

Industrijski minerali in kamenine v Sloveniji

Industrial Minerals and Rocks of Slovenia

Jožef Škerlj, Avgust Čebulj, Janez Štern in Jožef Vesel

Geološki zavod Ljubljana, Parmova 33

Članek vsebuje pregled nemetalnih surovin, pomembnih za razvoj industrije in pospeševanje trgovine, ki jih pridobivajo v SR Sloveniji. Poleg osnovnih podatkov o vrsti in kakovosti proizvodov prikaže tudi geološko sliko nahajališč, njihovo zgradbo, starost, nastanek in gospodarsko oceno, kjer so raziskave napredovale do proizvodnje. Sem šteje kremenčev pesek, glino, kaolin, roženec, kreda, tuf, dolomit, apnenec in kalcit. Vzporedno pa na kratko obravnava tudi nekaj mineralov in kamenin, kjer geološke in tehnološke raziskave še niso toliko napredovale, da bi bilo možno oceniti njihovo gospodarsko vrednost. Končno avtorji ugotavljajo, da je raziskanost področja industrijskih mineralov in kamenin v Sloveniji nizka. Za sistematične raziskave manjka denarja, ustrezne opreme za polindustrijske poskuse, pa tudi strokovnjakov.

The article is a review of nonmetallic minerals, important for the development of industry and commerce, that are produced in Slovenia. Besides the basic data about kind and quality of the products, also geological features of the ore deposits, their structure, age and origin are presented, as well as the economic value of those that have already been developed to the production stage. These are quartz sand, clay, kaoline, chert, chalk, tuff, dolomite, limestone and calcite. Briefly also some minerals and rocks are treated, where geological and technological studies are still in progress, so that their economic feasibility cannot yet be assessed. The authors finally conclude that industrial minerals and rocks are not sufficiently explored in Slovenia. The existing financial means, suitable equipment for pilot tests, as well as the number of experts is not sufficient for systematical exploration.

Uvod

Jedro članka predstavlja predavanje, ki so ga avtorji prebrali na 8. jugoslovanskem geološkem kongresu na Bledu v začetku oktobra 1974. Objavljenih del s področja industrijskih mineralov in kamenin je sorazmerno malo; v glavnem gre za priložnostna poročila. Zato so se avtorji naslonili na arhivsko gradivo Geološkega zavoda in Gospodarske zbornice SR Slovenije. S člankom pa so želeli predvsem opozoriti na geološke možnosti na področju nemetalnih surovin, ki so v Sloveniji izkoriščene le v skromnem obsegu.

1. Kremenčev pesek

Pri nas so začeli industrijsko pridobivati kremenčev pesek hkrati s pričetkom obratovanja prvih železarn na Slovenskem. Sredi minulega stoletja je že obratovalo nahajališče Vrhe za potrebe bližnje štorske železarne. Po prvi svetovni vojni se je pridobivanje peska nadaljevalo in znatno razširilo. Pred drugo svetovno vojno so na Dolenjskem obratovale prve primitivne pralnice peska za potrebe steklarske industrije. Polni razmah v rudarjenju kremenčevega peska pa se je pri nas začel šele po drugi svetovni vojni.

Danes se ukvarja v Sloveniji pet podjetij s proizvodnjo kremenčevega peska, ki dosega letno okoli 250 000 t. Povečini gre za površinske odkope; izjema je rudnik Globoko, kjer pa tudi prehajajo na površinsko proizvodnjo.

Nahajališča na Dolenjskem. Več nahajališč kremenčevega peska leži v dolini Krke in na obrobju Krške kotline ter severno od tod v okolici Krmelja, Sevnice in Senovega. Geološko najbolj znana so Birčna vas (tip zapolnjenih vrtač), Mokro polje, Krmelj, Poklek-Lončarjev dol in danes glavno nahajališče novomeškega podjetja »Kremen« Raka-Ravno.

Ravno je največje raziskano nahajališče kremenčevega peska na Dolenjskem in predstavlja le južni del celotnega območja Raka-Ravno. Stratigrafsko pripada spodnjepliocenskim peščeno-konglomeratnim in glinastim plastem. V podlagi pliocenskih sedimentov leže plasti miocena. Nahajališče predstavlja erozijske ostanke nekdanjega pliocenskega pokrova, ki je viden v terasah na obrobnih delih doline Krke.

