

Zagreb

GEOLOŠKA OSNOVA MINERALNIH SIROVINA IVANEČKOG KRAJA

UVOD

Ljudi istražuju i eksploatiraju mineralne sirovine već tisućljećima, ali se kod toga stalno mijenjao objekt istraživanja. Nekadašnji stanovnici spilje Vindije ili Mačkove pećine tražili su dobar kamen iz kojeg bi mogli izraditi kamenu sjekiru, a danas stanovnike ovog kraja najviše zanima ugljen, kvarcni pijesak, eventualno nafta i, naravno, plemeniti metali. Prilikom geoloških istraživanja mještani koje srećemo na terenu uglavnom pitaju: "Što ste pronašli i ima li kakvih ruda?" Poneke još zanima koliko rude ima i kako je izvaditi, ali rijetko se tko interesira kako je ruda nastala i zašto se pojavljuje baš na tom mjestu. Svi uglavnom znaju da se rude pojavljuju u stijenama, a ponekad cijela masa stijene predstavlja neku vrstu mineralne sirovine. Prema tome rješavanjem postanka stijene objašnjava se i geneza rude, osim ako stijena nije naknadno оруdnjena.

Cilj ovog rada je da se na temelju mnogostrukih geoloških pokazatelja objasni geneza stijena i ruda ivanečkog kraja, ukaže na potencijalne sirovine i preporuči zaštita okoliša prilikom eksploatacije.

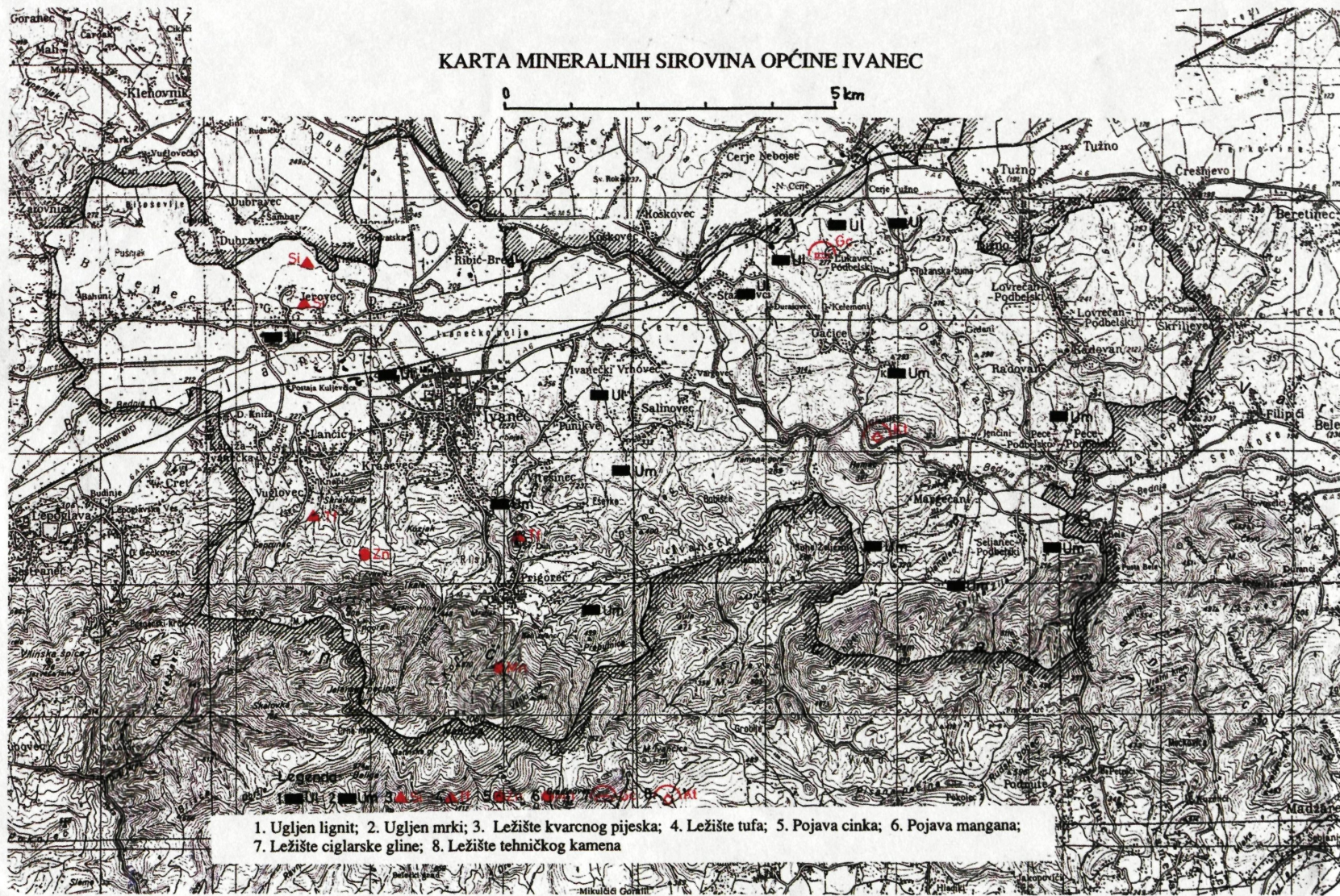
PREGLED GEOLOŠKE GRAĐE I GENEZA MINERALNIH SIROVINA

