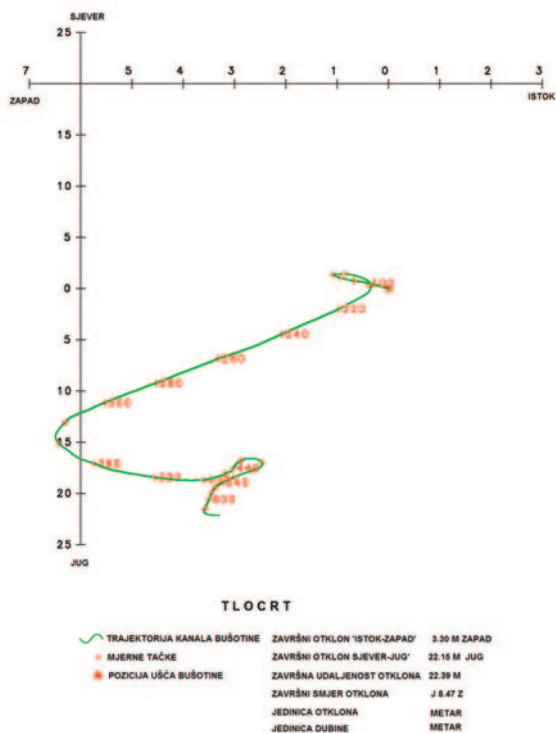
Slika 4. Određivanje prostornog položaja kanala bušotine (a) i osnovni elementi (b) [lit 7]



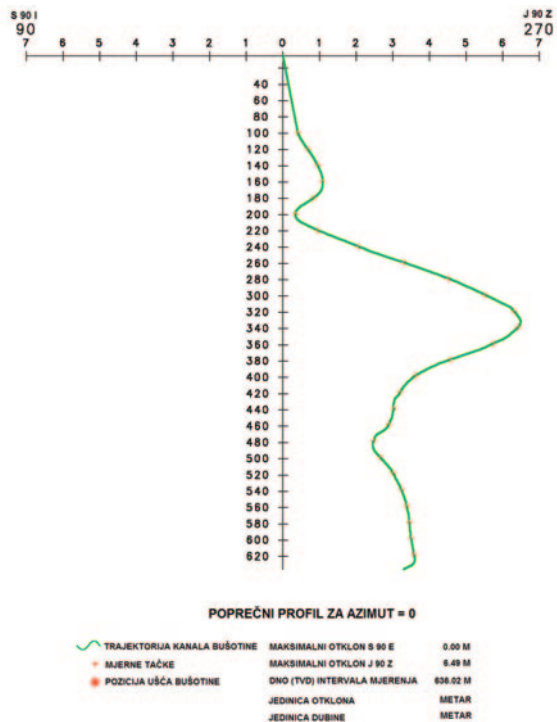
Slika 5. Fotoinklinometar sa osnovnim dijelovima [lit 8]

Na osnovu tih podataka u svakom trenutku se uočavala tendencija odstupanja bušotine od vertikalne osi, tj. pravovremeno se reagovalo, kako bi se turbinom bušotina dovela u zadane okvire odstupanja ugla i devijacije od vertikalne osi bušotine.

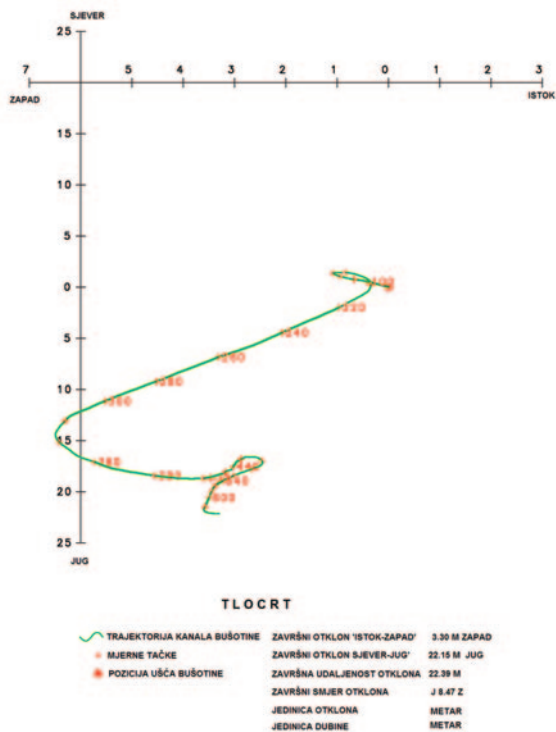
Izrađena je i projekcija otklona bušotine, a analiza je prikazana u grafičkom i numeričkom obliku (slike 6-9, odnosno tabela 2) [lit 3].



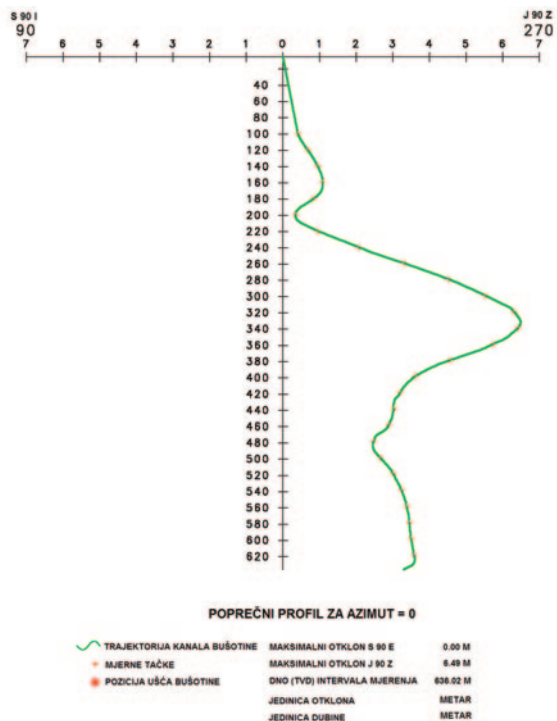
Slika 6. Horizontalna projekcija trajektorije kanala bušotine B - 73 [lit 3]



Slika 7. Vertikalna projekcija (E – W) trajektorije kanala bušotine B - 73[lit 3]



Slika 8. Vertikalna projekcija (S – N) trajektorije kanala bušotine B – 73 [lit 3]



Slika 9. Vertikalna projekcija trajektorije kanala bušotine B – 73 [lit 3]

DUBINA	DEVIJACIJA		T.V.D.	KOORDINATE OTKLONA		TOTAL	
	UGAO	AZIMUT		POLOŽAJ	I-Z	S-J	I-Z
5.00	0.0	0.0	5.00	0.00N	0.00E	0.00N	0.00E
100.00	0.8	321.6	100.00	0.51N	0.41W	0.51N	0.41W
120.00	1.2	311.3	119.99	0.07N	0.08W	0.76N	0.68W
140.00	1.2	329.6	139.99	0.09N	0.06W	1.07N	0.95W
160.00	0.1	321.6	159.99	0.03N	0.01W	1.35N	1.08W
180.00	1.9	116.1	179.98	0.02S	0.12E	1.42N	0.83W
200.00	5.1	180.7	199.94	0.42S	0.03E	0.23N	0.34W
220.00	7.7	203.6	219.80	0.63S	0.24W	2.00S	0.96W
240.00	7.8	205.8	239.61	0.62S	0.27W	4.47S	2.07W
260.00	7.8	207.6	259.43	0.58S	0.35W	6.87S	3.31W
280.00	7.0	210.4	279.25	0.58S	0.29W	9.26S	4.53W
300.00	6.0	205.2	299.13	0.47S	0.24W	11.16S	5.53W
320.00	6.0	190.7	319.02	0.51S	0.11W	13.10S	6.31W
340.00	6.0	170.8	338.91	0.52S	0.07E	15.18S	6.41W
360.00	5.9	150.9	358.80	0.45S	0.25E	17.12S	5.73W
380.00	4.4	124.4	378.72	0.24S	0.32E	18.47S	4.55W
400.00	2.2	68.0	398.69	0.03N	0.19E	18.71S	3.60W
420.00	2.3	13.0	418.68	0.18N	0.07E	18.09S	3.19W
440.00	2.1	7.7	438.66	0.00N	0.01W	17.56S	3.03W
460.00	2.2	14.9	458.65	0.18N	0.06E	16.82S	2.88W
480.00	2.5	171.0	478.63	0.20S	0.05E	16.98S	2.47W
500.00	2.5	208.6	498.61	0.19S	0.10W	17.79S	2.66W
520.00	1.8	206.0	518.60	0.13S	0.07W	18.44S	3.01W
540.00	1.6	200.1	538.59	0.13S	0.05W	18.96S	3.24W
560.00	1.4	189.9	558.58	0.12S	0.03W	19.46S	3.38W
580.00	1.5	184.5	578.58	0.13S	0.01W	19.96S	3.45W
600.00	2.3	184.5	598.57	0.19S	0.02W	20.60S	3.50W
620.00	2.6	185.2	618.55	0.23S	0.02W	21.48S	3.58W
637.50	2.6	64.1	636.02	0.00N	0.12E	22.15S	3.30W
INFORMACIJE O PRVOJ MJERNOJ TAČKI:							
5.00	0.0	0.0	5.00	0.00N	0.00E	0.00N	0.00E
INFORMACIJE O ZADNJOJ MJERNOJ TAČKI:							
637.50	2.6	64.1	636.02	0.00N	0.12E	22.15S	3.30W
KONAČNI OTKLON 'ISTOK-ZAPAD' = 3.30 W							
KONAČNI OTKLON 'SJEVER-JUG' = 22.15 S							
VRIJEDNOST KONAČNOG OTKLONA = 22.39 M							
SMJER OTKLONA = S 8.47 W							

Tabela 2. Numerički prikaz analize CDS bušotine B – 73 za karakteristične mjerne tačke [lit 3]

6. DISKUSIJA

Složeni geološki profil ležišta kamene soli "Tetima" često uzrokuje jača iskrivljenja kanala bušotine. Naime, složena građa i nepovoljan prostorni položaj litoloških članova u krovini sonog tijela koje karakterišu visoki uglovi zalijeganja i njihova česta izmjena sa izraženom promjenom tvrdoće (u dijapazonu: pješčar-laporac) izuzetno su nepovoljni za korektno vođenje kanala bušotine duž njene projektovane ose u prostoru.

Takav slučaj je bio i sa bušotinom B-73, gdje je, u toku izrade pomenute bušotine, došlo do otklona od projektovanog pravca.

Maksimalni ugao insklinacije kanala bušotine od vertikale iznosi 7,8°, a izmjeren je u intervalu od 215 m do 265 m, a otklon dna bušotine u odnosu na njeno ušće iznosio je je 22,39 m (slika 5).

Evidentna su odstupanja kod prikaza vertikalnih projekcija (slike 7 i 8).

U odnosu na projektovanu osu, bušotina je imala otklon od 9 m, što je za 2,5 m više od projekta.

Da bi se smanjio ovaj otklon bilo je potrebno mijenjati režime bušenja, od rotacionog bušenja do primjene turbinskih bušillica, u slučajevima gdje dolazilo do značajnijeg otklona.

Koristila se i "kruta", kao i "visak" stabilizacija, sa blažim režimima bušenja, kako bi se izbjegao veći otklon bušotine.

Sve ovo je dalo pozitivne rezultate, te je bušotina završena u projektom zadanim okvirima.

7. ZAKLJUČAK

Trajektorija izvedene (izbušene) bušotine u praksi se nikad ne poklapa sa projektovanom trajektorijom. Tokom bušenja uvijek dođe do manjeg ili većeg skretanja (otklona) bušotine od zadatog prvaca. Ukoliko je devijacija znatna, naročito kod dugih bušotina, ona može ugroziti završetak bušenja, a kod završene bušotine ukoliko nije mjerena može onemogućiti ispravnu geološku interpretaciju ležišta.

Složena geološka građa i nepovoljan prostorni položaj litoloških članova na prostoru bušotine B-73, kao i njihova česta izmjena,, izuzetno su nepovoljni za korektno vođenje kanala bušotine duž projektovane ose (trajektorije) u prostoru.

Zahtjevi za obimnim jezgrovanjem na bušotini B-73 (i do 200 m po bušotini) još više usložnjavaju ovu problematiku.

Pomenuti nepovoljni uslovi nalažu da se, kao profilaktička mjera, sprovodi kontinuirana kontrola prostornog položaja kanala bušotine, radi njegovog dovođenja u projektovanu osu. Zbog toga, ova mjerenja imaju poseban značaj što se vidjelo na primjeru bušotine B-73. U fazi bušenja bušotine B-73 izvedena su mjerenja nagiba i smjera bušotine svakih 18 metara. Mjerenja su izvođena fotoinklinometrom, u svrhu praćenja prostornog položaja kanala bušotine, kako bi se, na osnovu tih podataka i dužine mjerenog interval, matematički odredio srednji azimut i devijacija bušotine.

Na osnovu tih podataka konstatovano je da je zbog geoloških uslova (izdizanja breče), prilikom izvođenja radova, došlo do odstupanja od operativnog plana izrade bušotine, a samim tim i do postojanja većeg nagiba bušotine (cca 2,5°).

Otklon bušotine od projektirane vertikalne osi u zoni ulaska u sono tijelo je bio u dozvoljenim granicama. Nastavkom jezgrovanja/bušenja u zoni sonog tijela, unatoč korištenju tehnike "visak" stabilizacije i laganih režima bušenja, došlo je do nastavka povećanja otklona.

Na krajnjoj dubini mjerenja od 617,00 m ostvaren je otklon od približno 9 m od projektovane osi kanala bušotine, koja je ujedno i os buduće komore, što je za 2,8 m više od projektom dozvoljene vrijednosti.

Ovo prekoračenje otklona sanirano je uvodnim izluživanjem, tako da je ovaj nedostatak otklonjen.

LITERATURA

1. Alrushud, A., Mohammad, M., Oliveira, V., Zahrani, B.: Effect of the Rotary Steerable System Steering Mechanism on Wellbore Tortuosity in Horizontal Wells. – Offshore Technology Conference Asia, Kuala Lumpur, Malaysia, 2018, OTC-28497-MS.
2. CROSCO: Završno izvješće o izradi istražno eksploatacijske bušotine B-73, januar 2009.
3. INA Naftaplin: Analiza karotažnih mjerenja u bušotini B – 73, Zagreb, 2008.
4. Bizjak, R.: Tehnologija bušenja sa projektovanjem, NIS-Naftagas, Novi Sad 2004.
5. Torbica, S. Leković, B. Istražno bušenje, Beograd 2001.
6. Barr, J. D., Clegg, J. M., Russell, M. K.: Steerable Rotary Drilling With an Experimental System. – SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, Netherlands, 1995, SPE/IADC 29382, 435 – 450.
7. Austin, Ellis H. : Drilling Engineering Handbok, Boston, 2003.
8. Chinthaka, P. Gooneratne, Bodong, Li, Timothy E. Moellendick: Downhole Applications of Magnetic Sensors, MDPI, Drilling Technology Team, Exploration and Petroleum Engineering Center—Advanced Research Center (EXPEC-ARC), Dhahran 31311, Saudi Arabia, 2017.
9. Seibi, A., Karrech, A., Boukadi, F. and Pervez, T. (2009) 'Wellbore Path Estimation Using Measurement While Drilling Techniques: A Comparative Study and Suggestions for Improvements', Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental effects, 31:14, 1205 – 1216, Taylor & Francis, London, UK, 2009.

POTENCIJALNOST SJEVEROZAPADNOG DIJELA BUGOJANSKOG UGLJONOSNOG BASENA

Dževad Forčaković¹, Rejhana Dervišević², Hamo Isaković³

SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati istraživanja potencijalnosti sjeverozapadnog dijela Bugojanskog ugljonosnog basena, koji sadrži vrlo značajne, ali ipak nedovoljno istražene rezerve lignita. Na osnovu utvrđenih granica površinskog rasprostranjenja i rezultata istraživanja u sjeverozapadnom dijelu Bugojanskog ugljonosnog basena, dostignutim stepenom istraženosti u basenu su dokazana četiri ugljena sloja sa rezervama od preko milijardu tona uglja.

Obrađene su geološke karakteristike, opšte karakteristike ugljenih slojeva, kvalitativno-kuantitativne karakteristike, te prostorna potencijalnost ležišta i kategorizacija ugljenih slojeva. S obzirom na veoma značajan sirovinski potencijal, te mogućnost proširenja postojeće sirovinske baze, ovaj dio Bugojanskog ugljenog basena ima poseban značaj za perspektivni razvoj eksploatacije lignita i njegovu upotrebu u termoenergetske svrhe.

Ključne riječi: potencijalnost, ugljeni slojevi, sjeverozapadni dio Bugojanskog ugljonosnog basena, kvalitativno-kuantitativne karakteristike, kategorizacije prostora.

UVOD

Bugojanski ugljonosni basen smješten je u dolini Vrbasa između Gornjeg i Donjeg Vakufa i zauzima površinu od oko 130 km² u okviru koga su situirana četiri ugljena sloja, od toga u sjeverozapadnom dijelu Bugojanskog basena četiri, a u jugoistočnom dijelu jedan ugljeni sloj [1].

Ugalj Bugojanskog basena je kvalitetan ugalj smeđocrne boje, smeđeg ogreba i bez izrazite lignitske strukture, jer svojim opštim habitusom podsjeća na mlađe mrke ugljeve. Tvrd je i bez sjaja, pločastog ili škrljavog preloma [2].

Regionalna geološka istraživanja su provedena u periodu od 1983. do 1987. godine, a detaljna od 2014. do kraja 2018. godine. Na osnovu elaboriranih i interpretiranih rezultata geoloških istraživanja obrađena je potencijalnost sjeverozapadnog dijela Bugojanskog ugljonosnog basena. Ovaj dio Bugojanskog basena sadrži vrlo značajne, ali nedovoljno istražene rezerve lignita. Pri tome treba imati u vidu, da su istraženi samo plići dijelovi ležišta, pa je opravdano prognozirati znatno veće rezerve u basenskim okvirima.

GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE SJEVEROZAPADNOG DIJELA BUGOJANSKOG BASENA

Bugojanski ugljonosni basen (Slika 1) u odnosu na prostorni razmještaj ležišta uglja podijeljen je na sjeverozapadni i jugoistočni dio [2].

¹ Mr. Dževad Forčaković, JP EP BiH d.d. Sarajevo, ZD RU Gračanica d.o.o. Gornji Vakuf-Uskoplje, Humac bb, Bosna i Hercegovina, dzevad7@live.com

² Red. prof. Rejhana Dervišević, Univerzitet u Tuzli, RGGF, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosna i Hercegovina,

³ Vanr. prof. Hamo Isaković, Univerzitet u Tuzli, RGGF, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosna i Hercegovina,



Slika 1. Rasprostranjenje ležišta uglja Bugojanskog basena (Forčaković Dž.)

Neogeni sedimenti sjeverozapadnog dijela Bugojanskog basena predstavljaju slatkovodne jezerske tvorevine, koje leže diskordantno preko starijeg osnovnog gorja, kojeg čine srednjetrijski i djelimično gornjokredni sedimenti.

U razvoju neogena izdvojen je srednji i gornji miocen (Slika 2) koji je raščlanjen na sedam litostratigrafskih horizonata: bazalna zona ($^1M_{2,3}$), zona drugog podinskog ugljenog sloja ($^2M_{2,3}$), zona glina, glinovitih pješčara i laporaca ($^3M_{2,3}$), prvi podinski ugljeni sloj ($^4M_{2,3}$), zona laporovitih krečnjaka i laporaca ($^5M_{2,3}$), zona glavnog ugljenog sloja ($^6M_{2,3}$) i zona glina i pjeskovitih glina ($^7M_{2,3}$), te pliocen-kvartar (Pl,Q) [3,4,5,6,7,8].

U okviru ovog dijela basena situirana su dva ležišta uglja, i to: Kotezi sa zastupljena četiri ugljena sloja i Čipuljić-Šumelji sa jednim ugljenim slojem.

STAROST	GRAFIČKI PRIKAZ	DEBLJINA (m)	LITOLOŠKI SASTAV
Kvartar	Q	20	al-Šljunkovi, gline, zaglinjeni pijeskoviti heterogenog litoškog sastava - 5m gl.f. Zaobljeni komadi i blokovi kvarciorita, pješčara i škriljaca - 15m
Pliocen, kvartar	Pl,Q	10	Pjeskovito do sitnošljunkovite laporovite sivobjelčaste gline i smeđe sitno do srednjozrne pjeskovite opekarske gline
		15	Krovni ugljeni sloj interkalisiran slaboočvrslim pepeljastim pjeskovitim laporcima, ugljevitim i poluplastičnim tamnosivim, smeđim i bjeličastosivim glinama
Srednji, gornji miocen		290	Gline, smeđe, žutosmeđe, pjeskovite i šljunkovite, pjeskovite polimikritne breče, krečnjački i heterogeni konglomerati, slabo vezani glinenim vezivom, slabo vezani sitnozrni do krupnozrni pješčari, često nesortirani i zaglinjeni, zaglinjeni šljunci, alevroliti, glinovito-prašnasti pijesak, breča pjeskovita, karbonatna, svijetložute boje i mjestimično proslojci uglja i ugljevite gline
		45	Gline, sive, smeđe i žutosmeđe, plastične, mjestimično su pjeskovite i sitnošljunkovite
		68	Glavni ugljeni sloj, ugalj, smeđ do crn, mek do srednje tvrd, bez sjaja, kompaktan, sa proslojcima ugljevitih glina, laporovitih glinaca i laporaca
		250	Glinovito-pjeskoviti laporci, sivosmeđi do bjeličastosivi laporoviti krečnjaci, mjestimično šupljikavi, rjeđe glinci, slabo vezani, zaglinjeni terigeni sedimenti i proslojci uglja
		45	Prvi podinski ugljeni sloj sa proslojcima laporovitog krečnjaka, laporaca i glina
		65	Gline, plavičaste, plastične, pjeskovite do šljunkovite, pločasti pjeskovito-glinoviti laporci, laporoviti glinci i glinoviti pješčari
		10	Drugi podinski ugljeni sloj sa proslojcima ugljevite gline, glinaca i rjeđe laporaca
		80	Konglomerati, slabo vezani i granulometrijski nesortirani sa glinovitim vezivom, slabo vezani pješčari, laporoviti glinci, pjeskovito-šljunkovite gline, glinoviti pješčari, krečnjačko-dolomitne breče i rijetko proslojci uglja

Slika 2. Geološki stub sjeverozapadnog dijela Bugojanskog basena (Prema Džonlagić Dž., dopunio Forčaković Dž.)

