

5.3 Tercijarno-kvartarni sedimenti

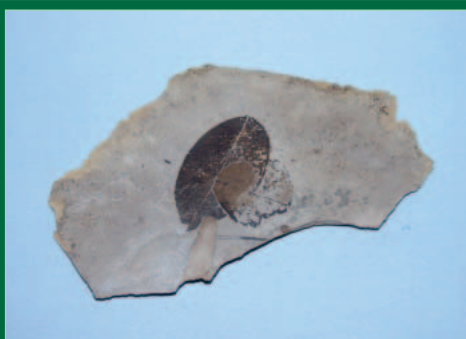
Sjeverno i južno od Parka prirode Papuk prostire se zaravnjeni teren izgrađen od tercijarnih i kvartarnih sedimenata. Taj sjeverni zaravnjeni teren ustvari predstavlja najjužniji dio Dravske potoline, dok onaj južni odgovara sjevernim dijelovima Požeške doline, a oba ta terena imaju uglavnom identična geološka obilježja. Za razliku od prikazanih paleozojskih i mezozojskih terena, ove tercijarno-kvartarne terene izgrađuju znatno mlađe geološke formacije izgrađene od nevezanih i slabovezanih klastičnih, pretežno glinovito-pjeskovitih sedimenata.

5.3.1. Tercijarni sedimenti

Oni izgrađuju najveći dio ovih ravničarskih terena, no pretežno su vezani za podzemlje Panonskog bazena, a samo manjim dijelom u brežuljkastim krajevima izbijaju na površinu. Oni se javljaju u vidu uskih zona duž sjeverne i južne granice Parka prirode Papuk (sl. 8), a posebno je vidljiv i dokumentiran razvoj ovih naslaga u okolici Voćina te Slatinskog Drenovca, a nešto više reduciran oko Velike te Kutjeva. Najstarije naslage tercijara, paleogensko razdoblje, nisu odgovarajuće dokumentirane na području Slavonije tako da se pitanje evolucije Panonskog bazena unutar Paratetisa može valjano pratiti tek od razdoblja neogena, odnosno njegovog najstarijeg dijela - miocena.

5.3.1.1. Miocenske formacije

U najnižim dijelovima ove formacije, razdoblju otnang-karpata, naslage imaju najpotpuniji razvoj na Požeškoj gori, od transgresivnih breča, konglomerata preko pješčenjaka, šljunaka, pijesaka, glina, ugljevitih glina i slojeva smeđeg ugljena (Šparica et al., 1980b), dok su ograničeno razvijene na sjevernim dijelovima Papuka. U središnjem dijelu Papuka kod Zvečeva nalaze se ostatci transgresivnih naslaga ovog geološkog razdoblja. Na južnim padinama Papuka kod Poljanske razvijen je specifični slijed naslaga, paleontološki zanimljivih pjeskovito-vapnenačkih pelita s karakterističnom makrofaunom (Brkić, 1979). U višim dijelovima sedi-



SLIKA 25: OSTACI PALEOFLORE U TANKOPLOČASTIM
PJESKOVITIM LAPORIMA - OKOLICA GORNJIH VRHOVACA

mentnog kompleksa karpata, u tankopločastim do laminiranim pjeskovitim laporima, zabilježena je brojna, dobro očuvana fosilna flora koja prema svojim obilježjima upućuje da je u tom razdoblju vladala suptropska klima (sl. 25).

Također tu dolaze tufovi i tufiti (litificirani vul-

kanski pepeo) koji svjedoče o vulkanizmu ovog razdoblja. Kontinentalne sedimente s interstratificiranim ugljenonosnim slojevima nalazimo nedaleko granice Parka prirode Papuk na južnim padinama Krndije, gdje su također znanstveno obrađene i vulkanske stijene - trahandeziti iz ovog razdoblja (Pamić et al., 1992/93). Sedimentne naslage Badena kontinuirano se nastavljaju na otnanško-karpatske, a na Papuku su veće mase razvijene na potezu Kamenska-Vučjak i Kamenska-Poljanska-Stražeman-Velika, nešto reduciranije kod Vočina. U badenu je na prostranom području Panonskog bazena bila marinska, pretežno karbonatna sedimentacija s bogatstvom flore i faune, ali s brojnim različitim facijesima od grebenskih sa školjkašima, briozoima, koraljima i ježincima do deltnih konglomerata (sl. 26). Na području slavonskih planina zastupljen je i čest facijes litotamnijskog vapnenca, a često i tufova te vulkanskih stijena radiometrijski određenih iz razdoblja badena.

Na badenskim sedimentima kontinuirano dolaze naslage sarmata, zastupljene laporima, pješčenjacima i laporovitim vapnencima, što je dokaz da se u ovom razdoblju morske površine smanjuju prekidom veze između Paratetisa i Mediterana, a slanost mora postupno opada. Na sjevernim rubnim područjima Parka prirode Papuk, u okolici Vočina i Pušine sačuvane su ove naslage, iako su reducirane erozijskim procesima.

U obodnim područjima slavonskih planina naslage panona najčešće su razdvojene na stariji panon (Croatica naslage) i mlađi panon (Banatica naslage). Obilježava ih slatkovodna sedimentaci-

ja zastupljena glinovitim vapnencima i laporima, s karakterističnim repnim fosilima. Ove naslage su također dosta reducirane i nalazimo ih u sjevernim predjelima Papuka (okolica Vočina).

U razdoblju ponta izraženo je daljnje okopnjavanje pa prevladavaju glinoviti lapori, pjeskoviti lapori i pijesci.

Na naslagama panona dolaze najstarije pontske naslage, Abichi naslage nastale u brakičnim uvjetima sedimentacije, a na njima dolaze Romboidea naslage u koje su na području južnog dijela Papuka i Krndije obilježene i većim pješčanim tijelima - Vranić pijesci i Mokreš. Također se manja pješčana tijela mogu pratiti kod Poljanske, Stražemana i Velike. Naslage ponta mogu se također naći i na sjevernim obodima Papuka od Vočina pa sve do Orahovice, a značajnija tijela pijesaka nalazimo nešto dalje od granica Parka oko Markovca.



SLIKA 26: FOSILNI OSTACI IZ PLITKOG, TOPLOG BADENSKOG MORA - RADOVANAČKI PAŠNJAK

5.3.1.2. Pliocenske naslage

Ovi sedimenti pripadaju daciju i romaniju, odnosno Paludinskim naslagama. U pliocenu započinju završne faze izdizanja kristalinskih masiva i suženje sedimentacijskog prostora pa se taloženje odvijalo u jezerskoj sredini. Naslage se sastoje od siltoznih glina, pijesaka, šljunaka i slojeva lignita. Iako su prostorno reducirane, ipak ih nalazimo i na južnim padinama Papuka.

5.3.2. Kvartarni sedimenti

U razdoblju od prije 1,8 milijuna godina do danas taložili su se kvartarni sedimenti. Oni pokrivaju puno veće površine od tercijarnih sedimenata te se u najnižim dijelovima sastoje od pijeska i šljunka, dok su mlađi dijelovi predstavljeni riječnim sedimentima, organogeno-barskim sedimentima, a na južnom podnožju Papuka nevezanim padinskim deluvijalno-proluvijalnim sedimentima.

GEOLOŠKA EVOLUCIJA PAPUKA I OKOLNIH PLANINA

6.

Planina Papuk s okolnim Psunjem i Krndijom u geološkom pogledu predstavlja jedinstven orografski sustav u kojem prevladavaju paleozojski škriljavci, migmatiti i granitoidne stijene. Te iste stijene, zajedno s podređenim mezozojskim stijenama, izgrađuju podlogu Panonskog bazena.

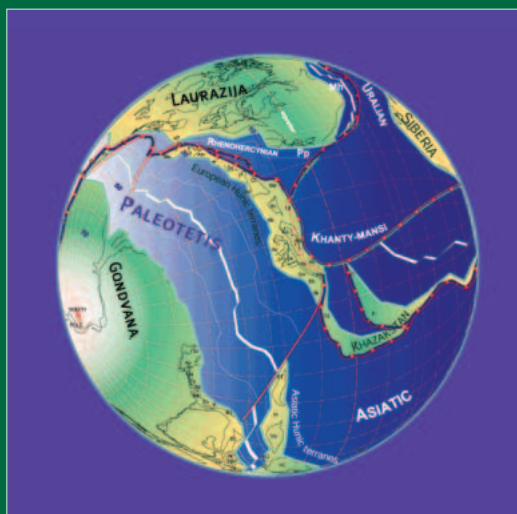
Izdizanje paleozojskog metamorfno-migmatitno-granitnog kompleksa vezano je za geodinamičku evoluciju Panonskog bazena koja je započela u najstarijem geološkom razdoblju mio-cena (prije 18-19 milijuna godina). Tada je započelo i izdizanje tog paleozojskog kompleksa, no on je kasnije ponovo zaplavljen tako da se njegovo glavno i definitivno izdizanje, s amplitudom od oko 1000 m, odvijalo u pliocenu (prije 5-3 milijuna godina). Njegovo smještanje uvjetovali su rasjedni tektonski procesi i to osobito oni koji su se odigrali duž Južnog rubnog rasjeda Dravske potoline i Sjevernog rubnog rasjeda Savske potoline, koji se podudara s granicom između Dinarida i južne Tisije, odnosno Karpata. Dakle, smještanje Papuka, Psunja i Krndije u današnji strukturni plan južnih dijelova Panonskog bazena rezultat je najmlađih neogenskih tektonskih pokreta (Pamić, 1991).

Geološki sastav Papuka s okolnim Psunjem i Krndijom upućuje na zaključak da je taj teren imao vrlo složenu, odnosno višefaznu geološku evoluciju koja je započela prije oko 435 milijuna godina i traje sve do današnjeg dana. Tu evoluciju u njezinom prvom razdoblju treba svakako vezati s geološkom evolucijom Karpata, kako to dokazuje prevladavanje paleozojskih metamorfno-migmatitno-granitnih formacija identičnih onim iz Karpata.