U ivanečkom kraju pojavljuju se stijene gornjeg paleozoika, trijasa, krede, tercijsara i kvartara, što znači da su najstarije nastale prije 240 milijuna godina, a najmlađe nastaju i danas. U tom ogromnom vremenskom razdoblju bio je ivanečki kraj, a s njima i čitava sjeverozapadna Hrvatska, najvećim dijelom prekriven morem, manjim dijelom su tu bila brakična i slatkovodna jezera, a najmanje je trajala kopnena faza. Na temelju litoloških karakteristika stijena i fosilnog sadržaja može se zaključiti da je ivanečki kraj oko 50 milijuna godina (kroz gornji paleozoik i trijas) bio priobalno i plitkomorsko područje. Tijekom jure (oko 40 milijuna god.) i krede (60 milijuna god.) tu je bilo duboko more. U tercijsaru, koji je trajao oko 70 milijuna god., bile su česte izmjene morskih, brakičnih i slatkovodnih uvjeta sedimentacije, a povremeno je dolazilo do okopnjavanja. Ove promjene bile su uzrokovane tektonskim pokretima koji su u ovom području bili vrlo jaki, a ponekad popraćeni i vulkanskom aktivnošću. Početkom pliocena (prije 5 milijuna god.) započela je najnovija kopnena faza koja traje još i danas. Početkom kvartara (prije 2 milijuna) područje sjeverozapadne Hrvatske bilo je zahvaćeno oledbama koje su se smjenjivale s toplim dobima. Intenzitet oledbi rastao je prema mlađim razdobljima, tako da je krajem pleistocena bila zaleđena i Ivanščica, a ledenjak se spuštao sve do Prigorca (Šimunić, 1992).

Tijekom navedenih geoloških razdoblja nastale su velike količine taložnih stijena, kroz koje su se u tri navrata probili i eruptivi. Kad bi se danas na jednom mjestu mogao naći neporemećeni geološki stup naslaga koje su istaložene od paleozoika do kvartara, njegova bi debljina bila veća od 10.000 m. Naravno, takav stup je nemoguće pronaći jer je ovo područje bilo izloženo brojnim tektonskim pokretima koji su borali i rasjedali stijene, a osim toga prilikom svakog okopnjavanja dolazilo je do jake erozije te su starije stijene služile za izgradnju mladih.

