

KRAŠKE POJAVE U PORJEČJU MEŽE

DUŠAN NOVAK

Reljef porječja Meže je vrlo izrazit. Gusta mreža voda i izmjena između jaruge i klanca te široke doline česta je i brza. U gornjem porječju je malo ravnih i blaže nagnutih površina. Strmine nisu pogodne za naseljavanje; na njima su samo osamljena seoska gospodarstva.

Porječje Meže leži u alpskom kraju između vrhova Pece (2126 m) i Plešivca (1696 m) koji pripadaju sjevernom grebenu istočnih Karavanki. Vrh Pece je ostatak starog vapnenačkog ravnjaka. Pristranci na sjevernoj strani su strmiji, a južna je strana blago nagnuta.

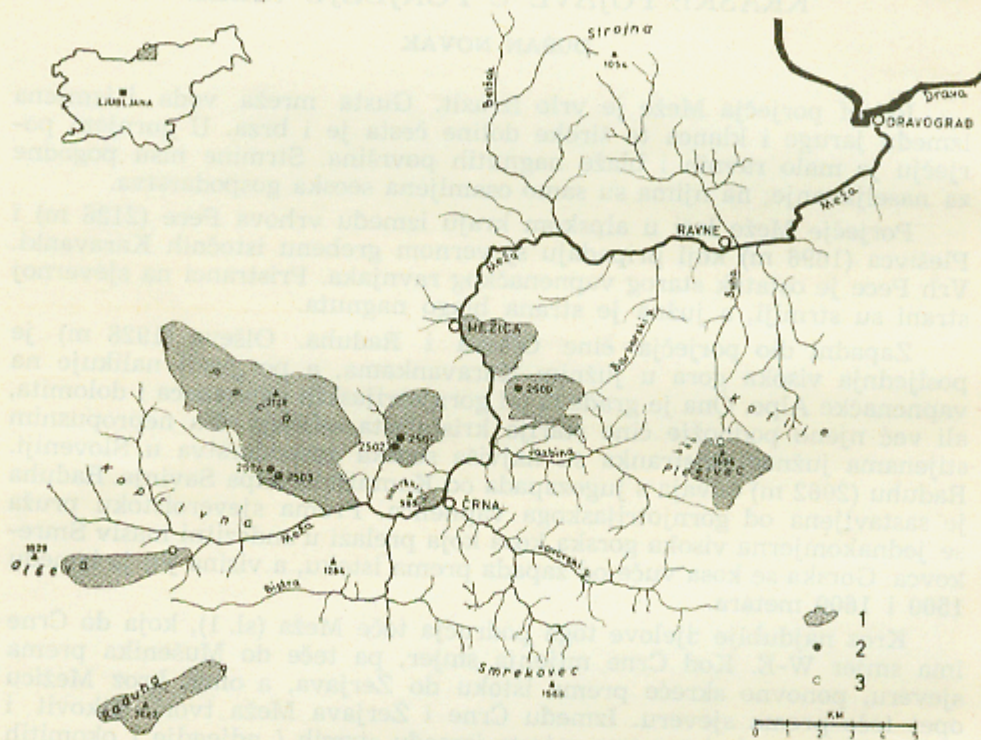
Zapadni dio porječja čine Olševa i Raduha. Olševa (1928 m) je posljednja visoka gora u južnim Karavankama, a po građi nalikuje na vapnenačke Alpe. Ona je građena od gornjotrijaskih vapnenaca i dolomita, ali već njeno podnožje čine starija kristalasta stijena. Na nepropusnim stijenama južnog pristranka su najviša seoska gospodarstva u Sloveniji. Raduhu (2062 m) odvaja s jugozapada od Kamniških Alpa Savinja. Raduha je sastavljena od gornjotrijaskoga vapnenca. Prema sjeveroistoku pruža se jednakomjerna visoka gorska kosa koja prelazi u andezitni masiv Smrekovca. Gorska se kosa vuče od zapada prema istoku, a visina joj je između 1500 i 1600 metara.

Kroz najdublje djelove toga područja teče Meža (sl. 1), koja do Črne ima smjer W-E. Kod Črne mijenja smjer, pa teče do Mušenika prema sjeveru, ponovno skreće prema istoku do Žerjava, a onda kroz Mežicu opet teče prema sjeveru. Između Črne i Žerjava Meža tvori slikovit i divlji tjesnac, u kojemu ima mjesta između strmih (gdjegdje i okomitih stijena) samo za rijeku i cestu. Meža, Topla i Bistra usjekar su tjesnace i jaruge, a grebeni između njih visoki su i strmi. Na ravnijim površinama, naročito na dolomitu i škriljavcu, sačuvano je više humusa. Porječje Meže znatnim je dijelom pošumljeno; u gornjem dijelu, iznad Mežice i 70% površine. Gole površine ima vrlo malo i to u prvom redu u okolici topionice u Žerjavu i na liticama uz Mežu.

Meža izvire iz više izvora ispod Olševe, odatle pritječe više pritoka koji se pojavljuju na dnu doline ispod sipara. Rijeke pritječu iz nepropusnog terena i vodostaji su ovisni o padalinama. Najniži je vodostaj u svim tekućicama u proljeće od veljače do travnja i u rujnu. Godišnja količina padalina iznosi oko 1300 mm.

Teritorij porječja Meže sastavljen je od vrlo različitih stijena koje se u pojasevima protežu od istoka prema zapadu. Pogorje Strojne na sjeveru

je sastavljeno od paleozojskih škriljavca, a zapadnije prevladavaju metamorfni škriljevci. Brda sjeverno od Mežice su sastavljena od glinastih i pjeskovitih sericitiziranih filita s umecima kremenca. Južnije odavde pružaju se poprečno na Mežu trijaski vapnenci i dolomiti. U sredini između oba pojasa prostire se od Mežice prema Slovenjgradecu dva kilometra široka zavala s tercijarnim morskim i jezerskim sedimentima, koji ispunjavaju plitko ulegnuće u paleozojskoj podlozi. Na trijaskim stijenama opažamo još i manje krpice jurskih sedimenata. Južno od linije Črna—Razbor, južnije od trijaskog pojasa protežu se veće površine metamorfozi-



Sl. 1. Mreža Meže. 1. kraške površine, 2. istražene jame i bezdani, 3. neistražene jame i bezdani. Broj uz oznaku jame je broj iz katastra jama.

