

Kopirano. Zavod za Geološka i Geofizička Istraživanja
Seriya B: Južnjenka Geologija i Hidrogeologija

Engl. Summary

Petrovic, N. (1984): Hidrogeoloske karakteristike juznog revira rudnika bakra „Majdanpek“ [Hydrogeology in the southern section of the Majdanpek copper mine].
– Vesnik, Zavod za Geoloska i Geofizicka Istraživanja, Seriya B:83–96, 3 Abb., 3 Tab.

Primljeno u toku 1984.
Received in 1984.

UDK: 555.365
Stručni članak
Professional Article

Hidrogeologie im südlichen Bereich der Majdanpek-Kupfer
Hidrogeološke karakteristike južnog revira rudnika bakra „Majdanpek“

(3 priloga)

NENAD PETROVIĆ*

UVOD

Površinski kop „južni revir“ rudnika bakra „Majdanpek“ sa dubinom od 340 m svrstava se među najdublje površinske kopove u Jugoslaviji. Rudarskim radovima sislo se već 90 m ispod mesnog erozionog bazisa i sobzirom da se planira produbljivanje kopa do 225 m ispod mesnog erozionog bazisa, pa i dublje, to hidrogeološka problematika ovako dubokog i prostranog kopa (kraća osa kopa sada iznosi 1000 m, a duža 2000 m) svakako zaslužuje posebnu pažnju.

Ovim radom prikazaćemo rezultate hidrogeoloških istraživanja koja su izvršena na samom površinskom kopu „južni revir“ i njegovoj bližoj okolini kojima su u najvećoj meri definisani hidrogeološki uslovi formiranja podzemnih voda koje se dreniraju i koje će se drenirati u površinski kop „južni revir“ sa njegovim daljim produbljivanjem. U prvom delu rada ukratko će biti prikazane hidrometeorološke, hidrološke i geološke karakteristike terena. U drugom delu biće reči o hidrogeološkim karakteristikama ležišta i dosadašnjem stepenu ovodnjenosti ležišta, dok će se u trećem delu govoriti o mogućim prilivima sa daljim produbljivanjem površinskog kopa „južni revir“.

Geomorfološke karakteristike oblasti

Ležište bakra „Majdanpek“ nalazi se u od davnina poznatoj rudnosnoj oblasti severoistočne Srbije. U geomorfološkom pogledu oblast se odlikuje izrazitom razuđenosti terena. Srednja nadmorska visina terena od preko 400 m daje oblasti planinski karakter. Potočne i rečne doline su strmih dolinskih strana i izrazito velikog gradijenta tako da voda od padavina brzo otiče iz sliva. Reka Veliki Pek čini erozionu bazu oblasti.

* Rudnik bakra „Majdanpek“ – Majdanpek. Recenzent dr Miomir Komatina. SOUR Geozavod, Beograd.

Hidrometeorološke karakteristike oblasti

Oblast Majdanpeka ima specifičnu klimu s obzirom da se nalazi u zoni sučeljavanja istočnih i zapadnih vazdušnih strujanja. Klimu odlikuju relativno topla leta i hladne i oštre zime sa prosečnim padavinama od oko 800 mm taloga godišnje.

Za period osmatranja 1973–1984. karakteristično je da su padavine skoro ravnomerno raspoređene po godišnjim dobima. Blagi maksimum padavina zabeležen je u prolećnom periodu i početku leta kako se može videti iz priložene tabele prosečnih mesečnih suma padavina za stanicu „površinski kop“ za period 1973–1984. godine.

Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	1973–84
Padav. (mm)													

Hidrografske i hidrološke karakteristike terena

Hidrografska mreža u okolini ležišta bakra „Majdanpek“ je gusta, a rečne i potočne doline odlikuju se kako smo već naveli, strmim dolinskim stranama i velikim gradijentom tako da vode od padavina veoma brzo otiču. Reke Veliki i Mali Pek čine osnovu hidrografske mreže oblasti. S obzirom da Mali Pek protiče preko samog površinskog kopa „južni revir“ reći ćemo nešto više o njegovim karakteristikama.

Hidrološka merenja na Malom Peku vršena su u dva navrata i to u periodu X 1954 – X 1955. (Hidroprojekt, Beograd) i XI 1961 – V 1964 (Građevinski fakultet, Beograd). Najveći proticaj od 11,80 m³/s zabeležen je septembra meseca 1955. dok je srednji proticaj za ceo period merenja iznosio 0,650 m³/sec.

Geološka građa terena

Geološka građa oblasti Majdanpeka bila je predmet istraživanja brojnih istraživača kao što su J. Cvijić, S. Urošević, V. Petković, K. Petković, I. Antonijević, A. Grubić, T. Spasov, S. Karamata, P. Nikolić, M. Anđelković, S. Janković, R. Milošaković i drugi.

Stratigrafske i petrološke karakteristike zastupljenih stena detaljno su proučene od strane navedenih istraživača.

Prepaleozoik

Najstarije zastupljene stene su kristalasti škriljci prepaleozojske starosti i predstavljene su uglavnom amfibolitskim, amfibolitsko–biotitskim gnajsevima i mikašistima.