Uz sedimente i vulkanske stijene genetski su vezane različite vrste mineralnih sirovina. Može se reći da ivanečki kraj po broju mineralnih sirovina spada među bogatija područja u Hrvatskoj (Slika-1), ali na žalost, izdašnost ruda je vrlo mala. One, kojih je prije 100 god. bilo mnogo, kao primjerice lignita, danas su gotovo iskorištene. Izuzetak čini dolomit koji izgrađuju trupinu Ivanščice te silificirani tufovi kod Margečana. Isto tako, kao obnovljiva sirovina može se smatrati pitka voda, čija važnost neprestano raste i koje na sreću u ivanečkom kraju ima dovoljno.

KARTA MINERALNIH SIROVINA OPĆINE IVANEC



GORNJI PALEOZOIK - DONJI TRIJAS

Najstarije stijene na području općine Ivanec su gornjopermski i donjotrijaski klastiti koji se protežu duž sjevernih padina Ivanščice, između Prigorca i Očure. Nastali su u priobalnom području plitkog mora u aridnoj klimi. Rijeke i potoci unosile su more valutice i krupnozrnasti pijesak, a povremeno su taložene gline, lapori i pločasti vapnenci. Dijagenozom su iz šljunka i pijeska nastali konglomerati i pješčenjaci koji su često vezani limonitnim vezivom. Krupnoklastični materijal nastao je rastrožbom metamorfnih stijena koje su sadržavale hematiti, zbog čega se hematit nalazi u paleozojskim i donjotrijaskim pješčenjacima u obliku sitnih fragmenata. Manje količine hematita pojavljuju se i u oolitičnim vapnencima donjeg trijasa. Zbog sadržaja minerala željeza ove su stijene poprimile crvenosmeđu boju.

Zanimljivo je napomenuti da se je željezna ruda iz ovih stijena, usprkos maloj količini, ipak iskorištavala. O tome nema podataka u geološkoj literaturi, ali razorene peći i troska, čiji se komadi nalaze u zoni paleozojskih i donjotrijaskih naslaga, potvrđuju ovu pretpostavku. Mjestimice se na potezu od Prigorca do Očure mogu vidjeti mjesta gdje je kopana ruda. U to je uložen velik trud jer je trebalo mnogo rada, a i umijeća da bi se dobile male količine željeza. Očito je da je tada željezo imalo mnogo veću vrijednost nego danas. Teško je reći kada se odvijala ova rudarska i topionička djelatnost, ali najvjerojatnije je to bilo u vrijeme kada su u našim područjima rudarili Sasi, jer su na sličan način radili i u Rudama kod Samobora. Za orijentaciju se može navesti da se u jednoj srušenoj peći kod Očure nalazi velik hrastov panj iz kojeg raste debela bukva pa se prema tome može zaključiti da su ove primitivne peći bile porušene već prije 200 god.

SREDNJI I GORNJI TRIJAS

Stijene srednjeg i gornjeg trijasa izgrađuju središnji dio Ivanščice i u odnosu na ostale mezozojske naslage imaju najveće rasprostiranje. To su dolomiti u koje su ponekad uloženi svijetlosivi vapnenci. Svijetlosivi dolomiti nastali su dolomitizacijom algalnih vapnenaca, dok su tamnosivi dolomiti nastali iz krinoidnih vapnenaca. Njihov postanak bio je u plitkom i toplom moru u kojem su se na tzv. "algalnim livadama" taložile karbonatne stijene te nije bilo donosa materijala s kopna. Stratigrafska pripadnost utvrđena je na temelju analize modrozelenih algi i velikih školjaka tzv. megalodona. Vrstu *Megalodus triqueter* iz okolice Prigorca odredio je Foetterle još 1861. god. Debljina ovih naslaga veća je od 600 m i one predstavljaju potencijalnu mineralnu sirovinu koja se za sada ne eksploatira.