Fig. 1. Réseau de la Meža. 1. Surfaces karstiques, 2. gouffres et fosses explorés, 3. gouffres et fosses inexplorés. Le nombre à côté de la désignation de la fosse est pris dans le cadastre des fosses.

ranih paleozojskih škriljavaca, koje sačinjavaju glinasti i pjeskoviti filiti te sericiti s umecima grafita i kremenca. Okolinu rudnika geolozi istražuju već duže vremena. Naročito su značajni radovi Zorca i Štrucela (1961) s geološkim odjelom rudnika.

U pojasu trijaskih stijena zastupani su svi odjeli od skita do retskog kata. Starost pojedinih horizonata još nije posve sigurna, jer nema saču-

vanih fosilnih ostataka. Najlakše se mogu odrediti rabeljski slojevi koji sadržavaju karakteristične okamine i značajni su po svojem litološkom sastavu.

Sedimenti skitskog kata razvijeni su kao smeđecrveni škriljavci s kr-pama pijeska i laporastog vapnenca. Te stijene grade teritorij gornje Tople i Javorskoga potoka. Dolomit anizijskog kata prelazi postepeno u slojevit školjkast vapnenac s umecima rožine i lapora. Školjkast vapnenac prelazi nadalje u svjetao ladinški dolomit i dolomitizirani vapnenac koji je otkriven na pristranku Pece u prilično debelom sloju.

Wettersteinski dolomit nalazimo u gornjem dijelu doline Tople, gdje čini čitav donji dio ladinškog kata, dok gornji dio sačinjava vapnenac koji je otkriven na Peci, a nastavlja se prema sjeveru čak do Riške gore. Wettersteinski dolomit se ne raspada u pijesak, kao što je to značajno za dolomite drugih starosti.

Karnijski kat je zastupljen slojevitim vapnencima, dolomitima, škriljavicima i laporom. Litološki sastav serije mijenja se na kratke udaljenosti. Iz toga vidimo da su se uvjeti sedimentacije naročito mijenjali u tom katu. Karnijska serija čini pokrov iznad rudnih ležišta u wettersteinskom vapnencu. Pokrov je redovito razlomljen u grude, Rabeljske naslage nalazimo na površini uz Helenski potok, iznad Crne i Pristave, sjeverno od Meže i zapadno od preloma koji se pruža od Crne prema Mušeniku i Poleni. U noriškom katu prelaze karnijski slojevi u tamnosmeđi dolomit, dok je u gornjem dijelu svjetliji. Dolomit zauzima velike površine, ali nije poznata debljina njegovih naslaga. Raspada se u pijesak i vrlo je malo slojevit. U dolomit su uklopljeni slojevi koji su otporniji; katkada na njemu leži dachsteinski vapnenac kao što je to slučaj na Plešivcu. Kako starost dolomita još nije tačno određena, problematična je starost vapnenca.

Noriški dolomit pokriva velike površine. Katkada je toliko erodiran da je ogoličen ladinjski vapnenac. Tako npr. u Helenskoj grabi. Dolomiti u porječju Meže, prije svega noriski i ladinjski, su pjeskoviti, zdrobljeni, pa se lako raspadaju. Na te dolomite djeluje samo površinsko spiranje. Dolomit možemo označiti kao napola propustan ili čak kao nepropustan. Mreža tekućica je razvijena na dolomitima kao u škriljastom nepropusnom zemljištu. Dolomit je veoma podložan mehaničkom drobljenju i kemijskom otapanju, a nisu rijetke ni velike strmine. Samo su zaravnjene površine pokrivene debelim humusom, koji napunja čak i pukotine među slojevima. U dolomit ponire samo manji dio vode, koja se filtrira i pojavljuje na pristrancima u manjim gravitacionim izvorima, u pištevinama i curcima vlage. Katkada se na manjim ravnim površinama pojavljuje i podzemna voda (Mitnjek).

Wettersteinski vapnenac je dobar kolektor i provodnik. Samo u malo nagnutijim pristrancima ili na visoravnima ladinjski je vapnenac vrlo okršten; u njemu nalazimo doline (vrtače), kotliče, škrape, pa čak i jame.

Porječje Meže leži u prelaznoj zoni gdje prevladavaju alpski pravci s utjecajem dinarske tektonike. Dinarska tektonika je istovremena s alpskom. Oba gibanja su istovremeno zahvatila trijaski pojas, te ih ne možemo vremenski odijeliti.

Kompaktne tektonske breče s crnim vezom su slabi znakovi starijeg ciklusa. Mlađi se ciklus odražava u množini lomova i klizanja. Ovaj je

ciklus mladi od minerogenetskog procesa. Istodobno su nastale i brojne otvorene pukotine (Berce, 1958).

Krš je razvijen na trijaskim vapnencima. Najjače je krš razvijen na ladinskim i aniziskim vapnencima. Na Plešivcu, Raduhi, Olševi i Peci vlada bezvodica i kraj je više ili manje ogolićen. (Karren semicoperto — Maucci, 1961). Osim toga krš je razvijen i na krpama ladinjskog vapnenca iznad Helene te na vapnencu ispod Jankovca i Mučevoga. Na dolomitu u porječju Meže nema krša. Na površinama koje su označene (sl. 1) nalazimo vrtače, vrlo su česte škrape, koje su zaobljene i tipične za šumski pojas, te duboke žljebiće. Ima i nekoliko krških jama koje opisujem u nastavku. Osim gornjih poznate su Jama pod Šmohorico u Plešivcu i Jama pri Jakobu u Koprivni. Ni jednu ni drugu nisam, nažalost, istraživao.