Sloj kremenčevega peska je lečasto razvit. Debelina leč močno variira; povprečno znaša okoli 17 m in doseže največ 33 m. Krovina sestoji iz gline ali peščene gline in ima srednjo debelino 5 m, največ pa 10 m. V talnini leže različne peščene in laporaste gline.

Pesek vsebuje 1 do 2 jalova glinasta vložka debeline 0,2 m do 4 m. Plast peska ni homogena, razlikuje se po barvi, sestavi in zrnivosti. Na splošno je zgornji del sloja obarvan z limonitom, srednji je sorazmerno čist, spodnji pa bolj glinast in sljudnat ter fino zrnat. Vsebina odplakljivih snovi v zgornjem in srednjem delu znaša 30 % do 35 %, v spodnjem pa 40 % do 45 %. V sloju prevladujejo frakcije 0,3 mm do 0,1 mm in le manjši odstotek (10 % do 15 %) je pod 0,1 mm. Povprečna velikost zrn znaša 0,145 mm, oziroma v spodnjem delu plasti 0,1 mm. Vsebina odplaknjenih primesi na separaciji znaša okoli 34 %. Prani pesek vsebuje čez 99 % SiO_2 . Vsebina Fe_2O_3 v pranjem pesku znaša 0,36 % do 0,06, pri flotiranju se dobi proizvod visoke vrednosti, uporaben v livarstvu jekla in barvnih kovin ter za belo, ravno in embalažno steklo.

Globoko. V pliocenski kadunji Globokega obstajata dve nahajališči kremenčevega peska. Globoko obratuje že dlje časa, Bizeljsko pa je še v fazi raziskav. V Globokem leži plast kremenčevega peska direktno na lignitu in je debela okoli 20 m. Tudi v krovini je omejena s tanjšo plastjo lignita. Nad peskom sledi glina, ki jo delno eksploatirajo. Uporaben je le pesek iz zgornjega dela plasti; zaenkrat se oskrbujejo z njim livarne, za steklarstvo pa bi ga bilo treba oplemenititi. Velikost zrn je v tem delu okoli 0,2 mm. Na površinskem odkopu doseže produktivni del sloja debelino 10 m, dalje proti zahodu se postopoma stanjša v korist odebeljenih spodnjih delov plasti slabše kvalitete. Regionalno

prevladuje fino in drobnoczrnati glinasto meljasti pesek s srednjo velikostjo zrn okrog 0,15 mm.

Bizeljsko. V tem velikem nahajališču je pesek bolj debelozrnat in tudi manj čist; vsebuje znatno več Fe_2O_3 in okrog 20 % odplakljivih primesi. Ta pesek je uporaben predvsem za proizvodnjo silikatne opeke in betona, salonita, in drugih gradbenih materialov. Delno bo morda uporaben tudi za livarstvo.

Na širšem območju Globokega so še neraziskani deli sinklinale, ki dajejo možnost za raziskave in odpiranje novih nahajališč kremenčevega peska.

Moravče. Moravški terciarni bazen predstavlja sinklinalo, orientirano od zahoda proti vzhodu. Severno krilo sinklinale je precej strmo, južno pa položno. Dolžina sinklinale znaša približno 6 km, največja širina pa 2 km. Miocenska serija je debela 250 m in leži na triadni podlagi. Sestoji iz laporastih in peščeno-glinastih sedimentov s tremi sloji kremenčevega peska, ki prihajajo na površje skoraj ob vsem robu sinklinale. V talnini peska leži sivica, v krovnini pa peščena in prodnata ilovica ter govški peščenjak in lapor. Spodnji in srednji sloj sta v severnem krilu ločena z vložkom laporaste gline, ki se proti jugu izklini in se zato oba sloja združita. Srednji in zgornji sloj sta med sabo stalno ločena s peščeno glino.