OPŠTE KARAKTERISTIKE UGLJENIH SLOJEVA

Analizom geološki istraženih ugljonošnih okonturenih produktivnih prostora sjeverozapadnog dijela Bugojanskog basena identifikovana su četiri ugljena sloja, u kojima je utvrđeno $1,3 \times 10^9$ tona uglja (Tabela 4). Na osnovu petrografskih ispitivanja, ugalj Bugojanskog basena svrstava se u grupu kvalitetnih mekih do srednje tvrdih mrkolignitskih ugljeva, relativno niskog stepena karbonifikacije [1,2].

Ugljeni slojevi su stvarani u uslovima neravnomjerne akumulacije biljnog materijala u tresavama, tj. kad se akumulacija odvijala sa povremenim dužim ili kraćim prekidima, zbog naglog tonjenja dna tresave, sezonskih poplava tresetišta i drugo pa stoga i imaju promjenljivu debljinu i kvalitativne karakteristike.

Tabela 1.

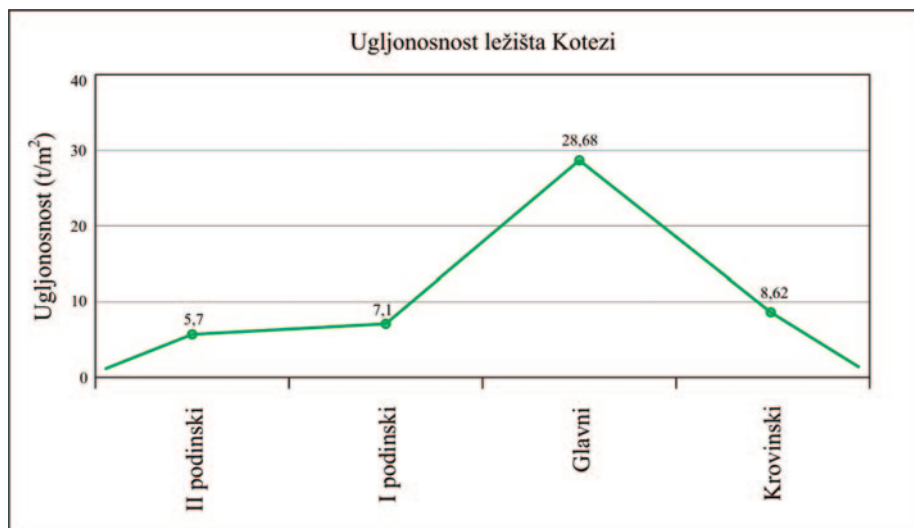
Slojevi	Debljina čistog uglja u sloju [m]	Zapreminska masa [t/m ³]	Ugljionosnost [t/m ²]	Ekonomski značaj
II podinski	4,34	1,32	5,7	Ne
I podinski	5,55	1,28	7,1	Ne
Glavni	22,24	1,29	28,68	Da
Krovinski ¹	7,7	1,12	8,62	Da?

Različite su debljine, heterogeni, pripadaju složenim ugljenim slojevima, karakterišu se znatnim procentom debljih ili tanjih jalovih proslojaka, sočiva gline, ugljevite gline, ugljevitih laporaca, šarenih laporaca, između 20 i 25 % [9,10,11,12]. Proslojci su deblji u gornjem dijelu sloja, dok se tanji proslojci

¹ Potencijalno ekonomski značajan, ograničen u prostoru, krovinski ugljeni sloj perspektivan za površinsku eksploataciju manjeg obima i mogao bi se eksploatirati zajedno sa glavnim ugljenim slojem [1].

neorganske komponente nalaze u podinskom dijelu sloja. Jalovim prosljocima ugljena masa je podijeljena na dva, tri ili više dijelova. Dijelovi složenog ugljenog sloja su heterogeni u smislu geneze, petrografskog sastava i hemijsko-tehnoloških osobina uglja [13]. Navedene neujednačenosti su u granicama koje se mogu savladati pri selektivnoj eksploataciji.

Ugljunosnost prostora na ovom dijelu basena prikazana je na dijagramima (Slike 3 i 4), a proračunata je iz prosječne debljine čistog uglja u slojevima (čisti ugalj je ugalj koji sadrži do 20 cm jalovine) i srednje zapreminske mase (Tabele 1 i 2).

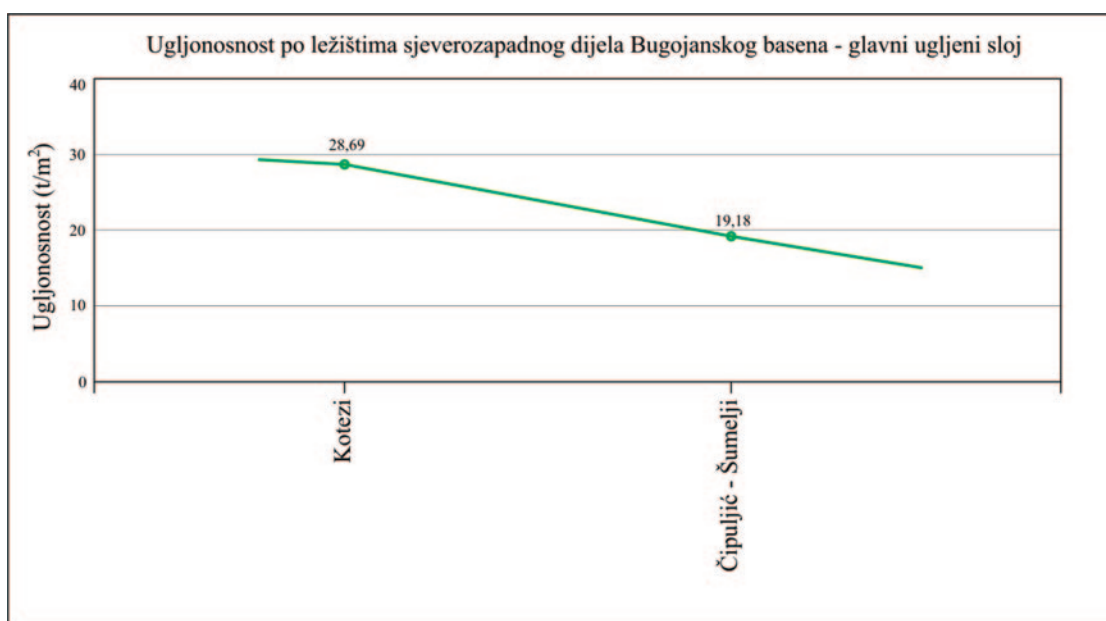


Slika 3. Dijagram promjene ugljunosnosti po slojevima ležišta Kotezi

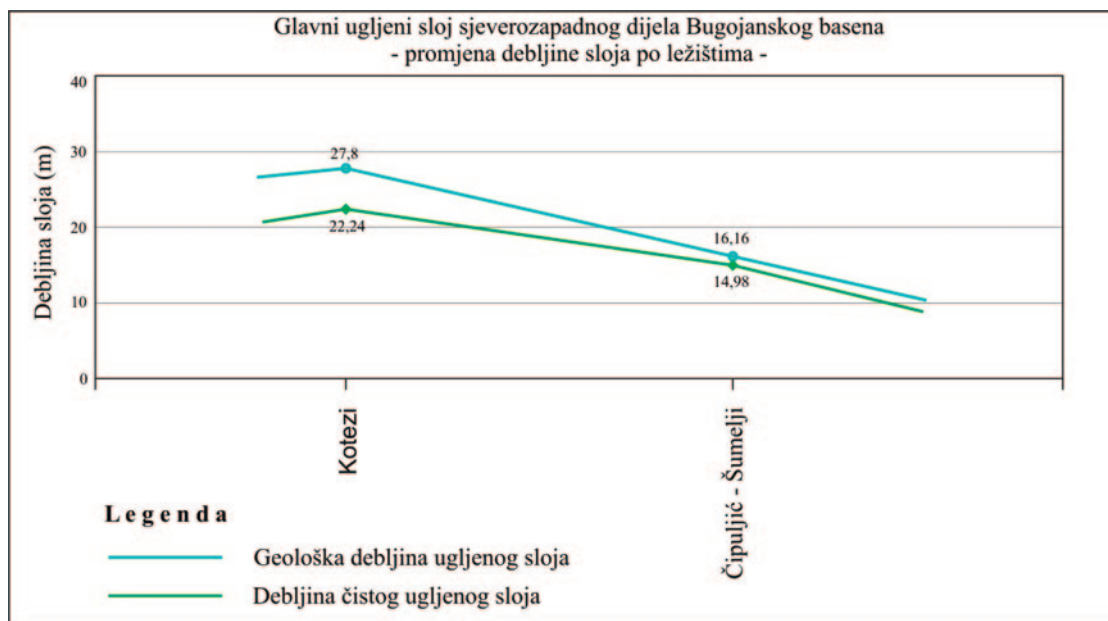
Tabela 2.

Ležišta	Čista debljina [m]	Zapreminska masa [t/m ³]	Ugljunosnost [t/m ²]	Ekonomski značaj
Čipuljić-Šumelji	14,98	1,28	19,18	Da
Kotezi	22,24	1,29	28,69	Da

Potencijalno ekonomski značajan, ograničen u prostoru, krovinski ugljeni sloj perspektivan za površinsku eksploataciju manjeg obima i mogao bi se eksploatirati zajedno sa glavnim ugljenim slojem [1].



Slika 4. Dijagram promjene ugljunosnosti po pružanju – glavni ugljeni sloj



Slika 5. Dijagram promjene debljine glavnog ugljenog sloja po pružanju

KVALITATIVNO-KVANTITATIVNE KARAKTERISTIKE UGLJA BUGOJANSKOG BASENA

Kvalitet ugljenih slojeva sjeverozapadnog dijela Bugojanskog basena (Tabela 3) utvrđen je laboratorijskim i industrijskim ispitivanjima koja su izvedena u okviru detaljnih istraživanja.

Tabela 3.

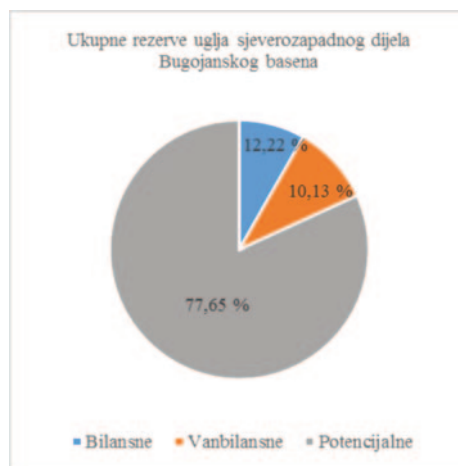
Komponente	Ugljeni slojevi				
	Berića Gaj-Karalinka-Kotezi-Guvna-Prusac-Kotezi				Čipuljić-Šumelji
	Krovinski	Glavni	I podinski	II podinski	Glavni
Gruba vlaga [%]	23,95	25,92	25,50	26,12	26,41
Higro vlaga [%]	6,6	10,12	6,06	6,67	10,40
Ukupna vlaga [%]	30,55	36,04	31,56	32,79	36,81
Pepeo [%]	21,33	18,41	22,32	19,70	20,49
Isparljive materije [%]	30,77	26,65	30,94	26,07	28,40
Sagorive materije [%]	49,19	46,03	51,73	44,74	43,90
C fix [%]	18,41	16,34	20,77	18,70	17,61
Koks [%]	38,67	33,91	40,62	42,27	35,40
Sumpor sagorljivi [%]	0,48	1,25	1,55	1,19	1,39
Sumpor vezani [%]	3,20	1,26	1,87	2,32	1,23
Sumpor ukupni [%]	3,68	2,51	3,42	3,51	2,62
Gornja toplotna vrijednost [kJ/kg]	12 774	12 216	12 460	12 548	11 043
Donja toplotna vrijednost [kJ/kg]	11 489	11 005	10 842	10 948	9 613

Rezerve kvalitetnog uglja (Tabela 4) u glavnom i djelimično krovinskom ugljenom sloju sjeverozapadnog dijela Bugojanskog basena su dosta velike i mogu poslužiti kao solidna osnova za dalji razvoj rudarstva kao i izgradnju novih termoenergetskih kapaciteta u ovom dijelu Bosne i Hercegovine.

Tabela 4

Klase rezervi	KATEGORIJE REZERV I					Ukupno [miliona t]
	A	B	C ₁	C ₂	D ₁	
SJEVEROZAPADNI DIO BUGOJANSKOG UGLJONOSNOG BASENA						
Bilansne	37,3	66,6	1,5	-	-	105,6
Vanbilansne		78,8	48,6	-	-	127,4
Potencijalne	-	-	-	656	396	1052
UKUPNO:	37,3	14,8	50	656	396	1,290

Proračunate geološke rezerve uglja su neujednačenog stepena istraženosti. U strukturi ukupnih geoloških rezervi ležišta uglja sjeverozapadnog dijela Bugojanskog basena, bilansne rezerve učestvuju sa svega 12,22 %, vanbilansne sa 10,13 % i potencijalne sa 77,65 %. Imaju vrlo nizak i neujednačen stepen istraženosti iz čega implicira veliko učešće potencijalnih i vanbilansnih rezervi uglja u ukupnim rezervama.



Slika 6. Grafikon procentualnog učešća klasa rezervi uglja

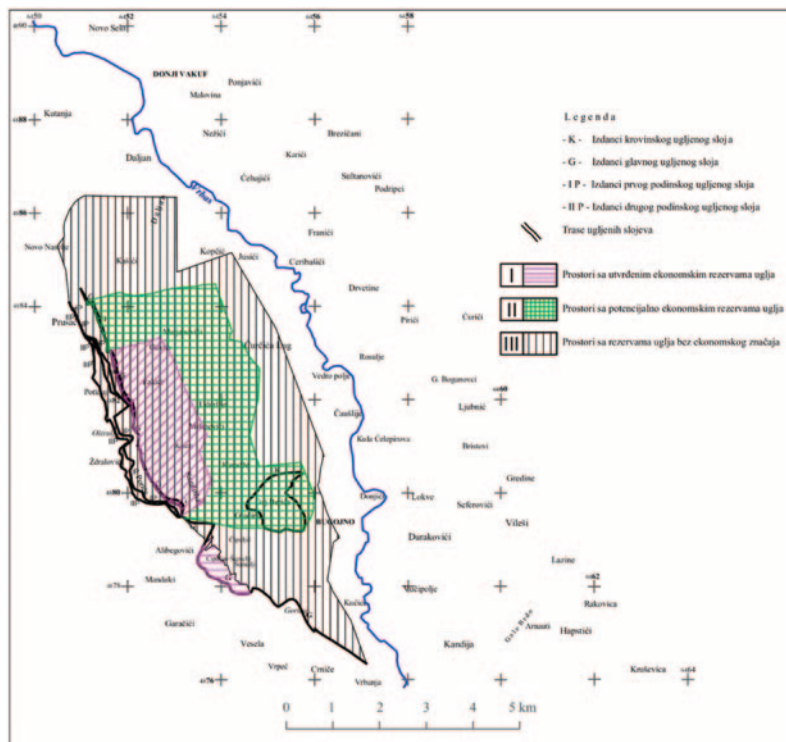
Na osnovu utvrđenih granica površinskog rasprostranjenja i rezultata istraživanja u sjeverozapadnom dijelu Bugojanskog ugljonosnog basena, dostignutim stepenom istraženosti u basenu su dokazana četiri ugljena sloja sa oko 1,3 milijarde tona uglja.

Na osnovu analize kvalitativnih osobina uglja može se zaključiti da ugalj područja Berića Gaj-Karalinka-Kotezi-Guvna-Prusac spada u grupu mekih do srednje tvrdih kvalitetnih mrkolignitskih ugljeva sa nešto povećanim sadržajem sumpora i pepela [2,10].

PROSTORNA POTENCIJALNOST I KATEGORIZACIJA UGLJENIH SLOJEVA

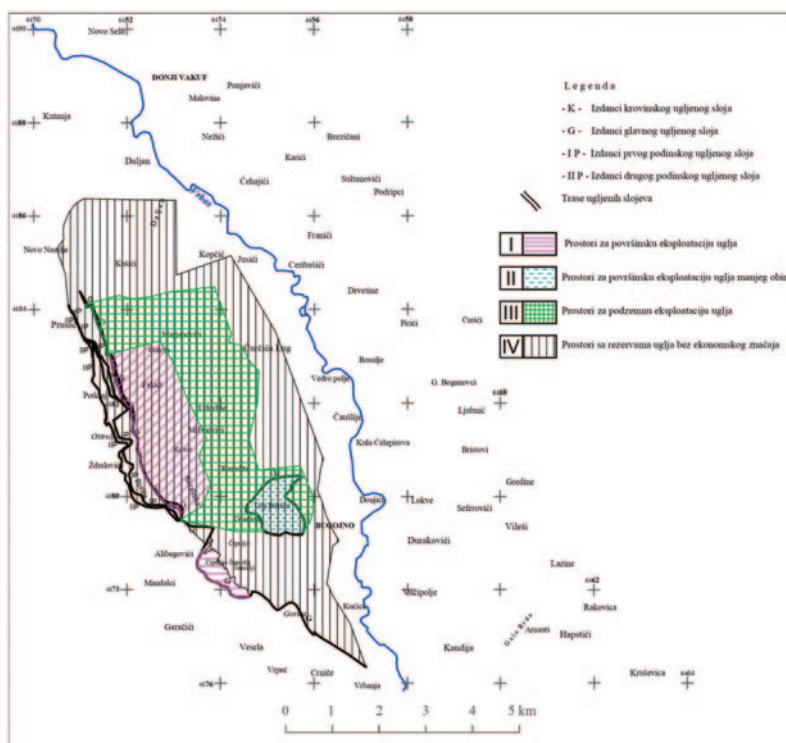
Prostorna potencijalnost uglja u sjeverozapadnom dijelu Bugojanskog basena (Slika 7) podijeljena je na tri kategorije:

- Prva kategorija predstavljena je glavnim ugljenim slojem, prostori sa utvrđenim ekonomskim rezervama uglja - ekonomski najznačajniji u basenu,
- Druga kategorija predstavljena je krovinskim ugljenim slojem i glavnim koji dublje zaliježe - prostori sa potencijalno ekonomskim rezervama uglja, i
- Trećoj kategoriji pripadaju prostori sa zastupljenim prvim i drugim podinskim ugljenim slojem - rezerve uglja bez ekonomskog su značaja.



Slika 7. Karta prostorne potencijalnosti uglja u sjeverozapadnom dijelu Bugojanskog basena (Forčaković Dž.)

Na osnovu rezultata kompleksnih detaljnih geoloških istraživanja ležišta izvršeno je zoniranje ili okonturenje prostora sjeverozapadnog dijela Bugojanskog basena za površinsku (do 160 metara dubine) i za podzemnu eksploataciju (od 160 metara do podine glavnog ugljenog sloja).



Slika 8. Karta kategorizacije prostora zastupljenih ugljenih slojeva i eksploatabilnosti uglja u sjeverozapadnom dijelu Bugojanskog basena (Forčaković Dž.)

Izdvojeni prostori (Slika 8) predstavljaju buduće rudnike sa površinskom ili podzemnom eksploatacijom uglja. Podijeljeni su u četiri kategorije sa aspekta ugljonosnosti, kvaliteta, stepena ekonomičnosti i načina eksploatacije:

- I kategoriju čini prostor sa zastupljenim glavnim ugljenim slojem do 160 metara dubine, perspektivan za površinsku eksploataciju,
- II kategoriju čini prostor sa zastupljenim krovinskim ugljenim slojem, perspektivan za površinsku eksploataciju manjeg obima i mogao bi se eksploatirati zajedno sa glavnim ugljenim slojem,
- III kategoriju čini prostor sa zastupljenim glavnim ugljenim slojem za podzemnu eksploataciju od 160 metara dubine do podine glavnog ugljenog sloja i
- IV kategoriju čini prvi i drugi podinski koji nisu ekonomski značajni.

ZAKLJUČAK

Analizom ugljonosnosti sjeverozapadnog dijela Bugojanskog bazena identifikovani su dijelovi bazena sa izrazitom potencijalnošću u kojima je moguće realizovati površinsku i podzemnu eksploataciju uglja.

Dokazane ekonomske i potencijalno eksploatacione rezerve uglja pretpostavljaju moguću eksploataciju i otvaranje novih rudarskih pogona za postojeće, ali i izgradnju novih termonegetskih kapaciteta u ovom basenu. Treba napomenuti da je prikazana ugljonosnost bazena na niskom stepenu geološke istraženosti.

Pored neophodnih aktivnosti na doistraživanju Bugojanskog bazena pri izradi slijedeće rudarsko-tehničke i investicione dokumentacije za otvaranje novih rudarskih pogona pažnja mora da se usmjeri i na analizu ostalih ograničavajućih faktora, prije svega na:

- prirodne uslove, odnosno veliki stepen zavodnjenosti sjeverozapadnog dijela bazena kao posljedica prostornog položaja rijeka Vrbasa, Poričnice, Dubokog potoka, potoka Spahinac, Lubovskog potoka i hidrogeološkog sklopa bazena,
- te društveni faktor, odnosno stepen naseljenosti ugljonosnog prostora.

U ovom dijelu bazena za sada se ne eksploatiše niti ijedan ugljeni sloj, a najveću ekonomsku vrijednost u basenu ima glavni ugljeni sloj.