Kat. br. 2500 Votlina pod Jankovcem. U visini od 845 m na desnoj strani Meže formirala se u zdrobljenom vapnencu uz prelom 170/63 manja šupljina, dugačka oko 10 metara. Pristranak u kojem je špilja, strm je i nema tragova površinskog krša. U blizini špilje nalazi se u zemljištu izrazita pukotina.

Kat. br. 2501 Udorina v Heleni. Na lijevoj strani Helenskoga potoka i na nadmorskoj visini od 835 m tik ispod ceste iz Helene prema Najbržu je jako okršen pristranak sastavljen od wettersteinskog vapnenca. Uz prelom 315/90 nastala je 3 metra duga špilja, koja se spušta prema SW. Ulazi čini 3,5 metara dubok rov. U blizini uz prelom 205/90 nalazimo sličan rov, dubok 3 metra.

Kat. br. 2502 Jama nad jezom. Na lijevom pristranku Helenskoga potoka i nad branom u Heleni nalazimo, u vrlo zdrobljenom vapnencu, 8 m dugačku i 6 m duboku špilju. Ulazni rov, 2 m dubok, produžuje se u 1,25 m širok rov, u kome na kraju ima nekoliko siga. Rov je visok 1,3 m.

Kat. br. 2503 Korančevka. Špilja leži u visini 1129 m na južnom pristranku Pece, u hridima iznad Burjaka. Prudasti pristranak ima pad oko 40°. Na rubu pruda pod stijenama je otvor širok 1,4 m i visok 0,9 m. Tlo strmo pada u unutrašnjost jame, u veliku usulinu.

Špilja je dugačka oko 40 m, a najveća visina je oko 3 m. Strane i tlo u podzemnom rovu su pokriveni debelim slojem sige, bijele do smeđe boje, koja u vlažnim dijelovima prelazi u gusto gorsko mlijeko. U suhim uglovima ima siga značajnih fungoidalnih oblika. Cijeli rov i sve stijene natopljeni su gorskim mlijekom. Obilje vode vjerojatno uvjetuje lučenje mlijeka. U najdubljem dijelu špilje, u sjevernom kutu, nalazimo 3 m duboku udubinu punu sigastih pojava, među njima i nekoliko sigastih zdjela s vodom. U zdjelama se vide zameci bisera, poglavito poliedričnih oblika.

Kat. br. 2504 Spodmol kod Vranice. U visini od 1108 m, u hridima iznad Burjaka, na polici, ispod isturene litice nalazimo rupu široku 2 m, a kod ulaza 80 cm visoku. U unutrašnjosti je okrugla dvorana s promjerom 5 m a visoka 1,5 m. Stijene su glatke i bez siga, na podu su urušeni blokovi i ilovača. Špilju treba još istražiti s obzirom na paleolitik.

Sa speleološkog stanovišta, nas zanimaju rudarski radovi u rudniku i prilike u unutrašnjosti vapnenačke mase na kojoj je na površini razvijen izraziti krš.

Vapnenac je više ili manje raspucan. Pri dubinskim radovima naišlo se na otvorene i zatvorene pukotine. Sve imaju takve karakteristike koje dokazuju, da je krški proces djelovao i u dubini. Kasnije su neke od pukotina napunjene mehaničkim ili kemijskim sedimentima, sitnoslojevitom glinom ili kalcitom. Skriljevac, koji je vrlo plastičan, djelomično ili sasvim ispunjava pukotine.

Slične pukotine se spominju samo još u engleskim olovnim rudnicima u Yorkshireu, Debyshireu i Mendipu. Te su pukotine velike, a mjestimično leže ispod razine vode. Sve je pukotine izgadila voda, pa ih je manje ili više ispunila. I u njima je mnogo urušnog materijala i gline (Warwick, 1953).

U rudniku Mežica otvorene su pukotine najčešće u visini između 540—500 m, a to je u nekadašnjoj razini vode ili malo ispod nje. Dublje ih ima sve manje. Pukotine nemaju ravne strane, a često puta nalazimo male kotliće i facete, značajne za tekućice s vrtlozima. U dubini nailazimo na šupljine s promjerom 0,5 m do dubine oko 150 m ispod nekadašnje erozijske baze. To dokazuje mogućnost sifonskoga proticanja i napredovanja krškog procesa usporedno s rudarskim radovima. Najznačajnije pukotine susrećemo u 3. stropnom horizontu. Kod prvog je u sečišću lomova nastala šupljina koja je sada široka 4 m, do 30 m dugačka i 10 do 15 m visoka. U užem odsjeku primjećujemo značajne izglačane kotliće. Druga se šupljina nalazi istočnije, na sutoku više pukotina u visini 846 m. Šupljina ima značajan oblik zvona, visoka je oko 14 m i široka oko 4 m. Po njoj pada voda. Kotlići — facete u sitno najedenoj stijeni imaju promjer do 2 cm. Po stijenama se isprepliću dendriti. U visini horizonta stijene počinju konvergirati. Površje iznad horizonta je u visini 960 m. Obje su se pukotine razvile u svijetlom jezgrovitom vapnencu.

U visini 728 m registrirali smo na 2. horizontu dva značajna oblika u rovu koji vodi prema sjeveru. Prvi se nalazi kraj dva usporedna klizišta koji su udaljeni oko 6 m jedan od drugoga; a zbog odrona u dubinu nastala je podzemna prostorija. Druga je šupljina široka oko 0,5 m, dugačka 6 m i oko 6 m duboka. Slične šupljine smo našli još u visinama 661 i 649 m na 4. horizontu.