Sloji se med seboj razlikujejo predvsem po zrnavosti in stopnji zaglinjenosti. Spodnji sloj je drobnoczrn, z velikostjo zrn 0,90 mm do 0,25 mm. Zaglinjen je malo, vsebina odprane snovi znaša 17 % do 24 %. Srednji in zgornji sloj sta srednje in debelozrnata, velikost zrn je 0,22 do 0,37 mm, količina odplakljivih snovi pa variira od 24 % do 28 %. Pesek iz spodnjega in srednjega sloja ima 95 % do 98 % SiO_2 , zgornji sloj pa 91 % SiO_2 . Ta pesek ima tako širok razpon zrnavosti, da ga je možno z bogatenjem prilagoditi skoraj vsem zahtevam glede granulacije. Poskusi flotiranja so dali proizvod, uporaben v steklarski industriji za izdelavo embalažnega stekla.

Pesek iz teh nahajališč uporabljajo predvsem v livarstvu, manjše količine pa v gradbeništvu in kot filtrski material. Odkopavajo ga površinsko, in to samo spodnji in srednji sloj.

Puonci. V širši okolici Puconec so znana številna nahajališča kremenovega proda in peska. V Puoncih ga pridobivajo že vrsto let. Na tem območju razlikujemo primarna in sekundarna nahajališča. Primarna so vezana na pliocenske dakijske sedimente Goriškega. V okolici Puconec zajemajo površino večjo od 2 km². Debelina proda presega 30 m. Sekundarna nahajališča so bila presedimentirana in danes leže v obliki večjih ali manjših leč v pleistocenskih sedimentih. Dolžina posameznih leč variira 400 do 500 m, širina 100 do 200 m in debelina 4 do 6 m. Največja leča, ki je danes v eksploataciji, je dolga 1000 m, široka 500 m in debela 2 do 9 m. V krovnini, debeli 2 do 4 m, leži laporasta glina, v talnini pa peščena laporasta glina.

Na splošno se opaža, da na širšem območju od vzhoda proti zahodu raste vsebina grobih frakcij nad 20 mm, ki predstavljajo glavno kerstno komponento nahajališča. Tako znaša pri Lendavi vsebina frakcij nad 20 mm manj kot 25 %, v bližini avstrijske meje pa naraste na 40 % do 50 %. Prod je zaglinjen, zato ga je treba prati in separirati.

V Puoncih pridobivajo kremenčev pesek za livarstvo, gradbeništvo in za različne filtre. Njihova osnovna usmeritev pa je proizvodnja kremenčevega proda za proizvodnjo ferosilicija.

Vrhe pri Štorah. To nahajališče predstavlja del miocenskih plasti, ki se raztezajo v pasu Celje—Štore—Šentjur. V tektonskem pogledu pripadajo Posavskim gubam, in sicer motniški sinklinali. V nahajališču Vrhe je sloj kremenčevega peska debel 6 m, debelina odkrivke pa znaša 2 m. Debelina peska narašča proti vzhodu in obstaja možnost odpiranja nahajališč z boljšimi odkopnimi postopki. To nahajališče je bilo odprto za bližnjo štorsko železarno, ki je bila dolga leta njegov lastnik.

Pesek je debelozrnat, zrna so oglata, robovi zaokroženi, površina zrn pa je hrapava. V ravnom stanju vsebuje pesek do 0,78 % Fe_2O_3 . Vsebina odplakljivih snovi dosega 20 %. Pesek iz tega nahajališča uporablja železarna v ravnom stanju.

Nastanek nahajališč kremenčevega peska. Vsa nahajališča kremenčevega peska v Sloveniji so sedimentnega nastanka. Velikost in zaobljenost zrn kaže na relativno dolg transport od izvornih območij do različnih miocenskih, pliocenskih in kvartarnih sedimentacijskih bazenov, kjer se je pesek odlagal. Za pesek na Vrhah velja kot izvirno območje Pohorje. Granulacija peskov, debelejši ali tanjši jalovi vložki in količina odplakljivih snovi kažejo na spremembe v vodnem režimu v posameznih bazenih.

Ponekod je pesek odložen v močvirju, povečini pa gre za pravi rečni sediment. V zadnjem primeru je možna vsaj delna rekonstrukcija posameznih vodnih tokov, ki so imeli na posameznih krajih značilnosti pravih delt (stari tok Ledave pri Puconcih).