Paleozoik

Paleozoik je zastupljen hloritsko-sericitskim (zelenim) škriljcima, kvarc-hloritskim škriljcima (filitima), prelaznim tipovima škriljaca sa promenljivom količinom hlorita i sericita, rede mikašistima i argilošistima.

Mezozoik

Mezozoik počinje konglomeratima i peščarima lijas-dogera koji leže diskordantno preko prepaleozojskih i paleozojskih škriljaca. Ovi sedimenti nemaju veliku debljinu (do 50 m) ni veliko rasprostranjenje.

Preko konglomerata i peščara leže titanvalendinski krečnjaci. Krečnjaci su slojeviti, ređe bankoviti i masivni, i mestimično su veoma ubrani. Velike su čistoće osim u podinskim delovima gde mestimično sadrže magnezijum–karbonata. Po geološkom stubu okoline Majdanpeka (T. S p a s o v, 1965), debljina krečnjaka iznosi oko 400 m.

Najmlađe mezozojske tvorevine su konglomerati, peščari, peskoviti krečnjaci i laporoviti krečnjaci gornje krede – „senonski fliš”. Ovi sedimenti su lepo uslojeni, a pomenuti litološki članovi se ritmički smenjuju.

Kvartar

Tvorevine kvartata nemaju veliko rasprostranjenje. Predstavljene su deluvijalnim, aluvijalnim i proluvijalnim tvorevinama.

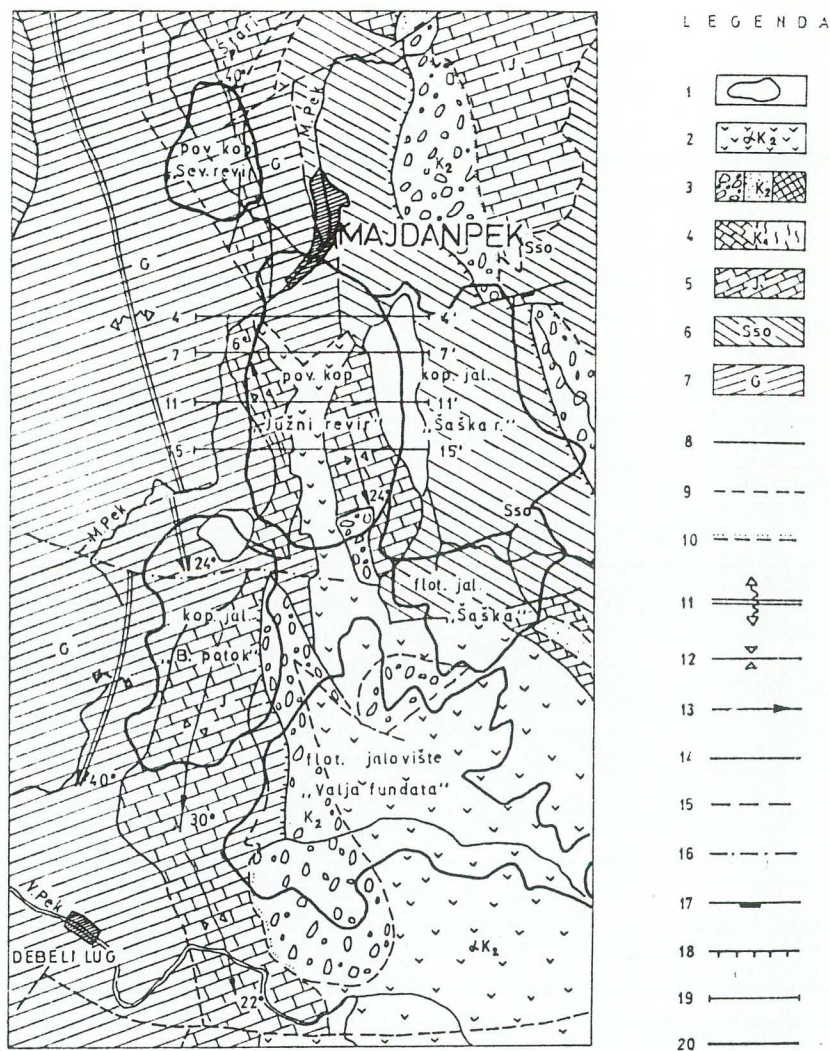
Magmatske stene uopšte

Tokom geološke istorije u više navrata dolazilo je do utiskivanja magmatita. Do utiskivanja je dolazilo po dubinskom razlomu generalnog pravca pružanja sever–jug koji se produžava od Majdanpeka ka jugu. U toku paleozoika duž razloma je došlo do utiskivanja granita. Sledeća faza utiskivanja magmatita odvijala se u toku gornje krede kada je došlo do utiskivanja andezita i njihovih žičnih ekvivalenata. U ovoj fazi došlo je i do orudnjenja ležišta.