Izloženo u radu ukazuje na veliku potencijalnost i perspektivnost ležišta uglja sjeverozapadnog dijela Bugojanskog bazena i predstavlja osnovu za opravdanu i ekonomičnu eksploataciju uglja-lignita i na mogućnost izbora prioritetnih lokaliteta za eksploataciju. Na osnovu savremenih gledanja i ocjene, upoređujući uslove na sličnim ležištima, može se zaključiti da su opšti geološki i tehničko-eksploatacioni faktori relativno povoljni i upućuju na moguću rentabilnu eksploataciju ležišta

LITERATURA

1. Brkić, E.: Geološka građa Bugojanskog neogenog bazena, Magistarski rad. RGGF – Tuzla. 2012 [11]
2. Čičić, S.: Bugojanski basen, Edicija mineralne sirovine BiH, prvi tom, Geoinženjering - Sarajevo. 1976 [3]
3. Čičić, S.: Geološki sastav i tektonika Bosne i Hercegovine. Earth science institute, 350, Sarajevo. 2002 [4]
4. Džonlagić, Dž., Žugić M.: Konačni godišnji izvještaj o regionalnim geološkim istraživanjima uglja Bugojanskog bazena. Geoinstitut - Sarajevo. 1983-1987 [5]
5. Forčaković, Dž., Operta M.: Geološke i kvalitativno-kvantitativne karakteristike uglja ležišta Dimnjače, Općina Gornji Vakuf-Uskoplje. Zbornik radova V savjetovanje geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim učesćem. Pale – Jahorina. 2013 [12]
6. Forčaković, Dž.: Potencijalnost uglja u ležištima Bugojanskog bazena. Magistarski rad. Univerzitet u Tuzli. 2014 [1]
7. Forčaković, Dž.: Konačni izvještaj o detaljnim geološkim istraživanjima uglja u sjeverozapadnom dijelu Bugojanskog bazena. JP EP BiH d.d. Sarajevo, ZD Rudnik uglja Gračanica d.o.o Gornji Vakuf-Uskoplje. 2014-2018 [9]
8. Forčaković, Dž.: Informacija o dostignutom stepenu istraženosti šireg prostora Koteza i dalji pravci u otvaranju površinskog kopa Kotezi. JP EP BiH d.d. Sarajevo, ZD Rudnik uglja Gračanica d.o.o. Gornji Vakuf-Uskoplje. 2018 [10]

9. Jovović M., Jovović N.: Izvještaj o petrografskim kvalitativno-kvantitativnim maceralnim i mikrolitotipskim analizama uzoraka uglja lokalnosti Kotezi kod Bugojna. Geo-Minis Beograd. 2015-2018 [2]
10. Pantić, N., Nikolić, P.: Ugalj. Naučna knjiga. Beograd. 1973 [13]
11. Soklić, I.: Fosilna flora i fauna Bosne i Hercegovine, ANU BiH, Sarajevo. 2000 [6]
12. Vrabac, S., Đulović I.: Izvještaj o makropaleontološkim i mikropaleontološkim istraživanjima uzoraka jezgra bušotina K-40, K-58 i K-45 iz revira Kotezi Bugojanskog ugljonosnog bazena. FSD RGGF-a Univerziteta u Tuzli, Tuzla. 2017 [7]
13. Vrabac, S., Đulović I.: Izvještaj o makropaleontološkim i mikropaleontološkim istraživanjima uzoraka jezgra bušotina K-80 iz revira Kotezi Bugojanskog ugljonosnog bazena. FSD RGGF-a Univerziteta u Tuzli, Tuzla. 2018 [8]

PRENAMJENA RUDNIČKOG ODLAGALIŠTA "BARE" KOD KAKNJA, BOSNA I HERCEGOVINA

Dean Osmanović¹, Muhidin Brčaninović², Akif Ibrišimović³

SAŽETAK

U radu je prezentovano rješenje prenamjene rudničkog odlagališta „Bare“ u Kaknju koje je narušeno klizanjem masa u januaru 2015. godine. Projektno rješenje prenamjene obuhvata sljedeće radove: sanacija klizišta na južnoj kosini odlagališta, denivelacija i planiranje masa sa pratećim radovima (tehnička rekultivacija) te biološka rekultivacija. Sanacija klizišta i denivelacija masa je planirana u dvije faze. Prva faza sanacije odlagališta je počela u maju 2018. godine i trajala je cca. 4 mjeseca a druga faza još nije realizovana. Izgled završne konture odlagališta proizašao je iz više varijantnog sagledavanja problema, poštujući uglove nagiba kosina, tj. faktor sigurnosti završnih kosina, strukturu dobijenih površina kao i potrebna novčana sredstva za implementaciju projekta. Projektom rješenjem prenamjene nisu zauzete nove površine, zato što se mase planirane za denivelaciju mogu smjestiti u prazan prostor unutar konture odlagališta. Na taj način se obezbjeđuje horizontalna površina od 11,19 ha koja je pogodna za izgradnju sportsko rekreativnog centra, uzgajanje poljoprivrednih kultura, ili formiranje voćnjaka i dr., a na kosim površinama planirano je pošumljavanje kako bi se odlagalište uklopilo u okolni ambijent.

ključne riječi: rudničko odlagalište, prenamjena, sanacija, rekultivacija, klizište

1. UVOD

Rudnička odlagališta zauzimaju velike površine zemljišta, koje ne samo da kvare vizuelni izgled nego uz neodgovarajuću izgradnju i održavanje ugrožavaju okolne objekte (pojava klizanja masa, prašina i slično) što je bio slučaj sa starim rudničkim odlagalištem „Bare“ u Kaknju. Na pomenutom odlagalištu pri klizanju materijala došlo je do veće materijalne štete nastale na stambenim objektima a što je za epilog imalo smrtno stradanje jedne osobe. Rudnik, kao privredni subjekt, je dužan da degradirano područje nastalo rudarskim radovima rekultiviše, što je Rudnik mrkog uglja „Kakanj“ (RMU „Kakanj“) i počeo na navedenom odlagalištu. Jedan od problema koji se javlja pri projektovanju prenamjene starih rudničkih odlagališta jeste nepostojanje tehničke dokumentacije što iziskuje veća novčana izdvajanja pri rekultivaciji jer je potrebno vršiti dodatna istraživanja. Istražnim radovima utvrđeno je da supstrat odlagališta čine gline koje pri povećanoj saturaciji (zavodnjenosti) imaju malu nosivost usljed koje dolazi do klizanja odloženog materijala. Do veće saturacije došlo je zbog nepripremljene podloge odlagališta, tj. materijal je odlagan na prirodni teren bez drenažnih sistema, nije postojala zaštita odlagališta od površinskih voda te je period bio hidrološki nepovoljan. Sam tehnorelief odlagališta je takav da se u samom odlagalištu formiraju manje akumulacije vode koje se kroz materijal kreću do podloge i izviru u nožici odlagališta.

¹ Dean Osmanović, mag.ing.min., Mining institute Tuzla, Rudarska 72, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, dean.osmanovic@rudarskiinstitutuzla.ba

² Dr. sc. Muhidin Brčaninović, assist. prof., University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, muhidin.brcaninovic@untz.ba

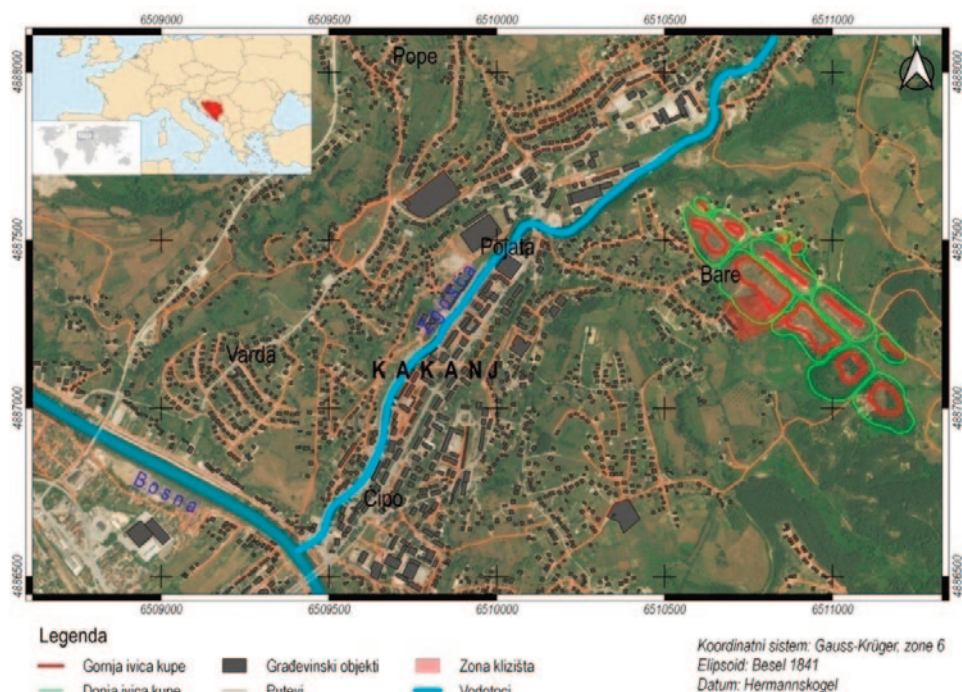
³ Dr. sc. Akif Ibrišimović, Bsc.ing.min., Mining institute Tuzla, Rudarska 72, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, akif.ibrisimovic@rudarskiinstitutuzla.ba

Prenamjenom odlagališta „Bare“ planirani su sljedeći radovi:

- izrada drenažnih kanala i obodnih kanala,
- skidanje humusnog pokrivača sa mjesta gdje će se odložiti dio materijala iz odlagališta te privremeno deponovanje humusa,
- denivelacija masa u zapadnom dijelu odlagališta do profila 13-13' i odlaganje materijala u prazan prostor unutar kontura postojećeg odlagališta,
- izrada glavnog drenažnog kanala u nožici odlagališta,
- denivelacija i odlaganje materijala u istočnom dijelu odlagališta od profila 13-13',
- izrada etažnih kanala i ostalih kanala koji su potrebni da se voda sa odlagališta odvede u postojeće vodotoke i biološka rekultivacija.

2. LOKACIJA I NASTANAK ODLAGALIŠTA „BARE“

Odlagalište je locirano u istoimenom naselju koje je istočno od centra Kaknja udaljeno 2 do 3 km što je prikazano na slici 1. (adaptirana od strane autora rada). Lokalitet Bare u području općine Kakanj koristio se za odlaganje jalovine nastale separisanjem uglja iz podzemne eksploatacije RMU „Kakanj“. Odvajanje jalovine na lokalitetu stare separacije kao i odvoz jalovine na lokalitet Bare vršen je do cca. 1970. godine, a nakon toga rovni ugalj vožen je do nove separacije na lokalitetu Dobož kod Kaknja gdje je vršena separacija rovnog uglja. U periodu od 1973-1974. godine porušeni su svi objekti vezani za staru separaciju i odvoz jalovine. Transport jalovine se vršio žičarom pri čemu su formirane odgovarajuće kupe odložene jalovine. Još uvijek se na terenu mogu naći armirano betonski stubovi od bivše žičare. Postojećim urbanističkim planom općine Kakanj ovaj prostor nije planiran za prenamjenu i uređenje, pa samim time ni za buduće potrebe s obzirom da se isti tretira kao „haldište“-degradirani prostor.

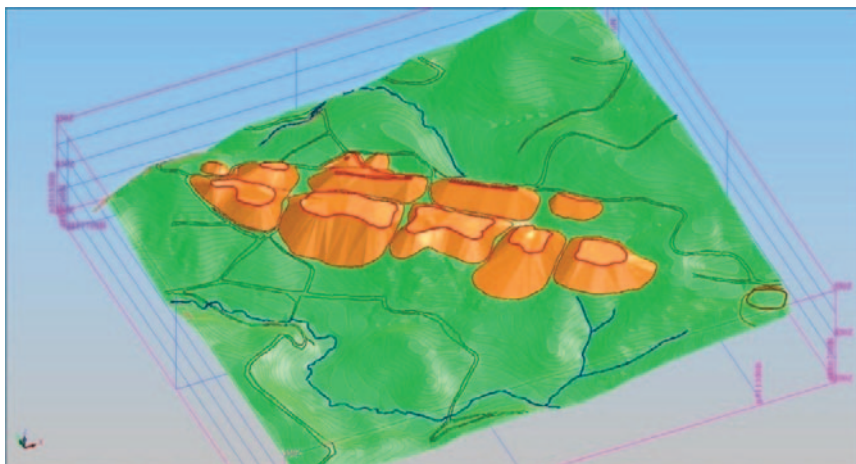


Slika 1. Položaj odlagališta „Bare“

3. TEHNORELJEF ODLAGALIŠTA „BARE“ PRIJE POČETKA SANACIJE

Kao što je u prethodnom poglavlju rečeno transport separacijske jalovine od separacije do odlagališta je vršen žičarom a odlaganje je vršeno obrtanjem transportnih korpi i istresanjem materijala. Prilikom istresanja materijala formirale su se „kupe“ kojih na lokalitetu odlagališta ima deset. Duž sjeveroistočne i jugozapadne konture odlagališta nalaze se individualni stambeni objekti. U centralnom dijelu jugozapadne kosine, 04.01.2015. godine došlo je do formiranja lokalnog klizišta (lom kosine) pri čemu je oštećeno

nekoliko stambenih objekata koji su se nalazili u nožici odlagališta. Na slici 2. je prikazana kontura odlagališta sa dispozicijom formiranih kupa, postojećih vodotoka i putne komunikacije.



Slika 2. Digitalni model terena odlagališta „Bare“ prije klizanja [1]

Na nastanak klizišta uticali su vremenski uslovi, veoma obimne kišne padavine koje su prouzrokovale promjene karakteristika odloženog materijala (zavodnjenost) Mase, zahvaćene procesom klizanja, ugrozile su barake izgrađene neposredno uz ivicu (u podnožju) starog odlagališta, te su imale tendenciju ugrožavanja objekata koji se nalaze dalje u pravcu jugozapada. Površina pokrenutog materijala iznosi oko 1 ha, dok je površina klizišta oko 1,7 ha (bilo je manjih klizanja prije 2015. godine). Pravac djelovanja klizišta je jugozapad. Na slici 3. prikazana je fotografija koja je snimljena nakon klizanja masa.



Slika 3. Fotografija klizišta na području odlagališta „Bare“ (03.02.2016. godine) [1]

Termin tehnoeljef označava forme i elemente na terenu koji nastaju kao posljedica rudarskih radova na eksploataciji mineralnih sirovina ili odlaganju. Tehnoeljef može imati sasvim dobre i prihvatljive elemente novonastale (tehnogene) forme, ako se radi po projektovanim rješenjima koja daju optimalne parametre za planume i kosine tehnoeljefa, gdje su neophodni i prirodni preduslovi za takva rješenja. Po završetku eksploatacionih radova, tehnoeljef je osnova za izvođenje konačnog, trajnog uređenja tog lokaliteta i njegovu integraciju u prostornu cjelinu okoliša.

Tehnoeljef odlagališta prije uređenja imao je sljedeće karakteristike:

- | | |
|--|-----------------|
| - oblik odlagališnog prostora | izdužena elipsa |
| - dimenzije prostora koji je zauzet odlagalištem | 900×200 m |
| - najniža kota | 440 m n.m. |
| - najviša kota | 515 m n.m. |
| - ukupna visina tehnoeljefa (odlagališta) | Huk=75 m |

- | | |
|--|---------------------|
| - broj etaža na tehno-reljefu | n=1 |
| - visina etaže | He=75 m |
| - ugao nagiba kosine etaže (prosječno) | $\alpha_e=33^\circ$ |

Na ovakvom tehno-reljefu se projektuju najprihvatljivija rješenja konačnog uređenja u kojoj biološka faza i harmonizacija sa prostorno – planskom dokumentacijom predstavljaju okosnicu projekta. Izgled tehno-reljefa prije sanacije prikazan je na slici 4.



Slika 4. Reljef terena na odlagalištu prije početka sanacije (03.02.2016. godine) [1]

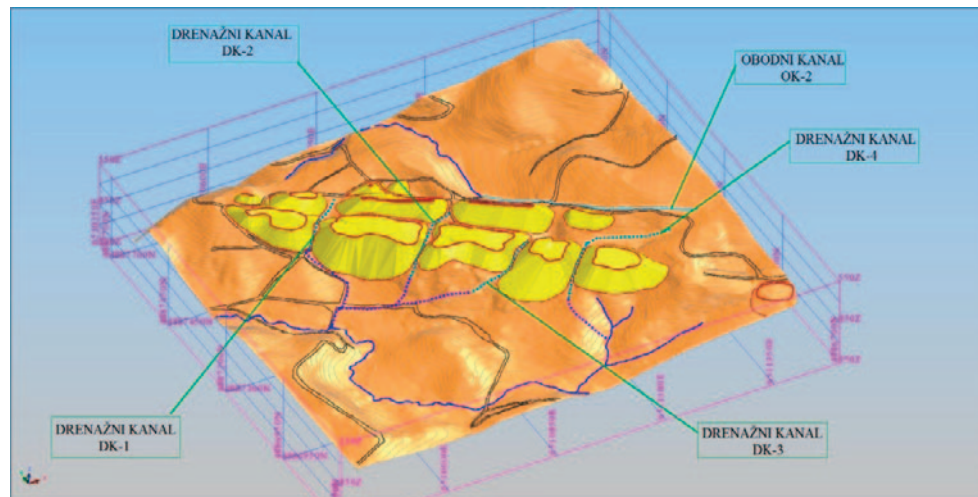
Na navedenom području odlagališta prisutne su samonikle biljke kao što su trava, paprat, bagrem, orah, kao i zasađeni bagrem od strane pčelarskog društva u području jugoistočnog dijela odlagališta. U cilju sanacije klizišta, analizom stabilnosti kosina definisana je kota rasterećenja odlagališta. Navedeni nivoi su reperi do kojih treba rasteretiti odlagalište u području klizanja masa i na osnovu toga dato je moguće rješenje oblikovanja postojećeg terena odlagališta, a u cilju sanacije i rekultivacije odlagališta. [1,2]

4. PROJEKTOVANI RADOVI UREĐENJA TEHNORELJEFA ODLAGALIŠTA

Na osnovu analize stabilnosti kosina na odlagalištu, odnosno definisanog nivoa rasterećenja masa odlagališta urađen je veći broj mogućih varijanti oblikovanja postojećeg tehno-reljefa u cilju sanacije i rekultivacije odlagališta. Jedan od uslova bilo kakvih radova na odlagalištu je uspostavljanje drenažnih sistema, koji bi odvodili oborinske vode koje se procjeđujući kroz tijelo odlagališta i spuštaju do podloge, a ujedno stvorili uslove da se mase koje se planiraju nivelisati odlažu na dreniranu površinu, slika 5.

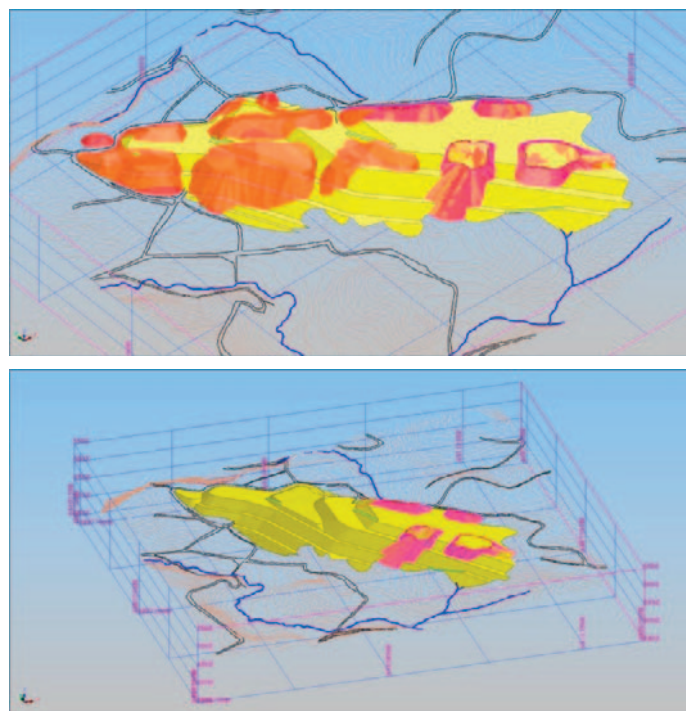
Projektovani uglovi nagiba kosina se kreću od 18° (1:3) do 26° (1:2). Preporuke koje se odnose za nagibe kosina odlagališta koja će se koristiti u poljoprivredne svrhe su 1:3. [5]

Širine etažnih površina određena je iz uslova mehanizovane sadnje i gajenja biljaka a njena minimalna vrijednost nije manja od 8 metara [6], tako da je širina etažnih površina usvojena na minimalno 10 do 15 m.



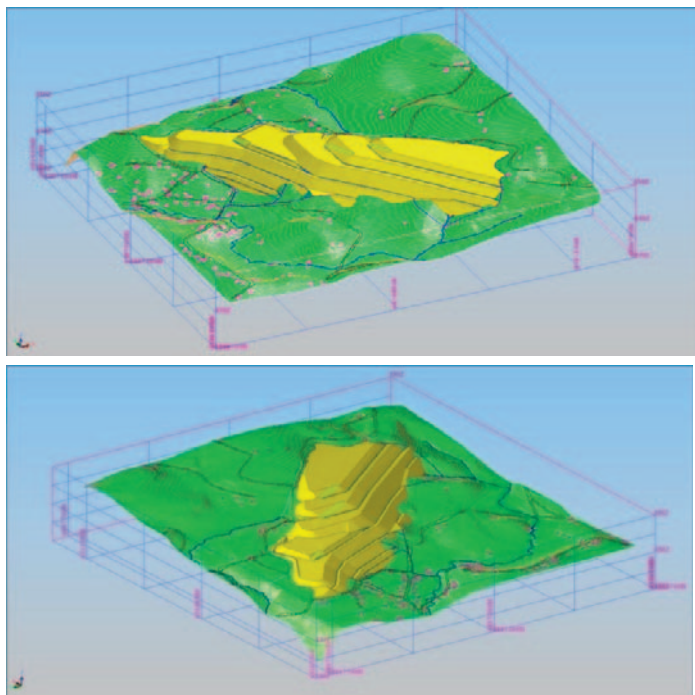
Slika 5. Sistem zaštite odlagališta od voda [1]

Da bi se odabrala varijanta oblikovanja terena odlagališta, a u cilju sanacije i prenamjene, neophodno je bilo uraditi više varijanti oblikovanja, kako bi se izvršio izbor najpovoljnije. Broj varijanti (5) proizašao je iz potrebe da se iznađe rješenje sa minimalnim otkopavanjem osnovnog supstrata, i maksimalnim zapunjavanjem slobodnog prostora unutar konture odlagališta, kao i minimalnim radom na transportu jalovine. Cilj je da se postigne potpuno izravnavanje masa, „otkopano jest jednako odloženo“. Za usvojenu varijantu potrebno je otkopati 612.720 č.m³ te isto toliko odložiti u slobodni prostor. Na slici 6. prikazan je digitalni model terena (engl. Digital Terrain Model - DTM) prve faze uređenja za što je potrebno nivelisati 451.520 č.m³. Ostalih 161.200 č.m³ se nivelise u drugoj fazi, a konačan izgled odlagališta prikazan je na slici 7.