Sistem jednakih vertikalnih pukotina nalazimo s 5. horizonta u visini 602 m do 6. horizonta u visini 572 m i još dublje (Fot. 1).

Značajna je pukotina u okružju Srce na 2. horizontu- 735 m. U svijetlom malo raspucanom jezgrovitom vapnencu imamo izrazitu lomnu liniju koja je otvorena u dužini 10 m. Pukotina je u gornjem dijelu glatka i široka oko 60 cm, a u donjem dijelu je široka 1,6 do 2 m. Strane te pukotine i onih susjednih koje je presjekao rov, pokrivene su aragonitnom sigom i kristalima. Lomna linija što teče gotovo u pravcu E-W zasijeca u skriljavac na zapadu, te je bilo i malog pomicanja. U pukotini je bila kod temperature zraka 7,3 °C, a relativna vlažnost zraka 91%.

Nekoliko otvorenih pukotina nalazi se u okolici jaška, niskopa Bargate na 7. horizontu. Više ih ima još u visini 540 m u Neuburger rovu. Kroz njih

dotiče snažan mlaz vode koji ponire u jednu od pukotina. Ove su pukotine oko 10 m iznad razine Meže.

Na 8. horizontu, naročito u reviru Navršnik, našli smo više većih otvorenih pukotina, dok su naprotiv u NE dijelu rudnika samo manje što dokazuje snažniji pretok vode u reviru Navršnik. Na pruži prema zapadu imamo kod poligonske tačke 3015 šupljinu, koja je nastala uz klizišta što se spuštaju prema istoku. Ova je pukotina široka 3 m, visoka 6—8 m, a duboka oko 3 m. Zbog radova u jami do sada je zasuta. Dužina otvora velika je oko 10 m. Strane su izrazito izglačane. Nekoliko metara prema zapadu postoji u grupi klizišta više usporednih šupljina koje su usmjerene približno 118/70. Prva je dugačka 8 m, široka 0,2 do 2,9 m, visoka 6 m i duboka 6 m. Na dnu povremeno dotječe voda u količini do 0,5 l/sek. To je pukotina uz koju je najvjerojatnije dotjecala voda još prigodom predratnog bojadisanja Helenskoga potoka (Papler, 1947). Pukotine su međusobno povezane s prohodnim rovom. Glavna količina vode sada otiče nepoznatim putem. Ova pukotina dopire do 10. horizonta i uglavnom je suha. Samo u kišno doba primijetili smo u njoj vodu 6 m ispod nivoa 8. horizonta. Priticanje od 4 m³ u minuti, koje spominju prijašnji autori, otječe sada nepoznatim putem dalje u dubinu.

Sjeveroistočno od jarka Bargate nalazimo otvor širok do 2 m visok 7 m i dug 3 m. Stijene su glatke i najedene od vode nakapnice. Nešto istočnije na pruži prema Srednjoj zoni imamo još nekoliko većih otvorenih pukotina, širokih do 70 cm i visokih do 5 m. Značajne pukotine nalazimo u Srednjoj zoni 11. horizonta u blizini snažnog pritoka vode. Obje pukotine, otvorene 0,8—0,15 m udaljene su jedna od druge 2 m, visoke su 4 m i duge oko 3 m. Strane su vrlo kotličaste i izglačane.

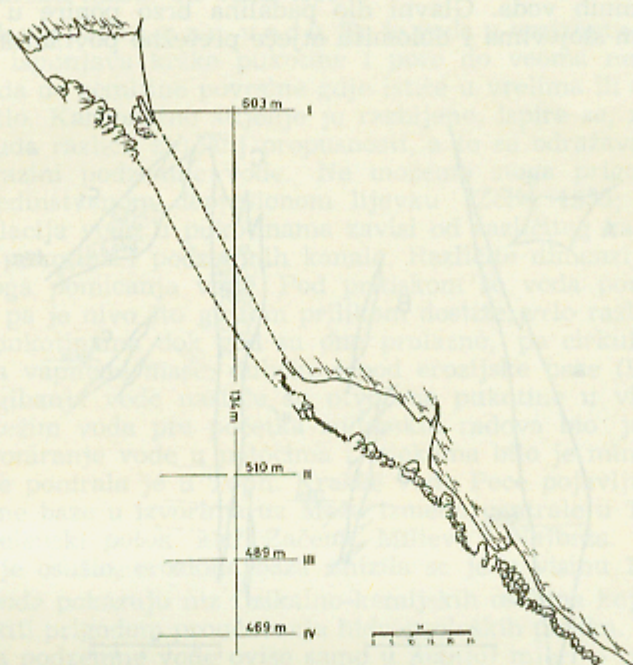
Najznačajnija je u rudniku Mežica Velkia Unionska pukotina. Šupljina je nastala u jako tektonskoj zoni sa različito usmjerenim lomnim linijama i pomicanjem. Prvi puta se do nje doprlo tokom istražnih radova god. 1948. na 8. horizontu (510 m). Na 9. horizontu na nju se naišli god. 1949. na 5. horizontu god. 1950. Sada je poznata još na 10. horizontu. (sl. 2).

Gornji dio pukotine je ulegnuta dvorana oko 30 m široka i oko 20 m visoka. Prelaz prema 8. horizontu je zatvoren odronutim kamenjem, tako da je istraživanje bilo preopasno. U 8. horizontu se širi prema N-W do 5 m široka i 6 m visoka pukotina. Ona se diže strmo, a završava 20 m više u uskoj pukotini. Prema zapadu mala se pukotina snižava i raširuje. Spušta se prema 9. horizontu. Na stranama je deponirana siga koja se već drobi. Okomitu pukotinu na 9. horizontu zamijenjuje kosa. Između dva loma, koji padaju prema jugoistoku, nastala je urušena šupljina koja se strmo spušta prema 10. horizontu. Stijene šupljine na ovom horizontu su veoma nagrizene. Nekadašnje poplave, a možda i zastala voda, odložile su u šupljini debele slojeve gline. Prema jugoistoku spušta se duboka rupa među urušanim kamenjem i dopire dublje od 11. horizonta.