Tektonika

Iako je oblast Majdanpeka bila predmet proučavanja brojnih istraživača tektonski odnosi zastupljenih litoloških članova nisu do kraja razjašnjeni. Kako je razjašnjenje tektonskog sklopa od izuzetnog značaja za utvrđivanje hidrogeoloških karakteristika ležišta to smo pokušali da na osnovu novih podataka što preciznije utvrdimo tektonske odnose kako u bližoj tako i široj okolini ležišta. Dragoceni podaci o tektonskom sklopu ležišta i bliže okoline dobijeni su samim rudarskim radovima na površinskom kopu „južni revir”, iz podzemnih istražnih radova i istražnih bušotina kojima je istraživano ležište. Takode, dragocene podatke za rekonstrukciju tektonskog sklopa pružaju podaci sa detaljne geološke karte šire okoline ležišta bakra „Majdanpek” u razmeri 1 : 10 000 koju su uradili stručnjaci Zavoda za geološka istraživanja iz Beograda.

Analizom svih raspoloživih podataka, a posebno analizom odnosa mlađih i starijih stena, došli smo do zaključka da su osnovne strukture oblasti naborne. Zapadno od površinskog kopa „južni revir” nalazi se teme složene antiklinale dok se istočno od njega nalazi složena sinklinala. Jezgro antiklinale izgrađuju amfibolitski i amfibolitsko-biotitski gnajsevi prepaleozojske starosti. Preko njih postupno leže kvarc–muskovitski škriljci, kvarc-sericitski (zeleni) škriljci i filiti. Površinski kop „južni revir” nalazi se upravo na istočnom krilu ove složene antiklinale i rudarskim radovima potvrđeni su gore navedeni odnosi. Karakteristično je da sve navedene jedinice na površinskom kopu padaju ka istoku pod uglom od oko 70°.



1. Jalovište, 2. vulkaniti i vulkanoklastiti - gornja kreda, 3. konglomerati, peščari, laporci i peskoviti glinci - gornja kreda, 4. krečnjaci i peskoviti glinci - donja kreda, 5. konglomerati, peščari, peskoviti krečnjaci i masivni sprudni krečnjaci - jura, 6. horitski škriljci - prekambrijum, kambrijum, 7. serija gnajseva i leptinolita - proterozoik, 8. utvrđena granica, 9. isto, pokrivena ili aproksimativno locirana, 10. tektonsko-eroziona granica, 11. osa antiklinorijuma, 12. osa sinklinale, 13. tonjenje ose, 14. rased, 15. isto, pokriven, 16. rased, fotogeološki osmatran, 17. relativno spušten blok, 18. čelo navlake, 19. profilna linija, 20. granica prostiranja objekata Rudnika bakra Majdanpek 2000-te godine

Prilog 1. - Pregledna tektonska karta okoline Majdanpeka sa objektima PBM-a.
Encl. 1. - Site tectonic map of Majdanpek Copper Mine. PBM-a.

Obzirom da su sa hidrogeološkog stanovišta titon–valendinski krečnjaci posebno interesantni kao hidrogeološki kolektori razjašnjenju njihovih struktura posvetili smo znatnu pažnju. Krečnjaci predstavljaju ostatke karbonatne paraplatforme (A. Grubić 1975) i u odnosu na ležište javljaju se u obliku dva pojasa – istočnog i zapadnog. Generalni pravac pružanja oba pojasa je sever–jug. Pojas sačinjava više mestimično nepovezanih krečnjačkih masiva od kojih su najveći masiv Starice, masiv Konjska glava, masiv Švajca i masiv južno od površinskog kopa „južni revir“. Strukturnom analizom utvrđeno je da su skoro svi masivi sinklinalne forme sa strmim padom ka jugu. Ovo je i potvrđeno podzemnim istražnim radovima, istražnim bušotinama i geofizičkim ispitivanjima.

Intenzivni tektonski pokreti koji su se odvijali na ovom prostoru ostavili su traga i u brojnim sistemima pukotina i raseda. Stenske mase gnajseva, škriljaca i andezita izdvojene su sistemima pukotina do blokova dm, a mestimično i cm dimenzija.

Odnosi između zastupljenih litoloških jedinica mogu se videti na priloženim poprečnim hidrogeološkim profilima kroz ležište u južnom reviru (prilog br. 2).

Hidrogeološke karakteristike terena

Rezultati prethodnih hidrogeoloških istraživanja

Ležište bakra „Majdanpek“ bilo je predmet osnovnih hidrogeoloških istraživanja u toku 1972. i 1973. godine. Istraživanja su obavili stručnjaci Grupe za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta iz Beograda. Tom prilikom izvršeno je hidrogeološko kartiranje terena i podzemnih istražnih radova i urađena hidrogeološka karta šireg područja ležišta u razmeri 1 : 10 000. Na osnovu tipa poroznosti zastupljenih stena izdvojena su tri tipa izdani:

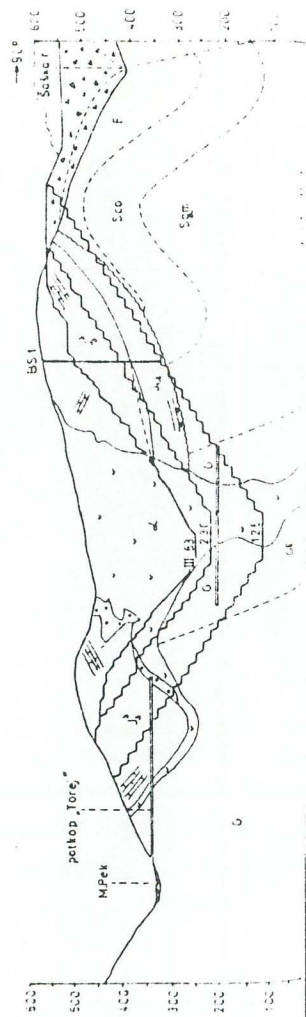
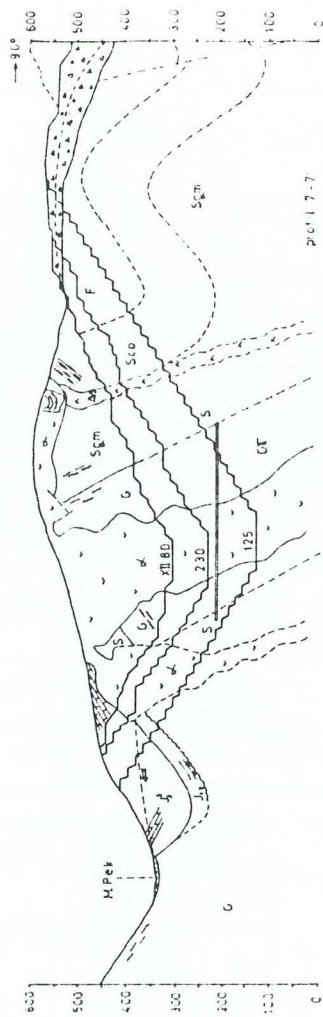
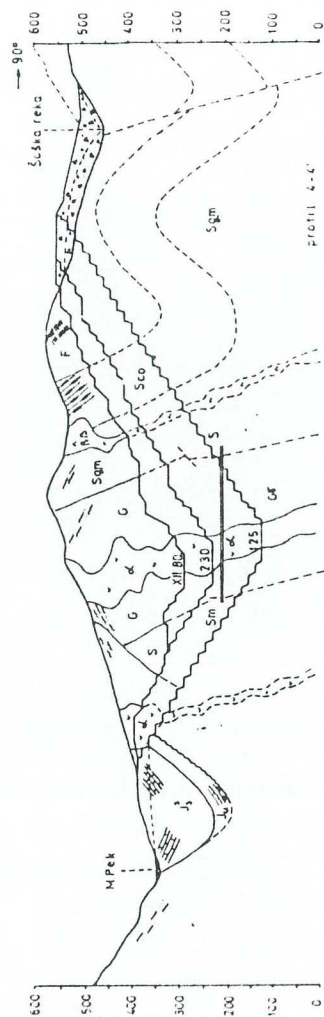
- zbijeni tip;
- pukotinski tip i
- karstni tip izdani.

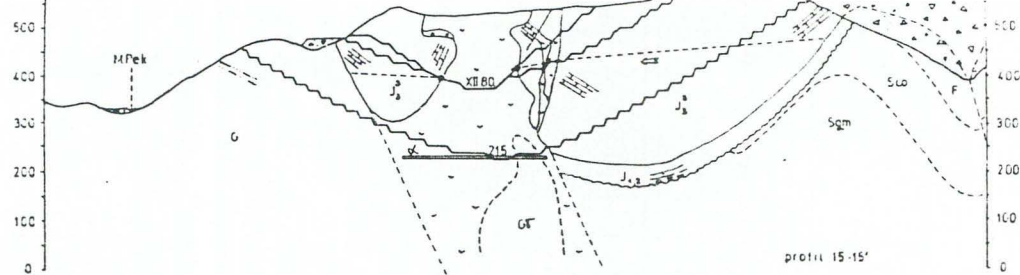
Delovi terena izgrađeni od filita i zelenih škriljaca izdvojeni su kao uslovno bezbedni. Karakteristike svih izdani detaljno su opisane.

Rezultati ovih istraživanja poslužili su nam kao podloga za dalja, detaljnija hidrogeološka istraživanja koja su prvenstveno bila usmerena na razrešavanju tektonskih struktura karsnih masiva – dubine njihovih zaleganja, međusobna povezanost itd. Istovremeno, nastavljeno je sa praćenjem režima pomenutih izdani, posebno na samom površinskom kopu, tako da su proširena saznanja o njima. U sledećim redovima daćemo kratak prikaz zastupljenih izdani.

Zbijeni tip izdani

Zbijeni tip izdani zastupljen je u okviru aluvijalnog nanosa Malog Peka, kopovskih jalovišta „Šaska“ i „Bugarski potok“ i flotacijskog jalovišta „Valja Fundata“.