Prema geofizičkim, a i nekim drugim geološkim podacima, Tisija predstavlja kontinentalni fragment koji se krajem gornje jure (prije 140-130 milijuna godina) odvojio (odlomio) od Karpata (Márton, 2000). Naime, u to geološko doba su se odigrali snažni tektonski procesi globalnog karaktera koji su doveli do

reorganizacije ploča i preraspodjele u prostornim odnosima kontinenata i oceana. Ti grandiozni tektonski pokreti omogućili su da se tisijski fragment Karpata kretao prema jugu (oko 400 km) te tako dobio svoj današnji geografski položaj.

No to ujedno znači da paleozojske formacije Papuka s okolnim Psunjem i Krndijom nisu nastajale na svojim današnjim geografskim koordinatama, već 400-500 km sjevernije. U paleozojsko doba središnja i sjeverna Europa bile su prekrivene ogromnim oceanom, tzv. Paleotetisom koji je bio obrubljen velikim kontinentalnim masama (pločama): na sjeveru je to bila Laurazija, a na jugu Gondvana (sl. 27).



SLIKA 27: POLOŽAJ PALEOTETISA ZA VRIJEME DEVONA

U tom Paleotetisu se za vrijeme silura i devona (prije 430-355 milijuna godina) vršilo taloženje pretežno pjeskovito-glinovitih, a manje vapnenačkih sedimenata, uz povremeno izlijevanje bazaltnih lava. Takvi su uvjeti vladali u Paleotetisu sve do donjeg karbona (prije 350-320 milijuna godina) kada su se zbili snažni tektonski procesi globalnog karaktera koji dovode do oblikovanja paleozojskih ulančanih gorskih sustava, tzv. Variscida. Zbog postupnog približavanja Laurazije i Gondvane dolazi do postupnog sužavanja oceanskog prostora Paleotetisa, a na kraju i do njihovog izravnog sučeljavanja (kolizije) što se odražava u orogenetskim pokretima, odnosno dolazi do nastanka variscijskih ulančanih gorskih sustava. Pri tom sučeljavanju paleozojski sedimenti Paratetisa tonu u smjeru sjevera i podvlače se (subducira-

ju) pod kontinentalni blok Laurazije, dakle dolaze na velike dubine u uvjete visokog tlaka i temperature. Time su stvoreni i uvjeti za metamorfne procese ranije nastalih pjeskovito-glinovitih sedimenata.

Pjeskovito-glinoviti sedimenti Paleotetisa se metamorfoziraju u slejtove, filite, tinjčaste škriljavce i gnajsove, vapnenci u mramore, a bazaltne lave u amfibolite. Na taj je način nastala tzv. Psunjska formacija slavonskih planina koja je izgrađena od navedenih metamorfni stijena.

Za vrijeme subdukcije i sučeljavanja (kolizije) Laurazije i Gondvane u pojedinim dijelovima unutrašnjosti Zemlje, gdje se odigravaju metamorfni procesi, vladaju povišene temperature što uzrokuje da su se gnajsovi i tinjčevi škriljavci Psunjske formacije počeli taliti. No to taljenje nije bilo potpuno, već samo djelomično, što dovodi do nastanka migmatitnih vrpčasto-lečastih stijena granitnog sastava. Njihove svijetle vrpce su nastale kristalizacijom iz nastale taljevine, a tamne su izgrađene od nerastaljenih minerala ishodišnih škriljavaca.

Na još većim dubinama u zoni sučeljavanja Laurazije i Gondvane dolazi do potpunog taljenja stijena Psunjske formacije nastalih uglavnom od pjeskovito-glinovitih ishodišnih sedimenata. Novonastale magmatske taljevine hlađenjem daju S-granite (S označava sedimente). Ovo nisu neke geološke špekulacije, jer se u laboratorijskim uvjetima potpuno pouzdano dokazalo da se granitne magme mogu eksperimentalno proizvesti iz pjeskovito-glinovitih sedimenata, odnosno gnajsova i tinjčevih škriljavaca.

Količinski podređeniji I-graniti, koje nalazimo kao mala tijela u škriljancima Psunjske formacije, imaju drugačiju evoluciju. Oni su nastali iz "pravih" magmi koje vuku svoje podrijetlo iz još većih dubina, iz gornjeg plašta. Velika tektonska zdrobljenost I-granita je najvjerojatnije rezultat donjokarbonske kolizije, što upućuje na pretpostavku da su nešto stariji od S-granita koji su nastali za vrijeme variscijske kolizije.

Pegmatitne žile su najmlađe stijene slavonskog paleozojskog kompleksa. One su nastale iz posljednjih lakohlapljivih ostataka granitnih taljevina i jedne i druge genetske skupine. Zato ih i nalazimo kao žilna tijela koja probijaju granite i okolne

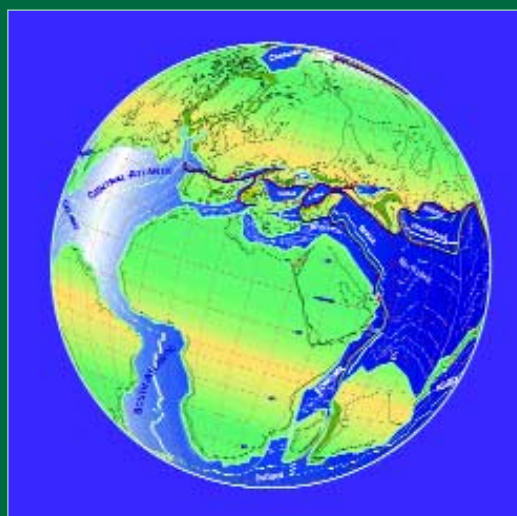
migmatite. No jedan njihov dio, možda i veći, mogao je nastati i mnogo kasnije kada su površinske otopine obogaćene lakohlapljivim sastojcima cirkulirale kroz granite i migmatite i pritom otapale mineralne sastojine i koje su iz njih kristalizirale u novim uvjetima.

Nakon nastanka paleozojskih (variscijskih) ulančanih gorskih sustava, koje je definitivno završilo u gornjem karbonu i donjem permu (prije 290-280 milijuna godina), u današnjoj Europi nastupa relativno kratkotrajna kopnena faza. Nakon toga se na paleozojskoj podlozi odigravaju složeni procesi nastanka riftova koji predstavljaju

početnu fazu u stvaranju novog mezozojskog oceana tzv. Tetisa (Neotetisa) (sl. 28). U toj fazi nastanka riftova najprije se u relativno suženom prostoru Tetisa talože pjeskovito-glinoviti sedimenti kojima je izvorišno područje predstavljao već utvrđeni paleozojski kompleks. Početkom srednjeg trijasa dolazi do bitnih

promjena u uvjetima taloženja - oblikuje se velika karbonatna platforma koja je odvojena od okolnih paleozojskih terena i na njoj se u plitkovodnim uvjetima talože vapnenci, dolomitni vapnenci i dolomiti. Takav sedimentacijski režim trajao je na karbonatnoj platformi sve do srednjih dijelova gornjeg trijasa, kada započinje otvaranje oceanskog dijela Tetisa.

Dakle, najrasprostranjenije paleozojske metamorfo-migmatitno-granitne stijene i podređeniji trijaski sedimenti Papuka i okolnog Psunja nisu nastali na mjestu gdje se danas



SLIKA 28: POLOŽAJ TETISA (NEOTETISA) ZA VRIJEME GORNJE KREDE

nalaze, već nekoliko stotina kilometara sjevernije u području današnjih Karpata. Tek su mnogo kasnije, u gornjoj juri (prije 140-130 milijuna godina), otkinute od matičnih Karpata i kao kontinentalni fragment Tisija premještene na jug i tako su zadobile svoj današnji položaj.

Bitno drugačiji geološki procesi odigravaju se u području slavonskih planina u tercijarnom periodu počevši s eocenom (prije 50-40 milijuna godina). Naime, tada tereni južne Tisije (Karpata) dolaze u izravni dodir sa sjevernim Dinaridima, tako da nastupa njihovo međudjelovanje; u srednjem eocenu formacije dinaridskog Tetisa se jednim dijelom podvlače pod južnu Tisiju (subduciraju), a veći se dio s njom sučeljava (kolidira). To dovodi do tektonskih deformacija, odnosno orogenetskih pokreta i do stvaranja ulančanog gorskog sustava Dinarida i do njihovog izdizanja (okopnjavanja). Dakle, u to geološko doba još nije postojao Panonski bazen.

Nakon toga, u oligocenu (prije 35-25 milijuna godina) dolazi duž kontakta južne Tisije i tek izdignutih sjevernih Dinarida do velikih rasjednih pokreta koji uzrokuju nastanak većih ili manjih, izduženih međusobno razdvojenih bazena u kojima se vrši morska do slatkovodna sedimentacija, lokalno uz jaku vulkansku aktivnost. Te oligocenske vulkanogeno-sedimentne tvorevine rijetko se nalaze na površini, a češće su u podlozi Panonskog bazena, kako je to dokazano dubokim naftnim bušotinama. One nam zapravo ukazuju na začetke postanka Panonskog bazena (Pamić, 1999).

Nakon toga, početkom miocena (prije 19-18 milijuna godina) u terenima današnje Slavonije dolazi do dramatičnih geoloških promjena koje dovode do početne faze stvaranja Panonskog bazena (Royden et al., 1983). Te promjene bile su uvjetovane izdizanjem gornjeg plašta iz velikih dubina Zemlje na relativno plitku razinu od oko 25 km. Izdizanje gornjeg plašta dovodi do istanjivanja krovinske kontinentalne kore što uzrokuje da u njezinom pripovršinskom dijelu dolazi do širenja, pucanja i rasjedanja, a osobito su izraženi rasjedi pružanja ZSZ-JJJ duž kojih dolazi do spuštanja stjenovitih blokova i nastanka potolina koje se postupno šire. U samom početku evolucije Panonskog bazena

(prije 18-17 milijuna godina) u njima se odvija kontinentalna sedimentacija, a kasnije, u srednjem miocenu (prije 16-14 milijuna godina) dolazi do nadiranja mora u



SLIKA 29: POZICIJA PANONSKOG BAZENA U ŠIROJ REGIJI

kojem se talože klastični i karbonatni sedimenti, uz intenzivan sinsedimentacijski vulkanizam (sl. 29).