Karakteristike pukotina i šupljina koje su otkrili speleološkim istraživanjem su slijedeće: a) šupljine nemaju otvor na površinu; b) šupljine su vezane za snažne tektonske linije i c) karakteristični su vretenasti oblici. (sl. 3).

Ako na površini imamo krš, naročito ponikve vrtače i na sutoku pukotina i u prelomnim zonama, u dubini vapnene mase se razvija sistem dre-

nažnih kanala — embrionalnih malih šupljina. Nastali su radom vode koja ponire, ona im je dala i karakterističan oblik. Uz lomne pukotine formirane su vretikalne vretenaste šupljine. Nazivamo ih ortovakuole. (Maucci, 1952, 1961); u stvari to su rovovi i jame bez veze sa površinom. Embriionalne šupljine šire sekundarni faktori (tekuća voda, urušavanje itd.) bočno



Sl. 2. Velika Unionska pukotina u Mežici — uzdužni profil. Brojevima I—IV označeni su rudarski horizonti (5, 8, 9 i 10).

Fig. 2. La grande fissure de l'Union dans la Mežica — profil longitudinal.
Les chiffres I à IV désignent les horizons miniers.

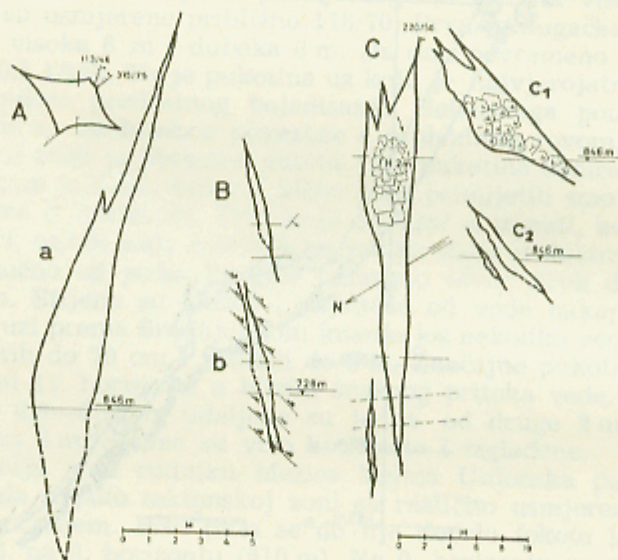
i prema gore, a kamenje pada sa strane i sa stropa te puni donji dio šupljine. Pri formiranju je uz eroziju značajna i korozija. Proces formiranja je dakako spor i zavisi od količine proticajne vode, njenog kemijskog sastava i otpornosti stijena. U rudniku Mežica najčešće smo našli u visini nekadašnje erozijske baze.

Jenko (1959) tvrdi da se bit krša sastoji u istodobnom ispiranju zdrobljenih zona, a da je ispiranje podređeno pritisku vode. U rudniku mnogo puta susrećemo šupljine koje je voda oblikovala duž manjih pukotina gdje stijene nisu bile zdrobljene. Nije moguće odrediti gdje prestaje erozija i kada počinje djelovanje korozije. Zbog toga zajedničko djelovanje korozije i erozije možemo nazvati kraška erozija.

Šupljine ispod erozijske baze i u dubljim dijelovima rudnika nastale su djelomično u doba nakon sniženja razine vode i pod uvjetima sifonskog protjecanja vode po pukotinama. I u njima nalazimo karakteristične

korozijske fasete. No ne smijemo zanemariti i eventualni utjecaj terma, koje su iz dubine donosile rudne otopine. O tom procesu piše i Gortani (1953) izlažući djelovanje više ili manje mineraliziranih voda u nekim talijanskim rudnicima. Nedostaju nam potrebne analize da tačnije odredimo ove pojave.

Usporedno s razvijanjem pukotina i šupljina u rudniku je i krški režim podzemnih voda. Glavni dio padalina brzo ponire u vapnenca, a po karnijskim slojevima i dolomitu otječe pretežno površinski. Samo veći



Sl. 3. Prirodne pukotine na 3. strponom horizontu. A — tlocrt, a — presjek; B — tlocrt, b — presjek; C — tlocrt, c₁, c₂ — presjeci.

Fig. 3. Fissures naturelles au 3^{ème} horizon plafonnier. A — plan, a — coupe; B — plan, b — coupe, c₁, c₂ — coupes.

pljuskovi djelomično otječu po površini vapnenaca. Najviše vode pritiče rudniku sa Pece. Ustanovili smo da dotječe u rudnik i povećava troškove crpljenja čak i dio vode potoka Tople koji ponire kroz masiv Pece. A voda ponire čak i u koritu Helenskoga potoka. U trijaskim slojevima rudnika ustanovili smo dva nivoa vode:

1. Manje izdašan nivo u zdrobljenom noriskom dolomitu. Voda se zadržava kao u koritu na nepropusnim karnijskim slojevima, pa se cijedi i u pištevinama dolazi na površinu, a duž lomnih pukotina otječe u dubinu. Neki krajevi su vrlo bogati vodom jer ih natapaju i tekućice.

2. Izdašna krška voda u ladinjskom vapnencu. Voda u toj zoni protiče kroz izrazitu kršku sredinu te na specifičan način djeluje na stijenu. Zona aeracije dopire sve do 14. i 15. horizonta. Krški proces se odvija i u do-

njem dijelu zone aeracije, a djelomično počinje već prije nestanka prirodni prilika.