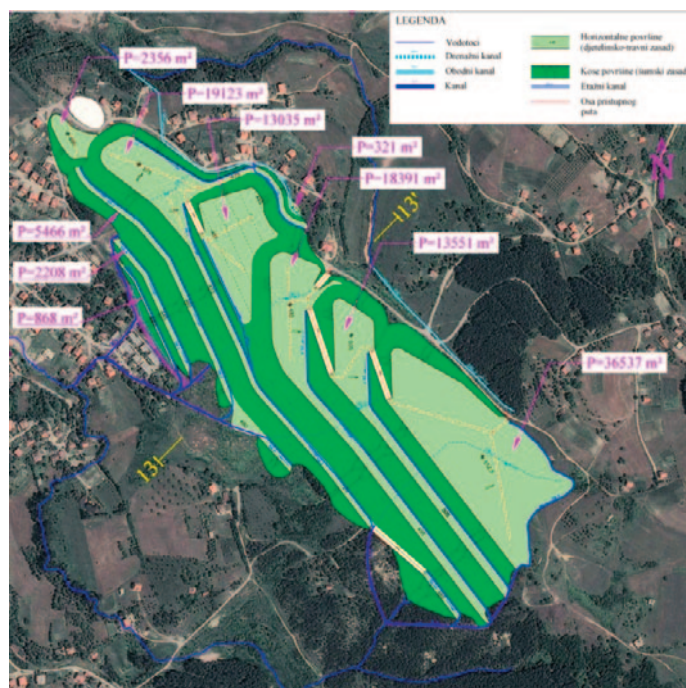


Slika 6. Prva faza sanacije [1]

Prenamjena odlagališta je planirana kroz sljedeće faze aktivnosti, tabela 1. (djelimično adaptiran od strane autora rada) Prenamjena obuhvata površinu od 21,55 ha zemljišta, za koju je potrebno uložiti cca. 2.217.000 KM ili cca. 102.900 KM/ha. Na slici 8. prikazana je struktura novonastalih površina sa planom biološke rekultivacije (horizontalne površine – djetelinsko-travna smjesa; kose površine – šumske sadnice).



Slika 7. Digitalni model usvojene varijante oblikovanja odlagališta [1]



Slika 8. Struktura površina nakon sanacije odlagališta „Bare“ [1]

Period	Trajanje (mjeseci)	Trošak (KM)	Vrsta radova
Prva faza	5,1	1.400.000	Izrada drenažnih kanala i obodnih kanala
			Skidanje humusnog pokrivača i privremeno deponovanje humusa
			Denivelacija masa u zapadnom dijelu odlagališta do profila 13-13' i odlaganje materijala u prazan prostor unutar kontura postojećeg odlagališta
			Izrada glavnog drenažnog kanala u nožici odlagališta L=170 m
Druga faza	1,7	437.000	Denivelacija i odlaganje materijala u istočnom dijelu odlagališta od profila 13-13'
Dodatni radovi kod tehničke rekultivacije	1,6	105.000	Izrada etažnih kanala i ostalih kanala koji su potrebni da se voda sa odlagališta odvede u postojeće vodotoke i
Biološka rekultivacija	2,8	275.000	Sijanje djetelinsko-travne smjese i sadnja šumskih sadnica

Tabela 1. Radovi na prenamjeni odlagališta „Bare“ [1]

TEHNORELJEF ODLAGALIŠTA „BARE“ NAKON PRVE FAZE SANACIJE

Investitor za sanaciju odlagališta je JP Elektroprivreda d.o.o. Sarajevo, ZD RMU Kakanj d.o.o Kakanj. Izvođač radova u prvoj fazi sanacije bio je Trgošped d.o.o. Kakanj za što je investitor izdvojio cca. 925.000 KM.[4] Autori rada nisu učestvovali pri izvođenju radova u prvoj fazi sanacije, te ne raspolažu „mjerljivim“ podacima o izvedenim radovima. Međutim ovdje će se osloniti na vizuelno poređenje izvedenih radova sa projektovanim i stanjem koje je bilo prije sanacije. Na slici 9.a. prikazana je fotografija prije sanacije a na slici 9.b. tokom izvođenja radova na sanaciji.

a)



b)



Slika 9. Fotografija odlagališta „Bare“ prije (a) i tokom sanacije (b) [1,3]

Na slici 10. prikazan je satelitski snimak (adaptiran od strane autora rada) izvedenih radova na odlagalištu „Bare“ i projektovanih radova prve faze sanacije.



Slika 10. Satelitski snimak izvedenih radova na odlagalištu „Bare“

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U cilju prenamjene odlagališta „Bare“, odnosno sanacije i rekultivacije, aktivnosti bi se odvijale kroz dvije karakteristične faze radova. Prva faza (već završena) obuhvatila je rasterećenje dijela masa odlagališta u zoni klizišta što je obezbjedilo uslove za tehničku rekultivaciju tog dijela i sanaciju klizišta, a druga faza bi se odnosila na denivelaciju (rasterećenje) masa istočnog dijela odlagališta u cilju kompletne rekultivacije. Može se konstatovati da radovi rasterećenja masa odlagališta će pozitivno uticati na stabilnost odlagališta i stvaranje uslova za biološku rekultivaciju kao i uklapanje projektovanog tehnoreljefa u pejzaž. Ovim radovima RMU „Kakanj“ će ispuniti obavezu privođenja oštećenog zemljišta prvobitnoj namjeni, a datim rješenjima možda i „boljem“ stanju u odnosu na početni reljef. Navedeno prostorno rješenje se pozitivno uklapa u postojeći okolni ambijent. Ovako uređeni prostor može biti od interesa šire društvene zajednice kao što je općina Kakanj, uzimajući u obzir da je to prilično blizu centru grada što upućuje na vrijednost ovog zemljišta.

Vraćanje zelenih površina u neposrednoj blizini urbane gradske zone ima izrazito povoljan ekološki efekat za životnu sredinu i za stanovništvo te sredine, a ta se pozitivnost ogleda u tome što se:

- dobivaju aktivne poljoprivredne i šumske površine,
- obnavlja biljni i životinjski svijet,
- stvara mogućnost za postavljanje plastenika, otvaranje farmi,
- stvara pejzaž prihvatljiv za lokalnu zajednicu i
- smanjuje opasnosti od nekontrolisanog klizanja i odrona odloženog materijala.

Potrebna ulaganja na sanaciji i rekultivaciji (prenamjeni) iznose cca. 2.217.000,00 KM, odnosno cca. 102.900 KM/ha novostvorene površine, što ukazuje da je prenamjena ekonomski isplativa, s obzirom na

cijenu zemljišta na ovoj lokaciji. Prema planiranoj angažovanosti mehanizacije, radovi na sanaciji i rekultivaciji odlagališta trajali bi oko jedanaest mjeseci. Kako se postojećim urbanističkim planom općine Kakanj ovaj prostor tretira kao „haldište” - degradirani prostor a datim rješenjima ovaj prostor će biti od znatno većeg interesa za općinu Kakanj, odnosno urbanistički plan.

LITERATURA

1. Dopunski rudarski projekat Sanacija i rekultivacija odlagališta “Bare” u konturama zahvaćenog odloženim jalovinskim materijalom, Rudarski institut d.d. Tuzla, 2016.god.
2. Elaborat o geomehaničkim karakteristikama terena za potrebe izrade projekta sanacije deponije „Bare” u Kakanju; Rudarski institut d.d. Tuzla, 2016.god.
3. https://kaportal.ba/wp-content/uploads/2018/08/IMG_2845.jpg (pristupljeno 6.11.2019. godine)
4. <https://rmukakanj.ba/v2/novost/89> (pristupljeno 6.11.2019. godine)
5. Knežiček Ž., Uljić H., Husagić R., Oblikovanje i prenamjena prostora površinskih kopova lignita, Rudarski institut Tuzla, Tuzla 2006., str.66.
6. Pavlović V.: Rekultivacija površinskih kopova i odlagališta, Rudarsko geološki fakultet Beograd, Beograd 2000., str. 55.

ANALIZA STABILNOSTI KOSINA NA SJEVERNOM VANJSKOM ODLAGALIŠTU "DUBRAVA" RMU "BANOVIĆI" PRIMJENOM METODE KONAČNIH ELEMENATA (MKE)

Benjamin Brašnjić¹, Vahid Avdić², Zajkan Mrkaljević³

SAŽETAK

Pri projektovanju odlagališta otkrivke jedan od prvih problema je pronalažanje dovoljnog prostora. Kako bi se prostor što bolje iskoristio pristupa se iznalaženju optimalne geometrije odlagališta (visina etaže, širina etaže i ugao nagiba kosine etaže). Nastoji se postići što je moguće veći ugao nagiba završne kosine odlagališta kako bi se prostor što bolje iskoristio. Postavlja se pitanje koji je to maksimalni ugao, a da je u granicama sigurnosti od loma kosina odnosno gubitka masa u tijelu odlagališta. Na ovo pitanje odgovor daju metode koje analiziraju naponska stanja u odlagalištu i odlagališnoj podlozi odnosno proračunavaju koeficijent sigurnosti. Prilikom odlaganja iskopnog materijala dolazi do promjene naponskog stanja, odnosno do koncentracije napona na odlagalištu i podlozi odlagališta. U radu se prikazuje analiza stabilnosti radne etaže na vanjskom odlagalištu „Dubrava“ na PK „Grivice“ RMU „Banovići“. Rad je izvršio usporedbu analiza stabilnosti sa tri metode granične ravnoteže, po Morgenstern-Price-u, Bishop-u i Janbu, pri promjenljivim koeficijentima pornog pritiska $ru=0.0$, $ru=0.2$ i $ru=0.4$ i koeficijenta kritičnog naponskog stanja (SRF) pri istim pornim pritisicima. Proračun je proveden primjenom programa Slide koji se bazira za anлізу stabilnosti tla i stijena i Phase2 koji se bazira na metodi konačnih elemenata u kojem je integrisan Mohor-Columbov kriterijum loma koji će se primjenivati u ovom radu. Ovakav način modeliranja je značajan jer pruža uvid u ponašanje stjenske mase ili tla, odnosno odlagališta, u svim fazama odlaganja. Očekivani rezultati su približno ista za vrijednost koeficijenta sigurnosti (F_s) i kritičnog faktora uticaja smanjenja napona (SRF) samo u toj tački analize. Rezultati pokazuju da se za projektovanu geometriju odlagališta može postići stabilnost kosina ako se posveti pažnja zaštiti odlagališta od površinskih i podzemnih voda, kao i dobroj pripremi podloge odlagališta.

Ključne riječi: odlagalište, faktor sigurnosti, porni pritisak, SRF, Slide, Phase2

1. UVOD

Projektovanje odlagališta površinskih kopova u principu se ograničava na tehnološka rješenja. Ovakav način pristupa problemu u uslovima kopova sa većim dimenzijama, najčešće dešava slom kosina velikih razmjera koja obuhvataju milione kubnih metara odlaganja jalovine. Cilj primjene softverskih paketa za analizu stabilnosti kosina odlagališta (koji koriste metodu konačnih elemenata) jeste u izvođenju zaključka, odnosno interpretaciji rezultata obavljene analize koja će dati rezultate za stvaranje objektivnih podloga za projektovanje odlagališta. [8, 9]

Konkretno, za sjeverno vanjsko odlagalište „Dubrava“ koje je visinskog tipa ($H_{max}=136$ m), bilo je potrebno uraditi analize stabilnosti kosina i te provjeriti jesu li F_s u granicama po propisima o tehničkim normativima za površinsku eksploataciju. [8]

Za analizu stabilnosti posmatran je presjek III-III' koji se smatra kritičnim presjekom na kojem može da dođe do razvoja loma kosina odnosno gubitka odložene mase prema geometrijskim parametrima u

¹ Benjamin Brašnjić, BA inž.rud., Rudarski institut d.d. Tuzla, Rudarska 72, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, benjamin.brasnjic@rudarskiinstitutuzla.ba

² Avdić Vahid, BA inž.rud., Rudarski institut d.d. Tuzla, Rudarska 72, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, avdic.vahid@rudarskiinstitutuzla.ba

³ Zajkan Mrkaljević, BA inž.rud., Rudar d.d. Tuzla, Mitra Trifunovića Uče broj 9, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, zakan.mrkaljevic@gmail.com

trećoj fazi odlaganja na vanjskom odlagalištu „Dubrava“. Izvršena je uporedba analize stabilnosti kosina za dati presjek sa tri metode granične ravnoteže u uslovima granične ravnoteže prema kriterijumima koji se danas koriste u svijetu: Morgenster-Price, Bishop i Janbu, kao i uz pomoć koeficijenta kritičnog naponskog stanja (SRF), sa postojećim geomehaničkim podacima. Koeficijent kritičnog naponskog stanja (SRF) indentičan je faktor sigurnosti (F_s) u analizi stabilnosti kosina granične ravnoteže. Vrijednost SRF posmatra se za dvije varijante, kada je $SRF \leq 1$ nagib je u stanju granične ravnoteže i da svako smanjenje čvrstoće smicanja rezultirati će neuspjehom nagiba. Takođe treba naglasiti da ne treba analizirati faktor sigurnosti za 1 osim ako ne upotrebljavamo granična stanja i ulazne parametre faktorima (Eurocode). Za vrijednosti kada je $SRF > 1$ precizno se izračunavaju modeli. Za modele sa više faza, ako i samo ako se konverzuju svi stupnjevi koji vode u posljednju fazu, rješenje je tačno. Parametri čvrstoće nagiba smanjuju se za određeni faktor (SRF), a izračunava se i analiza napona konačnih elemenata. Ovaj se postupak ponavlja za različite vrijednosti faktora uticaja smanjenja napona SRF, dok model ne postane nestabilan.

Numeričkim metodama analiziran je koeficijent sigurnosti kosina, maksimalana pomjeranja i koeficijenta kritičnog naponskog stanja (SRF).

Proračun je proveden primjenom programa Slide i Phase2 firm Rocscience. Osnovne karakteristike programa su:

- Slide je 2D program koji se koristi za analizu stabilnosti za procjenu faktora sigurnosti kružnih ili poligonalnih kliznih ravnina u tlu ili stijeni. Vrlo je jednostavan za korištenje, a opet brzo i lako se mogu kreirati i analizirati složeni modeli. Ovaj program obezbjeđuje razumljiv spektar analiza, uključujući i dizajn, koji podržava datu analizu i analiza vjerovatnoće, koji se bazira na grafičkom interfejsu, pruža širok spektar interpretacija putem modeliranja i podataka koje omogućavaju brze i tačne analize. Fajlovi se iz Slida mogu prebacivati u program Phase2 za stabilnost kosina metodom konačnih elemenata. [1]
- Phase2 je 2D program koji je započeo sa razvojem i primjenom 1992. godine kao Phases; svoj rad bazira na analizi napona uz pomoć metode konačnih elemenata, kako za podzemna tako i za površinska oktopavanja tla ili stijena. Može se koristiti za širok spektar inženjerskih projekata, uključujući konstrukcije tunela, stabilnosti kosina pomoću metoda konačnih elemenata, mrežno modeliranje, analizu vjerovatnoća i ostale analitičke mogućnosti. Sa ovim programom se može brzo kreirati i analizirati kompleksno stanje modela u više faza. [1]

Na rudnicima u Bosni i Hercegovini već uveliko se primjenjuju moderni softverski paketi namjenjeni za analizu stabilnosti kosina.

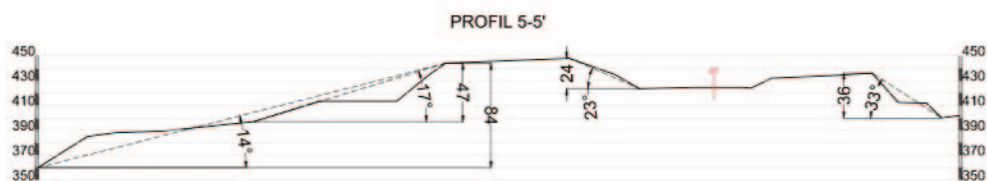
2. LOKACIJA VANJSKOG ODLAGALIŠTA „DUBRAVA“ SA OPISOM POSTOJEĆIH I PROJEKTOVANIH RUDARSKIH RADOVA

Vanjsko odlagalište „Dubrava“ koje služi za odlaganje otkrivke iz PK „Grivice“ RMU „Banovići“ u Banovićima, nalazi se sjeverno od grada Banovići (Bosna i Hercegovina) na udaljenosti oko 5 km vazdušne linije. Do vanjskog odlagališta „Dubrava“ dolazi se putevima koji vode od vanjskog odlagališta do PK „Grivice“, a koji od površinskog kopa asfaltnim putem izlazi do grada Banovići. Na slici 1. prikazana je geografski položaj vanjskog odlagališta „Dubrava“ i PK „Grivice“.

Vanjsko odlagalište „Dubrava“ sa južne strane povezano je stalnim putem sa PK „Grivice“ kojim se vrši transport otkrivke kamionoma nosivosti 136 i 150 tona. Trenutna površina koju zauzima VO „Dubrava“ iznosi oko 150 ha. Najniža kota odlagališta je 380 m n.m. dok je najviša 448 m n.m., sa maksimalnim uglom nasipavanja oko 36°. Na Slici 2. prikazan je karakterističan profil kroz VO „Dubrava“.



Slika 1. Geografski položaj vanjskog odlagališta „Dubrava“ i PK „Grivice“ (QGIS)



Slika 2. Karakterističan profil kroz VO „Dubrava“

Projektovane kote odlagališta su: maksimalna 460 m n.m., a minimalan 324 m n.m.

Odlagalište je po visini podijeljeno na horizontalne etaže visine 12-24 m, koje se u završnoj kosini spajaju u jednu kosinu visine 50 metara sa uglom nasipavanja 36°. Od sjevera ka jugu planum odlagališta je u padu 1% radi gravitacionog odvodnjavanja.

3. METODE STABILIZACIJE KOSINA

Ukoliko analize stabilnosti pokažu da je faktor sigurnosti kosine manji od dozvoljenog, onda je potrebno da se stabilizacionim (sanacionim) mjerama povećati njegovu vrijednost, odnosno postići zahtijevni faktor sigurnosti kojim je obezbjeđeno stanje stabilnosti kosine. Da bi se našla odgovarajuća rješenja, koja zadovoljavaju i tehničke i ekonomske zahtjeve, treba prije svega da se odrede glavni uzroci nedovoljne stabilnosti. Oni mogu da budu različiti, a najčešće su slijedeći; [4, 5, 11]

- kosina je strma ili visoka ili istvremeno i jedno i drugo, u odnosu na prirodu materijala od kojeg je formiran,
- tlo ima malu čvrstoću niske vrijednosti otpornih parametara,
- porni pritisci su visoki i
- spoljno opterećenje dijeluje nepovoljno, u smislu veličine svoje vrijednosti i načina djelovanja.

Navedeni uzroci mogu da djeluje pojedinačno, a mogu da budu i međusobno povezani. Od načina njihovog djelovanja zavisi i izbor sanacionih mjera, odnosno mogućnosti kombinacije više njih. Sanacione mjere koje se uglavnom koriste su:

- promjena geometrije kosine,
- drenažne mjere,
- potporne konstrukcije i,
- armiranje tla.

U principu kosinu nije teško stabilizovati, ali kada su u pitanju površinski kopovi onda se često postavljaju tri ključna pitanja:

- Kolika je zahtjevana stabilnost kosine?
- Za koji vremenski period je potrebno obezbjediti zahtjevanu stabilnost kosine, odnosno da li su potrebne privremene ili stalne mjere stabilizacije?
- Koliko je pri stabilizaciji kosine važna cijena, odnosno da li je pred tehničke zadovoljena i finansijska optimalnost provedenih mjera stabilizacije?

Ova tri pitanja predstavljaju osnovni problem, kako u građevinarstvu tako i u rudarstvu na površinskim kopovima.

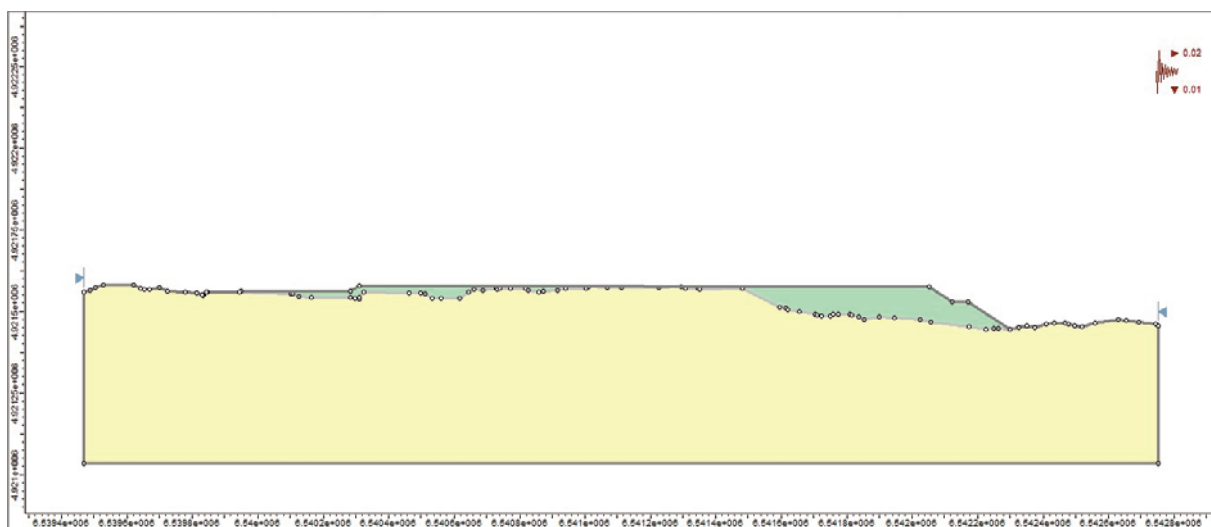
Za razliku od građevinskih objekata, koji se izvode kao statični, dinamika napredovanja površinskog kopa uslovljava da se radne kosine i kosine radnih etaža konstantno izvode u promjenjivim uslovima odložene mase koji podrazumijevaju promjenljivost materijala po prirodi a u funkciji od vremena. Kako bi se spriječio lom kosine odlagališta (etažne ili završne kosine) neophodno je preduzeti određene sanacione mjere. [4, 6, 11]

4. NUMERIČKI MODEL I ULAZNI PARAMETRI ZA ANALIZU

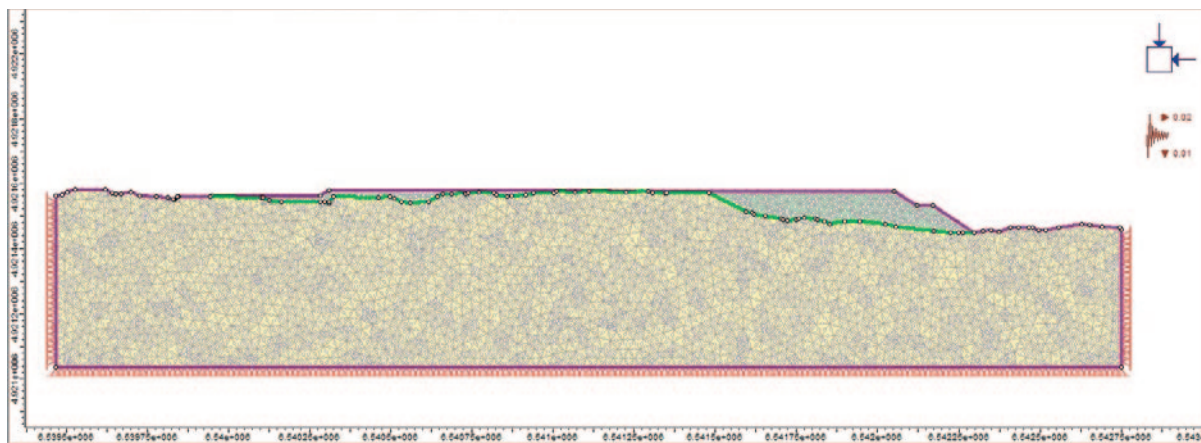
Svi geomehanički rezultati koji su dobijeni u nekim ranije vršenim mjerenjima korišteni su kao ulazni podaci za programe Slide i Phase2. Analiza stabilnosti rađena je prema metodama granične ravnoteže po Morgenster-Price-u, Bishop-u i Janbu, gdje je automatski vršena optimizacija klizne plohe sa ciljem pronalaska klizne plohe sa najnižim faktorom sigurnosti (F_s), dok je naponsko-deformaciona analiza presjeka rađena po Mohr-Colmbovom kriterijumu loma i plastičnim ponašanjem odloženog materijala nakon loma. Svi proračuni provedeni su za vrijednost koeficijenta pornog pritiska $ru=0.0$, $ru=0.2$ i $ru=0.4$. U analizi stabilnosti kosina i koeficijenta kritičnog naponskog stanja (SRF) uzeto je u obzir prostiranje talasa, izazvanih zemljotresom, u najnepovoljnijem pravcu, a usvojeni seizmološki koeficijent je VII stepen po MSC ($kh=0,02$ i $kv=0,01$), u skladu sa preporukom EC8.