Krajem srednjeg i početkom gornjeg miocena započinje postupno oslađivanje Panonskog bazena, kada se završava posljednja vulkanska aktivnost (prije 10-8 milijuna godina). Nakon toga, u pliocenu (prije 5-2 milijuna godina), započinje definitivno zapunjavanje Panonskog bazena u potpuno slatkovodnim uvjetima i tada su nataložene debele mase pijeska i lapora koje su nastale trošenjem već znatno izdignutog paleozojskog metamorfo-migmatitno-granitnog kompleksa s trijaskim formacijama.

Na kraju tog razdoblja, dakle uglavnom u kasnijem pliocenu, dolazi u području sjevernih Dinarida i južne Tisije, koja je već uglavnom pokrivena neogenskim sedimentima Panonskog bazena, do vrlo snažnih tektonskih pokreta. Oni uvjetuju da se sjeverni Dinaridi pod blagim kutom postupno navlače na južnu Tisiju, odnosno Panonski bazen. Tim navlačnim procesima su pojedini veći fragmenti otkinuti iz najsjevernijih dijelova Dinarida, premješteni u smjeru sjevera i navučeni na neogenske sedimente južnog dijela Panonskog bazena. Samo tako se mogu objasniti pojave gornjokrednih vulkanogeno-sedimentnih formacija okolice Voćina i naročito susjedne Požeške gore, gdje je njihov navlačni karakter preko neogenskih sedimenata vrlo lijepo sačuvan. Velike

mase tih gornjokrednih vulkanogeno-sedimentnih formacija tipične su za najsjevernije dijelove Dinarida (tzv. Savsko-varcarska zona - Pamić, 2002).

Ove gornjokredne vulkanogeno-sedimentne formacije predstavljaju jedine fragmente Dinarida koji su sačuvani u današnjoj strukturi južne Tisije, odnosno Karpata, a koji su navlačno prekrili neogenske sedimente Panonskog bazena. Pored navedenih terenskih odnosa, ovo objašnjenje dopunjuju geofizički podaci koji dokazuju navlačnu prirodu Dinarida preko južne Tisije kao i sjeveroistočnu pliocensku rotaciju pojedinih neogenskih blokova (sl. 7).

S pliocenskim tektonskim pokretima (otprilike prije 2 milijuna godina) šire područje Parka prirode Papuk uglavnom dobiva svoj današnji izgled. Tada, i početkom kvartara, posljednji snažniji rasjedi dovode do završnog izdizanja Papuka, Krndije i Psunja, dok se ravničarski tereni Dravske potoline i Požeške doline spuštaju i u njima se talože debele naslage riječnog šljunka, pijeska i gline. U ranijem kvartaru su se zbile velike klimatske promjene i zahlađenje i u tim ravničarskim terenima dolazi do nagomilavanja vjetrom prenošenog prapora (lesa) i maksimalnog zaravnjivanja terena. Krajem kvartara ponovo nastupa toplija klima i trošenjem i sedimentacijom nastaju uglavnom riječni, lokalno i barski sedimenti.

No u cijelom razdoblju kvartara Papuk, Krndija i Psunj i dalje nastavljaju svoje izdizanje, a Požeška dolina i Dravska potolina svoje spuštanje, no u odnosu na mlađi neogen, sada su ti geološki procesi znatno manjeg intenziteta. Radi se o milimetarskim iznosima kretanja koja se mogu utvrditi preciznim geodetskim mjerenjima.

7.

RUDNE POJAVE I MINERALNE SIROVINE NA PAPUKU

Rezultat složenosti geološke građe Papuka i ostalih slavonskih planina je raznovrsnost rudnih pojava i potencijalnih mineralnih sirovina. Rudarenje u ovim krajevima ima dosta jaku tradiciju i seže u najstariju povijest. U prošlosti je vršena eksploatacija različitih vrsta mineralnih sirovina ovisno o potrebama, dok danas prevladava eksploatacija tehničkog građevnog kamena i kvarcnih pijesaka.

Uranske rude su se intenzivno istraživale osamdesetih godina prošlog stoljeća površinskim radovima i bušenjem. One su vezane za paleozojske formacije Papuka, Krndije i Psunja i uglavnom su koncentrirane u Radlovačkoj formaciji silurske do donjokarbonske starosti, i to u njezinim dijelovima izgrađenim uglavnom od metamorfoziranih pješčenjaka (Braun et al., 1983; Marković, 2002).

Rudne pojave su sekundarnog podrijetla i nastale su trošenjem ranije postojećih uranonosnih minerala i stijena. One su međusobno nepovezane, intenzitet mineralizacije je dosta promjenljiv i vezan je uglavnom na slojeve pješčenjaka centimetarsko-decimetarskih debljina.

Na Papuku i Krndiji su se uranske pojave istraživale u Kaptolačkom potoku, Smrdljivcu i Cipalovcu i njihovim pritocima, gdje su zabilježeni povišeni sadržaji urana; najbolje pojave su sadržavale oko 1500 grama/tona, a u susjednim površinskim anomalijama su mnogo niži. Najviši sadržaj urana od 1479 grama na tonu zabilježen je u Smrdljivom potoku južno od Viljevačke kose - tu je u zoni dugačkoj preko 1 km zabilježeno čak 7 uranskih anomalija s povišenim sadržajem urana.

Manje uranske pojave nalaze se, uglavnom u identičnim uvjetima, i na Psunju. Najbolje su u Remetskoj rijeci gdje je izvedeno i 10 bušotina, od kojih su 3 bile pozitivne, no s malim sadržajem urana 100-300 grama/tona.

Cjelokupna geološka istraživanja pokazala su da se radi o dosta velikoj masi uranske rude, no prosječni sadržaji urana na istraživanim lokalitetima su preniski da bi eksploatacija urana mogla biti isplativa prema današnjoj svjetskoj cijeni urana.

Pegmatiti se javljaju u žilama do 8 m debljine, ali i u gnjezdastim i nepravilnim tijelima. Oni su izgrađeni od centimetarski velikih zrna kvarca, feldspata, muskovita, rjeđe biotita, te sasvim podređenog granata i turmalina, tako da se ti navedeni minerali mogu lako eksploatirati. Inače pegmatiti sadrže, pored navedenih minerala, manje količine rijetkih i dragocjenih minerala, no naši slavonski pegmatiti nisu se u tom pogledu dosad sistematski ispitivali. Pegmatiti se javljaju u migmatitima, granitima, a rijetko i u amfibolitima. Najveći broj pegmatitnih žila nalazi se na Papuku (Budanica, Vojlovica, Brzaja). U razdoblju 1963/64 detaljno su istraživani, a djelomice i eksploatirani, pegmatiti u području



SLIKA 30: MUSKOVIT

Debeljak-Točak-Bilo-Lom. Tu se vadio muskovit koji se koristio kao elektroizolacijski materijal (sl. 30), te feldspat za keramičku proizvodnju; na Đukinoj kosi se iz pegmatita nekad vadio kvarc za tadašnju industriju stakla. Debelih pegmatitnih žila ima i u okolici Voćina (lokalitet

Ljutoč). Sasvim je sigurno da pegmatiti slavonskih planina imaju potencijala za buduća detaljna geološka istraživanja.

Kvarcne žile i kvarciti se također javljaju u slavonskim planinama, i to najčešće u Psunjskoj formaciji. Radi se o čistim kvarcnim žilama i takva sirovina ima veliku upotrebnu vrijednost u staklarskoj i keramičkoj industriji, kao i u proizvodnji ferolegura. Nažalost, dosad kvarcne žile nisu sistematski istraživane u smislu ekonomskog potencijala (Jurković, 1962; Marković, 2002).

Velike pojave kvarcnih žila nalaze se na grebenu Papuka iznad izvorišta Velike rijeke u kojoj je smješten vetovački kamenolom amfibolita. Taj je teren djelomice raskrivan i žile kvarca metarskih debljina mogu se pratiti na dužini od nekoliko desetaka metara. Kvarciti su razvijeni kao slojevi, skladovi ili veća rudna tijela. Pukotine u kvarcitima su ispunjene brojnim sekundarnim žicama čistog kvarca (sl. 31).



SLIKA 31: KRISTALI KVARCA

Najznačajnija nalazišta kvarcita nalaze se u središnjem i istočnom dijelu Papuka. U središnjem dijelu najvažnija su dva lokaliteta: Košted i Radovanka. Zone kvarcita nalaze se u izmjeni s proslojcima filita. Sadržaj SiO_2 rudnih tijela kvarcita kreće se od 92,16 do 96,76%, a u pratećim škrljavim metapješčenjacima i filitima od 80 do 90%. Druga veća zona kvarcita na Papuku isprekidano se proteže od brda Kapavac preko Petrovog vrha do Gornje Motičine. Kvarciti se ovdje nalaze u niskometamorfnoj seriji kvarcnih i filitičnih stijena. Sadržaj SiO_2 dosta varira i nešto je niži nego u središnjem dijelu Papuka, a kreće se od 86,64 do 93,87 %.

Grafitne pojave već duže vrijeme su poznate u slavonskim planinama (Kišpatić i Tućan, 1914; Šinkovec, 1963; Marković, 2002), no manje na samom Papuku, gdje su vezane za Radlovačku formaciju. Na području južnog Papuka postoje brojne pojave grafita i grafitičnih škrljavaca, a značajniji su Remetska rijeka, Mala rijeka (Vetovo) te Kaptol u kojem je vršena eksploatacija ove mineralne sirovine (sl. 32).

Na lokalitetu Kaptol neposredno prije Drugog svjetskog rata započeli su prvi rudarski radovi u dolini Bistra potoka, no tek 1958. godine po prvi put su određene rudne rezerve grafita B i C₁ kategorije. Sadržaj ugljika u grafitnoj rudi kretao se između 41 i 47%, tako da je za ekonomski značajnije količine rude neophodan

bio proces flotacije. Posljednji podatak o aktivnosti rudnika datira iz 1971. godine, a preostale rezerve procijenjene su na oko 5000 tona. Značajne su pojave grafita iznad kamenoloma amfibolita Vetovo (Mala Rijeka) te Remetske rijeke sjeverno od Kutjeva, gdje se može kontinuirano pratiti rudno tijelo s visokim sadržajem C (60%) u dužini od 300 m. Mnogo su veće i značajnije pojave grafita na Psunju, u njegovim sjeverozapadnim dijelovima, gdje je bio i otvoren rudnik Brusnik. Tu se ruda javlja u zelenim škriljalcima u zoni dugačkoj 40-70 m, i debljine 0,8-2 m. Rudnik je bio u proizvodnji od 1946. do 1963. i u tom je razdoblju proizveo 10 000 tona grafita s 35-88% ugljika, prosjek 55%. Na Psunju se grafit još javlja u području Rašaška-Omanovac te u zoni Sivornica-Brezovo polje.