Poznejša erozija je nekatera nahajališča skoraj popolnoma odnesla; danes vidimo njihove ostanke kot zapolnitve različnih vrtač (Birčna vas na Dolenjskem). V tem primeru je pesek zelo droben in predstavlja pravi kremenov pelit, ki je že naravno opran. Izpiranje peska je tukaj proces, ki traja še danes. Na splošno posledice erozije močno vplivajo na današnje odkopne razmere v posameznih nahajališčih. V končni fazi je erozija privedla do formiranja presedimentiranih nahajališč, kakršna so pleistocenska nahajališča v Puconcih.

2. Glina

V Sloveniji pridobivajo keramično in ognjevzdržno glino samo v Rudniku lignita, glin in kremenčevega peska Globoko in v Rudniku rjavega premoga Laško. Letna proizvodnja v obeh rudnikih ne presega 10 000 ton. Glino pridobivajo jamsko in jo potem ročno prebirajo. V Laškem jo nato plavijo v manjši separaciji z zmogljivostjo 5000 t/leto.

Laško. V premogovniku imajo keramično glino v odkopnih poljih Brune in Govce. Nahajališča so razvita lečasto v smeri od zahoda proti vzhodu in strmo vpadajo (65°) proti jugu. Dolžina leče Brune znaša okrog 100 m in leče Govce okrog 280 m. Debelina variira od 3 do 7 m. Z rudarskimi deli je ugotovljeno, da leče segajo v globino 70 do 80 m od površja.

Tako imenovana »bela glina« Laško iz polja Govce je uporabna samo po plavljenju. Pri tem se odstranjuje precej kremenca iz železa (siderit), dviguje pa glinena komponenta. Izkoristek pri plavljenju znaša okoli 65 %. Tako pridobljeni material se uporablja za izdelavo sanitarne keramike in bele keramike tipa »steingut«.

Globoko. V pliocenski premogovni kadunji Globoko leži na sloju lignita do 100 m debela serija gline in kremenčevega peska. V tej seriji je zanimiva plast plastična in keramična glina, debela do 15 m. Po kvaliteti jo delimo na tri dele. V spodnjem delu plasti je razvita siva drobnopješena glina, uporabna za keramiko. V odkopih rudnika jo imenujejo »G-III«. Debelina tega dela plasti variira od 0,4 do 8 m. Ta glina v zgornjem delu prehaja v temno sivo visoko plastično glino, katere zgornji del v odkopih imenujejo »G-I«, spodnjega pa »G-II«. Debelina plasti variira od 3,2 do 7 m. Glina kvalitete G-I in G-II ima tipične vezivne lastnosti in relativno nizko ognjestalnost med SK 26 in SK 28.

Po mineralni sestavi je glina »Globoko« zmes kaolinita z ilitom in hidromuskovitom ter kremenom, montmorillonitom in glinencem. Po svojih lastnostih predstavlja surovino za proizvodnjo šamota in kamenine.

Z zadnjimi raziskovalnimi deli so našli uporabno glino tudi više v profilu. Po načrtu naj bi v bodoče odkopavali glino in kremenčev pesek na velikem površinskem kopu.

Nastanek. Pri globoških glinah ni posebnih genetskih niti stratigrafskih problemov. Tega pa ne bi mogli trditi za gline iz nahajališča Laško.

Zanimivo je, da se keramična glina v Laškem pojavlja samo na krajih, kjer so med psevdofiljskim skrilavcem in oligocenskimi plastmi pojavi kremenovega keratofirja in njegovega tufa. Na podlagi tega je verjetno, da je keramična glina nastala po spremembi kremenovega keratofirja in tufa. Na to kaže tudi lečasta oblika glinastih teles. Laboratorijske preiskave v tej smeri do sedaj niso bile izvedene. Postopen prehod med psevdofiljskim skrilavcem in glino je lahko samo navidezen kot posledica stratigrafske lege predornine in tufa na skrilavcu.

3. Kaolin

Prve pisane podatke o kaolinu v Črni imamo iz leta 1856, ko so začeli izvajati jamska dela v rovu »Roza«. Surovi kaolin so predelovali v mali tovarni v dolini Črne. Začetek pridobivanja kaolina ni evidentiran, ker ta surovina takrat ni spadala pod rudarski zakon, eksploatacijska dela pa so bila površinska.