Na Slici 3a. Prikazan je usvojeni proračunski 2D model terena i odloženog materijala, kako bi se u Slidu simulira analiza stabilnosti kosina. Na Slici 3b.prikazana je formirana mreža konačnih elemenata u Phase2 sa zadatim granicama modela, tip mreže, tip elemenata, broj čvorova, nakog čega program sam generiše odgovarajuću mrežu konačnih elemenata. S obzirom da se najveća promjena napona i pomjeranja očekuje u nožici odlagališta, mreža konačnih elemenata ima najveću gustinu upravo u toj zoni.

[4, 5, 8, 9]



Slika 3a. Usvojeni proračunski 2D modeli u Slide



Slika 3b. Usvojeni proračunski 2D modeli u Phase2

U Tabeli 1. prikazane se vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara sa kojim je vršen faktorom sigurnosti (F_s) i SRF-a sa promjenljivim koeficijentima pornog pritiska (r_u),

Naziv materijala	Boja	Zap. težina (kN/m^3)	Modul elastičnosti (kPa)	Poissonov koeficijent	Kriterijum loma	Vrsta materijala	Čvrstoća na pritisak (kPa)	Kohezija (kPa)
Podtlo		25,3	1655	0,4	Mohr-Colmbovom	Plastičan	2180	30
Odloženi materijal		17.61	1570	0,26	Mohr-Colmbovom	Plastičan	1320	11

Tabela 1. Vrijednosti geomehaničkih parametra za F_s i SRF

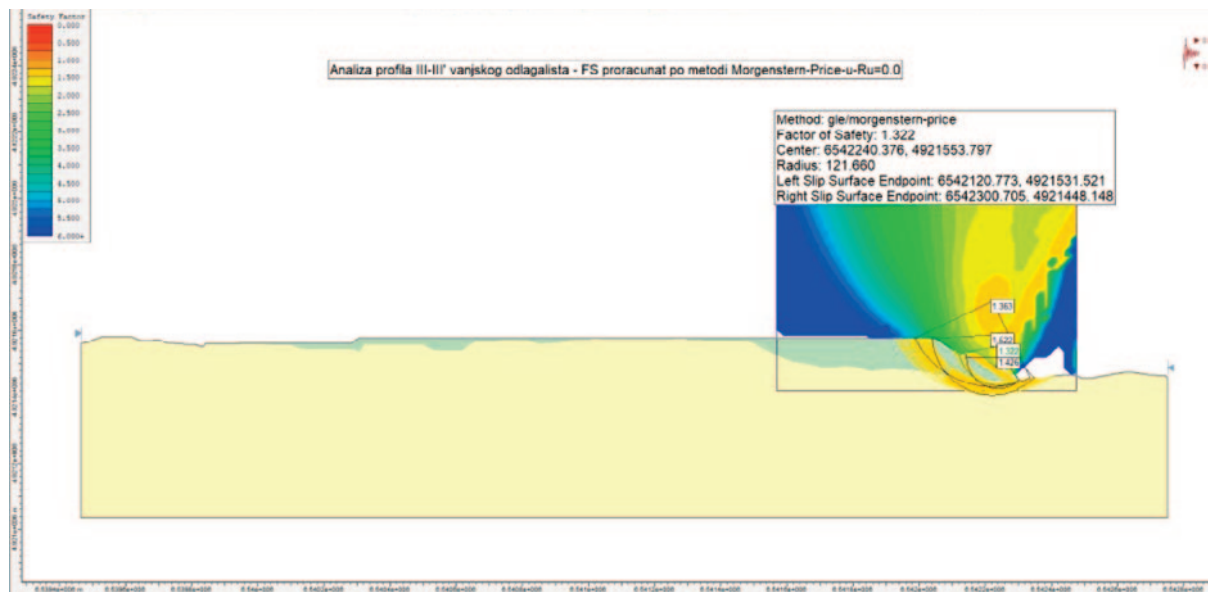
5. PRIKAZ I ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA I NJIHOVA INTERPRETACIJA

5.1. PRIKAZ DOBIJENIH REZULTATA ANALIZE STABILNOSTI METODOMA GRANIČNE RAVNOTEŽE F_S

Grafički prikazane analize stabilnosti za koeficijent sigurnosti (F_s) po metodama granične ravnoteže, Morgenster-Price-u, Bishop-u i Janbu i promjenljivim koeficijentem pornog pristiska (r_u) date su na Slikama 4 do 6. Na osnovu profila III-III' sjevernog vanjskog odlagališta urađena je analiza stabilnosti prema već rečenim numeričkim metodama i dobijeni su sljedeći koeficijenti sigurnosti (F_s) prikazani u Tabeli 2.

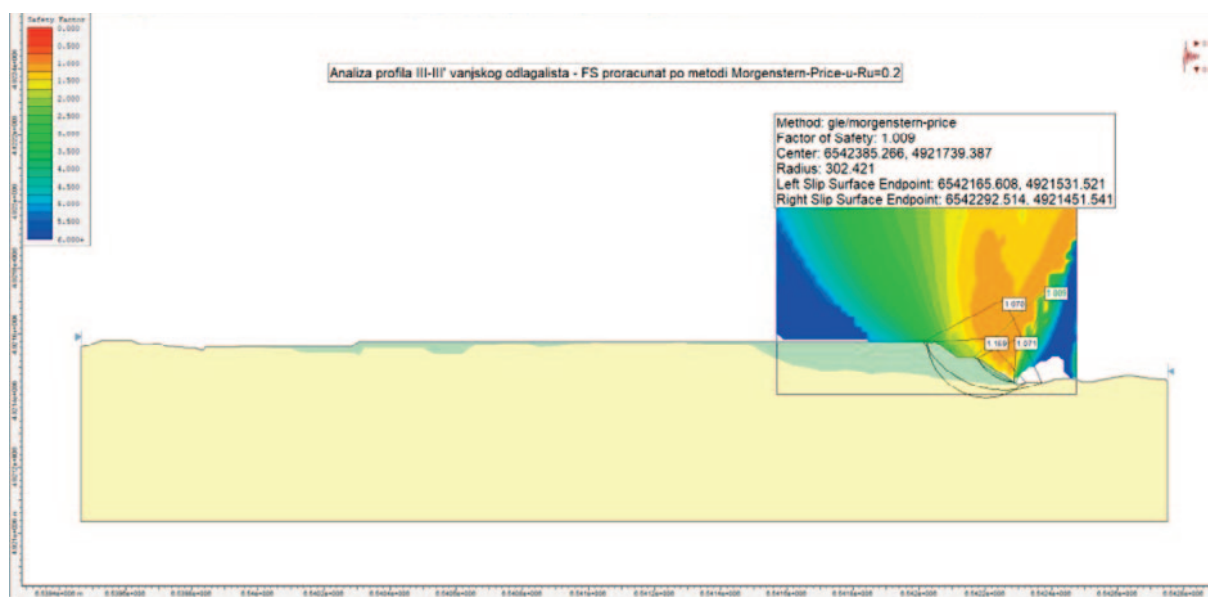
Profil	Nemeričke metode	Koeficijent pornog pritiska		
		$r_u=0.4$	$r_u=0.2$	$r_u=0.0$
		Koeficijent faktora sigurnosti F_s		
III-III'	Morgenstern Price	0.683	1.009	1.322
	Bishop	0.679	1.010	1.346
	Janb	0.609	0.871	1.153

Tabela 2. Dobijeni koeficijenti faktora sigurnosti (F_s)



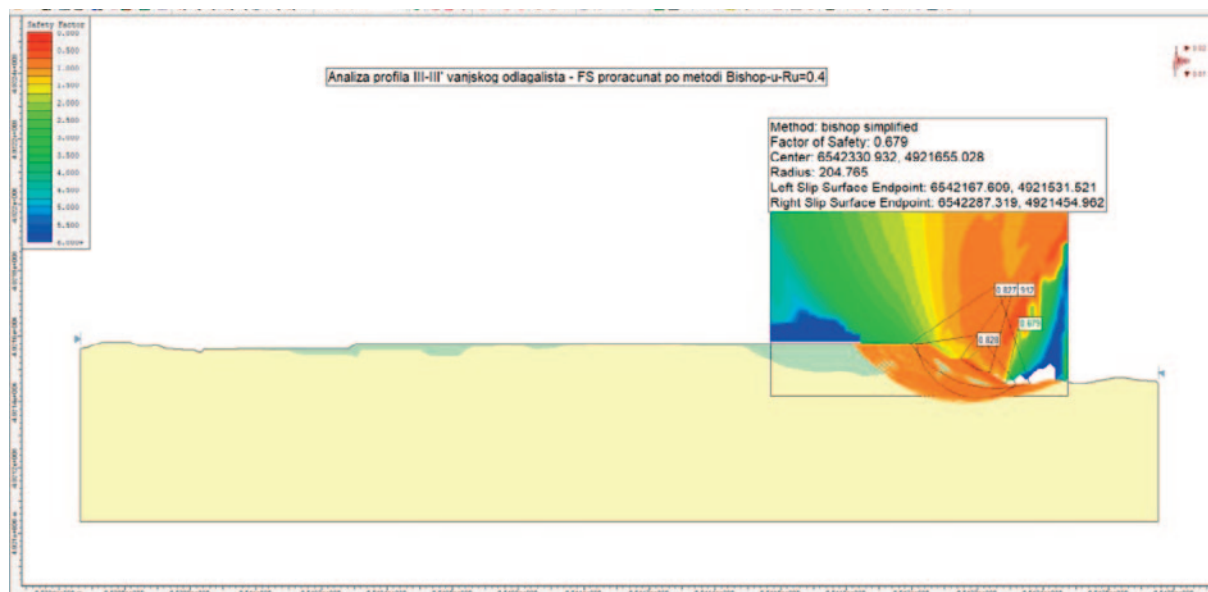
Slika 4. Analiza stabilnosti kosina po numeričkoj metodi Morgenstern-Price pri pornom pritisku $ru=0.0$, $F_s=1,322$

Na Slici 4. Prikazana je prva serija testiranja analize stabilnosti na odlagalištu "Dubrava" koja će nastati usljed odlaganja jalovine. Analiza je urađena metodom Morgenstern-Price bez koeficijenta pornog pritiska za datu varijantu. Vrijednost faktora sigurnosti F_s za usvojene četiri karakteristične površine kreće se u granicama od 1,32 do 1,52 (najmanje dobijeni faktori sigurnosti), usvojena je najkritičnija površina od 1,322 te se može vidjeti da je ova konstrukcija uslovno stabilna i da zadovoljava F_s po pravilniku o tehničkom normativu za površinsku eksploataciju.



Slika 5. Analiza stabilnosti kosina po numeričkoj metodi Morgenstern-Price pri pornom pritisku $ru=0.2$, $F_s=1,009$

Na Slici 5. Prikazana je druga serija testiranja analize stabilnosti na odlagalištu "Dubrava" koja će nastati usljed odlaganja jalovine. Analiza je urađena metodom Morgenstern-Price sa koeficijenta pornog pritiska $ru=0.2$ za datu varijantu. Vrijednost faktora sigurnosti F_s za usvojene četiri karakteristične površine kreće se u granicama od 1,009 do 1,159 (najmanje dobijeni faktori sigurnosti), usvojena je najkritičnija površina od 1,009 te se može vidjeti da je ova konstrukcija nestabilna.



Slika 6. Analiza stabilnosti kosina po numeričkoj metodi Bishopu pri pornom pritisku $r_u=0.4$ $F_s=0,0679$

Na Slici 6. Prikazana je treća serija testiranja analize stabilnosti na odlagalištu "Dubrava" koja će nastati usljed odlaganja jalovine. Analiza je urađena metodom Bishop sa koeficijenta pornog pritiska $r_u=0.4$ za datu varijantu. Vrijednost faktora sigurnosti F_s za usvojene četiri karakteristične površine kreće se u granicama od 0,679 do 0,912 (najmanje dobijeni faktori sigurnosti), usvojena je najkritičnija površina od 0,679 te se može vidjeti da je ova konstrukcija nestabilna.

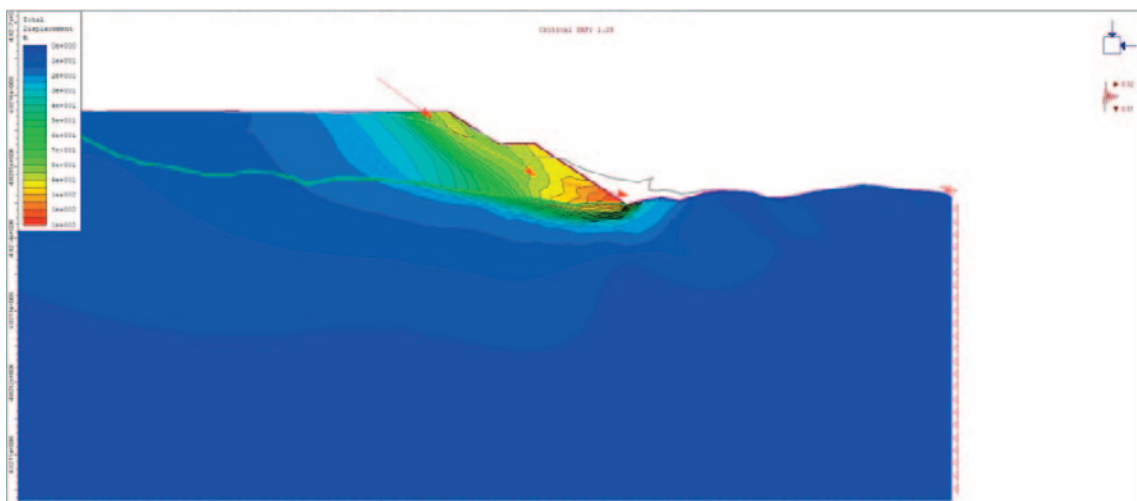
5.2. PRIKAZ DOBIJENIH REZULTATA ANALIZE STABILNOSTI PREKO SRF-A

Grafički prikazane analize stabilnosti preko koeficijenta kritičnog naponskog stanja (SRF) sa primjenom pornog pritiska (r_u) date su na Slikama 7 do 9. Na osnovu profila III-III' sjevernog vanjskog odlagališta urađena je analiza stabilnosti preko SRF-a sa promjenljivim koeficijentom pornog pritiska (r_u) što je prikazani u Tabeli 3.

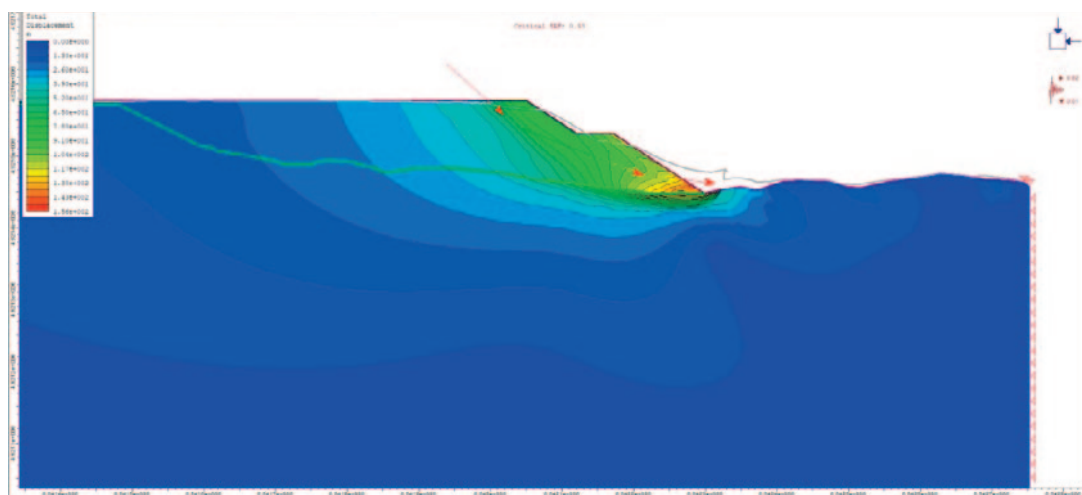
Profil	Koeficijent pornog pritiska		
	$r_u=0.4$	$r_u=0.2$	$r_u=0.0$
	Koeficijent kritičnog naponskog stanja (SRF)		
	0.63	0.93	1.25

Tabela 3. Dobijeni koeficijenti kritičnog naponskog stanja (SRF)

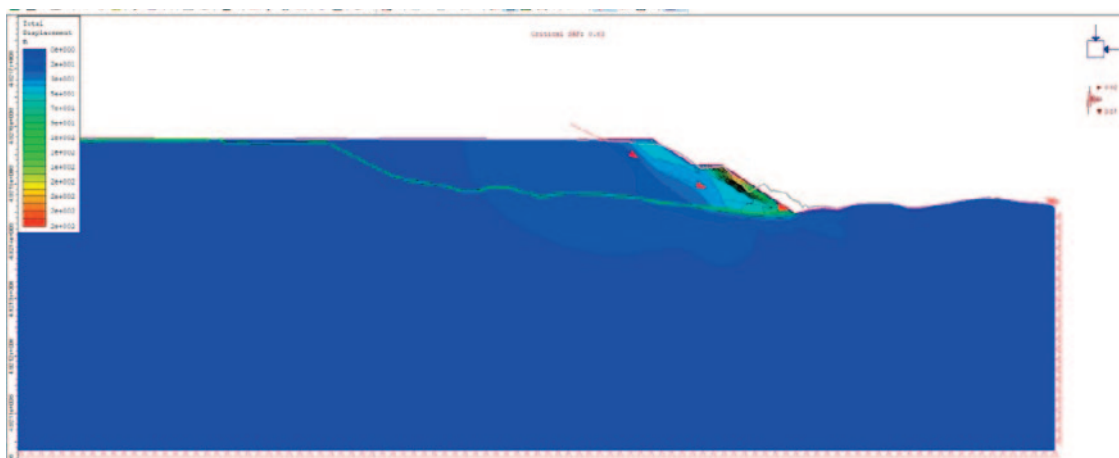
Na slikama (7,8 i 9) prikazana su maksimalna pomjeranja za sve date vrijednosti koeficijenta pornog pritiska, tako da na Slici 7. ima slomljenih konačnih elemenata 177 sa maksimalnim pomjeranjem od 0,2 m, na Slici 8. ima slomljenih konačnih elemenata 181 sa maksimalnim pomjeranjem od 0,6 m, a na Slici 9. ima slomljenih konačnih elemenata 189 sa maksimalnim pomjeranjem od 1 m. Za sve navedene slike uočljivo je da se najveća pomjeranja dešavaju u nožici odlagališta.



Slika 7. Analiza stabilnosti kosina preko naponskih stanja materijala pri ponom pritisku $\mu=0.0$, $\text{SRF}=1.25$



Slika 8. Analiza stabilnosti kosina preko naponskih stanja materijala pri ponom pritisku $\mu=0.2$, $\text{SRF}=0.93$



Slika 9. Analiza stabilnosti kosina preko naponskih stanja materijala pri ponom pritisku $\mu=0.4$, $\text{SRF}=0.63$

5.3. ANALIZA REZULTATA

Analizirajući dobijene rezultate koji su prikazani u Tabelama 2 i 3 može se zaključiti da je odlagalište nestabilno u uslovima zavodnjivosti. Iz tog razloga potrebno je izvršiti pripremu podloge odlagališta u smislu čišćenja humusnog pokrivača, kontakta sa glinom kao i izrade drenažnih kolektora za sakupljanje i odvođenje podzemnih voda iza projektovane konture odlagališta. Važna mjera za povećanje stabilnosti odlagališta, naročito od nožičnog klizanja i podnožičnog zavodnjavanja okolnog zemljišta, jeste izgradnja površinskog filterskog sistema oko odlagališta ili na dijelu prema kome gravitiraju vode. U praksi, odlagalište se može uspješno isušiti ako se podtlo obloži slojem čvrstih stijena ili izradom horizontalnih sakupljača vode (izrade kanala dubine 2,0 m u kojem se spuštaju cementne ili betonske izbušene cijevi oko kojih je izvršena zapuna pijeskom ili šljunkom). Takođe i na etažnim ravnima potrebno je izvesti etažne kanale (locirani na etažama platoa koji služe za odvođenje voda sa kosina odlagališta i platoa) kao i obodne kanale (koji se lociraju po obodu odlagališta i štite odlagalište od površinskih voda koji gravitiraju ka odlagalištu sa okolnog terena) sa ugroženih strana.