U rasipnim ležištima, koja se javljaju obično u riječnim i potočnim sedimentima, nalaze se *pojave zlata* i nekih drugih veoma rijetkih i dragocjenih minerala. Zlato se spominje od davnine na Papuku (Kišpatić i Tućan, 1914), no očito je da se ne radi o ekonomskim koncentracijama. Tako je zlato pronađeno u nanosu Brzaje i njezine pritoke Šamanovice, zatim u Vojlovici i u



SLIKA 32: GRAFIT SA LOKALITETA KAPTOL

nekim drugim potocima. Povećane količine rijetkih minerala monacita i cirkona pronađene su u riječnim i potočnim nanosima zapadnog Papuka (Ravna gora).

Od ostalih ruda na Papuku se spominju rijetke pojave olovne rude sjeverno od Velike, no one nemaju

nikakav ekonomski značaj. U Kišeljvačkom potoku istočno od Velike jedno veće tijelo I-granita probija vapnence Psunjske formacije koje je granitna magma u dodirnom području promijenila u mramore (Šturman, 1965, Pamić, 1991). U tako izmijenjenim mramorima (zovu ih skarnovima) u svijetu se inače pojavljuju žel-

jezne rude. No ovdje u tom smislu nisu vršena nikakva geološka istraživanja.

Značajne količine različitih vrsta stijena povoljnih obilježja za upotrebu u graditeljstvu bile su osnova razvoja eksploatacije i proizvodnje *tehničko-građevnog kamena* (sl. 33).

Postoje mnogobrojni stari kopovi u kojima se nekoć vršila eksploatacija i to uglavnom neorganizirano za pojedinačne potrebe, a samo nekoliko kamenoloma bilo je 1946. godine organizirano u Zemaljsko poduzeće za iskorištavanje kamena u Slavoniji (skraćeno ZEMPIK), sa sjedištem u Požegi. Trenutno na prostoru Parka prirode Papuk postoji devet eksploatacijskih polja od kojih su četiri aktivna, a po veličini se ističu kamenolomi Veličanka (dolomiti), Vetovo (amfiboliti), Hercegovac-Orahovica (dolomit) te

Brenzberg-Točak (dijabaz) koji zajedno imaju ukupnu proizvodnju preko 1 000 000 m³ tehničko-građevnog kamena. Postoje i brojni napušteni kamenolomi, primjerice kamenolom dijabaza Tisica u dolini Dubočanke.

Do 1979. godine postojala su mišljenja kako na području slavonskog gorja nema pogodnih ležišta za eksploataciju *arhitektonsko-građevnog kamena*. Teza je bila potkrijepljena argumentima da su stijene jako tektonski raspucale te nemaju potrebnu blokovitost, a također da nisu poznati različiti oblici dovoljno dekorativnih, odnosno estetski atraktivnih vrsta stijena. No daljnja geološka istraživanja izdvojila su na području naše županije



SLIKA 33: TEHNIČKO-GRAĐEVNI KAMEN - AREGATNE FRAKCIJE

nekoliko vrlo zanimljivih i perspektivnih lokacija arhitektonsko-građevnog kamena, koje su vezane za paleozojske granitne i migmatitne formacije Psunja, Papuka i Krndije.

Na području zapadnog Papuka 80-ih godina izdvojena su perspektivna ležišta Češljakovci i Jankovac, na kojima su rađena detaljna istraživanja, ali i probna eksploatacija. U ležištu Češljakovci zastupljeni su krupnozrnati graniti, migmatiti i sitnozrnati graniti kontaktne zone. Iz krupnozrnatog granita izvađen je blok za probno rezanje i poliranje (sl. 34), a na sajmu arhitektonsko-građevnog kamena u Veroni potvrđena je njegova dekorativnost, gdje je svrstan u srednju klasu granita u uvjetima svjetske proizvodnje granita. Radovi su obustavljeni zbog znatnijih krovinskih naslaga kvarcita čije bi uklanjanje bitno poskupilo eksploataciju. U ležištu Jankovac-Radetina vađeni su pokusni blokovi stijske mase određene kao migmatit. Analizirani uzorci upućuju na izuzetna svojstva kamena. Sličnog rezanog i poliranog kamena na



SLIKA 34: ARHITEKTONSKO-GRAĐEVNI KAMEN - PLOČA GRANITA SA
LOKALITETA MLADI GAJ NA PAPUKU

tržištu nema, a prodaju se crvenkasti i smeđi oblici migmatita iz Brazila. Radovi na ovom lokalitetu su se ugasili prvenstveno zbog blizine zaštićene Park-šume Jankovac.

U području središnjeg i jugozapadnog Papuka izdvojilo se nekoliko perspektivnih lokaliteta arhitektonsko-građevnog kamena. Na lokalitetu Vučjak Kamenski nalazimo

srednjozrnate blokovite granite koji neobično podsjećaju na jablanički granit ugrađivan na brojnim objektima diljem Hrvatske. Područje Metla-Koturački potok izgrađeno je od krupnozrnatog okcastog granita, a dobio je i komercijalno ime Zebrato. Rađena

je i probna eksploatacija, no dolaskom ratnog vihora u ove krajeve radovi su prestali. U dolini Pakre određena je jedna od dekorativno najatraktivnijih vrsta granitnih stijena koja po strukturno-teksturnim osobitostima podsjeća na češki granit kojim je popločen Trg bana Josipa Jelačića u Zagrebu.

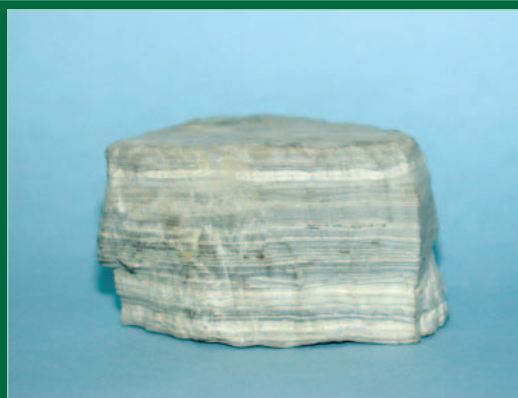
Ležišta *kvarcnih pijesaka* na obodu Papuka genetski su vezana za neogensku evoluciju Panonskog bazena, kada su bili najpovoljniji uvjeti za sedimentaciju i akumulaciju pijeska. U blizini ovog područja izdvaja-

ju se dva ležišta kvarcnog pijeska koja su bila u eksploataciji: Vranić i Mokreš (sl. 35). Kvarcni pijesak iz ležišta Vranić povremeno se još uvijek koristi za potrebe lipičke staklane, dok pijesak iz Mokreša, zbog znatnog udjela glinovitih čestica, nije doživio industrijsku primjenu (Krkalo, 1998).

Pojave *tufa i tufita* vezane su za vulkanske aktivnosti koje su se odigravale tijekom miocena, tako da se naslage tufa nalaze interstratificirane unutar marinskih sedimentata otnanško-karpatske i badenske starosti. Tufovi i tufiti se zbog svojih pucolanskih svojstava eksploatiraju u ležištu Poljanska (sl. 36), na samom južnom rubu



SLIKA 35: KVARCNA KONKRECIJA IZ PJEŠČANOG TIJELA SA
LOKALITETA VRANIĆ



SLIKA 36: TUFIT IZ POVRŠINSKOG KOPA POLJANSKA

Parka prirode Papuk za potrebe cementare u Našicama, gdje se u procesu proizvodnje koriste kao korekcijska komponenta osnovne karbonatne sirovine i kao dodatak cementnom klinkeru. Značajno je spomenuti prisutnost analcima u tufitu koji pripada skupini minerala-zeolita, a za koji postoji veliko znanstveno i privredno zanimanje (Šćavničar et al., 1983). Zeoliti se mogu koristiti kao ionski izmjenjivači, katalizatori pri preradi nafte, zatim kao komponente umjetnih gnojiva, dodaci životinjskoj hrani, punila u industriji papira i dr. Značajne koncentracije analcima upućuju da bi se trebalo ispitati tehnološka svojstva, odnosno upotrebljivost ovog zeolita kao nove nemetalne sirovine. Osim u ležištu Poljanska, nešto veće pojave tufa i tufita nalaze se u Radovancima i Dolcu.

8.

NAJLJEPŠE GEOLOŠKE POJAVNOSTI U PARKU PRIRODE PAPUK

Iako su geološke osobitosti Papuka brojne i imaju svoju znanstvenu, odgojno-obrazovnu i estetsku vrijednost, za sada bismo posebno izdvojili četiri lokaliteta, odnosno pojave u Parku prirode.

Posebnu geološku specifičnost predstavlja prvi geološki spomenik prirode u Hrvatskoj - *Rupnica* (sl. 37). Proglašen je zaštićenim 1948. godine, a površina geolokaliteta iznosi 10 km². Lokalitet je tematski vezan za morfološka obilježja vulkanskih stijena - radi se o stupastom lučenju albitnog riolita koje je pre-disponirano pukotinama koje su nastale prilikom hlađenja lave u dodiru s morskom vodom. Napredovanjem hlađenja pukotinski



SLIKA 37: ZAŠTIĆENI GEOLOŠKI SPOMENIK PRIRODE RUPNICA

sustavi stvaraju pravilne četverostrane i šesterostrane prizmatske stupove koji su lijepo razvijeni i vidljivi na lokalitetu Rupnica. Nastanak ove pojavnosti vulkanskih stijena vezan je za geološko razdoblje gornje krede kada su magmatski procesi bili vrlo aktivni s obzirom na tektonske pomake na sjevernom rubu Tetisa, što je i određeno geološkim istraživanjima i izotopnim određivanjem starosti vulkanita (Pamić, 1991). U Republici Hrvatskoj ovakva lijepo izražena morfološka obilježja vulkanskih stijena nisu poznata pa je stoga i vrijednost ovog lokaliteta izuzetna. Sličnu pojavu, ali tek jedva zamjetnu, nalazimo u miocenskim andezitima u napuštenom kamenolomu Torine na Krndiji, a u svijetu su takve pojave dobro poznate u češkom sredogorju, na lokalitetu Giant's Causeway u Sjevernoj Irskoj, u vulkanskim stijenama Yellowstonea te u miocenskim vulkanitima na Novom Zelandu.