Rudnik kaolina Črna je danes edini proizvajalec te surovine v Sloveniji. Letno proizvaja okoli 25 000 ton plavljenega kaolina, v glavnem v kosih (75 %), ki ga uporabljajo kot polnilo v papirni industriji (75 %), gumarski industriji (2 %), industriji barv (6,5 %), proizvodnji insekticidov (2,5 %) in v obrtništvu (14 %).

Kaolinska telesa v dolini Črne leže v erodirani in tektonsko deformirani ladinski antiklinalni strukturi. Sledijo jih ob vzdolžnih prelomih smeri E—W na dolžini 1500 m in do globine 100 do 150 m od površja. Debelina posameznih teles variira od 2 do 20 m. Kaolinska telesa strmo vpadajo proti severu ali jugu pod 60° do 70°. Vertikalno in lateralno se izklinjajo ter nato znova pojavijo, ali pa se razcepijo in zopet združijo. Znanih je več kaolinskih teles, ekonomski pomen pa jih ima šest.

V Tuhinjski dolini je pri Selah raziskano kaolinsko telo na dolžini 1,5 km, po vpadu pa do 120 m od površja. Njegova debelina variira od 0,5 do 20 m. To kaolinsko telo zaenkrat ni v eksploataciji, ker še ni rešen problem bogatenja.

Mineraloško sestoji kaolinska substanca nahajališča v dolini Črne v glavnem iz ilita, delno pa iz kaolinita. V Selah vsebuje tudi montmorillonit.

Kaolin take kvalitete je uporaben samo kot polnilo in ne pride v poštev za keramiko. To velja tudi za substancno iz nahajališča v Selah. Visoka belina tega materiala (75 % do 80 % napram MgO) kaže na njegovo vrednost za uporabo v papirni industriji.

Za nahajališče v Selah je treba rešiti problem separiranja. Zaradi prisotnosti montmorillonita ni mogoče uvesti mokrega postopka kot v Črni.

Nahajališča kaolina so nastala v tektonskih predmineralizacijskih conah pod vplivom hidrotermalnih raztopin na predornine. Naknadni descendentni procesi so kaolinsko snov obogatili, kar se predvsem odraža z višjo stopnjo silifikacije v globini. To dejstvo ima praktičen pomen; najbogatejši deli nahajališč so bili namreč blizu površja in so jih v Črni najprej odkopali. V globljih delih pada količina koristne substance, naraščajo pa jalovi silificirani vložki.

4. Roženec, kvarcit, kremenov konglomerat in kremenove žile

Med kameninami, naštetimi v naslovu, se danes v Sloveniji pridobiva samo roženec v nahajališču Jersovec pri Mirni na Dolenjskem, kjer je urejen površinski kop (sl. 1). Roženec drobijo, perejo in klasirajo. Glavni del proizvodnje, okoli 20 000 ton letno, izvažajo v Zvezno republiko Nemčijo, Avstrijo in Italijo.

Poleg roženca so v Sloveniji znana številna nahajališča kvarcita, kremenovega konglomerata in kremenovih žil. V paleozojskem skrilavcu severno od Drave so številne leče dobrega kvarcita, ki vsebuje čez 99 % SiO_2 . Pomemben je tudi kremenov konglomerat v Dolžanovi soteski nad Tržičem ter številne kremenove žile v različnih delih Slovenije. Stopnja raziskanosti omenjenih surovin je izredno nizka, čeprav imajo nekateri pojavi ekonomski pomen.

V dolini Mirne na Dolenjskem prihaja roženec na površje v pasu, dolgem 30 km in širokem 3 km. Danes je v eksploataciji primarno nahajališče Jersovec, medtem ko je nahajališče Ogorelka le delno raziskano, vse ostalo pa sploh še ni raziskano.

Talnino nahajališča Jersovec in Ogorelka gradijo triadni dolomiti, ki pogosto vsebujejo gomolje, leče in pole roženca premera 5–20 cm. Na splošno se opaža, da so centralni deli nahajališč predstavljeni z velikimi lečami roženca, proti periferiji nahajališča pa prevladuje roženec pomešan z glino. Zgornji deli nahajališča so erodirani in roženec pokriva tanjša ali debelejša plast pleistocenske ilovice.