Kod plastične analize se primjećuje da su dobivene vrijednosti preko SRF identične vrijednostima F_s . To je sasvim logično s obzirom na činjenicu da su modeli u plastičnom stanju. To znači da će SRF biti jednak F_s jedino kad se lom desi.

Nivo podzemnih voda uvijek mora biti minimalno 1 m ispod nožice odlagališta. Prilikom odlaganja materijala voditi računa da u kontaktu sa podlogom uvijek dolaze materijali boljih geomehaničkih karakteristika i materijala koji dobro dreniraju vodu.

Moguće je vršiti odlaganje uz kosinu koje je tehnološki složenije ali poboljšava stabilnost.

Kroz SRF analize uočeno je da će se najveća pomijeranja dešavati u nožici odlagališta, što govori da treba povesti pažnju posebno kod projektovanja nožice odlagališta.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U radu je prikazana analiza stabilnosti odlagališta kosina kroz dva pristupa, to jeste pronalaženje koeficijenta sigurnosti (F_s) i koeficijenta kritičnog naponskog stanja (SRF). Oba pristupa su koristila različite koeficijente pronađenog pritiska (ru) koji se kretao od 0,0 do 0,4. Oba pristupa su dala slične rezultate, odnosno da je kod povećanja NPV stabilnost kosine sve više narušavana ili se smanjivao pokazatelj stabilnosti kosine. Analiza MKE ne pretpostavlja stanje općeg loma kosine na nekoj plohi, nego daje realnu sliku stanja napona i deformacija na vanjskom odlagalištu „Dubrava“. Naponske deformacije posmatrane su preko Mohr-Columbovog kriterijumu loma i plastičnim ponašanjem stijenske mase nakon loma.

Analizom se ustanovilo, da pored mogućnosti primjene F_s u provjeri stabilnosti terena u odnosu na naponska stanja koja se dešavaju unutar tla, može da posluži i kontrola SRF koja može da bude preliminarni pokazatelj i da ukaže na najvjerojatiji način razvoja procesa sloma kosine.

Na osnovu usporednih ispitivanja koja su provedena na datom modelu sačinjena od 3865 elementa uočene su zone loma stijenskih masa sa 450 slomljena konačna elementa, što ukazuje da se najveća pomijeranja dešavaju u nožici odlagališta kao što se vidi na slikama (7,8 i 9) gdje su ujedno i najveća pomijeranja od 0,28 m te je potrebno preduzeti odgovarajuće mjere za stabilizaciju. Za postizanje stabilnosti kosina potrebno je primijeniti određene mjere: zaštitu vanjskog odlagališta od površinskih i podzemnih voda (dreniranje odlagališta) kao i adekvatnu pripremu podloge koja prednjači rudarskim radovima na odlaganju. Postojeći geomehanički i hidrogeološki parametri vanjskog odlagališta „Dubrava“ nisu detaljno istraženi te je neophodno izvršiti dodatna geomehanička i hidrogeološka istraživanja posebno sa dinamikom razvoja odlagališta. U tu svrhu neophodno je izvršiti nova istraživanja za potrebe odlagališta, pri čemu treba da se utvrde: hidrogeološki aspekti područja, geomehaničke osobine tla u potencijalnom kliznom području i izvan njega i obave geodetska mjerenja i osmatranja.

LITERATURA

- [1] Tutorial Rocscience Slide und Phase2
- [2] Najdanović N; Mehanika tla, Beograd, 1967. godine.
- [3] Najdanović N, Obradović R; Mehanika tla u inženjerskoj praksi; Beograd, 1979. godine.
- [4] Đukić D; Geomehanika u površinskoj eksploataciji, Tuzla, 1984. godine.
- [5] Nonveiller E; Kliženje i stabilizacija kosina, Školska knjiga Zagreb, Zagreb, 1987. godine.
- [6] Stević M; Mehanika tla i stijena, Tuzla, 1991. godine
- [7] Maksimović M.M; Mehanika tla, Beograd, 2008. godine.
- [8] Gojković N, Obradović R, Čebašek V.; Stabilnost kosina odlagališta površinskih kopova; Beograd; 2008. godine
- [9] Gojković N, Obradović R, Čebašek V.; Geomehanička svojstva materijala odlagališta površinskih kopova; Beograd; 2008. godine
- [10] Ribić N, Hodžić M, Zekan S; Pijesak kao geotehnički materijal kod stabilizacije kosina, Geotehnika-e časopis Društva za geotehniku u Bosni i Hercegovini, Broj 4, 2019. godine.

VAŽNOST TESTIRANJA NEZACIJEVLJENJE BUŠOTINE U GASNOM LEŽIŠTU

Sanel Nuhanović¹, Adnan Hodžić², Amir Sušić³, Jovana Munjiza⁴

SAŽETAK

Konvencionalni pristup testiranju gasne bušotine izvodi se sa registratorima pritiska sa metalnim folijama na dnu bušotine, koji se mogu analizirati tek nakon vađenja opreme iz bušotine.

Problem kod konvencionalnog testa predstavlja vrijeme otvaranja i zatvaranja tester ventila, a ono se određuje prema preporukama proizvođača i na osnovu iskustva operatera testa. Drugi pristup je testiranje u realnom vremenu, gdje su podaci dostupni odmah, a vrijeme otvaranja i zatvaranja je optimalno za dobijanje podataka, čime se smanjuje i cijena koštanja testa.

Prije samog konvencionalnog testiranja, neophodno je odraditi pripremne radove, upoznavanje sa stanjem u bušotini, te pripremu alata i mjernih instrumenata za operaciju. Podaci koji se dobiju za vrijeme operacije testiranja, unose se u zapisnik i, zajedno sa dijagramom, predstavljaju osnovu za intepretaciju rezultata, što je u radu i prikazano.

Cljučne riječi: bušotina, gas, testiranje, proizvodnja

1. UVOD

Osnovna svrha DST (*Drill Stem Test*) ispitivanja je da se utvrdi mogućnost ležišta da proizvodi fluide, u ovom slučaju prirodni gas. U tom okviru, potrebno je utvrditi karakteristike proizvodnih bušotina.

Na osnovu rezultata testiranja moguće je dobiti važne podatke o propusnosti ležišta, veličini i radijusu oštećenja bušotine, dosegu stimulacije bušotine, ležišnom pritisku, heterogenosti ležišta, radijusu dreniranja i, ponekad, o granicama ležišta.

Testiranje bušotine predstavlja djelimično i kratkotrajno osvajanje bušotine, pri čemu se ispitivani interval pakerom odvaja od gornjeg dijela bušotine i na taj način eliminiše uticaj hidrostatskog pritiska stuba isplake iznad ispitivanog sloja

Osnovna metoda mjerenja je uspostavljanje depresije na dnu bušotine, koja uzrokuje prtok fluida u kanal bušotine.

Mjerenjem protoka fluida i pritoka na dnu bušotine u fazi crpljenja i pritiska nakon zatvaranja bušotine, dobija se dovoljno podataka za sve potrebne metode interpretacije.

2. OPIS PROVOĐENJA DST-A GASNE BUŠOTINE

DST test je kratkotrajno ispitivanje u fazi izrade bušotine (u nezacijevljenom dijelu) koje se izvodi u svrhu određivanja pozitivnosti određenog ležišta (slika 1). Pri izvođenju DST-a, interval koji se ispituje odvaja se pakerom od ostalog dijela kanala bušotine. Paker služi za eliminaciju anularnog pritiska stuba isplake

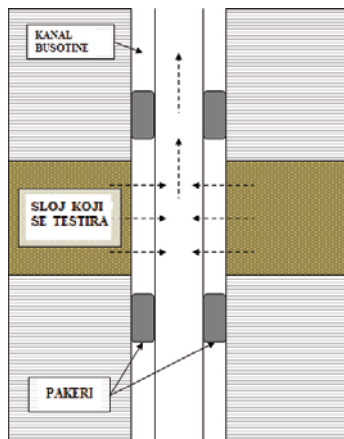
¹ Prof. Sanel Nuhanović, University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, sanel.nuhanovic@untz.ba

² Prof. Adnan Hodžić, University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, adnan.hodzic@untz.ba

³ Prof. Amir Sušić, University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, susicamir@gmail.com

⁴ Jovana Munjiža, University of Banja Luka, Faculty of Mining, Save Kovačevića bb, Prijedor, Bosnia and Herzegovina, jovana.crnogorac@rf.unibl.org

na sloj, te se na taj način kolektor dovodi u vezu s pritiskom u bušačim šipkama. Na naftno-gasnom ležištu "Kikinda", u našem slučaju, testiranja su rađena na dubinama 2080 m i 2125 m, sa dva perioda protoka i dva zatvaranja bušotine.



Slika 1. Shema opremanja i izvođenja DST

Postupak provođenja testa na ovim dubinama odvijao se na sledeći način:

Tokom spuštanja alatke u bušotinu, tester ventil je bio zatvoren čime je bio spriječen ulazak isplake u bušaće alatke. U oba slučaja izmjereno je početni hidrostaticki pritisak (tačka A, slika 2), kao posljedica spuštanja alatke kroz stub isplake u bušotinu.

Kada su alatke spuštene na željenu dubinu, aktivirao se paker i otvorio se tester ventil, čime je bio omogućen dotok fluida i mjereno je početnog dinamičkog pritiska prvog protoka (tačka B, slika 2).

Kada se zatvorio ventil, zaustavio se protok kroz tester alatke, te je izmjereno završni dinamički pritisak prvog protoka (tačka C, slika 2) i, sve dok je ventil bio zatvoren, trajalo je mjerenje prvog statickog pritiska (tačka D, slika 2).

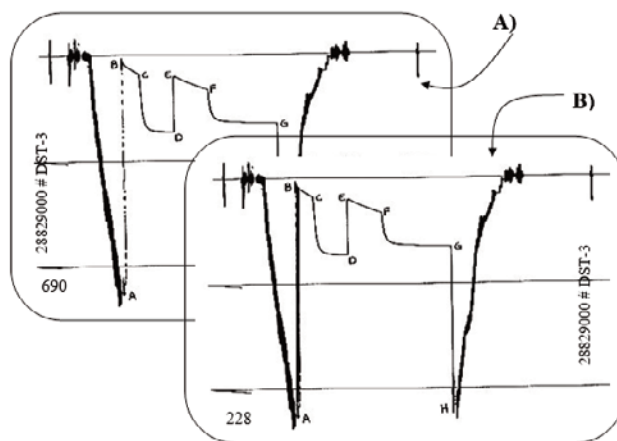
Nakon toga, nategom i rotacijom bušačih alatki, otvorio se ventil, čime je počeo protok fluida kroz alatke, te je bio izmjereno dinamički pritisak drugog protoka na dnu bušotine (tačka E, slika 2).

Ponovnom rotacijom i nasjedanjem bušačih šipki, zatvorio se ventil, te je bio izmjereno završni dinamički pritisak drugog protoka (tačka F, slika 2).

Nakon toga je došlo do porasta pritiska i mjerenja konačnog statickog pritiska (tačka G, slika 2). Nategom se deaktivirao paker, zatvorio se tester ventil, otvorio se ventil za obrnutu cirkulaciju, fluid u šipkama bio je zamijenjen isplakom, te je počelo izvlačenje alatki.

Zatvaranje tester ventila, odnosno otvaranje prelivnih ("by-pass") otvora, po pravilu se manifestuje manjim ili većim padom nivoa isplake na ušću bušotine. Tada se kanal bušotine mora odmah dopuniti isplakom, i to do vrha bušotine.

Na slici 2., predstavljeni su dijagrami dobijeni testiranjem nezacijevljene bušotine u gasnom ležištu na dubinama 2080 m i 2125 m.



Slika 2. Dijagrami testiranja gasne bušotine X-2

ZAPISNIK BROJ: 263003					
Registrator broj: 1900 na 2080 m – gornji Časovnik br: 1547 kapaciteta 12 časova			Registrator broj: 9276 na 2125 m – gornji Časovnik br: 1547 kapaciteta 12 časova		
VRIJEME (minuta)	PRITISAK (Bar)	(T+Δt)/ Δt	VRIJEME (minuta)	PRITISAK (Bar)	(T+Δt)/ Δt
PRVI PROTOK (B–C)			PRVI PROTOK (B–C)		
0	38,46		0	36,74	
10	39,42		10	44,84	
20	46,08		20	51,78	
30	48,55		30	54,39	
40	49,24		40	55,28	
50	49,51		50	55,35	
60	49,65		60	55,62	
PRVO ZATVARANJE (C -D)			PRVO ZATVARANJE (C -D)		
0	49,65	-	0	55,62	-
6	134,46	11,00	6	139,54	11,00
12	137,82	6,00	12	142,97	6,00
18	139,54	4,33	18	144,41	4,33
24	140,50	3,50	24	145,37	3,50
30	141,25	3,00	30	146,20	3,00
36	141,73	2,67	36	146,60	2,67
42	142,08	2,43	42	147,23	2,43
48	142,42	2,25	48	147,71	2,25
54	142,70	2,11	54	147,92	2,11
60	142,97	2,00	60	148,19	2,00
DRUGI PROTOK (E-F)			DRUGI PROTOK (E-F)		
0	47,45		0	55,28	
10	49,65		10	55,28	
20	51,43		20	57,06	
30	51,09		30	56,79	
40	50,47		40	56,24	
50	50,47		50	56,31	
59	50,20		59	56,24	
DRUGO ZATVARANJE (F -G)			DRUGO ZATVARANJE (F -G)		
0	50,20	-	0	56,24	-
6	128,96	20,83	6	134,04	20,83
12	133,08	10,92	12	138,10	10,92
18	135,28	7,61	18	140,16	7,61
24	136,58	5,96	24	141,46	5,96
30	137,68	4,97	30	142,56	4,97
36	138,58	4,31	36	143,45	4,31
42	139,06	3,83	42	144,07	3,83
48	139,67	3,48	48	144,55	3,48
54	140,02	3,20	54	145,03	3,20
61	140,36	2,95	61	145,51	2,95

Tabela 1. Vrijednosti testiranja bušotine X-2

Nakon vizualnog pregleda dijagrama, uočava se da su vidljive sve tačke dijagrama i pristupa se segmentiranju.

Dobijen je gas na površini, sa pritiskom ispred dizne $d = 15,875$ mm od 27,5 - 29 bara.

Uzet je uzorak gasa za laboratorijsku analizu.

Prepoznatljive su sve komponente dijagrama i mogu se upotrijebiti za interpretaciju.

Segmentirani podaci unijeti su u tabelu 1.

3. ANALIZA REZULTATA TESTIRANJA GASNE BUŠOTINE "X-2"

U ovom slučaju, za obradu podataka pri ispitivanju pritiska za bušotine koje imaju konstantnu brzinu protoka, široko se koristi Hornerova metoda.

Procjenjuje se da se čak oko 90 % ukupne kvantitativne analize bušotinskih testova zasniva na Hornerovoj metodi analize, koja pretpostavlja sledeće idealne uslove:

- Radijalni protok - radijalni tok ulazi u bušotinu jednako iz svih pravaca formacije;
- Homogeni rezervoar - homogenost u rezervoaru označava konstantne karakteristike po dužini i debljini. Sve vrijednosti izračunate iz podataka testa tada postaju prosjeci dužine i/ ili debljine.
- Stacionarni uslovi protoka - podrazumijevaju smanjivanje brzine i pritiska (koji je odgovoran za protok), pri čemu je protok konstantan;
- Neograničeno ležište – opisuje se kao ležište kod koga se ne osjećaju vanjske granice za vrijeme provođenja testa, a sam efekat vanjskih granica obično se pojavljuje nakon nekoliko dana. Obzirom da su periodi provođenja testa relativno kratki, vanjske granice u pravilu ne utječu na rezultate;
- Jednofazni tok - pretpostavlja da samo jedna faza ulazi u bušotinu. Tako se, na primjer, bilo koji gas proizveden sa nafom smatra otopljenim gasom, a bilo koja tečnost u gasnom testu smatra se kondenzacijom gasova u cijevi ili neposrednoj blizini bušotine.

Kako se brzina protoka prije zatvaranja mijenja relativno sporo, stvarno vrijeme proizvodnje treba zamijeniti Hornerovim korigiranim (podešenim) vremenom proizvodnje, a treba upotrijebiti i zadnju utvrđenu brzinu protoka.

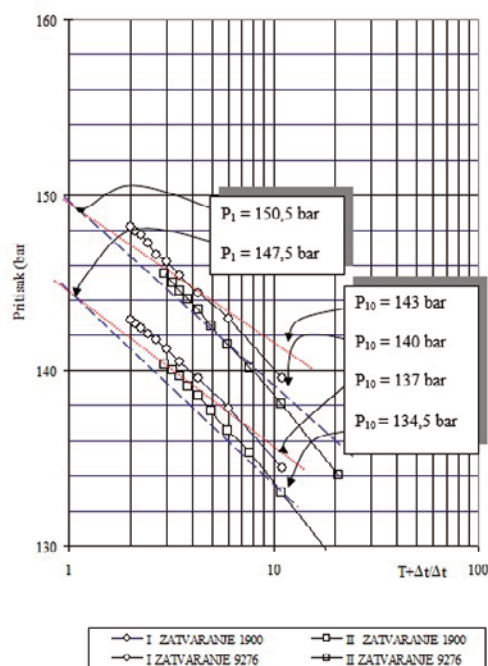
Hornerova metoda je dobra aproksimacija, ali uz uslov da nije bilo promjena obroka crpljenja prije zatvaranja bušotine. Preporučuje se da obrok crpljenja, koji prethodi zatvaranju bušotine, traje najmanje dva puta duže od prethodnog obroka crpljenja.

Prema Hornerovoj metodi, rezultati mjerenja se prikazuju tako da se na ordinate nanose pritisci, a na apscisu odnos $(T+\Delta)/\Delta t$, tj. Hornerovo vrijeme, a podaci koji ne leže na pravcu odnose se na period skladištenja fluida.

Detaljnim (parcijalnim) očitavanjem krivih statičkog pritiska dobija se niz tačaka kroz koje se povlači pravac "ekstrapoliranog statičkog pritiska", koji bi trebalo da odgovara stvarnom ležišnom pritisku.

Prema pravcu ekstrapolacije, može se utvrditi postojanje barijera (rasjeda ili isklinjenja) unutar radijusa dreniranja.

Na slici 3, prikazan je dobijeni dijagram ekstrapolacije rezultata testiranja gasne bušotine "X-2".



Slika 3. Dijagram ekstrapolacije rezultata testiranja bušotine "X-2"

Prema položaju krivih na dijagramu, može se zaključiti da nije bilo problema, odnosno da je propusnost kolektora dosta dobra, radijus dreniranja postojan, te da ne postoje rasjedi ili isklinjavanje sloja (barijere).

Završna ispitivanja rađena su na dubini 2125 m, tako da je u nastavku predstavljen proračun osnovnih parametara za ovu dubinu (registar 9760).

Prema dijagramu, maksimalni pritisak formacije dobiven je na dubini 2125 m (Hornerov dijagram ekstrapolacije - drugo zatvaranje), i iznosi:

$$P_s = 150,50 \text{ [bara]}$$

Nagib pravolinijskog dijela krive porasta koristi se u proračunima za određivanje propusnosti i drugih parametara ležišta. Računa se po sledećoj formuli i, u ovom slučaju, iznosi:

$$M_g = P_1^2 - P_{10}^2 = 22650,25 - 19600 = 3050,25 \left[\frac{\text{bar}}{\log \cdot \text{cikl}} \right]$$

Gradijent pritiska, za ovu dubinu, iznosi:

Na osnovu vrijednosti ugla nagiba prave linije, može se izračunati propusnost ležišta (transmisibilitet):

$$GP = \frac{P_s}{H_r} = \frac{150,50}{2125,1381} = 0,0708 \left[\frac{\text{bar}}{\text{m}} \right]$$

Sastavni dio testerskog uređaja je hvatač uzoraka formacijskog fluida, za procjenu i analizu.

$$T_r = \frac{k \cdot h}{\mu} = 1,4924 \cdot 10^{-1} \cdot \frac{Q_i \cdot Z \cdot T_i}{M_g} = \\ = 1,4924 \cdot 10^{-1} \cdot \frac{110337 \cdot 0,867 \cdot 373,15}{3050,25} = 1746,2 \text{ [} 10^{-3} \mu\text{m]}$$

Uzorak fluida se, obično, šalje u laboratoriju, kako bi se utvrdilo prisustvo potencijalnih UV-a.

Analizama u laboratoriji utvrđuju se stvarne promjene pritiska i temperature ležišnog fluida i mjere se promjene njegovih svojstava. Tipična grupa laboratorijskih određivanja (pVT analiza) sastoji se od zapreminskih ispitivanja, primjerenih tipu fluida, te od analize njegovog sastava i fizičkih osobina.

Metode i tehnike pVT analiza zahtijevaju složenu opremu, zbog velikog raspona područja p-T uslova koje treba prikazati u laboratoriji.

Laboratorijska pVT analiza prirodnog gasa sastoji se, obično, u određivanju sastava gasa i računanju ostalih svojstava iz poznatog sastava.

Laboratorijska analiza slojnog fluida (gasa), u našem slučaju, dala je rezultate predstavljene u tabeli 2.

PARAMETAR	VRIJEDNOST	PARAMETAR	VRIJEDNOST
Gustina gasa	$\rho = 0,6 \text{ kg/md}^3$	Viskozitet gasa	0,019 mPas
Temperatura sloja	100°C	Zapreminski faktor	-
Prečnik površinske dizne:	15,875 mm	Kompresibilitet gasa	Z=0,867
Pritisak ispred dizne	29,18 bara	Moćnost sloja	h = 6 m
Kapacitet bušaćih šipki	9,16 l/m	Kapacitet teških šipki	3,167 dm ³ /m'

Tabela 2. Rezultati laboratorijske analize slojnog fluida (gasa)

Na osnovu rezultata mjerenja (prikazanih u tabeli 1), dalje se pristupa proračunu osnovnih parametara protoka, oštećenja pribušotinske zone, te određivanju teorijskog kapaciteta formacije.