Pojava *termalnih izvora u dolini potoka Dubočanke* kraj Velike rezultat su složenih geoloških odnosa paleozojskih stijena i trijaskog karbonatnog kompleksa. Naime, voda izvire u rasjednutom trijaskom dolomitu koji predstavlja kolektor-stijenu, u blizini reversno navučenih paleozojskih stijena kao nepropusne barijere. Temperatura vode iz dvaju izvora i naknadno izvedene bušotine ispod planinarskog doma Lapjak (kota 295 m.n.m.) iznosi oko 26°C, a koristi se za punjenje bazena u zdravstveno-rekreacijskom centru. Temperatura vode izvora u blizini zgrade Šumarskog fakulteta (kota 500 m.n.m.) iznosi 16°C i subtermalnog je karaktera. Prema kemijskom sastavu termalne su vode magnezijsko-hidrokarbonatnog karaktera. Ukupna mineralizacija kreće se u rasponu 300-400 mg/l što ukazuje na činjenicu da je kretanje vode kroz pukotine relativno brzo i onemogućuje obogaćenje mineralnim komponentama. Voda je pH vrijednosti 7,5 neutralno do blago bazična, a pokazuje i nekoliko puta veću radioaktivnost od običnih prirodnih voda, što je posljedica obogaćenja ionima barija, olova i stroncija pri prolasku u blizini paleozojskih stijena u podzemlju. Ovakva pojava termalne vode zabilježena je i u okolini Orahovice (predio Toplice) gdje je vezana za reversne rasjede uz sjeverozapadni rub Krndije. Istražnim bušenjem (dubine 40-60 m) u podlozi miocenskih lapora nabušene su trijaskke karbonatne

naslage iz kojih dotječe voda temperature 23°C i kemijskog sastava sličnog kod veličkih izvora.

U trijaskim karbonatnim stijenama koje tvore vršne dijelove Papuka, a koje su taložene prije otprilike 200 milijuna godina, nastala je erozijskim procesima *špilja* u završnoj tektonskoj fazi oblikovanja Papuka i slavonskog gorja, tzv. Antina špilja.

Često su ovakve špilje u razdoblju pleistocena kao naslambе koristile razne životinje (špiljski medvjed - *Ursus spelaeus*, špiljska pantera - *Panthera spelaea* i sl). Tako je u taložinama špilja Vindije, Veternice, Cerovačkih pećina, nađen veći broj fosilnih nalaza raznih životinja pa postoji mogućnost da se paleontološki nalazi kriju i u ovoj špilji. Također postoji mogućnost da u vršnom dijelu taložina postoje i arheološki nalazi, što će utvrditi daljnja stručna istraživanja. Inače je špilja bogata brojnim ukrasima, stalaktitima



SLIKA 38: DETALJ IZ ANTINE SPILJE

i stalagmitima koji su i dalje u postupku stvaranja (sl. 38). Njihova posebnost i vrijednost je i u činjenici da se lokalitet nalazi u srcu Slavonije (“žitnici Hrvatske”), a ne u tipičnim krškim područjima Hrvatske.

Posebno zanimljive su hidrogeološke pojave područja Park-šume *Jankovca*. Na dodiru vodopropusnih karbonatnih stijena i vodonepropusne podloge paleozojskih migmatita nastali su brojni izvori, od kojih je najljepši izvor Jankovačkog potoka u špilji. Desecima tisuća godina voda obogaćena hidrokarbonatom prolaskom kroz vapnenački kompleks, uz pomoć mahovina sedrotvoraca, oblikovala je na kraju Jankovačke doline 40-metarsku sedrenu barijeru, pojavu toliko karakterističnu za Plitvička jezera te slapove Krke (sl. 39).



SLIKA 39: SEDRENA BARIJERA JANKOVAČKOG SLAPA SKAKAVAC

9.

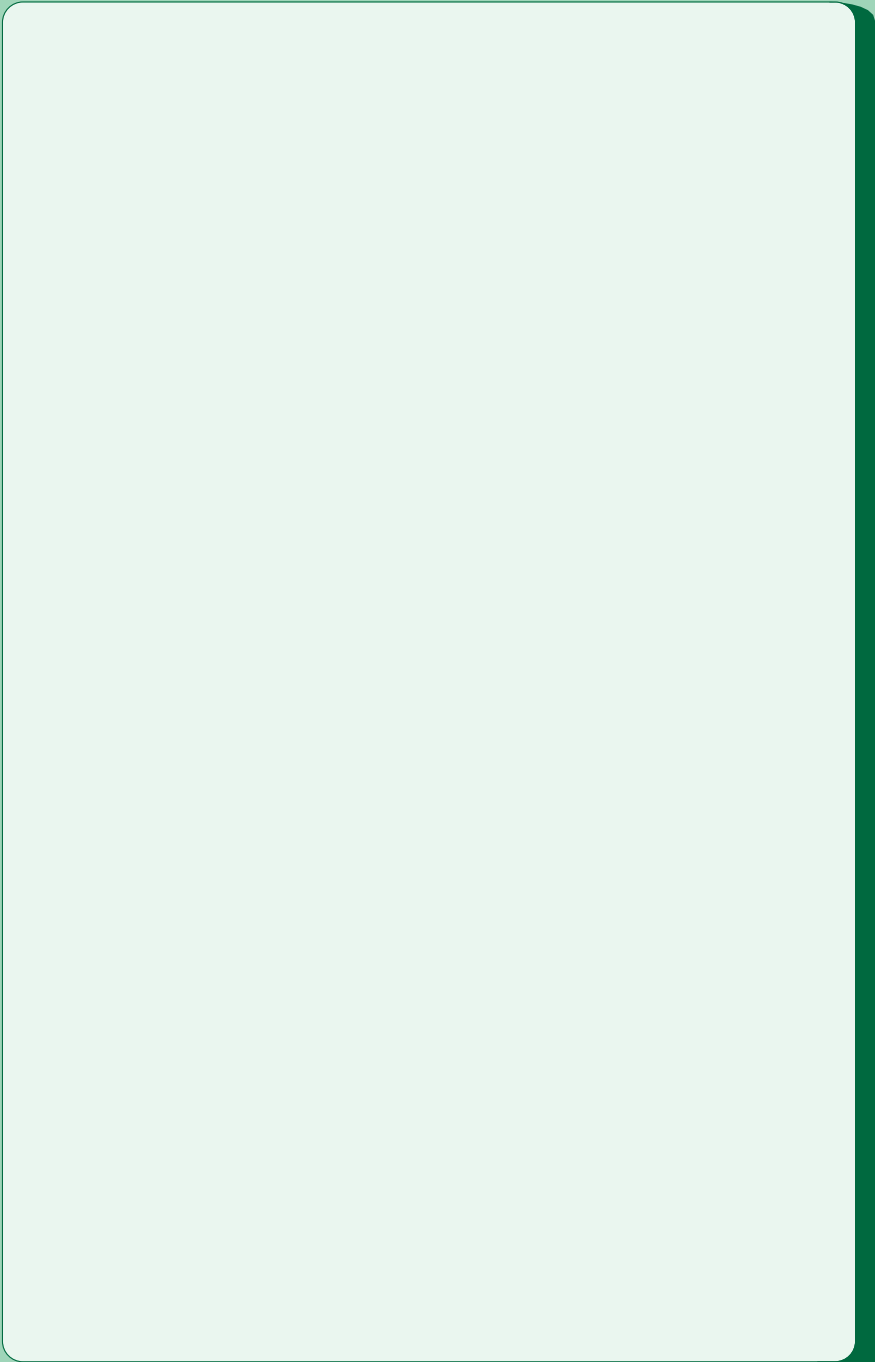
PARK PRIRODE PAPUK KAO GEOPARK

UNESCO Geoparkovi predstavljaju novu inicijativu za zaštitu i održivi razvoj Zemljine baštine. Poznavanje i poštivanje naše geološke baštine ključni su za holistički pristup koji je nužan za održivi razvoj nekog područja. Povijest naše »plave planetefl i Sunčevog sustava započela je prije 4,5 milijardi godina, a povijest organskog života stara je oko 3 milijarde godina te se može pratiti preko fosila širom planete. Konvencija o Svjetskoj baštini (WHC) upravo to želi naglasiti stavljajući najistaknutije i reprezentativne geološke lokalitete na UNESCO-ov popis svjetske baštine.

Od 582 lokaliteta na popisu UNESCO-e baštine samo 3% su važni geološki fenomeni. Kao logično proširenje lokaliteta na popisu svjetske baštine, UNESCO planira pokrenuti geoparkove u cilju jačanja međunarodne svijesti o lokalitetima geobaštine. Oznaka »UNESCO-Geoparkfl postati će sinonim za zaštitu okoliša i regionalni razvoj, a dvadesetak područja svake godine će primiti ovo »odlikovanjefl sve dok ne bude diljem svijeta osnovano 500 geoparkova. Projekt Geoparkovi djelovati će uz bok UNESCOvog Centra za svjetsku baštinu i organizacije MAB (Čovjek i biosfera).

UNESCO-ov geopark obuhvaćat će jedan ili više lokaliteta znanstvene važnosti za geologiju regije, kao i ekologiju, arheologiju i kulturu. Imat će plan upravljanja koji podupire održivi geoturizam i društveno-gospodarski razvitak te osigurati daljnje znanstveno proučavanje geoloških vrijednosti. Također će biti dio globalne mreže koja iskazuje najbolje rezultate u očuvanju Zemljine baštine i integriranje očuvanja u strategiju održivog razvoja.