Obe nahajališči imata obliko nepravilnih leč, dolgih čez 1000 metrov. Širina dosega nekaj sto metrov. Maksimalna izmerjena debelina (Jersovec) znaša okoli 40 m.

Mineraloško gre za roženec, v katerem je opal nadomeščen s kalcedonom in kremenom. Mikroskopska analiza je pokazala 50 % kalcedona in 50 % kremenena. Struktura je kriptokristalasta do polimorfna.

Kvaliteto nahajališča Jersovec karakterizirajo naslednji podatki, ki se nanašajo na prodajne produkte iz tega nahajališča: SiO_2 97,90 %; Al_2O_3 0,78 %; Fe_2O_3 0,32 %; CaO 0,30 %; MgO 0,08 %; alkalije 0,17 %; žarilna izguba 0,44 %; prostorninska teža 2,5; specifična teža 2,6; SK 33 do 34; izkoristek roženca v nahajališču okrog 70 %.



Sl. 1. Nahajališče roženca Jersovec
Fig. 1. The chert deposit at Jersovec

Struktura roženca je ugodna za drobljenje in mletje, pri čemer fini kristali ostanejo v zrnih. Kristalne spremembe pri žganju potekajo zelo enakomerno, samo žganje je sorazmerno kratko, okoli 80 ur. Opeka silika iz tega materiala je izredno vzdržljiva in ima mehčišče (T) 169 °C do 1730 °C. Nahajališča, ki vsebujejo surovino take kvalitete, so redka in cenjena v Evropi.

O nastanku roženca. Primarno so leče in pole roženca interstratificirane v zgornjetriadnem ploščastem apnencu in dolomitu. V pliocenu in kvartarju je bil dolomit močno erodiran; na površju so ostale odkrite večje ali manjše leče roženca, ki so izstopile iz reliefa. Poznejša erozija je del roženca presedimentirala v bližnjo in širšo okolico.

5. Kreda

Prvi pisani podatki o eksploataciji krede na Slovenskem datirajo iz leta 1852, ko jo je tržaški trgovec Ostan odkupoval od domačinov za proizvajalce steklarskega kita. Danes jo pridobivata podjetji »Kreda« Radovna in »Kreda« Srpenica. Surovo kredo s površinskih kopov sušijo in meljejo. Letna proizvodnja znaša 5500 ton. Glede na obstoječe možnosti povečanje proizvodnje ne bi predstavljalo problema, če bi to tržišče zahtevalo.

Srpenica. V dolini Soče prihaja kreda na površje na dolžini 20 km. V eksploataciji je samo največje erozijsko odprto nahajališče jugovzhodno od Srpenice.

Del doline Soče je bil v kvartarju preplavljen z jezerom, kjer se je odlagala kreda. Jezerski sedimenti dosežejo debelino približno 200 m. Prekriti so na debelo s prodom in meljem.

Radovna. Soteska Radovne pri Bledu je tudi zapolnjena z mlajšimi jezerskimi sedimenti, med katerimi nastopa jezerska kreda. Debeline krede zaenkrat ne poznamo, ker so z vrtanjem zajeli samo zgornje dele nahajališča do globine 40 m od površja.

Kreda ali jezerska kredna glina je svetlo siva ali sivkasto rumena. Sestoji predvsem iz kalcijevega karbonata (okrog 38 % v Srpenici), ali magnezijevega karbonata (okrog 44 % v Radovni). Ima veliko specifično površino. Količina nakopane krede se v deponiji zmanjša za 19 utežnih odstotkov.

Naša kreda je izrazito finožrnata. Zato predstavlja odlično polnilno sredstvo za celo vrsto industrij. Ni pa uporabna za izdelke, ki zahtevajo belo barvo in visok odstotek kalcijevega in magnezijevega karbonata.

O nastanku jezerske krede. Naša kredna nahajališča predstavljajo jezerske kredne glinaste usedline postglacialne starosti. Za te sedimente je značilno menjavanje svetlejših finožrnatih pasov s temnejšimi pasovi večje zrnivosti. V tem menjavanju se odražajo deževne in sušne periode med sedimentacijo, oziroma poletni in zimski čas. Spremembe v vodnem režimu jezera so nakazane s prodom in gruščem v višjih delih nahajališča. Na vrhu leži peščen prod z meljem.