Iako su urađeni proračuni i za dubinu 2080 i 2125 (što je zbirno predstavljeno u tabeli 3), a s obzirom da su se bolji rezultati dobili pri drugom mjerenju (registar 9276), ovdje je dat prikaz ovog proračuna samo za tu dubinu.

Proizvodnja za vrijeme testiranja računa se po sledećoj formuli, i iznosi:

$$Q_g = 306,118 \cdot \frac{C \cdot P_{msr}}{\sqrt{\rho \cdot T_{(K)}}} = \frac{179,74 \cdot 30}{\sqrt{0,6 \cdot 373,15}} = 110337 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{dan}} \right]$$

Vrlo bitan segment ovih testiranja je utvrđivanje oštećenja pribušotinske zone.

Odnos oštećenja "DR" (Damage Rate) je numerička vrijednost koja se koristi za predviđanje protoka, ako su oštećenja uklonjena.

U suštini, DR postaje broj koji, pomnožen sa protokom koji je postojao u vrijeme testa, dovodi do brzine protoka, ako se ukloni oštećenje (ili izvrši poboljšanje propusnih svojstava kolektora) u odnosu na prirodno stanje.

Ova brzina protoka će biti brzina kod istog pritiska koji je postojao tokom ispitivanja.

Iz definicije DR, ako zona nije oštećena niti je propusnost poboljšana, onda je teoretska proizvodnja (Q_t) identična sa stvarnom proizvodnjom (Q) i $DR = 1$.

Ako nisu poznati osnovni parametri ležita, onda se odnos oštećenja može procijeniti pomoću koeficijenta zagađenja, koji u ovom slučaju iznosi:

$$EDR = \frac{P_1^2 - P_{KDP}^2}{M_g (\log T + 2,65)} = \frac{22650,25 - 3163}{3050,25 \cdot (\log 119 + 2,65)} = 1,35$$

U našem primjeru, teoretska proizvodnja bi iznosila:

$$Q_t = Q \cdot EDR = 110337 \cdot 1,35 = 148955 \left[\frac{m^3}{dan} \right]$$

Rezultati provednih istraživanja i proračuna predstavljeni su u tabeli 3.

NAZIV - JEDNAČINA	Registrator br. 1900 na 2080 m		Registrator br. 9276 na 2125 m		JEDINICE
	Početni	Krajnji	Početni	Krajnji	
Periodi testiranja, protok-zatvaranje	1	2	1	2	-
Ukupno vrijeme protoka	60	59	60	59	minut
Pritisak u jednom ciklusu	137	134,5	143	140	bar
Kranji dinamički (P_{KDP})	49,65	50,20	55,62	56,24	bar
Proizvodnja gasa (Q_g)	106709	110337	106709	110337	m^3/dan
Formacijski pritisak (P_s) Hornerov-grafik	147,50	147,50	150,50	150,50	bar
Nagib krive	2987,25	3666	2201,25	3050,50	bar/logcik.
Zagađenje (EDR)	1,46	1,11	2,01	1,35	-
Transmisibilitet (T)	1724	1453	2340	1746,2	$10^{-3} \mu m$
Propusnost	5,46	4,6	7,41	5,53	$10^{-3} \mu m^2$
Radius ispitivanja	5,52	32,99	29,73	36,17	m

Tabela 3. Izračunate vrijednosti gasnog sloja

4. DISKUSIJA I ANALIZA REZULTATA TESTA

Testiranje na gasnoj bušotini "X-2", rađeno je u dva ciklusa, i to: početno mjerenje (na dubini 2080 m), te završno mjerenje (na dubini 2125 m).

Test se sastojao iz dva protoka i dva zatvaranja bušotine. Protok u ovim mjerenjima trajao je 60 min. Pritisak tokom testa kretao se od 134 bara (početno mjerenje - registrator 1900), do 140 bara (završno mjerenje - registrator 9276).

Radius ispitivanja prosječno se kretao od 32,99 m, u prvom ciklusu (dubina 2080 m) do 36,17 m, u drugom ciklusu (dubina 2125 m).

Osnovne karakteristike fluida dobivenog ispitivanjima, utvrđene su u laboratoriji, i po njima je gustina gasa $\rho = 0,6 \text{ kg/m}^3$, viskoznost gasa $0,019 \text{ mPas}$, kompresibilitet $Z = 0,867$.

Dobivena vrijednost pritiska sloja utvrđena je tokom mjerenja na dubini 2125 m (Hornerov dijagram ekstrapolacije - drugo zatvaranje) i iznosi 150 bara, uz napomenu da se sve vrijednosti parametara dobivene ovom interpretacijom moraju smatrati procijenjenima, zbog dužine trajanja DST testa.

Temperatura sloja iznosi 100°C .

Detaljnim očitavanjem krivih dinamičkog pritiska, utvrđeno je da je dotok u bilo kojoj fazi mjerenja bio ujednačen, pa se na osnovu toga pristupilo izračunavanju kapaciteta proizvodnje ispitnog intervala.

Završnim ispitivanjem, na dubini 2125 m, proizvodni kapacitet (Q_g) iznosio je $110\,337 \text{ (m}^3/\text{dan)}$, a koeficijent zagađenja je imao vrijednost 1,35. Na osnovu ovih parametara proračunat je teorijski kapacitet, koji je iznosio $148\,955 \text{ (m}^3/\text{dan)}$.

Nakon izračunavanja i interpretacije rezultata testiranja, može se pouzdano reći da je propusnost sloja dobra, njegovo oštećenje isplakom je zanemarivo, unutar radijusa dreniranja ne postoji barijera koja mu ograničava prostiranje, a sam radijus je postojan.

Slojni pritisak ne opada brzo, prema Hornerovom dijagramu, te se može smatrati da je ispitivani sloj perspektivan za proizvodnju.

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Izvođenje testiranja na istražnoj gasnoj bušotini "X-2" bitno je, kako bi utvrdili zasićenje ležišta ugljovodonicima i potvrdili, ili barem ukazali, moguće komercijalno otkriće, koje se naknadno može dokazati hidrodinamičkim mjerenjima.

Testiranje otvorene gasne bušotine daje dovoljno precizne odgovore na pitanja o propusnim svojstvima ležišta i oštećenjima pribušotinske zone.

Stepen oštećenja sloja daje bolji pogled na teoretski mogući nivo proizvodnje, odnosno predstavlja osnov za dalje postupanje sa bušotinom, stimulativne radove sa ciljem otklanjanja postojećeg oštećenja, te eventualnu konzervaciju ili napuštanje bušotine.

Najčešća greška pri testiranju je standardizacija testa.

Svako ležište i bušotina su specifični sami za sebe, tako da je moguće standardizovati neku osnovnu opremu, ali ne i cjelokupni alat i postupak. Uspješno izveden i interpretiran test daje vrijedne podatke u daljem postupanju sa ležištem i bušotinom.

Utrošena sredstva za izvođenje DST testa na ovoj bušotini opravdana su dobivenim saznanjima, koja će poslužiti za dalje optimalno postupanje sa ovom gasnom bušotinom.

LITERATURA

1. Amanat, U. Chaudhry: Gas Well Testing Handbook, Elsevier Science, 2003.
2. Bizjak, R.: Tehnologija bušenja sa projektovanjem, Novi Sad, 2004.
3. Bourdet, D.: Well Testing and Interpretation. D. B. W. 2001.
4. DST Equipment, Rubicon katalog, 2018.
5. Damjanić, D.: Potvrda važnosti DST-a na primjeru ispitivanja istražne bušotine, Zagreb, 2009.
6. Earloougher, Robert C.: Advances in Well Test Analysis, Marathon Oil, Dalas, USA, 1997.
7. Hassanizadeh, S.M.: Beyond Darcy's Law, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of technology, Netherlands, 2002.
8. Introduction to Well Testing, Schlumberger Wireline & Testing, Bath, 1998.
9. Lee, J.: Well Testing, Society of Petroleum Engineers, 1982.
10. Omerzu, Z.: Testiranje naftnih i gasnih formacija, DIT, 2002.
11. Well testing, Well testing system RezConnect, Halliburton 1980.
12. www.spectro-scan.com
13. www.swagelok.com

REZULTATI ISTRAŽIVANJA ODRŽAVANJA LOKALNIH PUTEVA

Zahid Bašić¹, Anadel Galamić²,

SAŽETAK

Istraživanja u ovom radu obuhvataju mrežu lokalnih puteva općine Banovići, gdje su prikazani podaci o elementima puta i postupci održavanja makadamskih puteva.

Prikazane su vrste održavanja puteva prema obimu radova, stepeni pripravnosti i okvirni standardi za ovu vrstu radova. Prezentovani su troškovi ljetnog i zimskog održavanja puteva koji se provode periodično kroz dvije pozicije radova.

Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi cijenu održavanja makadamskih puteva u odnosu na asfaltirane puteve za period od 1 godine, te za period od 10 godina. Rezultati istraživanja u ovom radu su prikazani i grafički.

Ključne riječi: put, održavanje, istraživanja, ljetno i zimsko

1. UVOD

Održavanje podrazumijeva niz planerskih aktivnosti i odgovarajući obim i vrsta radova kojima se obezbjeđuje nesmetano odvijanje saobraćaja i čuva upotrebna vrijednost puta. Pod nesmetanim odvijanjem saobraćaja podrazumijeva se planirani i očekivani kontinuitet, intenzitet, bezbjednost i komfor pri realizaciji saobraćajnih tokova. Stanje puta i njegovih elemenata treba da omoguće takvo odvijanje saobraćaja, odnosno upotrebna vrijednost puta treba da bude u skladu sa namjenom u momentu izgradnje ili rekonstrukcije. Održavanje je kontinualan proces, koji traje dok traje i sam put kao objekat. Tim procesom obuhvaćeni su svi elementi puta (kolovoz, kosine, drenaže, sistem odvodnjavanja, oprema itd), uključujući i objekte na trasi puta (mostove, tunele, vijadukte i sl). [1]

Osnovni zadatak održavanja jeste da se blagovremeno uoče pojave i identifikuju uzroci poremećaja ili oštećenja i pravovremeno preduzmu aktivnosti njihovog otklanjanja, kako bi se spriječila teža oštećenja i ugrozilo planirano (prije svega bezbjedno) odvijanje saobraćaja. Pri tome značajnu ulogu ima sistem zaštite puta, koja podrazumijeva njegovo korišćenje u skladu sa pravilima i njegovim eksploatacionim karakteristikama, uključujući i različite zabrane i ograničenja (aktivnosti, intervencija, ...) koji se odnose na put, ali i na putni pojas i pojas kontrolisane izgradnje. [2]

1.1. VRSTE ODRŽAVANJA

Održavanje puteva može se posmatrati sa nekoliko aspekata, na osnovu čega se može izvršiti i njegova klasifikacija. Najčešći faktori koji su predmet posmatranja održavanja su, obim i način obezbjeđenja finansijskih sredstava, specifikacija i obim radova, način planiranja i programski uslovi, karakter radova i td. [3]

Na osnovu osnovu načina obezbjeđenja finansijskih sredstava, razlikuje se:

- investiciono i
- redovno održavanje.

¹ Prof. Zahid Bašić, University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, Urfeta Vejzagića 2, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, zahid.basic@untz.ba

² Anadel Galamić, "GPP Banovići" d.o.o. Banovići, Armije BIH 36, Bosnia and Herzegovina

Investiciono održavanje obuhvata radove većeg obima koji se izvode po posebnim programima, prema specifičnim zahtjevima, kao posebni projekti (naprimjer, rekonstrukcija dijela puta ili objekta), što je i zakonska obaveza planiranja u budžetu svake kalendarske godine.

Redovno održavanje se realizuje prema godišnjim planovima, predhodno definisanim cijenama i paušalnim ugovaranjem. Može se posmatrati prema programskim uslovima, načinu i obimu realizacije i periodičnosti izvodjenja.

Prema načinu planiranja, organizovanja i izvodjenja radova, održavanje se može podeliti na:

- preventivno,
- korektivno i
- iznuđeno održavanje.

Preventivno održavanje predstavlja strategijski pristup održavanju puta kojim se sprečava i usporava nastanak oštećenja i održavaju ili poboljšavaju njegove funkcionalne karakteristike (bez povećanja konstruktivne nosivosti). Program efikasnog preventivnog održavanja podrazumijeva preventivnu primjenu (3 do 6 godina) odgovarajućih tretmana i radova, nakon završetka izgradnje. Time se izbjegava ili odlaže proces rekonstrukcije koji je skup, a proces održavanja se čini efikasnijim.

Osnovni problem primjene koncepta preventivnog održavanja jeste momenat izvodjenja određenih tretmana i intervencija. Ne može se dati univerzalno vrijedan odgovor, već se prihvata princip da radove preventivnog održavanja treba organizovati i izvršiti prije pojave oštećenja. Ukoliko se zakasni sa neophodnim intervencijama, održavanje prestaje da bude preventivno i prelazi u zonu korektivnog, iznuđenog, odnosno može da postane skupa rekonstrukcija. Ako se, pak, preventivni tretmani realizuju prerano, nastaju štete zbog neiskorišćenog resursa puta. Pažljivim praćenjem i ocjenom stanja mogu se periodično planirati preventivni tretmani za pojedine elemente puta ili njegove dionice. Time programi preventivnog održavanja zamjenjuju rekonstrukcije koje su 3 do 5 puta skuplje.[4]

Medjutim, ne mogu se preduprijeti sva oštećenja puta. Zbog toga je neophodno sprovesti korektivno održavanje kojim se otklanjaju nastala oštećenja. Iznuđeno održavanje najčešće je rezultat procesa koji su izvan kontrole i njime se otklanjaju posledice nastale u nekim vanrednim okolnostima.

Naša zakonska regulativa razlikuje i definiše:

- redovno održavanje,
- periodično održavanje i
- interventno (urgentno) održavanje.

Redovno održavanje obuhvata niz radova i aktivnosti koje se permanentno sprovede, kao što su:

- Pregled, utvrđivanje i ocjena stanja puta i putnih objekata;
- Mjestimično popravljivanje kolovozne konstrukcije i ostalih elemenata puta;
- Čišćenje puta u granicama putnog pojasa,
- Uređenje kosina i bankina (stabilizacija, planiranje, humuziranje, zatravljivanje, popravka žičanih mreža, ...);
- Uređenje i čišćenje sistema za odvodnjavanje (jarkova, rigola, propusta)
- Popravka putnih objekata;
- Čišćenje, postavljanje, obnavljanje i dopunjavanje saobraćajne signalizacije;
- Čišćenje, postavljanje, obnavljanje i dopunjavanje opreme puta;
- Čišćenje objekata i opreme za zaštitu puta, saobraćaja i okoline;
- Uređenje zelenih površina na putu i zemljišnom pojasu;
- Čišćenje i uklanjanje snijega i leda sa saobraćajnih površina, pratećih površina i sistema za odvodnjavanje;
- Održavanje spojnica između betonskih ploča;
- Zalivanje pukotina.

Periodično održavanje obuhvata radove ojačanja kolovozne konstrukcije, rehabilitaciju i pojačano održavanje.

Ojačanje kolovozne konstrukcije, uglavnom se odnosi na:

- Postavljanje tucaničnog, odnosno šljunčanog zastora na kolovozima;
- Obrada i zaptivanje kolovoznog zastora;
- Nanošenje novog sloja kolovoznog zastora (po cijeloj širini kolovoza);
- Korekcija oblika postojećeg zastora ili kolovoza i sl.

Na području općine Banovići kad je u pitanju održavanje lokalnih puteva se provodi kroz dvije faze i to kao ljetno i zimsko održavanje puteva.

Za ljetno održavanje puteva općina Banovići nema pripremljen operativni program radova održavanja već se navedeno održavanje sprovodi u skladu sa zakonskom regulativom i opisom radova navedeno kroz redovno i preventivno održavanje.

Kad je u pitanju zimsko održavanje puteva općina Banovići ima usvojen operativni program rada.[4]

Radovi na održavanju puteva u zimskim uslovima

Prema geografsko klimatskim karakteristikama općina Banovići spada u brdsko-planinsko područje, a uzimajući u obzir tu činjenicu neophodno je Operativnim programom osigurati, odnosno obuhvatiti neophodne radnje što podrazumijeva naročito:

A/ Pripreme radove prije nastupanja zimskih uslova

B/ Pripreme radove u obavezi izvođača radova. [4]

Stepeni pripravnosti

Zimska služba djeluje uvođenjem stepena pripravnosti ovisno o očekivanim vremenskim uslovima i geografsko klimatskim karakteristikama područja općine Banovići, a postoje četiri stepena pripravnosti:

Prvi stepen pripravnosti:

Prvi stepen pripravnosti uvodi se početkom rada zimske službe, a podrazumijeva da se uvodi dežurstvo na mjestu pripravnosti, uspostavlja se i osigurava stalna veza između Naručioaca radova i Izvođača radova, odnosno Nadzornog organa da se u skladu sa operativnim programom osigura dovoljan broj ljudstva i mehanizacije radi blagovremene intervencije u slučaju potrebe.

Izvođač radova dužan je obezbijediti dovoljan broj ljudstva (NK radnika) za potrebe redovnog održavanja čistoće ulica ovisno o vremenskim uvjetima.

Drugi stepen pripravnosti:

Drugi stepen pripravnosti podrazumijeva uključivanje u rad svih planiranih vozila sa opremom za čišćenje snijega i sprečavanje poledice, a to su kamion sa plugom i posipačem, kamion sa posipačem, 2 NK radnika i upotrebu dovoljnih količina posipnog materijala.

Drugi stepen uvodi se kad to vremenski uslovi zahtijevaju, odnosno slabije sniježne padavine i pojava poledice. Radovi se izvode po prioritetima, a prioriteti su:

- Prvi prioritet:

Radovi na čišćenju snijega i sprečavanju poledice vrše se na punom profilu puta (kolovoz sa bankinama, proširenja, autobusna stajališta), a u gradskom području su to kolovozi ulica sa trotoarima, stepeništa, pješačke staze, raskrsnice, trgovi, skverovi, parkinzi te ostale javne saobraćajne površine.

U prvi prioritet se ubrajaju ceste sa javnim linijskim saobraćajem.

- Drugi prioritet:

U drugi prioritet održavanja zimske službe se ubrajaju ostali putevi.

- Treći prioritet:

U treći prioritet održavanja zimske službe spada čišćenje prilaza mezarjima-grobljima, po potrebi i drugim objektima javnog karaktera, te hitne situacije kao što su elementarne nepogode, nesreće i drugo.

Treći stepen pripravnosti:

Treći stepen pripravnosti zimske službe uvodi se kada se očekuje dugotrajnije padanje snijega koje zahtijeva posebne radove uklanjanja snijega sa kolovoza, kada se pored vozila koja su uključena u drugom stepenu

uključuju i jače mašine, jedan utovarivač, jedan greder, i jedna freza za odgrtanje i odbacivanje snijega sa kolovoza i 5 NK radnika za uklanjanje snijega.

Četvrti stepen pripravnosti:

Četvrti stepen pripravnosti uvodi se kada sniježne padavine uz jak vjetar imaju karakter elementarne nepogode i kada raspoloživi broj ljudi i mehanizacije nisu dovoljni za uklanjanje snijega i kad se uz saglasnost nadležnog općinskog organa uvode i dodatna sredstva za rad i radna snaga te angažovanje struktura Civilne zaštite, Vijeća mjesnih zajednica, preduzeća i drugih organizacija sa područja općine Banovići, a sve u skladu sa operativnim planovima navedenih u vanrednim okolnostima koje izrađuje nadležni općinski organ nadležan za vanredne okolnosti.

Na putevima koje su Operativnim programom zimske službe svrstane u Prvi prioritet, odnosno putevi sa javnim linijskim saobraćajem, radovi na obezbjeđenju prohodnosti se moraju izvoditi permanentno u cilju obezbjeđenja stalne prohodnosti i dovršiti u roku od 8 osam sati, računajući od trenutka prestanka padavina.

Na ostalim putevima drugog prioriteta u vrijeme sniježnih padavina ne smije doći do zastoja u odvijanju prometa dužeg od 6 sati, a treći prioritet je stvarna potreba i obaveza stvaranja uslova za sigurno odvijanje saobraćaja najduže 72 sata po prestanku padavina.

O eventualnim vanrednim uvjetima u slučaju obimnijih sniježnih padavina, većih nanosa, smetova ili pojave poledice, nadležni organ za unutrašnje poslove će uz saglasnost općinske službe nadležne za komunalne poslove, radi sigurnosti učesnika u prometu privremeno zabraniti ili ograničiti odvijanje prometa za sva vozila ili za pojedine vrste vozila na određenoj dionici puta. [5] [6]

Na mjestima većih uspona i prevoja koji su već naznačeni, za vrijeme zimskih uvjeta, ako se ukaže potreba može se zabraniti saobraćaj priključnim vozilima do stvaranja uvjeta za sigurno odvijanje saobraćaja navedenoj kategoriji motornih vozila, a autobusi i teretna motorna vozila na pogonskim točkovima moraju koristiti lance.

Nadzor i kontrola provođenja zimske službe obavlja se od strane Službe za prostorno uređenje i stambeno komunalne poslove općine Banovići i drugih lica koje ovlasti općinski Načelnik, a naročito u pogledu praćenja dinamike izvođenja radova po Operativnom programu za redovno održavanje i održavanje u vanrednim okolnostima, kvalitetu materijala za posipanje i obračun izvedenih radova, kao i blagovremeno informisanje o stanju i prohodnosti puteva.[4][9]

Potrebna mehanizacija i radnici za rad zimske službe

Na osnovu praćenja i iskustva u proteklom periodu i stvarnih potreba za organizovanje rada zimske službe po stepenima pripravnosti po Operativnom programu potrebno je:

Za Prvi stepen pripravnosti:

Na bazi 120 dana, period od 15 Novembra 2016 do 15 Mart 2017 godine, uz potrebno angažovanje dežurnog radnika za neradne dane –vikend i praznike po 24 sata, a radnim danom u II i III smjeni odnosno 16 sati) radi blagovremenog kontakta sa nadzorom, odnosno naručiocem radova, radi angažovanja potrebne mehanizacije i ljudstva u vremenskom roku koji će biti rgulisan Ugovorom o izvođenju radova, način obračuna je sljedeći:

Dežurni radnik $(38 \times 24 + 82 \times 16) = 2224$ sata
 5 NK radnika na održavanju ulica $\times (65 \times 8) = 520$ sati
 Obračun raditi na bazi stvarno utrošenog vremena.