Park prirode Papuk dosadašnjim, a vjerujemo i budućim, znanstvenim dokazima o geološkoj vrijednosti ovog područja s pravom pretendira u skoroj budućnosti pridruživanje obitelji geoparkova pod pokroviteljstvom UNESCO-a.



10.

LITERATURA

Braun K., Draves J., Slavić V., Crnogoj S., Valković V., Makjanić J., 1983. Pojave mineralizacije urana na Papuku i Krndiji. Geol. vjesnik 36:111-115.

Brkić M., Jamičić D., Pantić N., 1974. Karbonske naslage na Papuku (sjeveroistočna Hrvatska). Geol. vjesnik 27:53-58.

Gorjanović-Kramberger D., 1897. Geologija okolice Kutjeva. Rad Jugosl. Akad. znan., 131:10-29.

Jamičić D., 1976. Structural fabric of the metamorphosed rocks of Mt. Krndija and the eastern part of Mt. Papuk. Bull. Sci., A 21 (1/2):2-3.

Jamičić D., 1979. Dvostruko boranje u jednom dijelu metamorfnih stijena Papuka i Krndije. Geol. vjesnik 31:355-358.

Jamičić D., 1983. Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka. Geol. vjesnik 36:51-72.

Jamičić D., 1988. Strukturni sklop slavonskih planina. Neobjav. disertacija, Sveuč. u Zagrebu, 152 p.

Jamičić D., Brkić M., Crnko J., Vragović M., 1987. Tumač za Osnovnu geološku kartu 1:100.000, list Orahovica. Sav. geol. zavod Beograd, 72 p.

Jamičić D., Vragović M., Matičec D., 1989. Tumač za Osnovnu geološku kartu 1:100.000, list Daruvar. Sav. geol. zavod Beograd, 55 p.

Jerinić G., Pamić J., Sremac J., Španić D., 1994. First palinological data and organic petrographic data on very low-grade metamorphic rocks in Slavonian Mountains (North Croatia). Geol. Croatica 47:149-155.

Jurković I., 1962. Rezultati naučnih istraživanja rudnih ležišta u NR Hrvatskoj Geol. vjesnik 15 (1): 249-294.

Kišpatić M., 1891. Kloritoidni škrljavac iz Psunja. Rad Jugosl. akad. znan., 104:3-8.

Kišpatić M., 1892. Prilog geološkom poznavanju Psunja. Rad Jugosl. akad. znan., 109:1-57.

Kišpatić M., 1910. Disthen, Sillimanit - und Staurolitführende Schiefer aus dem Krndija -Gebirge in Kroatian. Centalbl. Mineral., 5:578-586.

Kišpatić M, Tućan F., 1914. Slike iz rudstva. Novo popr. izd. Matica Hrvatska, Zagreb, 384 p.

Koch F., 1908. Geologijska pregledna karta Kraljevine Hrvatske i Slavonije, list Daruvar s tumačem. Kralj. hrv-slov-dalm zem. vlada: 6, Zagreb.

Koch F., 1919. Grundlinien der Geologie von West- Slavonicum. Glasn. Hrv. prir. druš., 31 (2):217-136.

Koch F., 1924. Geotektonische Beobachtungen im Alpino-Dinarischen Grenzgebite. Zbor. rad. J. Cvijiću: 341-358, Beograd.

Korolija B, Jamičić D., 1989. Tumač za Osnovnu geološku kartu 1:100.000, list Našice. Sav. geol. zav. Beograd, 40 p.

Lanphere M, Pamić J., 1992. K-Ar and Rb-Sr ages of Alpine granite-metamorphic complexes in the northwestern Dinarides and the southwestern part of the Pannonian Basin in northern Croatia. Acta Geologica 22: 97-111.

Marci V., 1968. Utvrđivanje porijekla anklava gnajsa Papuka na osnovi sadržaja mikroelemenata. Geol. vjesnik 21:273-280.

Marci V., 1971. Metasomatski procesi u kontaktnim zonama granita i amfibolita na području Donje Rašaške, Psunj. Geol. vjesnik 24:123-131.

Marci V., 1973. Geneza granitnih stijena Psunja. Acta Geologica 7:195-231.

Marci V, 1979. Niskometamorfne mineralne asocijacije sjeverozapadnog dijela Psunja. Geol. vjesnik 28:217-242.

Marci V., Raffaelli P., 1981. Kemijske karakteristike amfibolskih stijena sjeverozapadnog dijela Psunja. Geol. vjesnik 33:133-144.

Márton E., 2000. The Tisza Megatectonic unit in the light of paleomagnetic data, Acta Geol. Hungarica 43:329-343.

Márton E, Pavelić D, Tomljenović B, Avanić R, Pamić J, Marton P., (2002) In the wake of a counterclockwise rotating Adriatic microplate: Neogene paleomagnetic results from northern Croatia. Intern. J. Earth Sci., 91:514-523.

Pamić J., 1986. Metamorfiti temeljnog gorja Panonskog bazena u Savsko-dravskom međurječju na osnovi podataka naftnih bušotina. XI. Kong. geol. Jugosl., 2:259-272, Tara.

Pamić J., 1987. Pojave kordijerita, andaluzita i margarita u metamorfnim stijenama Psunja u Slavoniji. Geol. vjesnik 40:139-147.

Pamić J., 1988. Stijene granit-granodioritne asocijacije Krndije u Slavoniji (sjeverna Hrvatska). Rad Jugosl. akad. znan., 441 (23): 97-114.

Pamić J., 1989. Hercynian and Alpine granitic-metamorphic complexes of the adjoining area of the Dinarides and Pannonian Basin in Yugoslavia as related to geodynamics. Geol. Carpathica 40(3):259-280.

Pamić J., 1991. Hercinske granitne i metamorfne stijene Papuka, Psunja, Krndije i okolne podloge Panonskog bazena u Slavoniji (sjeverna Hrvatska) Monogr., Geologija 34:81-253.

Pamić J., 1991. Gornjokredne bazaltoidne i piroklastične stijene iz voćinske vulkanske mase na Papuku (Slavonija). Geol. vjesnik 44:161-172.

Pamić J., 1999. Kristalinska podloga južnih dijelova Panonskog bazena-temeljena na površinskim i bušotinskim podacima. Nafta 50(9):291-310.

Pamić J, Jamičić D., 1986. Metabasic intrusive rocks from the Paleozoic Radlovac complex of Mt. Papuk in Slavonija (northern Croatia). Rad Jugosl. akad. znan., 424 (21):97-127.

Pamić J, Marci V., 1990. Petrologija amfibolitskih stijena slavonskih planina (sjeverna Hrvatska). Geol. vjesnik 43:121-133.

Pamić J, Jamičić D., Crnko J., 1984. Bazične i intermedijerne magmatske stijene iz metamorfita središnjih dijelova Psunja u Slavoniji. Geol. vjesnik 37:127-144.

Pamić J, Lanphere M, Mc Kee E., 1988. Radiometric ages of metamorphic and associated igneous rocks of the Slavonian Mountains in southern part of the Pannonian Basin. Acta Geologica 18:13-39.

Pamić J, Lelkes-Felvary Gy, Raffaelli P., 1988. Andalusite-bearing schists from southwestern parts of Mt. Papuk in Slavonija (northern Croatia) Geol. vjesnik 41:145-157.

Pamić J, Lanphere M, Belak M., 1996. Hercynian I-type and S-type granitoids from the Slavonian mountains (southern Pannonian Basin, northern Croatia). N. Jhb. Mineral. Abh., 171:155-186.

Pamić J, Gušić I, Jelaska V., 1998. Geodynamic evolution of the central and northwestern Dinarides. Tectonophysics 297:251-268.

Pamić J, Balen D, Tibljaš D., 2002. Petrology and geochemistry of orthoamphibolites from the Variscan metamorphic sequences of the South Tisia in Croatia - an overview with geodynamic interpretation. Int. J. Earth Sci., 91:787-798

Pilar Gj., 1874. O slavonskoj Podravini, Đakovštini i Dilj gori u geognostičkom pogledu. Nar. novine 40:141.

Pavelić D., 1998. Taložna evolucija slatkovodnog donjeg i srednjeg miocena sjeverne Hrvatske na temelju analize facijesa. Neobj. disertacija Sveuč. u Zagrebu, 149 p.

Poljak J., 1912. Prethodni izvještaj o geologijskom snimanju u opsegu listova Orahovica-Beničanci i Našice-Kutjevo 1:75.000. Vijesti Geol. povj. kralj. Hrv. i Slav. 2:20-28.

Poljak J., 1934. Tumač za geološku kartu Orahovica-Beničanci 1:75.000. Povr. izd. Geol. inst. kralj. Jugosl., :3-15.

Poljak J., 1939. Izvještaj o geološkom snimanju lista Slatina-Voćin 1:25.000 Godiš. Geol. inst. kralj. Jugosl.,:89-92.

Poljak J, 1952. Predpaleozojske i paleozojske naslage Papuka i Krndije. Geol. vjesnik 2/4:63-82.

Raffaelli P., 1965. Metamorfizam paleozojskih pelitskih škriljavaca u području Ravne gore. Geol. vjesnik 18 (1):61-111.

Raffaelli P, Pamić J., 1986. Petrokemijsko razmatranje predalpinskih i mladoalpinskih granitnih masa dodirnog područja sjevernih Dinarida i Panonskog bazena. XI. Kongr. geol. Jugosl., 2:293-305, Tara.

Slovenec D., 1976. Izmjene biotita u pegmatitu potoka Brzaja na Papuku u uvjetima površinskog trošenja Geol. vjesnik 29:243-267.

Slovenec D., 1978. Mogućnost korištenja biotita kao indikatora geneze granito-metamorfnih stijena Papuka. Geol. vjesnik 30(2):251-257.

Slovenac D., 1982. Kemijski sastav biotita, granita i amfibola kao pokazatelj temperatura formiranja granito-metamorfnih stijena Papuka. Geol. vjesnik 35:133-152.

Slovenac D., 1984. Raspodjela politipova biotita i muskovita po grupama stijena Papuka. Ref. 1. Jugosl. simp. Jugosl. asoc. mineral.,:307-314, Beograd.