Usljed tektonskih pokreta, kojima su ove stijene bile zahvaćene, došlo je do njihovog drobljenja te su one naknadno vezane u dolomitnu breču koje najviše ima sa sjeverne strane Ivanščice. U tim se naslagama akumuliraju velike količine oborinskih voda koje zatim postupno izbijaju na izvorima Beli zdenci, Žgano Vino, Mrzljak i dr. Valja posebno naglasiti da se **ne smije dopustiti eksploatacija dolomita u blizini jačih izvora** jer bi se mogle potrošiti kolektorske stijene i poremetiti podzemni tokovi.

U trijas su uvršteni i tufovi koji se u velikim količinama nalaze na ušću potoka Željeznice u Bednju. U tom je području otvoreno nekoliko manjih kamenoloma, čiji se kamen upotrebljava za nasipavanje cesta. To je samo dio niza istaknutih glavica koje se mogu pratiti od Huma na Sutli, preko Sv. Duha i Hama do Varaždinskih Toplica. Stijena je nastala nasipavanjem i litifikacijom velikih količina vulkanskog pepela koji je izbijao na površinu, duž pukotine u litosferi tzv. "Periadriatskog lineamenta". Nova istraživanja su pokazala da se uz ove trijasko tufove, stare oko 200 milijuna god., pojavljuju i miocenski tufovi i andeziti, stari oko 20 milijuna god. (Šimunić & Pamić, 1993), što ukazuje na labilnost litosfere i obnavljanje vulkanskih procesa. Prema Miholiću (1940) trasa po kojoj se javljaju tufovi ujedno je i tzv. "termalna linija" koja započinje u istočnoj Sloveniji i povezuje terme kod Topličice i Dobrne s Varaždinskim Toplicama. To potvrđuju i subtermalni izvori kod Podevčeva koji se nalaze na istoj strukturi. Česti potresi duž ove rasjedne zone pokazuju da tektonska aktivnost još uvijek traje.

Unutar trijaskih dolomita poznata je još cinkova i olovna ruda, koje su eksploatirane, te manganska ruda koja je nađena samo kao manja pojava.

Cinkova ruda poznata je još od sredine prošlog stoljeća, kada je *Lipold* (1862.) pretpostavio da ležište sadrži oko 20.000 t kalamine (smitsonit=cinkov karbonat), uz koju se u dubljim dijelovima pojavljivao i galenit (olovni sjajnik). Pristupilo se je rudarenju, ali je rudnik bio zatvoren već 1904. god. kad je *Gorjanović-Kramberger* istraživao ovo područje.

U okviru ovog rada zanimljiva je geneza rude, jer je ona vulkanskog porijekla, a stijene u kojima dolazi su sedimentne. Prema tome ruda je mlađa od tamnosivog (anizičkog) dolomita u kojem ispunjava pukotine. Postavlja se pitanje kada i kako su minerali smitsonita i galenita zapunili pukotine u dolomitu? Geološka istraživanja su pokazala da se u jarku Bistrice potoka, udaljenom oko 1,5 km od rudnika, pojavljuju andeziti (Šimunić i dr., 1983.). To su relativno mlade vulkanske stijene, poznate kao nositelji raznih minerala, a u njima su kod Lepoglave nađeni ahati, opali i kalcedoni. One su se prije dvadesetak milijuna god. probijale prema površini, a plinovi i pare ispunili su pukotine u dolomitu te se iz njih iskristalizirao galenit i smitsonit. Pitanje je da li bi se našle nove količine rude u slučaju da se istraživanja usmjere prema pojavama vulkanskih stijena.