Za Drugi stepen pripravnosti:

Na bazi 90 dana:

Kamion sa plugom i posipačem I	300 sati
Kamion sa posipačem II	250 sati
6 NK radnika \times 20dana \times 8 sati	960 sati

Za Treći stepen pripravnosti:

Na bazi 60 dana:	
Dva kamiona sa plugom i posipačem	100 sati
Kamion sa posipačem	100 sati
Greder	50 sati
Utovarivač/ICB mašina	80 sati
Freza za odgrtanje i odbacivanje snijega	100 sati
10 NK radnika x 10dana x 8 sati=	800 sati

Za Četvrti stepen pripravnosti:

Uvodi se po potrebi- karakter elementarne nepogode.

Na bazi 50 sati:	
Dva kamiona sa plugom i posipačem	100 sati
Greder	50 sati
Dva utovarivača/ICB mašine	100 sati
Freza za odgrtanje i odbacivanje snijega	50 sati
10 NK radnika x 10 dana x8 sati=	800 sati

Pripremni radovi:

Obim pripremnih radova prema Operativnom programu zimske službe Potrebe iz stavke A, Operativnog programa, obaviti će se u redovnim aktivnostima Službe za prostorno uređenje i stambeno komunalne poslove općine Banovići.

Pripremni radovi iz stavke B, Operativnog programa, zimske službe su u obavezi izvođača radova, a oni su:

- Nabavka posipnog materijala (standardna mješavina soli sa frakcijom 0-4 mm) soli 60 t, frakcije 140 t, što ukupno čini 200 tona posipnog materijala,
- Štapovi za obilježavanje rubova, 300 komada,
- Deponovanje posipnog materijala na prevojima i usponima u količini od 30 tona.

Prijedlog procjene potrebne mehanizacije i ljudstva zasniva se na naprijed navedenim potrebama.

Operativni program će biti sastavni dio Ugovora o izvođenju radova Zimske službe na području općine Banovići.

2. OKVIRNI STANDARDI

Iz dosadašnjih iskustava brzina kretanja vozila sa plugom iznosi 10 km/h asfaltnim putevima, dok brzina kretanja vozila sa plugom na makadamskim putevima iznosi 8 km/h. Brzina vozila sa posipačem je 26 km/h, prosječna potrošnja frakcije soli je 0,29 t/km pri čemu se posipni materijal koristi samo za asfaltirane puteve, parkinge i trotoare. Minimalan broj mašina za obavljanje održavanja puteva je 3 sa plugom i jedna sa posipačem (ukoliko je jedan od njih greder). Maksimalan broj mašina je 7 od kojih je jedna mašina sa plugom i posipačem. Minimalan broj NK radnika za rad u zimskoj službi je 4 NK radnika, a maksimalan broj je 40, dok je optimalan broj 8 NK radnika.

Izvođač radova čišćenja javnih cestovnih površina i uklanjanja snijega i leda sa javnih površina je dužan da 7 dana prije početka radova dostavi naručiocu raspored rada i kretanja mašina, imena i prezimena vozača i pomoćnih radnika, rukovodioca zimske službe i spisak NK radnika koji će biti angažovani po potrebi u zimskoj službi kao i broj dežurnog telefona na kojem se mogu dati i primiti informacije o stanju na putevima i radu zimske službe. Privremenu zabranu ili ograničenje saobraćaja može dozvoliti direktno ili indirektno samo nadležna služba. Sve druge neophodne elemente za kvalitetno obavljanje organizacije održavanja puteva u zimskim uslovima mogu se regulisati dodatno ugovorom između naručioca i izvođača.

3. ODRŽAVANJE MAKADAMSKIH PUTEVA

Radovi obuhvataju popravak šljunčanih kolovoza (krpljenje i nasipanje) na javnim putevima koji se izvode ručno i mašinski. [7]

Ručni radovi se izvode sa lopatom, krampom i grabljama i civarama.

Radovi se izvode tako, da se očiste pojedine jame od blata i nečistoće, rubovi jama se obsjeku, tako da je omogućeno bolji prijem i zaklinjavanje novog i starog šljunčanog materijala. Saniraju se jame veličine do 2 m² i dubine do 10 cm.

Mašinski se radovi izvode rovokopačem sa ravnajućom daskom za kraće odsjeke ili sa grejderom za duže odsjeke. Dodatni šljunčani materijal je prethodno dovezen, a može se dovoziti svaki put i neposredno planirati, tako, da je uprkos izvodjenju radova omogućeno odvijanje saobraćaja uz djelomično ili polovično zatvaranje saobraćaja. Uređen i profiliran kolovoz je potrebno izvaljati. Potrebno je voditi računa da kolovoz ima dvostrani poprečni nagib u minimalnom iznosu od 4,00 %.

Za potrebe ljetnog održavanja makadamskih puteva općina Banovići u svojim godišnjim planovima ima određene pozicije potrebnih materijala i usluga za ljetno održavanje makadamskih puteva. Količine planiranog kamena za potrebe nasipanja makadamskih puteva su promjenljive i one se kreću na godišnjem nivou od 1000 do 2000 t kamena što zavisi od stepena oštećenja a što se utvrdi pregledom istih. Količine prikazanih potrebnih sati za određene mašine se na godišnjem nivou potpuno iskoriste za održavanje makadamskih puteva u ljetnom periodu i isti su takođe izračunati prema normativima koji regulišu ovu oblast.[9]

Kad je u pitanju zimsko održavanje puteva na području općine Banovići ono se provodi u skladu sa navedenim operativnim programom održavanja puteva u zimskom periodu. Takođe i ova pozicija se planira u godišnjim planovima javne nabavke općine Banovići.

Na osnovu dostupnih podataka vidljivo je da se za ljetno održavanje makadamskih puteva na godišnjem nivou utroši oko 45.850,00 KM a za zimsko održavanje makadamskih puteva oko 23.504,62 KM što je ukupno 69.354,62 KM.

4. LJETNO I ZIMSKO ODRŽAVANJE

Održavanje puteva na području općine Banovići se provodi periodično kroz dvije pozicije i to kroz ljetno i zimsko održavanje.

U ljetnom održavanju puteva određeni su sljedeći radovi koji se izvode na godišnjem nivou i to:

- Manje žurne intervencije
- Održavanje sistema odvodnje
- Održavanje elemenata profila puta
- Košenje trave i korova
- Sanacija deformacija na asfaltnim površinama [8]

Na osnovu dostupnih podataka vidljivo je da se za ljetno održavanje asfaltiranih puteva na godišnjem nivou utroši oko 83.176,30 KM a za zimsko održavanje makadamskih puteva oko 43.669,63 KM što ukupno iznosi **126.845,93 KM**.

Na slici 1. Šematski je prikazan utrošak sredstava za održavanje makadamskih i asfaltiranih puteva na godišnjem nivou.



Slika 1. Šematski prikaza utroška sredstava za održavanje makadamskih i asfaltiranih cesta

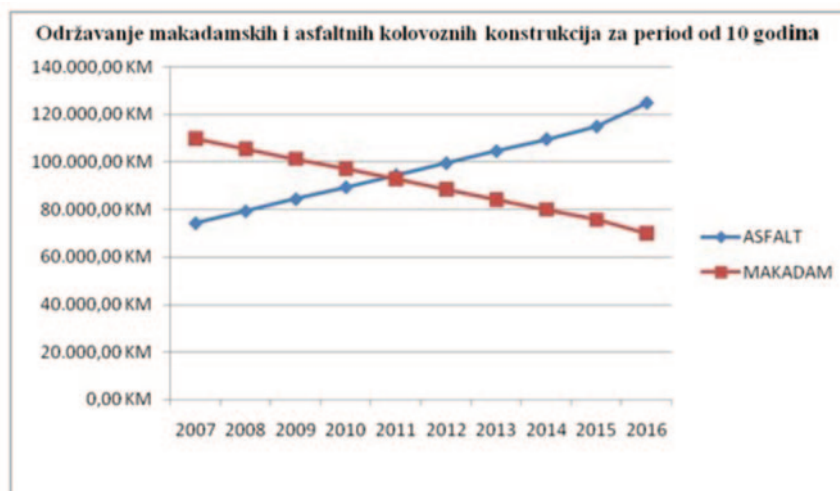
Na dijagramu prikazanom na slici 1. vidljivo je da se za održavanje asfaltiranih puteva na području općine Banovići izdvoji oko 125.000,00 KM dok za održavanje makadamskih puteva oko 70.000,00 KM. Prikazani trošak određen je na godišnjem nivou odnosno za 2016. godinu. [9]

5. ODRŽAVANJE PUTEVA ZA PERIOD OD 10 GODINA

Na osnovu izrađenih predmjera i predračuna radova, usluga i materijala potrebnih za održavanje utvrđeno je da je za održavanje asfaltiranih puteva na području općine Banovići za 2016. godinu izdvojeno oko 125.000,00 KM dok za održavanje makadamskih puteva oko 70.000,00 KM što je ukupno oko 195.000,00 KM. Obzirom da je u 2016. godini na području općine Banovići dužina asfaltiranih puteva iznosila 106.734,00 m, a makadamskih 68.640,00 m, može se zaključiti da se za održavanje asfaltnih kolovoznih konstrukcija po metru dužnom izdvoji oko 1,17 KM dok se za održavanje makadamskih kolovoznih konstrukcija po metru dužnom izdvoji oko 0,98 KM.

Godine 2006. na području općine Banovići dužina asfaltiranih puteva iznosila je 63.374,00 m, a makadamskih 112.000,00 m, što se može zaključiti da je za održavanje asfaltnih kolovoznih konstrukcija 2007. godine izdvojeno oko 74.147,58 KM dok je za održavanje makadamskih kolovoznih konstrukcija izdvojeno oko 109.760,00 KM što je ukupno 183.907,58 KM.[9]

Važno je napomenuti da je za period od 10 godina odnosno od 2007. godine pa do 2016. godine općina Banovići godišnje izdvajala za rekonstrukciju i asfaltiranje puteva oko 500.000,00 KM odnosno godišnje je asfaltirano oko 4.000,00 metara puta. [9]



Slika 2. Cijene održavanja makadamskih i asfaltnih kolovoznih konstrukcija

Sa dijagrama prikazanog na slici 2. može se zaključiti da se cijena održavanja asfaltnih puteva od 2007.g. konstantno povećava, a zbog konstantne izgradnje asfaltnih puteva, dok se cijena za održavanje makadamskih puteva konstantno smanjuje. Takođe možemo vidjeti da su ulaganja za održavanje puteva 2011. godine bila izjednačena sa vrijednošću oko 93.000 KM po vrsti puta.

6. ZAKLJUČCI

Cilj ovog istraživanja je bio utvrđivanje cijene održavanja makadamskih puteva u odnosu na asfaltirane puteve za period od 1 godine i za period od 10 godina. Na osnovu izrađenih predmjera i predračuna radova, usluga i materijala potrebnih za održavanje utvrđeno je da se za održavanje asfaltiranih puteva na području općine Banovići izdvoji oko 1,17 KM/m' dok za održavanje makadamskih puteva izdvoji oko 0,98 KM/m'.

U 2007. godini za održavanje asfaltiranih puteva izdvojeno je oko 74.147,58 KM dok je za održavanje makadamskih kolovoznih konstrukcija izdvojeno oko 109.760,00 KM što je ukupno 183.907,58 KM.

U 2016. godini za održavanje asfaltiranih puteva izdvojeno je oko 125.000,00 KM dok za održavanje makadamskih puteva oko 70.000,00 KM što je ukupno oko 195.000,00 KM.

Za navedeni period, odnosno za 10 godina, za održavanje asfaltiranih puteva izdvojeno je oko 975.228,06 KM dok je za održavanje makadamskih kolovoznih konstrukcija izdvojeno oko 904.865,90 KM što je ukupno 1.880.093,96 KM.

LITERATURA

- [1] Z. Bašić, autorizovana predavanja na II ciklusu usmjerenje "SAOBRAĆAJNICE"
- [2] Z. Bašić, Putevi, OFF – SET Tuzla, Tuzla 2014.
- [3] Joksić Z., Kolovozne konstrukcije puteva, projektovanje, građenje i održavanje, Građevinski fakultet Beograd, 1986.
- [4] Dostupna dokumentacija općine Banovići
- [5] Babić B., Projektiranje kolničkih konstrukcija, Zagreb, 1981.
- [6] Mazić B., Lovrić I., Ceste, Sarajevo 2010.
- [7] Mazić B., Uticajni zimski indikatori za projektovanje kolovoznih konstrukcija, Univerzitetska knjiga, Sarajevo 2003.
- [8] Mazić B., Asfaltne kolovozne konstrukcije, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2007.
- [9] Huskanović, M. (2017),. Završni magistarski rad, Optimizacija rješenja primjena kolovoznih konstrukcija na mrežu lokalnih i nekategorisanih puteva , Univerzitet u Tuzli, Tuzla

IN MEMORIAM



prof dr. sci. INDIRA SIJERČIĆ (1959-2020)

Veoma je teško prihvatiti činjenicu da nas je Indira zauvijek napustila. To nam je još teže, jer znamo koliko je na svom uspješnom životnom putu ostvarila, ali takođe znamo i koliko je još željela i mogla ostvariti.

Indira je bila studentica našeg fakulteta, a svoj radni vijek započela je 1985. godine u rudnicima Boksita Vlasenica, gdje je radila sve do početka agresije na Bosnu i Hercegovinu. U periodu 1994. do 1999. godine, radila je u Rudarskom školskom centru Tuzla, kao nastavnik stručnih predmeta. U septembru 1999. godine primljena je u radni odnos na Rudarsko-geološkom fakultetu, čime je započela njena akademska karijera na užoj naučnoj oblasti Geološko inženjerstvo.

Indira je bila veoma lijepa žena, markantnih crta lica, govorila je tiho, koračala polako; uvijek staložena i odmjerena. Lako je uspostavljala kontakt, ljudima je prilazila ne samo razumom, nego dobrotom i toplim srcem. Sve što je u životu naučila rado je dijelila s drugima.

Indiru je krasila predanost radu; objavila je brojne stručne i naučne radove, knjige i monografije, bila je saradnica u izradi velikog broja domaćih i internacionalnih studija, projekata, elaborata i izvještaja iz oblasti inženjerske geologije i geotehnike. Smrt je zatekla u zvanju vanrednog profesora, na funkciji prodekanice za nastavu i studentska pitanja Rudarsko-geološko-građevinskog fakulteta, Univerziteta u Tuzli.

Indira je zapravo bila vrlo jednostavna i skromna. Malo je osoba koje su kao Indira bile spremne preuzeti odgovornost i ne štedeći sebe dovesti stvari do kraja, na dobrobit porodice, prijatelja, studenata i kolega. Indira je bila borac cijelog života, odlučna, uporna, pravedna, plemenita i trpećiva.

Indire ćemo se uvijek sjećati kao pouzdane i marljive saradnice, ugodne sagovornice, posvećenog nastavnika, stručnjaka, naučnika i nadasve, odane prijateljice dostojne ljubavi i poštovanja koje smo joj sigurno uskratili iskazati koliko je zasluživala.

Prazninu koja je nastala Indirininim odlaskom biće veoma teško popuniti. Gubitak je nenadoknadiv za njenu porodicu, ali i sve one koji su je poznavali, družili se s njom, makar i povremeno.

Kada nam ode neko tako blizak i drag kao što je bila Indira, ne boli samo smrt, nego je bol i mnogo toga što dođe poslije. Bole i uspomene. Boli i sama pomisao da se ugasio život koji je mogao još da traje.

Draga moja Indira, riječima se ne može iskazati poštovanje i zahvalnost za sav tvoj trud, neposrednu pomoć, podršku i strpljenje. Bila si dio nas tolike godine, dijelile smo radosti i nade, žalosti, tuge i tjeskobe. Hvala ti za sva naša druženja, velikodušnost, posebnu dobrotu, blagost i tvoje veliko i toplo srce koje nije izdržalo.

Smrt ne postoji, ljudi umiru tek kad ih svi zaborave.

Dragi prijatelji, nemojte zadržavati suze, jer imamo za kim plakati.

Draga moja Indira, počivaj u miru, neka je rahmet duši tvojoj i sve ti halal bilo.

Rejhana Dervišević



IN MEMORIAM



prof dr. sci. RIJAD ŠIŠIĆ (1975-2019)

Postoje ljudi koji ti se lagano, neprimjetno uvuku u život i postanu važan segment u njemu.

Prof Šišić je bio takav čovjek. Upoznali smo se davno, dok sam kao spoljni saradnik radio sa profesorom Bašićem na projektu restrukturiranja rudnika FBiH, čuvenoj tzv. Marstonovoj Studiji. Ako si sa pouzdanošću znao koga ćeš u radno vrijeme uvijek naći u kancelariji onda je to bio prof Šišić. Tih, nasmijan, izuzetno vrijedan što je naučio u timu sa profesorima Bašićem i Delićem.

2011. godine sam primljen na fakultet u stalni radni odnos i od tada smo prijateljski i radno bili neraskidivo vezani. Lagano je obavljao sve svoje radne zadatke, i prihvatao se novih bez kuknjave uobičajene za većinu nas. Jutarnje kafe, lagane teme pa malo o poslu. Nikada ružne riječi ni o kome. S godinama sam shvatio da u njemu imam vrlo pouzdanog prijatelja, a da nesto i nismo provodili zajedno van radnog vremena. Bilo je zadovoljstvo gledati kako sa lakoćom obavlja poslove prodekana za nastavu, što znam da nije ni malo lagan posao.

Posebno smo se zbližili prilikom rada na projektu Erasmus K Force gdje smo imali priliku i putovati zajedno na više destinacija. Dansku, Slovačku, Albaniju, Srbiju.

Rijad je vodio taj projekat sa lakoćom iako ni to nije nimalo lagan zadatak što sam posebno spoznao tek kad sam ga morao preuzeti, kao voditelj, nakon njegovog odlaska.

Iako potpuno različiti po naravi, uspostavilo se da smo vrlo kompatibilni kao tim. Nevjerovatno je da se od kada smo se upoznali nismo ni jednom sporječkali ni oko čega, ne zato što smo se uzdržavali nego jednostavno sa Rijadom nisi mogao biti u svađi.

Zajedno smo radili na knjizi Uvod u geokolinski inženjering koja je eto objavljena prije neki dan. Planirali smo rad na još jednoj knjizi vezanoj za metan ali nas je prerana Rijadova smrt spriječila u tome.

Vijest o njegovoj pogibiji me je oborila s nogu. Kako sam kasnije saznao isti efekat je izazvala ne samo među njegovim prijateljima, profesorima i studentima na fakultetu nego i kod svih kolega sa kojima smo saradivali u regionu. Od njih sam mogao čuti samo lijepe riječi o Rijadu.

Neke stvari o njemu sam saznao tek nakon njegovog odlaska. Znao sam da je imao bend Crni dani Cerna i da je svirao gitaru, malo neobična muzika i muzički stil. Nedavno je sastavio CNC mašinu za izradu tijela za gitare, što mu je bio hobi. Ali nikad mi nije rekao da je pisao i priče, neke je pročitala njegova supruga Selma na komemoraciji nakon dženaze u Domu kulture Lukavac.

Otišao je mlad. Za ovo naše društvo kojem fale sposobni, to je nenadoknativ gubitak.

Bio je skroman, jako sposoban u svemu čega bi se prihvatio da radi, omiljen. Kao da ga je neko ukrao od nas i odveo negdje gdje idu dobri.

Iza njega su ostali supruga Selma i sin Afan i mi smo se na fakultetu obavezali da ćemo im pomagati u životu u svemu što bude potrebno.

Bilo mi je čast i zadovoljstvo što sam imao priliku da budem dio tvog života. Neka ti je laka zemlja dobri moj Rijade!

Zvezdan Karadžin

Adresa Uređivačkog odbora

Rudarsko-geološko-građevinski fakultet
Univerzitetska br.2
75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina
Tel: +387 35 320 550, Fax: +387 35 320 570

Ciljevi i djelokrug

Glasnik Rudarsko-geološko-građevinskog fakulteta registrovan je 2013.godine sa ciljem objavljivanja naučnih i stručnih radova iz naučnih polja 1.5, 2.1 i 2.7 (Klasifikacija Frascati).

Djelokrugom časopisa su obuhvaćene:

- Geonauke - multidisciplinarno, Mineralogija, Paleontologija, Geofizika, Geologija, Hidrologija, Vodni resursi
- Građevinarstvo, Arhitektura, Konstrukterstvo, Saobraćajnice, Hidrotehnika
- Okolišno i geološko inženjerstvo, Geotehnika, Naftno inženjerstvo (nafta, plin), Rudarstvo i priprema mineralnih sirovina

Uputstva za autore

Uputstvo za pripremu radova može se preuzeti na <http://rggf.untz.ba/Glasnik.html>.

Jezici rukopisa

Radovi koji se publikuju u Glasniku Rudarsko-geološko-građevinskog fakulteta trebaju biti napisani na bosanskom, srpskom, hrvatskom ili engleskom jeziku.

Naslov rada, sažetak, ključne riječi i zaključak trebaju biti napisani dvojezično na bosanskom/srpskom/hrvatskom i engleskom jeziku.

Pretplata

Bosna i Hercegovina – 10 KM jedan primjerak (8 KM primjerak za narudžbe 10 primjeraka i više) + troškovi dostave

Inostranstvo – 8 EUR jedan primjerak (6 EUR primjerak za narudžbe 10 primjeraka i više) + troškovi dostave

Plaćanje u Bosni i Hercegovini

Svrha doznake: Štampano izdanje Glasnik RGGF (komada br.)

UNIVERZITET U TUZLI, RUDARSKO-GEOLOŠKO-GRAĐEVINSKI FAKULTET

Univerzitetska 2, Tuzla

Transakcijski račun: 1321000256000080 NLB Tuzlanska banka dd Tuzla

Budžetska organizacija broj: 2404007

Vrsta prihoda: 722631

Poziv na broj: 7013000000 Općina 094

Plaćanje u inostranstvu

Subscription to the Journal of Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering

DEUTSCHE BANK AG Frankfurt/M

BIC: DEUTDEFF

Account with Institution: ACC 936272410 EUR – 936272405 USD

NLB TUZLANSKA BANKA DD TUZLA

BIC: TBTUBA22

Beneficiary Customer: IBAM: BA 3913210100 867 24943

TUZLANSKI KANTON – DEP.RN.

Turalibegova 40, Tuzla (Za Univerzitet u Tuzli – RGGF fakultet)



ISSN 2303-5145



9 772303 514003