Slovenec D., 1986. Nalazi pirofilita, paragonita, margarita i glaukonita u stijenama slavonskih planina. Geol. vjesnik 39:61-74.

Stur D., 1861/62. Sitzung vom 3 December 1861. (Geologische Karte von West-Slavonien). Jahrb. Geol. Reichsan., 12:115-118.

Šćavničar S., 1965. Termičke, strukturne i kemijske karakteristike klorita s Papuka. Geol. vjesnik 18(2):269-280.

Šćavničar S, Šinkovec B., 1963. Talk-kloritni škriljci na istočnim obroncima Psunja. Geol. vjesnik 17:119-134.

Šturman B., 1965. Titanit iz potoka Kišeljovac u južnom dijelu Papuka. Geol. vjesnik 18(1):38-39.

Tajder M., 1956. Albitski efuzivi okolice Vočina i njihova geneza. Acta Geologica 1:35-48.

Tajder M., 1957. Petrografsko istraživanje zapadnog Papuka. Ljetopis Jugosl. akad. znan., 62:316-322.

Tajder M., 1969. Geneza blastoporfirnog epidot-amfibolita na području Omanovca u Psunju, Acta Geologica 6:5-16.

Tajder M., 1969a. Magmatizam i metamorfizam planinskog područja Papuk-Psunj. Geol. vjesnik 22:469-476.

Tajder M., 1970. Noviji pogledi sastava i geneze eruptiva i metamorfita papučko-psunjskog gorja (Slavonija). Zbor. rad. 1. znan. skupa Slavonije i Baranje 107-126, Vinkovci.

Vragović M., 1965. Graniti i gnajsi Papuka. Neobj. disert. Sveuč. u Zagrebu, 232 p.

Vragović M., 1965. Prilog poznavanju petrografskog sustava granitoidnih terena Papuka. Acta Geologica 4:327-332.

Vragović M., 1969. Granat-biotitski amfibolit iz potoka Brzaje (Papuk). Zbor. rad. Rud.-geol-naftnog fak., 129-132.

Vragović M, Majer V., 1980. Prilozi poznavanja metamorfnih stijena Zagrebačke gore, Moslavačke gore i Papuka (Hrvatska, Jugoslavija). Geol. vjesnik 31:295-308.

Wodiczka F., 1855. Sitzungen der KK. Geologischen Reichsanstalt. Sitzung am 6. November 1855. Jahrb. Geol. Reichsan., 6(4) Verh 858.

Zsigmondy W., 1873. Mitteilungen über Borthermen zu Harkany auf der Margarethinsel nächst Ofen und zu Lipik und den Borthermen zu Alcsut. Pest.

11.

RIJEČNIK UPOTRE- BLJENIOG GEOLOŠKOG NAZIVLJA

Alpinski orogenetski ciklus genetski je vezan za evoluciju mezozojskog Tetiskog oceana u kojem su se za vrijeme mezozoika (prije 270 do 45 milijuna godina) taložile pjeskovito-glinovito-vapnenačke stijene uz sudjelovanje sinsedimentacijskog magmatizma. Sučeljavanjem euroazijske i afričke ploče dolazi u starijem tercijaru do intenzivnih tektonskih deformacija i izdizanja Alpsko-himalajskog pojasa.

Amfibolit je metamorfna stijena u kojoj su bijeli feldspat i tamni amfibol dva najkarakterističnija mineralna sastojka. Nastaju metamorfizmom iz magmatskih i sedimentnih stijena.

Astenosfera je zona u unutrašnjosti Zemlje u kojoj se vrši djelomično taljenje stijena, dakle zona u kojoj u gornjem plaštu nastaju magme (na površini su to lave). U kontinentalnim područjima se nalazi na dubinama od 50 do 200 km a u oceanskim prostorima svega na nekoliko kilometara ispod dna oceana.

Bazalt je tamna vulkanska stijena u kojoj su karakteristični minerali bijeli feldspat i tamni piroksem.

Devon (prije 410-355 milijuna godina) je paleozojska perioda.

Dijabaz je pripovršinska magmatska stijena u kojoj, kao i u bazaltu, kao bitni minerali dolaze bijeli feldspat i tamni piroksen.

Dinaridi predstavljaju ulančani gorski sustav koji je pretežno izgrađen od karbonatnih stijena (tzv. Vanjski Dinaridi) te klastičnih sedimenata i magmatskih stijena pretežno mezozojske starosti (tzv. Unutarnji Dinaridi). Dinaridi se na sjeverozapadu nastavljaju u Alpe, na jugoistoku u Helenide, a sjeverni kontakt s Karpatima pokriven je tercijarnim sedimentima Panonskog bazena. Svi su ti gorski sustavi uključeni u Alpsko-himalajski pojas.

Euroazija je kontinentalni blok (ploča) koja se za vrijeme mezozoika nalazila sjeverno od Tetiskog oceana.

Feldspati (glinenci) predstavljaju najrasprostranjeniju skupinu minerala u kontinentalnoj kori u kojoj su zastupljeni sa 62%. Po kemijskom sastavu su to kalcijsko-natrijsko-kalijski alumosilikati i u stijenama su u pravilu bijele boje.

Filit je škrljava metamorfna stijena koja nastaje iz glinovitih sedimenata pa je jako sitnozrnata. Bitni minerali su kvarc i bijeli tinjci.

Formacija predstavlja skupinu stijena sa svojim specifičnim geološkim

obilježjima koja su rezultat različitih uvjeta nastanka.

Fosili su izumrli ostaci organizama. Osobito su važni tzv. vodeći fosili na osnovi kojih se određuje geološka starost stijena i stratigrafska razdoba geoloških formacija.

Gabro je dubinska (plutonska) magmatska stijena izgrađena najviše od bijeloga feldspata i tamnog piroksena, jednako kao bazalt i dijabaz.

Geokemija je geoznanstvena disciplina koja se bavi kemijskim sastavom minerala i stijena te kemijskim procesima koji dovode do njihovog postanka.

Geološka starost stijena se određuje na osnovi vodećih fosila (vidi priloženu tablicu).

Glina je finodispergirana sedimentna stijena veličine zrna 0,001 mm i manje, u mineralnom sastavu joj prevladavaju glinoviti minerali, kvarc i bijeli tinjac.

Gnajs je najrasprostranjenija metamorfna stijena u čijem su sastavu bitni sastojci kvarc, feldspat i tinjac. Nastaju metamorfizmom iz granitnih i pjeskovito-glinovitih stijena (pješčenjaka i glina).

Gondvana je kontinentalni blok (ploča) koja se za vrijeme paleozoika nalazila južno od oceanskog područja Paleotetisa; relik j joj je današnja Afrika.

Gornji plašt predstavlja najveću lupinu u unutrašnjosti Zemlje koja je izgrađena od ultramafitnih stijena u kojima prevladavaju željezo-magnezijski minerali. Seže do dubine od 700 km, a preko njega leži kontinentalna kora. Gornju granicu gornjeg plašta i kontinentalne kore prvi je definirao naš geoznanstvenik Andrija Mohorovičić pri izučavanju jednog potresa iz okolice Karlovca. Po njemu se u cjelokupnoj svjetskog geoznanosti ta granica označava kao Moho-diskontinuitet.

Granit je dubinska magmatska stijena u kojoj su kvarc, feldspat i tinjac najkarakterističniji mineralni sastojci.

Hercinski (variscijski) orogenetski ciklus genetski je vezan za evoluciju paleozojskog oceana Paleotetisa u kojem su se za vrijeme silura, devona i donjeg karbona taložile pjeskovito-glinovito-vapnenačke stijene, uz sudjelovanje sinsedimentacijskog magmatizma; krajem donjeg karbona dolazi do sučeljavanja (kolizije) sjeverne ploče Laurazije i južne ploče Gondvane, što se očituje u tektonskim deformacijama i metamorfizmu te, u krajnjoj liniji, do izdizanja variscijskih gorskih sustava.

Izotopna ("apsolutna") starost, za razliku od geološke (stratigrafske) starosti, izražava se u godinama koje se izračunavaju iz raspadanja radioaktivnih elemenata. Danas se najčešće upotrebljavaju metode K-Ar, Ar-Ar i Rb-Sr. Obično se izražava u milijunima godina.

Južne Alpe izgrađuju južni dio Alpa, a predstavljaju kontinuirani

sjeverozapadni produžetak Vanjskih Dinarida.

Karbon (prije 355-295 milijuna godina) je period gornjeg paleozoika.

Karpati predstavljaju ulančani gorski sustav koji je izgrađen pretežno od paleozojskih i mezozojskih formacija. Na jugu graniči sa sjevernim Dinaridima, na zapadu se nastavlja na Istočne Alpe, a na jugoistoku na Balkan.

Klastični sedimenti nastaju mehaničkim trošenjem, usitnjavanjem, a po veličini zrna se dijele na šljunkovite ($> 2\text{ mm}$), pjeskovite ($2-0,02\text{ mm}$), siltne ($0,02-0,001\text{ mm}$) i glinovite ($< 0,001\text{ mm}$).

Konglomerat je klastična sedimentna stijena nastala očvršćivanjem šljunka.

Kontinentalan kora je površinski dio Zemlje izgrađen pretežno od metamorfnih stijena i granita. Ispod nje se nalazi gornji plašt, tzv. Mohorovičićev diskontinuitet.

Kreda (prije 135-65 milijuna godina) predstavlja najmlađi period mezozoika.

Kristalinske stijene obuhvaćaju skupno sve magmatske i visokometamorfne stijene.

Kristalasti škriljavci su metamorfne stijene; imaju škriljavu teksturu koja se ogleda u paralelnom slaganju minerala, obično se označava kao folijacija. Trošenjem daju iverje i škrilje

Kvarc (kremen) je SiO_2 - mineral, sudjeluje u građi Zemljine kore s 12%.

Kvarcit je metamorfna stijena izgrađena pretežno od minerala kvarca, a nastaje prekrystalizacijom iz čistih pješčenjaka.

Kvartar (prije 1,8 milijuna godina do danas) je najmlađi period kenozojske ere.

Lapor je glina koja sadrži promjenjive količine minerala kalcita (CaCO_3).