Manganska ruda pojavljuje se sa sjeverne strane Ivanšćice, u jarku Tamni dol i to je jedna od rijetkih pojava mangana u Hrvatskoj. Prema istraživanju *Šinkovca* (1952) debljina orudnjenog horizonta iznosi 5-8 m, a izgrađuju ga silificirani šejlovi i siliti, uz koje su vezane pojave psilomelana i piroluzita. Pojavu karakterizira vertikalna i lateralna varijabilnost sadržaja mangana, a najveća koncentracija iznosi 23,6%. Autor smatra da je ruda taložena kao manganski hidroksid i da je do povećanja koncentracije došlo djelovanjem atmosferskih voda na principu "želznog klobuka". Ruda je do sada smatrana trijaskom jer se u okolici nalaze trijasko plitkovodne stijene, ali stijene u kojima ona dolazi nisu plitkovodne, već dubokovodne. Ležišta manganske rude na području Bosne vezana su uz vulkanogeno-sedimentnu seriju koja je tijekom gornje jure i krede nastala u dubokom moru. Takvih stijena ima i s južne strane Ivanšćice, ali u njima nisu zapažene pojave mangana. Prema tome, pojava dubokovodnih stijena s manganom na sjevernim padinama Ivanšćice mogla bi se objasniti i kao tektonsko okno, jer je poznato da su trijaski dolomiti u središnjem dijelu Ivanšćice navučeni na kredne klastite (*Šimunić i dr.*, 1983.).

NEOGEN

Za veliko razdoblje geološke prošlosti (paleogen), koje je trajalo oko 45 milijuna godina (od krede do neogena), imamo veoma malo podataka. Utvrđeno je da su na području Hrvatskog zagorja bili taloženi eocenski i oligocenski sedimenti, ali da su oni najvećim dijelom erodirani. U bazi eocenskih vapnenaca na području Ravne gore nađena je manja količina boksita koji za sada nema ekonomsku vrijednost. U oligocenskim naslagama, na žalost, do sada nije pronađen smeđi ugljen kao u Sloveniji koji se eksploatira u rudnicima Hrasnik, Zagorje i dr. Naime, u Sloveniji ispod lapora dolaze klastiti koji sadrže debele slojeve ugljena, a kod nas se još uvijek ne zna što se nalazi ispod lapora.

Mineralne sirovine, od kojih je ivanečki kraj živio skoro jedno stoljeće, vezane su uz neogenske naslage. To su smeđi ugljen i lignit koji su vađeni u brojnim ugljenokopima u ivanečkom kraju.

U ivanečkom kraju veći rudnici smeđeg ugljena bili su: Hrazdira, Željeznica, Salinovec, Gačice, Radovan, kao i drugi manji u kojima se je ugljen vadio za lokalnu upotrebu. U svim navedenim rudnicima rudarilo se na tri ugljena sloja čija se je debljina varirala od 0,5 do 1,8 m (*Takšić*, 1947.). Toplinska vrijednost ugljena varirala je od 17.500 do 20.000 J. Sva ležišta imala su nekoliko zajedničkih karakteristika nepovoljnih za eksploataciju. To su: neujednačena debljina slojeva, redovita prisutnost jalovih proslojaka, veliki tlakovi u ležištu te česta pojava metana. Svi navedeni rudnici zatvoreni su zbog nerentabilnosti.

U posljednje vrijeme vršena su istraživanja radi obnavljanja proizvodnje, ali na žalost ona su bila locirana samo u okolici starih rudnika gdje i dalje vladaju navedeni nepovoljni uvjeti za eksploataciju. Možda bi se usmjeravanjem istraživanja u manje poremećena područja moglo doći do boljih rezultata. Da bi se došlo do spoznaje kuda se prostiru slojevi ugljena, važno je riješiti njihovu genezu i tektonske pokrete koji su poremetili ležište.