Ovaj nivo možemo dalje dijeliti:

a) voda koja ponire, kapljice ili manji mlazevi što se u obliku tekućica s vrtlozima udružuju u veće rovove i vodene kanale, pa se probijaju kroz kršku masu. Ta voda teče u

b) kršku podzemnu vodu. To je voda u horizontu razlomljenih stijena koja ispunjava krške pukotine i pore do veoma neizjednačenog nivoa, katkada do zemljine površine gdje ističe u vrelima ili se pojavljuje kao vlažno tlo. Karbonatno stijenje je razbijeno, ispire se, zaglinjava ili zasigava; otuda različit stupanj propusnosti, a to se odražava u nejednakoj razini podzemne vode. Ne možemo stoga prigodom crpnje govoriti o jedinstvenom depressionom lijevku (Zorc, 1955; Grafenauer, 1959). Cirkulacija vode u pukotinama zavisi od različitog kapaciteta te o provodnosti pukotina i podzemnih kanala. Različite dimenzije su uvjet i kod sifonskoga pomicanja vode. Pod pritiskom se voda pomiče također prema gore, pa je nivo što ga tom prilikom dostiže, vrlo različit. Voda se pomiče po pukotinama dok god su one prolazne, pa cirkulacija dopire često do dna vapnene mase, duboko ispod erozijske baze (Roglić, 1961). Zbog ovog gibanja vode nastale su otvorene pukotine u visini 10.—13. horizonta. Režim voda pre početka rudarskih radova bio je različit od sadašnjeg. Poniranje vode u potocima i rijekama bilo je minimalno, veća količina vode ponirala je u Topli. Kraške vode Pece pojavljivale su se u visini erozione baze u izvorima uz Mežu između centrale u Topli i Škrubeja i uz Helenski potok kod Začena, Milieva i Najbrža. Veći dio tih izvora sada je osušio, eroziona baza snizila se je u visinu 15. horizonta.

Krške vode pokazuju niz fizikalno-kemijskih osobina koje nam mogu mnogo koristiti prigodom proučavanja hidrogeoloških prilika. Temperature izvora razina podzemne vode ovise samo u manjoj mjeri o vanjskim promjenama i tek malo kasne za njima.

Pregled temperatura pokazuje nam slijedeća tri tipa:

1. Procjedne vode imaju temperaturu oko 8,5° C. To su vode koje hrane padaline.

2. Podzemna voda na koju nailazimo na donjim horizontima. Temperatura varira između 10° i 10,5° C. Promjene temperature su neznatne.

3. Poseban tip čine vode u okolini naj snažnijeg pritoka u rudnik, u okolini niskopa Bargate. Kod ovih temperatura varira između 11° i 13° C. Bojadisanjem smo dokazali da ova grupa izvora ima neposrednu vezu s površinskim vodama, s Helenskim potokom i Toplom.

I tvrdoće podzemnih voda potvrđuju ovu razdiobu:

1. Procjedne vode imaju stabilnu tvrdoću oko 12° dH (njemačkih stupnjeva). Promjene su tek neznatne pod utjecajem padalina ili promjene vanjske temperature. Jednaku tvrdoću ima i voda nivoa iznad karnijskih slojeva.

2. Tvrdoća kraške podzemne vode varira veoma malo između 10,5° i 11,2° dH. Najveća tvrdoća je bila nakon suše sredinom ljeta.

3. Veća sezonska kolebanja su konstatirana kod voda koje imaju neposrednu vezu s površinom. Promjene su ovisile o vremenskim prilikama i to između 9,74 i 13,91° dH, odnosno između 8,5° i 14,28° dH.

Bikarbonatom zasićena voda dolazi pri poniranju u dubinu na rudarske radove, a time i u promijenjene uvjete. Pri tome se mijenja ravnoteža i počinje izlučivanje sige i zasićivanjem pukotina. Proticanjem u podzemlju karbonatna tvrdoća pada.

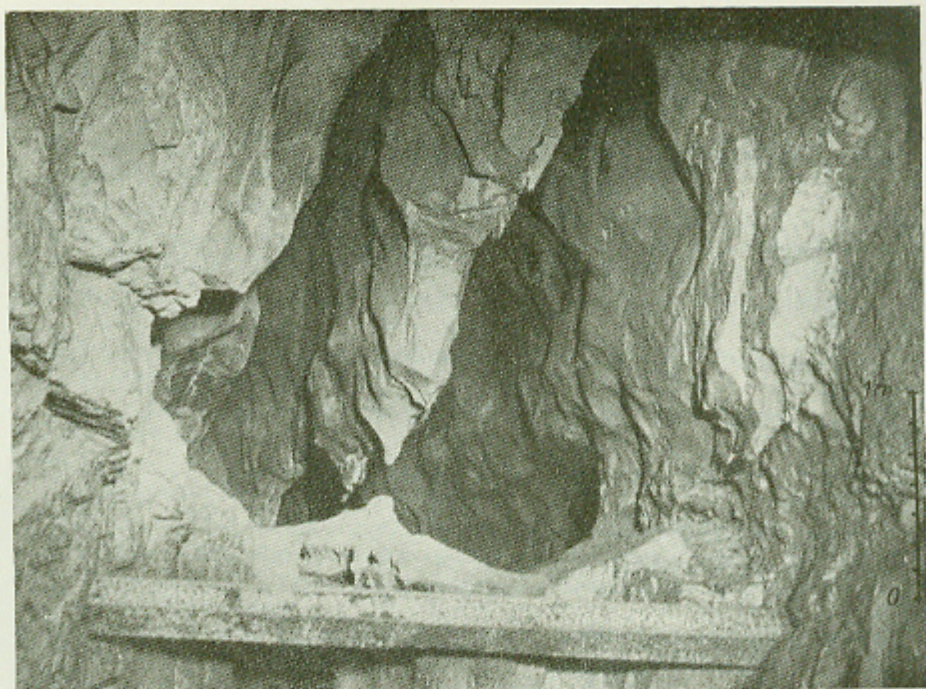
Sigu i njezine ekvivalente nalazimo u rudniku samo u nekoj određenoj dubini do oko 150 m ispod površine. Iz pojedinih slučajeva mogli smo orijentaciono izračunati godišnji priraštaj sige, razumije se u specifičnim uvjetima. Na 3. stropnom horizontu izraslo je godišnje oko 0,067 mm sigaste kore, i to uz slabo zračenje i uz snažan prtok vode. Sjevernije smo u umjetnom rovu pronašli 5 cm duge i 4 mm debele stalaktite, pa ocjenjujemo da su godišnje narasli za oko 0,14 mm. Osim toga nalazimo još špiljske bisere, pogotovo u starim već napuštenim rovovima. Još pliće ispod površine, naročito u području revira Peca, češće su šupljine sa stalaktitima i debelim sigastim prevlakama. Od konkrecija osim stalaktita i ostalih siga — vezanih konkrecija, spomenimo posebno još slobodne konkrecije, jamske bisere (Perna 1958), koje smo našli na 2. horizontu i u okružju Stari Fridrich. Već Perna (1961) navodi da u šupljinama iskopanim u vapnencu ili dolomitu nastaju jednake konkrecije kao u prirodnim spiljama, samo uz druge klimatske uvjete. Klimatski se uvjeti s vremenom i s izolacijom od aktivnih djelova rovova uravnoteže pa postaju takvi kakvi su u prirodnim spiljama. Između bisera koje smo pronašli u rovovima rudnika u Mežici razlikujemo tri tipa.