6. Tuf

V Savinjski dolini so že zdavnaj znani pojavi andezitnega tufa. Intenzivno so ga začeli odkopavati leta 1964. Danes ga pridobivajo na območju Slatine (podjetje »Oljka« Šmartno ob Paki) in v Zaloški gorici (podjetje »Montana« Žalec). Letna proizvodnja v obeh podjetjih presega 210 000 t.

Geološki prikaz. Tuf je razvit kot drobnnozrnat pelit. Uporaben je za pucolanske izdelke. Nahajališča so odprta z velikimi površinskimi kopi. Kvaliteto tufa karakterizirajo naslednji podatki: SiO_2 62 % do 64 %, Al_2O_3 13 % do 16 %, Fe_2O_3 2,5 % do 4,5 %; CaO 1,7 % do 3,7 %; MgO okrog 1,2 %; alkalije in ne-topno 3,9 % do 7 %; žarilna izguba pri 1000 °C 4,24 % do 7,15 %; nagibna trdnost 24 kg/cm² do 25,8 kg/cm² in tlačna trdnost 65,8 kg/cm² do 78 kg/cm².

Razen za cementno industrijo je tuf delno uporaben tudi za polnila. Zatenkrat se v Sloveniji eksploatira samo andezitni tuf z območja smrekovškega vulkanizma.

7. Bentonit

V Celjski kotlini so na območju Zaloške gorice že pred letom 1854 odkopavali bentonit in ga uporabljali za razmaščevanje volnene preje. Med obema svetov-nima vojnama so z eksploatacijo ponovno začeli. Manjša povojna eksploatacija je ustavljena leta 1971.

V oligocenskih sedimentih Zaloške gorice, ki jih prištevamo k Posavskim gubam, je razvit kot relativno stalen člen serije precej debel bentonitni horizont. V globlji talnini horizonta leži tuf, ki postopno prehaja v bentonitizirani tuf. Neposredno talnino večjega dela nahajališča predstavlja sivica, laporasta glina, ki leži tudi v krovlini bentonitnega horizonta. Bentonitni horizont je erozija razdelila na pet con — pet sinklinalnih struktur, med katerimi so antiklinalni deli odneseni.

Bentonitni horizont je debel približno 50 m. Sestoji iz več slojev, med katerimi so pomembni samo trije. Debelina posameznih slojev močno variira od 1,5 do 16 m.

Bentonit Zaloške gorice, katerega glavna komponenta je montmorillonit, je po kemični sestavi natrijski, kalijski in vmesni bentonit. Surovina teh nahajališ-č je primerna za kemično aktiviranje. Uporabna je za razbarvanje, za vezivo za sintetične peske ter za izplake in podobno.

Nahajališča bentonita v Zaloški gorici so prostorsko in genetsko vezana na andezitni tuf, ki je zaradi visokega pH v jezerski vodi razpadal, kar je omogo-čilo nastanek alumosilikatov montmorillonitnih mineralov.

8. Dolomit

Na ozemlju SR Slovenije so odprti številni kamnolomi dolomita predvsem za potrebe v gradbeništvu. V industrijske namene (steklarstvo, jeklarstvo, ke-ramika, proizvodnja elektrod itd.) pridobiva dolomit le »Comet« iz Zreč. S pro-izvodnjo, ki znaša okoli 20 000 ton/letno so tukaj pričeli v večjem obsegu šele 1964.

Dolomit je v Sloveniji zelo razširjena kamenina. Najpogosteje je zastopan srednjetriadni in zgornjetriadni dolomit. Krednega in jurskega dolomita je znato manj in nastopa predvsem na Dolenjskem, Notranjskem in Primorskem.

Edino nahajališče industrijskega dolomita leži na območju Gračič v bližini Zreč. Dolomit se razprostira na površini 0,4 km² in ga stratigrafsko prištevamo anizični stopnji srednje triade. Je siv, drobnnozrnat in tektonsko porušen ter leži neposredno na metamorfnih kameninah.