Slojevi i leće smeđeg ugljena dolaze unutar egerskih klastita koji u obliku isprekidanog prstena okružuju Ivančicu. Njihovo taloženje započelo je na prijelazu oligocena u miocen (približno prije 32 milijuna god.) kada je na području Hrvatskog zagorja došlo do naglog povlačenja mora. Stvorene su široke priobalne ravnice, s velikim slanim i slatkovodnim močvarama. Uslijed pogodne klime u močvarama i u priobalnim područjima razvila se bujna vegetacija. Na temelju analize fosilnog polena može se zaključiti da su tu rasle vrbe, hrastovi i borovi, odnosno bilje koje i danas raste u tom području. Nađen je i polen čempresa i palmi koji ukazuje da je vladala nešto toplija klima nego danas. Paleontološke analize dokazuju česte izmjene morskih, brakičnih i slatkovodnih naslaga, što znači da su oscilacije morske razine bile česte. Spuštanje dna i donos klastičnog materijala bio je usklađen, tako da je tijekom egera istaloženo oko 520 m naslaga (*Anić, 1952.*). Povremeno je dolazilo do dužih zastoja u spuštanju dna bazena i prekida u donosu klastičnog materijala, što je omogućilo neprekinuti rast vegetacije. Nakon obnavljanja sedimentacijskih procesa biljni materijal prekriven je novim sedimentima. Kasniji dijagenetski procesi učvrstili su stijene, a biljni materijal pretvoren je u smeđi ugljen. Za visoku kaloričnu vrijednost ugljena važni su tektonski pokreti koji su naknadno djelovali u ovom području. Da bi se moglo predočiti obilje raslinja iz tog vremena, može nam pomoći pretpostavka da je za postanak ugljenog sloja debljine 1 m potrebno oko 20 m ishodišnog biljnog materijala. Zbog toga u Hrvatskom zagorju ima malo slojeva debljih od 1 m, a puno tankih, čija debljina ne prelazi 20 cm.

Ležišta lignita vezana su uz tzv. Lepoglavsko-ivanečku sinklinalu, gdje se tijekom gornjeg panona odvijala sedimentacija pijesaka, glina, pjeskovitih lapora i na kraju lignita. Može se pretpostaviti da se ove naslage nastavljaju i prema Međimurju, gdje su prekrivene mlađim sedimentima. Velike količine lignita pronađene su krajem prošlog stoljeća na području između Ivanca i Ladanja. Rudarenje je započelo 1903. god., na sloju lignita debljine 11 m. Kasnije su u istom sloju svakih 1,5 do 2 km otvarani novi rudnici sve do Ladanja, gdje se sloj istanjio na 5 m. Na području sela Jerovec lignit je vađen dnevnim kopom.

Dugo vremena se pretpostavljalo da bakrično-slatkovodne naslage s lignitom pripadaju gornjem pontu kako je to opisao *Hoernes (1874.)*. Tek prilikom izrade Osnovne geološke karte lista Varaždin (*Šimunić i dr., 1983.*), utvrđeno je da je lignit nastao u gornjem panonu (približno prije 9 milijuna god.). To je važna spoznaja jer se pokazalo da u sjevernoj Hrvatskoj osim egerskog i pontskog postoji još i panonski ugljenonosni horizont. Kalorična vrijednost lignita kreće se od 11.500 do 12.500 J. To pokazuje da lignit nije bio izložen visokim pritiscima kao smeđi ugljen. Danas je najveći dio zalihâ iscrpljen i svi rudnici su zatvoreni.

PLIOCEN-KVARTAR

Početak pliocena (približno prije 5 milijuna god.) došlo je do izdizanja Hrvatskog zagorja i povlačenja posljednjih ostataka Panonskog mora. Kod toga su zagorske planine brže izdizane od ostalih dijelova terena. To je prouzročilo jaku eroziju i denudaciju, a erodirani materijal pretaložavan je u nova jezera koja su nastala na području Slavonije, Posavine i Podravine. Tamo su nastale tzv. Paludinske naslage čija debljina mjestimično iznosi i do 800 m. Krajem pliocena, uslijed izdizanja Karpata, prekinut je protok vode prema Crnom moru. To je prouzročilo porast razine vode te su jezera doprla i do podnožja zagorskih planina. U njima se odvijala sedimentacija klastičnog materijala. Prilikom transporta došlo je do separacije materijala te su se uz Ivančicu i Ravnu goru taložili šljunci, a u središnjim dijelovima pijesci i gline.