Prvi su sferuliti s radijalnom strukturom, kristali koji su zrakasto narasli oko jezgre. Površina je hrapava, kristalasta, često su žučkasto obojadosani. U rudniku su rijetki, a nastali su amo tamo gdje dotiče mala količina vode.

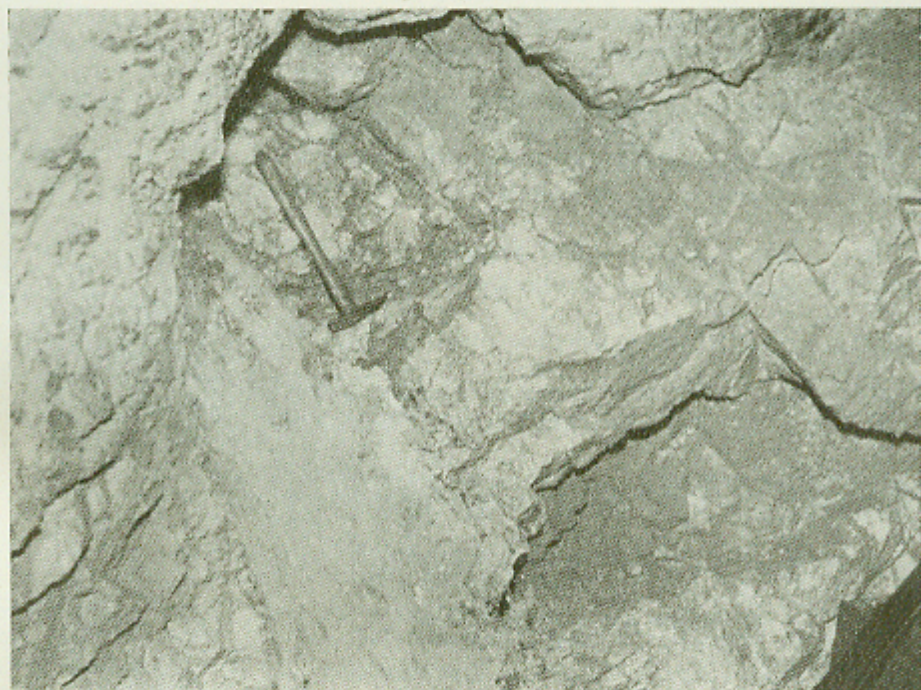
Slijedeći zanimljiv tip su pisoliti. Oni su češći i imaju koncentričnu strukturu te više slojeva oko jezgre, dijelića matičnog kamena. Nalazimo ih često u koritastim udubljenjima kamo stalno kapa voda. Manji ostaju na dnu, a veći su pri vrhu te ih voda što kaplje okreće i premeće. Naročito su sitna zrna smetana u gibanju, pa tako nastaju poliedričke forme sa zaobljenim rubovima i konkavnim stijenama. Veći su zaokruženi, a neki čak okrugli. Površina im je glatka i mikrokristalasta.

Vrlo je čest treći miješani tip. Srednji dio bisera izgrađen je zrakasto. Počeo je nastajati sferulit, pretežno od aragonitivnih kristala, a vanjski ovoj sastavljaju koncentrični slojevi pisolitičkog tipa. Pri formiranju ovih špiljskih bisera važni su prije svega uvjeti kristalizacije, zasićenost rastopine, primjese, kretnje zametka u vodi i rotacija koja prijeći rast velikih kristala. Dimenzije bisera su od nekoliko milimetara do nekoliko cm u promjeru.

Nastajanje i oblike hijeroglifa (depositi vermiculari argillosi Parenzan, 1961) spomenut ćemo na drugom mjestu.



Fot. 1. Pukotina na 5. horizontu revira Navršnik
Phot. 1. Fissure aux cinquieme niveau district Navršnik



Fot. 2. Prítok na 14 horizontu kod niskopa Bargate
Phot. 2. Affluent au niveau 14-ème près Bargata