L E G E N D A		
LITOLOGIJA	STRUKTURNO-TEKTONSKE OZNAKE	HIDROGEOLŠKE I DRUGE OZNAKE
talovina sa pov. kopa	sigurna i predpostavljena granica	nivo izdani
aluvijum	siguran i predpostavljen rasjed	izvor izdašnosti $> 1 \text{ l/s}$
limonit	tektonsko-eroziona granica	smer kretanja podzemne vode
andezit		glavni istražni hodnik na nivou 200m sa poprečnim hodnikom
dijabaz		sadašnji i projekovani zahvat kopa
krečnjak		istražna bušotina
konglomerati i pesčari		
filiti		
zeleni škriljci		
kvarcuskovitski škriljci		
gnajs		
gnajsgrenajz		

Prilog 2. — Poprečni hidrogeološki profili kroz južni revir ležišta bakra „Majdanpek“.
Encl. 2., — Hydrogeological cross-sections through the Southern Section of the Majdanpek Copper Mine.

Zbijeni tip izdani i aluvijona M.Peka

Izdan u aluvijonu M.Peka ima sve odlike izdani u aluvijonima. Nivo izdani nalazi se neposredno ispod površine terena i u direktnoj je vezi sa nivoom M.Peka. Debljina izdani kreće se oko 10 m.

Zbijeni tip izdani u kopovskim jalovištima

Kopovska jalovišta formirana su u dubokim dolinama Šaške reke i Bugarskog potoka u neposrednoj blizini površinskog kopa „južni revir“. S obzirom da je materijal koji se odlaže na jalovištima grubozm, a površine jalovišta skoro horizontalne, vode od atmosferskih padavina skoro u potpunosti poniru u jalovinu (izuzetak su samo vode od pljuskova koje se jednim delom slivaju površinom jalovišta ka nižim kotama). Kote dreniranja ovih izdani su sama rečna korita Šaške reke i Bugarskog potoka.

Zbijena izdan formirana u flotacijskom jalovištu „Valja Fundata“

S obzirom da preko karstnog masiva južno od površinskog kopa „južni revir“ postoji mogućnost priliva u kop i iz ovog jalovišta to ćemo stoga i o karakteristikama izdani u njemu izneti osnovne podatke. Slepa dolina Valja Fundata zapunjena je flotacijskom jalovinom do kote 499,5 m. Planira se njeno dalje zapunjavanje do kote 518 m. Približno polovina površine jalovišta je pod vodom dok je ostali deo površine pod flotacijskom jalovinom prezasićenom vodom. Flotacijsku jalovinu čini mešavina peska i prašine granulacije od 0,6 – 0,002 mm. Nivo izdani je neposredno ispod površine nanosa osim u delu jalovišta koji nalaže na krečnjački masiv koji drenira jalovište. Koeficijent filtracije flotacijske jalovine ispitivan je u Institutu za ispitivanje materijala SR Srbije 1970. godine i na osnovu ispitivanja na više uzoraka utvrđen je koeficijent filtracije od $K = 10^{-4} - 10^{-7}$ cm/s.

Pukotinski tip izdani

Pukotinski tip izdani zastupljen je u stenama sa pukotinskom poroznošću — gnajsevima, andezitima i kvarc-muskovitskim škriljcima. Usled intenzivnih tektonskih pokreta veće pukotine u navedenim stenama su najčešće sa tektonskim glinama usled čega su najvećim delom slabo vodopropusne. U toku izrade podzemnih istražnih radova na horizontu 200 jug koji su izvedeni u ovim stenama u dužini od približno 6.000 m u njih su se drenirale neznatne količine vode — u proseku oko 2 l/s. Pojave vode iz ove izdani na površinskom kopu „južni revir“ uglavnom su u obliku vlaženja i slabog curenja iz kosina etaža.

Karstni tip izdani

Krečnjaci se nalaze u istočnom i zapadnom obodu kopa što znači i karstne izdani. Karstna izdan u istočnom obodu kopa formirana je u masivu Švajca koji izgrađuje visoke delove terena u razvodu. Samim tim zona hranjenja ove izdani praktično je svedena

na površinu krečnjaka ($0,60 \text{ km}^2$). Jednim delom izdan se hrani i vodama iz kopovskog jalovišta u Šaskoj reeci međutim, može se reći da su to minimalne količine s obzirom da jalovište prekriva krečnjake u površini od $0,08 \text{ km}^2$, a inače se slobodno drenira u dolinu Šaske reke. Do otvaranja krečnjaka rudarskim radovima na površinskom kipu izdan se drenira a na koti oko 450 m preko izvora „Bele vode” u dolini Šaske reke. U toku 1981. godine izdan se drenirala na 410-oj i 365-oj koti sa ukupnom izdašnošću od 8–16 l/s.

Karstna izdan u zapadnom obodu kopa za sada se hrani takođe prvenstveno atmosferskim talozima. Površina izdani iznosi $0,30 \text{ km}^2$. Jednim delom izdan se drenira u kop, jednim delom u potkop Torej, a jednim, s obzirom na tonjenje krečnjaka ka severu i u aluvijon M. Pek.

U karstnom masivu južno od površinskog kopa „južni revir” formirana je karstna izdan koja se drenira preko karstnog vrela „Kaluderica” i pećine „V. Fundata” u dolini Velikog Peka.

Sadašnja veličina preliva podzemnih voda u površinski kop „južni revir”

Priliv iz kopovskog jalovišta „Šaska reka”

Podzemne vode iz jalovišta „Šaska reka” minimalno učestvuju u odvodjenosti kopa i to neposredno se drenirajući u kop u zoni 7-og profila i indirektno preko krečnjaka u istočnom obodu kopa. Ukupni priliv kreće se oko 1 l/s.