Za ivanečki kraj važni su kvarcni pijesci, čije se ležišta nalaze oko sela Jerovec. Radi se o sloju debljine oko 20 m, a unutar njega pojavljuju se leće i proslojci šljunka. Pijesak sadrži oko 95% kvarcnih zrna te oko 3% metalnih oksida (*Grđan i Jović, 1972.*). Pijesak je dobar za proizvodnju ambalažnog stakla, a velikim dijelom se upotrebljava u građevinarstvu. Pojava ovako kvalitetnog pijeska veoma je zanimljiva s geološkog i rudarskog stanovišta jer slične pojave nisu poznate u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Ako se detaljnije prouči ležište, može se zaključiti da je pijesak nastao na ušću nekadašnje rijeke (možda Prabednje) u jezero. Zrnca pijeska su poluuglasta i slabo zaobljena te se može pretpostaviti da je nastao pretaložavanjem i separacijom starijih miocenskih pijesaka.

U okolici Ivanca poznata su mala ležišta keramičke gline koja se još od neolita upotrebljavala za izradu posuđa. Na gotovo svim arheološkim nalazištima nađeno je keramičko posuđe koje se ne razlikuje mnogo od današnjeg. Ova glina nastala je istovremeno kada i pijesak u Jerovcu, ali u dubljem dijelu jezera. Mala debljina slojeva ne omogućuje industrijsku eksploataciju.

KVARTAR

U kvartaru (posljednjih 2 milijuna god. u razvoju zemljine kore) došlo je do oblikovanja hidrografske mreže, koja je probijem Dunava kroz Đerdap poprimila svoj današnji oblik. To je dovelo do isušivanja svih jezera na području sjeverne Hrvatske i od tada imamo uglavnom fluvijalnu i eolsku sedimentaciju.

Za ivanečki kraj važna je sedimentacija lesa (prapora) koji su donijeli sjeveroistočni vjetrovi. Prema granulometrijskim analizama les se sastoji od 59-68% čestica veličine silta, 10-22% sitnog pijeska i 16-22% čestica gline. On je u obliku snježnog pokrivača prekrivao čitavo područje, ali je danas najvećim dijelom erodiran. Zadržao se je samo na blagim padinama ili u ravninama, gdje mu debljina rijetko prelazi 20 m. Njegovom rastrožbom nastale su tzv. ciglarske gline koje se na mnogo mjesta u ivanečkom kraju koriste za izradu opeke i crijepa.

ZAKLJUČAK

U ivanečkom kraju pojavljuju se stijene gornjeg paleozoika, trijasa, krede, tercijara i kvartara, što znači da su najstarije nastale prije 240 milijuna god., a najmlađe nastaju i danas na obalama rijeke Bednje i njezinih pritoka. U tom ogromnom vremenskom razdoblju bio je ivanečki kraj, kao u ostalom i čitava sjeverna Hrvatska, najvećim dijelom prekriven morem, manjim dijelom bila su tu brakična i slatkovodna jezera, a najmanje je trajala kopnena faza. Tijekom navedenih geoloških razdoblja nastale su velike količine taložnih stijena, kroz koje su se u tri navrata probili i eruptivi. Uz sedimentne i vulkanske stijene genetski su vezane i mineralne sirovine. U ivanečkom kraju poznata su ležišta i pojave slijedećih mineralnih sirovina: željeza koje je vezano uz gornjopaleozojske i donjotrijaske naslage, zatim cinka, olova, mangana, građevinskog kamena i tufa (vulkanskog pepela), vezane uz trijasko naslage, te smeđeg ugljena, lignita, kvarcnog pijeska i keramičke gline koji se pojavljuju unutar neogenskih naslaga, te ciglarske gline koja je nastala u kvartaru. Prema navedenom može se zaključiti da ivanečki kraj po vrstama mineralnih sirovina spada među bogatija područja u Republici Hrvatskoj, ali na žalost, izdašnost ruda je vrlo mala. One, kojih je prije 100 god. bilo mnogo, kao primjerice smeđeg ugljena i lignita, danas su gotovo potpuno iskorištene. Izuzetak čine dolomiti koji izgrađuju trupinu Ivanščice te silificirani tufovi kod Margečana. Isto tako, kao obnovljiva sirovina može se smatrati pitka voda čija važnost neprestano raste i koje na sreću u ivanečkom kraju ima dovoljno. I na kraju potrebno je naglasiti da se u slučaju eksploatacije dolomita mora paziti na zaštitu izvorišta, jer su dolomiti glavni kolektori oborinskih voda koja kasnije izbija na površinu.