LITERATURA

- M. A. Agadžanov, Hidrogeologija i hidraulika podzemnih vod i nefti. Gostotehizdat, Moskva.
- R. Badjura, 1953, Ljudska geografija, DZS, Ljubljana.
- P. Gallocher, 1947, Contribution a l'etude du reseau speleohydrologique de la Feudaille Soreze. Annales de Speleologie, Tom. III, fasc. 1, Paris.
- A. Glory, 1947, Le bassin hydrologique de l'eteng de Lherz (Ariege). Annales de Speleologie, Tom III, fasc. 1, Paris.
- M. Gortani, 1953, Classificazione dei pozzi naturali, I. Congres Intern. de speleologie, Paris.
- M. Herak, 1959, Prilog geologiji i hidrogeologiji otoka Hvara. Geološki vjesnik, Zagreb.
- M. Herak, 1957, Geološka osnova nekih hidroloških pojava u dinarskom karstu. II. Jugosl. geol. kongres, Sarajevo.
- S. Ilešič, 1947, Rečni režimi v Jugoslaviji, Geografski vestnik, Ljubljana.
- F. Jenko, 1959, Hidrogeologija in vodno gospodarstvo krasa, DSZ, Ljubljana.
- J. Lambor, 1958, Hydrogeneza, Przeglad Geograficzny XXX/3, Polska Akademia Nauk, Warszawa.
- W. Maucci, 1952, L'ipotesi dell'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesi. Boll. della Soc. Adr. di Sc. Nat., XLVI, Trieste.
- A. Melik, 1954, Slovenija II/1, Slovenski alpski svet, Ljubljana.
- A. Melik, 1957, Slovenija II/2, Štajerska s Prekmurjem in Mežiško dolino. Ljubljana.
- D. Novak, 1960, Kroženje vode, Proteus XXII/3, Ljubljana.
- A. Papler, 1946, Vodno gospodarstvo mežiškega rudnika (dipl. delo), Ljubljana.
- P. Parenzan, 1961, Sulle Sormozioni argillo-limose dette vermicolari. Symposium Internazionale di Speleologia, Varenna-Cono.
- H. Roques, 1956, A propos de l'hydrogeologie de la bordure nord-est du Cause de Gramat (Lot.) Annales de Speleologie, Tome XI, fasc. 3, Paris.
- A. Šerko, 1946, Barvanje ponikalnic v Sloveniji. Geogr. vestnik XVIII, Ljubljana.
- G. Timeus, 1926, Le indagini sull'origine delle ac., que sotteranee. Duemila Grotte, Milano.
- G. T. Warwick, 1953, Caverns in mines. British caving, London.
- A. Zorc, 1955, Rudarsko-geološka karakteristika rudnika Mežica, Geologija 3, Ljubljana.
- G. Perna, 1961, Concrezioni di cavitati artificiali. Simp. Intern. di Spel. Varenna - Como.
- G. Perna, 1958, Concrezioni libere delle grotte. VIII. Congresso Naz. Spel. Como.
- J. Roglič, 1961, Odnos morske razine i cirkulacija vode u kršu, II. jug. spel. kongres, Zagreb.
- R. Kajmaković, B. Petrović, 1961, Dubina i intenzitet karstifikacije u zavisnosti od geološko-tektonskih uslova i hidrauličkog gradienta pada, II. jug. spel. kongres, Zagreb.
- I. Štruel, 1960, Geološke značilnosti mežiškega rudišča s posebnim ozirom na kategorizacijo zalog. Geologija 6, Ljubljana.
- M. T. Luković, 1960, Neka opažanja o kretanju podzemnih voda u kršu ... Vesnik, Serija B, T. I. Zavod za geol. i geof. istr. Beograd.
- S. Grafenauer, 1959, Hidrogeologija in njena uporaba v rudniku Mežica, Rudarsko-met. zbornik, št. 3, Ljubljana.

RÉSUMÉ

Les phénomènes karstiques dans le bassin de la Meža

par D. Novak

Le bassin de la Meža, à la frontière nord de la Slovénie, a une superficie de 299 km². Le territoire a un relief développé et fait partie des versants est des Karavanke. La composition géologique du bassin de la Meža est variée. Entre les zones des schistes paléozoïques et les roches métamorphiques et magmatiques est situé la zone des couches du trias. Parmi eux sont représentés tous les degrés avec les schistes, les calcaires et les dolomites. Dans les calcaires se sont formés les formes karstiques, et toutes ces surfaces forment le collecteur principal des eaux qui s'écoulent dans la profondeur des galeries de mine. Les massifs des Peca, Plešivec, Oliševa, Raduha, ainsi que le territoire du Jankovec se sont également transformés en karste. Quelques moindres fosses karstiques existent également sur le territoire du bassin de la Meža. Nous trouvons des cavités karstiques souterraines aussi à l'intérieur de la masse calcaire, surtout à une profondeur déterminée. D'après la caractéristique des cavités (la forme en fuseau, le rapport avec les lignes tectoniques), traversées par les galeries de mine, nous supposons que ces cavités ont été formées d'après le principe de l'inversion (orthovacuoles et fusoides; Maucci, 1952, 1961). La coloration des eaux a montré que l'eau passe sous terre même dans le lit de la Topla et du Helenski potok. L'eau apparaît dans l'eau souterraine des gisements minéraux. Nous avons constaté qu'il existait deux zones d'eaux souterraines: l'eau qui est retenue par la dolomite et par les couches carniques imperméables; l'eau karstique dans le calcaire de ladin qui coule avec toutes les caractéristiques karstiques.

Au niveau de l'eau karstique nous distinguons trois types principaux d'eau:

a) L'eau qui passe sous terre, a une température constante (8,5 °C) et une petite différence de dureté (12 dH);

b) L'eau souterraine qui remplit toutes les fissures au-dessous d'un niveau déterminé et qui a une température (10—10,5 °C) et une dureté constante (10,5—11,2 dH);

c) Les eaux des canaux souterrains dans les gisements minéraux qui ont une température plus élevée (11—13 °C), une différence de dureté plus grande (9,74—14,28 °C) et sont en rapport direct avec les eaux de surface.

Nous avons constaté que la dureté en carbonate baisse avec la profondeur et qu'à une certaine profondeur limitée, surtout sous l'influence des travaux de mine, on voit se former des stalactites de toutes formes. Nous avons trouvé des stalactites, des stalagmites et plusieurs formes de perles rupestres.

(Traduit par A. Polanšćak)