Priliv iz pukotinske izdani u škrljicima i andezitima

Pukotinska izdan se drenira preko više izvora koji se nalaze uglavnom u kosinama najnižih etaža — 260-e, 290-e, 305-e i 320. Najčešće su to pojave slabog curenja i vlaženja iz kosina etaža čije izdašnosti nije bilo moguće neposredno meriti.

Priliv iz karstne izdani

Priliv iz karstne izdani u istočnom obodu kopa

Osmatranja izdašnosti izvora koji dreniraju ovu izdan u kop vršena su u više navrata i to u toku 1972, 1978, 1981 i 1983. godine. U toku 1972. godine izmerene su izdašnosti od 3–5,5 l/s na koti 460 m. Septembra meseca 1978. godine iz ove izdani dreniralo se 4–6 l/s vode. U toku 1981. i 1983. godine vršena su redovna osmatranja i merenja izdašnosti izvora koji dreniraju ovu izdan.

Početkom 1981. godine izdan se drenirala preko jednog snažnog i nekoliko slabih izvora na koti 410 m na krajnjem jugoistoku kopa. Ukupna izdašnost kretala se od 12–14 l/s. Aprila meseca izdan je rudarskim radovima otvorena i na koti oko 365 m. Izdašnost na ovoj koti u početku se kretala od 3–4 l/s povećavajući se tokom vremena tako da se u novembru mesecu skoro izjednačila sa izdašnošću izvora na 410-oj koti i iznosila je oko 8 l/s.

U toku 1983. godine izdan se drenirala preko više izvora na kotama od 275–350 m. Ukupna izdašnost izvora bila je osetno manja nego u toku 1981. godine i kretala se od 0,3 do 5,5 l/s.

Priliv iz karstne izdani u zapadnom obodu kopa

Do sada iz ove izdani nisu priticale značajnije količine vode u kop. U toku 1981. i 1983. godine pojedinačna izdašnost izvora kretala se od 0,2 – 0,5 l/s, a ukupna od 1 – 3 l/s. Neposredno ispod krečnjaka iz andezita isticalo je od 0,2 – 0,5 l/s. Zbog neposredne blizine karstne izdani realna je pretpostavka da se preko ovih izvora takođe drenira karstna izdan, pa se može uzeti da se ukupna izdašnost izvora koji su drenirali ovu izdan u kop u navedenom periodu kretala od 1,2 – 3,5 l/s.

Priliv iz starih rudarskih radova

Vode iz starih rudarskih radova na višim kotama u dosadašnjem radu kopa nisu pričinjavale nikakve probleme i kao takve nisu količinski ni registrovane. Vode iz podzemnih istražnih radova horizonta 302 i 200 m, koje se dreniraju u kop preko okna br. 4, predstavljaju, međutim, stalan izvor ovodnjenosti i to u količini od 4–12 l/s. Povremeno je okno zatrpano većim količinama materijala (u fazama otvaranja novih etaža) i tada iz njega ističu samo neznatne količine vode (0,5 – 1 l/s).

Pregled ispumpanih količina vode iz površinskog kopa „južni revir“

Od 1977. godine površinski kop „južni revir“ sišao je sa radovima ispod mesnog erozionog bazisa – kote Malog Peka (350 m). Podaci o ispumpanim količinama vode iz kopa za period od 1977. do 1984. godine trebalo bi da daju najpouzdanije podatke o prilivu podzemnih voda u kop. Međutim, s obzirom da je teško i gotovo nemoguće, odvojiti podzemne od slivnih atmosferskih voda kao i to da se prilikom registrovanja količine ispumpanih voda javljaju znatne nepreciznosti, prikazaćemo samo ukupne ispumpane količine za period 1979 – 1984. godine.

Godina	Najniža etaža (m)	Godišnje ispumpanje		Godišnja suma padavina (mm)
		(m ³)	(l/s)	
1979	320	1.350.698	43	848,0
1980	290	2.123.739	67	776,7
1981	290	2.760.443	87,5	828,4
1982	275	2.518.949	80	740,1
1983	260	1.855.461	59	428,7
1984	260	1.401.293	44,5	

Mogući prilivi na račun podzemnih voda sa daljim produbljivanjem površinskog kopa „južni revir“

Dugoročnim programom razvoja Rudnika bakra „Majdanpek“ predviđa se da do 2000-te godine površinski kop „južni revir“ side rudarskim radovima 225 m ispod masnog erozionog bazisa. S tim u vezi smatrano da će prognoza priliva podzemnih voda u kop sa njegovim daljim produbljivanjem, iako ne sasvim precizna, doprineti pravovremenom rešavanju problematike odvodnjavanja ovog kopa.

Mogući priliv iz izdani u aluvijalnom nanosu Malog Peka

Regulacijom korita Malog Peka na delu gde on teče preko samog površinskog kopa „južni revir“, kako je predviđeno projektom proširenja kopa ka severu, priliv iz ove izdani biće sveden samo na račun infiltriranih atmosferskih voda i, eventualno voda iz krečnjačkog masiva u zapadnom obodu kopa i krečnjačkog masiva severno od M. Peka. Znatniji priliv može se očekivati samo u vreme otvaranja ove izdani rudarskim radovima.