LITERATURA

1. ANIĆ, D., (1952.): Gornjooligocenske naslage južnog pobočja Ivanščice u Hrvatskom zagorju, Geol. vjesnik, 2-4, str. 7-62, Zagreb
2. FOETTERLE, F., (1862/63): Sitzung vom 17. December 1861., Geologische karte von Croatien, Jahrb. Geol. Reichsanst., 12/1, (Verh. 123-124), Wien
3. GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D. (1904): Geologiojska prijedlogna karta Kraljevine Hrvatske i Slavonije 1:75.000, Tumač geologiojske karte Zlatar-Krapina (Zona 21, Col. XIV), Naklada Kralj. zemalj. vlade, Odjel za unutarnje poslove, str. 42, Zagreb
4. GRĐAN, D. i JOVIĆ, P. (1972): Rezerve kvarcnog pijeska "Jerovec". Fond struč. dok. Instit. za geol. istr., Zagreb
5. LIPOLD, M. V., (1962): Galmei und Braunkohlenbergbau in Ivanec, Jarb. Geol. Reichsanst., 12/2, str. 135-139, Wien
6. MIHOLIĆ, S., (1940): Kemijske analize termalnih voda u Hrvatskom zagorju, Rad JAZU. Matem-prirod. odjel, 267, str. 1-80, Zagreb

7. ŠIMUNIĆ, A., (1983): Pregled geološke građe sjeverozapadne Hrvatske, Varaždinski zbornik, str., 41-52, JAZU i Skupština općine Varaždin, Varaždin
8. ŠIMUNIĆ, A., (1992): Geološki odnosi središnjeg dijela Hrvatskog zagorja. Disertacija Sveučilišta u Zagrebu, str. 199, Zagreb
9. ŠIMUNIĆ, A., PIKIJA, M. i HEĆIMOVIĆ, I. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ, List Varaždin, 1:100.000, Tumač za geol. kartu, str. 1:75, Instit. za geol. istr. Zagreb, Savezni geol. zavod, Beograd
10. ŠIMUNIĆ, A. i PAMIĆ, J. (1993): Geology and petrology of Egerian-Eggenburgian andesites from easternmost parts of the Periadriatic zone in Hrvatsko Zagorje (Croatia), Acta Geol. Hungarica, 36/3, str. 315-330, Budapest
11. ŠINKOVEC, B. (1952): Pojava manganske rude na Ivanščici, Fond. struč. dok. Inst. za geol. istr. Zagreb.
12. ŠINKOVEC, B., i ŠIMUNIĆ, An. (1996): The Bauxites discovered on Mt. Ravna Gora in Hrvatsko Zagorje. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, 8, 67-76, Zagreb.
13. TAKŠIĆ, A. (1965): Tektonika gornjooligocenskih naslaga sjeverozapadne Hrvatske, Acta geol., 5, (Prirod. istr. JAZU 35), str. 269-288. Zagreb.