Laurazija je kontinentalni blok (ploča) koja se za vrijeme paleozoika nalazila sjeverno od Paleotetiskog oceana.

Magma (na površini je to lava) je užarena silikatna taljevina koja nastaje najčešće taljenjem ultramafitnih stijena gornjeg plašta (astenosfera). Magma se dijele po načinu pojavljivanja na dubinske (npr. granit, gabro) i površinske (npr. bazalt).

Metamorfizam je fizički i kemijski proces izmjene ranije postojećih magmatskih i sedimentnih stijena kada dospiju u unutrašnjost Zemlje u uvjete povišenog tlaka (do cca 30 km dubine) i temperature (do cca 700°C). Globalni procesi metamorfizma su vezani za završne deformacijske procese (= orogeneza) koji dovode do postanka ulančanih gorskih sustava.

Mezozoik (prije 250-65 milijuna godina) predstavlja srednju geološku eru koja uključuje periode trijas, juru i kredu.

Migmatiti su miješane vrpčaste stijene u kojima su svijetle kvarcno-feldspatske vrpce nastale kristalizacijom iz taljevine nastale taljenjem gnajsa, dok su tamne vrpce izgrađene od nerastaljenih feromagnezijskih minerala ishodišnog gnajsa.

Mineral je osnovni sastojak stijena koji je u kemijskom pogledu homogeno, obično anorgansko tijelo. S druge strane, stijene predstavljaju smjesu, odnosno nakupinu minerala.

Miocen (prije 23,5 do 5,3 milijuna godina) predstavlja epohu neogena.

Neogen (prije 23,5 do 1,75 milijuna godina) je geološki period kenozoika koji obuhvaća dvije epohe: miocen i pliocen.

Oligocen (prije 33,7-22,5 milijuna godina) je najmlađa epoha tercijara koja je uključena u najmlađu kenozojsku eru (tzv. paleogen).

Orogenetski pokreti su posljedica složenih i veoma snažnih, uglavnom horizontalnih tektonskih pokreta koji se odigravaju u završnoj fazi geodinamskih ciklusa kao rezultat sučeljavanja (kolizije) ploča, a rezultiraju u nastanku ulančanih gorskih sustava (orogenetskih pojaseva), primjerice variscijskog (paleozoik) i alpinskog (mezozoik-paleogen).

Paleotetis je bio veliki svjetski ocean, dužine preko 8000 km, koji je postojao za vrijeme paleozojske ere. Nalazio se između dvaju ogromnih kontinentalnih blokova (ploča): na sjeveru je to bila Laurazija, a na jugu Gondvana.

Palinomorfe su sićušni fosilni ostaci mikroflore i jednostaničnih organizama.

Panonski bazen je dio Paratetisa, odnosno reliktnog oceana koji je zaostao od mezozojskog Tetisa nakon tercijarnih orogenetskih pokreta, a koji su doveli do nastanka i izdizanja Dinarida te okolnih Helenida, Alpa i Karpata. On pokriva površinu od oko 150 000 km², a njegovi južni dijelovi (Savsko-dravsko međurječje i Bosanska Posavina) pokrivaju oko 30% njegove površine. Panonski bazen je nastao u razdoblju od miocena do zaključno pliocena (prije 19 do 1,8 milijuna godina).

Pegmatiti su žilne magmatske stijene granitnog sastava u kojima su najčešći minerali kvarc, feldspat i tinjac. Mogu sadržavati (u jako malim količinama) i vrlo rijetke i dragocjene minerale.

Petrografija je jedna od najvažnijih geoloških disciplina koja proučava stijene. One se dijele na: 1) magmatske stijene koje nastaju kristalizacijom iz magme ili lave, 2) sedimentne (taložne) stijene koje nastaju na površini složenim procesima trošenja, prijenosa, taloženja i očvršćivanja, te 3) metamorfne stijene koje nastaju na račun ranije postojećih magmatskih i sedimentnih stijena procesima metamorfizma u unutrašnjosti Zemlje pri povećanom tlaku i temperaturi.

Piroklastične stijene nastaju pri eksplozivnim fazama vulkanske djelat-

nosti. Talože se oko kontinentalnih i podmorskih vulkana

Pješčenjak je vezana sedimentna stijena koja nastaje očvršćivanjem pijeska.

Platforma (karbonatna) je zaravnjeni dio oceana koji se razvija na njezinom rubu gdje se odvija plitkomorska karbonatna sedimentacija.

Prapor (les) je nevezana kvartarna sedimentna stijena u kojoj prevladavaju sitna zrna pijeska (kvarc), glinovite čestice i kalcit. Jako su rasprostranjeni u pojedinim dijelovima Savsko-dravskog međurječja.

Rasjed je tektonski oblik koji nastaje rasjedanjem, dakle uglavnom vertikalnim i horizontalnim kretanjem blokova stijena.

Regionalni metamorfizam se odigrava u ogromnim područjima (regijama) u unutrašnjosti Zemlje gdje vladaju povišena temperatura i jednostrani tlak što dovodi do nastanka uglavnom škriljavih metamorfni stijena. Obično se odigrava pri sučeljavanju (koliziji) ploča.

Rift je veliki rasjed koji seže duboko u unutrašnjost Zemlje sve do gornjeg plašta. Riftovi su obično dovodni kanali za kretanje magme.

Riolit je površinska (vulkanska) stijena istog mineralnog sastava kao i granit.

Savsko-dravsko međurječje obuhvaća južni dio Panonskog bazena između rijeke Drave na sjeveru i rijeke Save na jugu.

Sedimentne (taložne) stijene zauzimaju najveći dio površine Zemlje. One se dijele na mehaničke (klastične) sedimente, koji nastaju taloženjem zdrobljenog materijala različite veličine zrna (šljunak-pijesak-glina), zatim na kemijske sedimente, koji nastaju iz otopina, primjerice neki karbonati (bigar), i organogeni sedimenti, koji nastaju posredstvom organizama - većina vapnenaca.

Silur (prije 435 do 410 milijuna godina) je period paleozojske ere.

Slejt je glinovita škriljava stijena koja nastaje pri najnižem regionalnom metamorfizmu.

Stijena je nakupina (agregat) jednog ili više minerala, dakle predstavlja smjesu.

Stratigrafija je najvažnija geološka disciplina koja proučava starost Zemlje, odnosno stijena na temelju karakterističnih vodećih fosila (vidi tablicu na kraju knjige).

Šejl je očvrsla glinovita stijena.

Škriljavci su najrasprostranjenije metamorfne stijene koje nastaju regionalnim metamorfizmom pri povišenoj temperaturi i povišenom, najčešće jednostranom tlaku iz ranije postojećih magmatskih i sedimentnih stijena. Zbog toga se odlikuju škriljavošću koja se ogleda u tome da su mineralni sastojci poslagani paralelno. Zbog toga se pri udarcu ili trošenju lako raspada u iverje i škrilje.

Tektonika je jedna od najvažnijih geoloških disciplina koja proučava prostorni raspored stjenovitih masa. Tektonski pokreti su horizontalni (tangencijalni) i dovode do stvaranja bora te vertikalni pri kojima nastaju rasjedi.

Tercijar je najmlađa geološka epoha, traje od unatrag 65 milijuna godina do danas.

Tetis je bio svjetski ocean, dužine oko 10 000 km, koji je pokrивao površinu Zemlje u razdoblju od mlađeg perma do starijeg tercijara (od 270 do 46 milijuna godina). Sjeverno od njega protezao se veliki kontinentalni blok - Euroazija, a južno Afrika.

Tinjac je alkalijsko-feromagnezijski listićavi aluminosilikat koji je čest sastojak stijena, osobito granita i kristalastih škriljavaca.

Tisija je veliki tektonski fragment koji se u gornjoj juri odvojio od Euroazije i premjestio u smjeru juga, gdje graniči sa sjevernim Dinaridima, na zapadu s velikim poprečnim rasjedom Zagreb-Zemlin, a na sjeveru i jugu s ulančanim gorskim sustavom Karpata.

Trijas (prije 250 do 203 milijuna godina) je najstariji period mezozojske ere.

Tuf je piroklastična stijena, najčešće iste veličine zrna kao i pijesak (od 2 do 0.02 mm).

Ultramafiti su tamne stijene izgrađene samo od željezo-magnezijskih minerala (najčešće olivin i piroksen). Oni izgrađuju najveći dio Zemljine unutrašnjosti, odnosno gornji plašt.

Vapnenac je sedimentna karbonatna stijena u kojoj je kalcit bitan mineral (CaCO_3). Često je udružen s dolomitom ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$).

Vulkani su mjesta na površini Zemlje i dnu mora na kojima izbija užarena lava iz koje nastaju vulkanske stijene.

Zeleni škriljavec (grinšist) je niskometamorfni kristalasti škriljavec.

ERA	PERIOD	EPOHA	OZNAKA	STAROST mil.god.	
KENOZOIK	KVARTAR	Holocen	Q ₂	0,01	
		Pleistocen	Q ₁	1,8	
	NEOGEN	Pliocen	N ₂	5,3	
		Miocen	N ₁	23,8	
	PALEOGEN	Oligocen	E ₃	34	
		Eocen	E ₂	55	
		Paleocen	E ₁	65	
		KREDA	Gornja	K ₂	99
	Donja		K ₁	142	
	MEZOZOIK		JURA	Gornja	J ₃
Srednja				J ₂	180
TRIJS		Donja	J ₁	205	
		Gornji	T ₃	227	
	Srednji	T ₂	242		
	Donji	T ₁	250		

ERA	PERIOD	EPOHA	OZNAKA	STAROST mil.god.
PALEOZOIK	PERM	Gornji	P ₃	250
		Srednji	P ₂	
		Donji	P ₁	292
	KARBON	Gornji	C ₃	354
		Donji	C ₁	417
	DEVON	Gornji	D ₃	440
		Srednji	D ₂	495
		Donji	D ₁	545
	SILUR	Gornji	S ₃	
		Srednji	S ₂	
		Donji	S ₁	
	ORDOVICIJ	Gornji	O ₃	
		Srednji	O ₂	
		Donji	O ₁	
	KAMBIJ	Gornji	E ₃	
		Srednji	E ₂	
		Donji	E ₁	