Mogući priliv iz kopovskih jalovišta „Šaške reke“ i Bugarski potok“

Priliv podzemnih voda iz kopovskog jalovišta u dolini Šaške reke do sada je bio praktično zanemarljiv. Kako jalovište nalaže na hloritsko-sericitske škriljce, definisane kao praktično vodonepropusne stene, može se reći da će priliv u kop iz ovog jalovišta i u budućnosti biti praktično zanemarljiv.

Priliv iz kopovskog jalovišta „Bugarski potok“ s obzirom na položaj jalovišta u odnosu na površinski kop takođe ne treba očekivati u znatnijim količinama.

Mogući priliv iz flotacijskog jalovišta „V. Fundata“ i novog flotacijskog jalovišta u dolini Šaške reke

S obzirom na visinu podine krečnjačkog masiva južno od površinskog kopa (oko 500 i preko 500 m u severnom delu masiva) na koji u njegovom južnom delu naleže flotacijsko jalovište „V. Fundata“ i na već formirane puteve podzemne vode u masivu na Velikom Peku, može se reći da do priliva u kop na račun voda iz ovog jalovišta neće doći produbljivanjem kopa do 125-e kote u dublje.

Prema usvojenom projektu novog flotacijskog jalovišta u dolini Šaške reke (vidi kartu) odlagaće se hidrociklonirani pesak gustine 70% čvrstog do 520-e kote. S obzirom da će jalovište nalegati skoro u potpunosti na hloritsko-sericitske škriljce, a samo minimalnim delom na krečnjake u istočnom obodu kopa, može se reći da će i ovaj priliv biti praktično zanemarljiv.

Mogući priliv iz pukotinske izdani

Kako su pukotine u gnajsevima, andezitima i kvarcuskovitskim škriljcima najčešće slabovodopropusne iz ove izdani ne mogu se očekivati znatnije količine vode. Na osnovu analogije sa prilivima podzemnih voda iz pukotinskih izdani u okna u Donjeckom basenu (videti prilog br. 3) može se reći da će se priliv u kop iz ove izdani do određene dubine postepeno povećavati posle čega će, usled manje ispucalosti stena u dubljim delovima terena, doći do postepenog smanjivanja priliva.

Mogući priliv iz karstne izdani***Mogući priliv iz karstne izdani u istočnom obodu kopa***

Karstna izdan u istočnom obodu kopa, kako smo napred naveli, za sada se hrani praktično, isključivo na račun atmosferskih padavina. Zbog eventualne mogućnosti privlačenja voda iz karstnog masiva južno od kopa, sa njegovim daljim produbljivanjem,

preko krečnjaka u istočnom obodu kopa reći ćemo nešto više o odnosu ova dva krečnjačka masiva.

Povezanost krečnjaka u istočnom obodu kopa sa krečnjačkim masivom južno od kopa i cirkulaciju voda iz jednog u drugi teško je pretpostaviti na osnovu strukturno-tektonske karte i na osnovu rezultata geofizičkog ispitivanja karstnog masiva južno od površinskog kopa. Pomenutim ispitivanjima utvrđeno je da podina ovog masiva u svom severnom delu dostiže kotu 500 i preko 500 m što u hidrogeološkom pogledu znači da ovaj masiv praktično predstavlja zasebnu celinu. Na osnovu napred iznetog proizilazi da se priliv iz ove izdani sa produbljivanjem kopa neće bitnije menjati odnosno, da će ostati u granicama infiltriranih količina atmosferskih voda koje padnu na sam masiv u istočnom obodu kopa. Za višegodišnji proseka padavina od 810 mm/god. sa koeficijentom infiltracije od 0,7 iz ove izdani dreniralo bi se konstantno

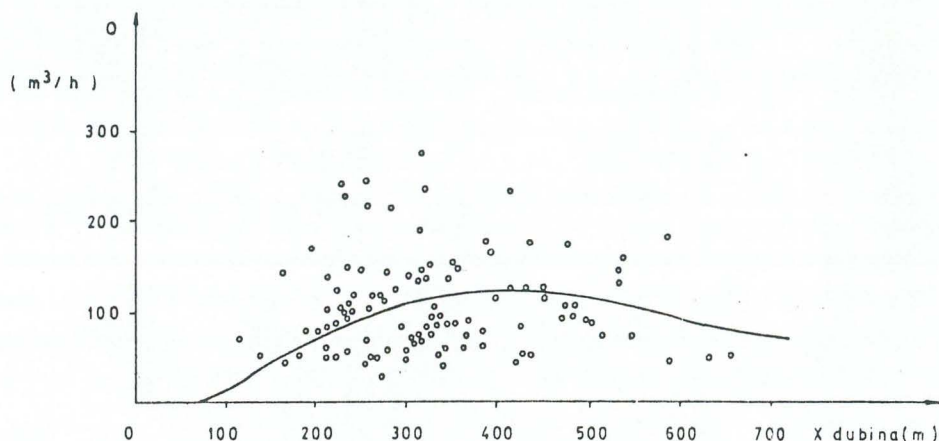
$$Q = P \times J \times C;$$

$$Q = 600.000 \text{ m}^2 \times 0,810 \text{ m/god} \times 0,7;$$

$$Q = 340.200 \text{ m}^3/\text{god.} = 11 \text{ l/sec.}$$

Mogući priliv iz karstne izdani u zapadnom obodu kopa

Za prognozu priliva iz ove izdani u vezi sa daljim produbljivanjem kopa takode je bilo neophodno prethodno analizirati strukturu krečnjaka u zapadnom obodu kopa i njihovu eventualnu vezi sa krečnjačkim masivima koji se nalaze na severu i jugu od ovih krečnjaka.



Prilog 3. – Dijagram priticaia podzemnih voda u okna u Donjeckom bacenu u zavisnosti od njihovih dubina (po Maljevanjiju).

Encl. 3. – Diagram of groundwater flow to the Donetsk Basin versus its depth (taken from Malevani).

Ono što je rečeno za odnos krečnjaka u istočnom obodu kopa i krečnjaka južno od kopa važi i za odnos krečnjaka u zapadnom obodu kopa i svih drugih. Uticaj voda iz krečnjaka na severu ne može biti od značaja s obzirom na njovu površinu i položaj u

reljefu, pa se može reći da će se priliv iz karstne izdani u zapadnom obodu kopa sa produbljivanjem kopa do 125-e kote, pod pretpostavkom da preko ovih krečnjaka neće doći do priliva vode iz M. Peka (što je vrlo verovatno), priliv iz ove karstne izdani kretati u okviruma infiltriranih atmosferskih voda – 5,5 l/s i manje od toga s obzirom da će se krečnjaci jednim delom i dalje drenirati direktno u aluvijon M. Peka i preko potkopa „Torej”.

Mogući priliv iz stanih rudarskih radova i podzemnih istražnih radova

Stari rudarski radovi na višim kotma do sada nisu predstavljali veće izvore ovodnjenosti, pa se može pretpostaviti da to neće biti ni u budućnosti. Stalan izvor ovodnjenosti biće voda iz podzemnih istražnih radova – horizonta 302 i 200 m koji se dreniraju preko okna br. 4. Imajući u vidu već opisane karakteristike pukotinske izdani koju dreniraju navedeni horizonti priliv iz njih neće se bitno menjati (4–12 l/s).

Produbljivanjem kopa podzemni istražni hodnici na horizontu 302 i 200 m, koji su u celosti potopljeni, biće presečeni rudarskim radovima i iz njih će isteći akumulirana količina vode. U sledećoj tabeli date su količine akumulirane vode na osnovu zapremine hodnika.

Horizont	Ukupna dužina hodnika (m)	Zapremina hodnika (vode) (m ³)	Ukupna zapremina (m ³)
,302”	8.740	34.960	
,200”	12.867	51.468	86.428

Zaključak

Na osnovu dosadašnjeg izlaganja možemo reći da tokom radova na kopu do 125-e kote, i dublje, podzemne vode neće predstavljati znatnije smetnje redovnoj proizvodnji. Ukupni priliv podzemnih voda u kop u periodu razvoja kopa do 125-e kote kretao bi se, u zavisnosti od godišnjeg doba, od 20 – 40 l/s.

Do većeg priliva u kop doći će presecanjem istražnih hodnika na horizontu 302 i 200 m u kojima je akumulirano 34.960 odnosno 51.468 m³ vode.

Povremeno naglije isticanje vode iz karstnih izdani u istočnom i zapadnom obodu kopa usled njihovog otvaranja rudarskim radovima na nižim kotama trajalo bi najviše po nekoliko dana. Ovakvo periodično isticanje biće redovna pojava sve dok se zahvatom kopa ne otvori i sama podina karstnih izdani.

Nakon dreniranja vode iz podzemnih istražnih radova i otvaranja podine karstnih izdani u istočnom i zapadnom obodu kopa ne bi trebalo očekivati naglije prilive podzemnih voda u kop.

SUMMARY

HYDROGEOLOGY IN THE SOUTHERN SECTION OF THE
MAJDANPEK COPPER MINE

by

NENAD PETROVIĆ

Open pit in the southern section of the Majdanpek Copper Mine is traversing a number of aquifers. The pit level is below the water table and below the local base of erosion; in the course of its planned development it will be much below the local base of erosion.

Hence the significance of estimating the groundwater flow into the pit and evaluating the conditions and economy of mining.

Goals of the hydrogeological investigation to this effect were to identify the extend and nature of groundwater in the pit influence zone, the regime of groundwater flow and its variation with the future lowering the pit bottom.

Small aquifers are identified which may be drained from the pit. The affluent to the pit is a direct function of the precipitation depth. Total water flow into the pit from the relatively small recharge area (drainage area) has not impeded the working nor is it expected to disturb the working with the lowered pit bottom.

The highest flow into the pit comes from a karst aquifer which will be wholly drained with the development of the pit.