Kemična sestava dolcemita v Sloveniji povečini omogoča uporabo v industriji nepregornih materialov na bazi dolomita, v keramiki in tudi v steklarstvu. Povprečno kemično sestavo dolomita iz nahajališča Gračič pri Zrečah kaže naslednja kemična analiza: SiO_2 0,18 % do 0,40 %; P_2O_5 0,011 % do 0,016 %; Fe_2O_3 0,03 % do 0,07 %; Al_2O_3 0,09 % do 0,19 %; CaO 30,32 % do 30,89 %; MgO 21,49 % do 21,52 % in žarilna izguba 47,40 % do 47,55 %.

Glede na kemični sestav ima ta dolomit veliko uporabno vrednost v številnih panogah (za steklarstvo, za proizvodnjo elektrod, za polnilo v bitumenu in v livarstvu).

9. Apnenec in kalcit

Na območju Slovenije so odprti številni kamnolomi, kjer pridobivajo apnenec predvsem za potrebe gradbeništva. Kalcit izkorišča le Rudnik kaolina Črna, ki ima svoj sedež v Kamniku. Nahajališče leži v vasi Stahovica, kjer je odprt površinski kop ob belem triadnem apnencu. Kalcit drobijo in meljejo ter klasirajo za steklarstvo, gumarstvo, kemično industrijo, keramiko in gradbeništvo. Predeluje ga dalje tovarna JUB pri Ljubljani, ki ga fino melje za določene namene. Njegova poprečna sestava je naslednja: SiO_2 0,24 %, Fe_2O_3 0,0143 %, MgO 0,913 %, Al_2O_3 0,223 %, CaO 54,99 % in žarilna izguba 43,624 %.

10. Glinenci

Na Pohorju in v njegovi širši okolici so znani številni pojavi različnih pegmatitov, ki vsebujejo glinence, sljudo in kremen. Te komponente bi pod določenimi pogoji predstavljale ekonomsko zanimive surovine. Po dosedanjih raziskavah malo bolj detajlno poznamo samo pegmatite v okolici Raven na Koroškem, kjer smo vzeli več vzorcev za poskusno oplemenitenje. Dobljeni rezultati opravičujejo nadaljnje raziskave.

Na raziskovanem ozemlju so na površini približno 20 km² v diaforitih znani številni pojavi pagmatitov v obliki nepravilnih teles, žil in leč. Dolžina posameznih teles variira v širokem intervalu od nekaj metrov do več sto metrov in celo do tisoč in več metrov. Najbolj so pegmatiti razširjeni na Strojni pri Jakobu in Navrškem vrhu. Analiza prospekcijskih vzorcev je pokazala naslednjo sestavo: SiO_2 od 70,4 % do 84,5 %; K_2O od 0,9 % do 4,1 % in Na_2O od 1,5 % do 5,4 %.

Leta 1966 so vzorec pegmatita obdelali v Metalurškem inštitutu v Ljubljani. V letu 1972 pa smo vzeli nov vzorec, ki je bil obogaten v laboratorijih rudnika Mežica.

Uspešnost bogatenja pegmatitov bi lahko ocenili ugodno; iz navrških pegmatitov je mogoče dobiti komercialne kvalitete sljude, glinenca in kremena. Posebej so zanimivi rezultati poskusov, s katerimi smo dobili prvovrsten proizvod s $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} = 14,5$ % in Fe_2O_3 0,03 %. Tudi kvaliteta kremenčevega koncentrata je ugodna.

Ker so potencialne rezerve pegmatitov na tem območju precej velike, bi bilo smotno nadaljevati geološke in tehnološke raziskave.

Nastanek. Pegmatiti kot zadnji ostanki silikatne magme, obogatene z lahko-hlapljivimi komponentami, so bili vrinjeni med diaforite, blestnike, amfibolite, marmorje in druge kamenine pohorskega masiva.

Po strukturi, teksturi in paragenezi niso homogeni in med njimi ločimo več različkov. Najgloblji deli imajo skoraj granitoidno strukturo, v višjih delih se opaža pisano pegmatitska (grafična ali hebrejska) struktura. Ponekod so to drobna zrna, drugod pa posamezni kristali glinencev dosežejo velikost 15 cm do 20 cm. Vsebujejo tudi leče muskovita premera do nekaj metrov. Na številnih krajih so posamezne pegmatitske žile zajeli procesi sericitizacije in kaolinizacije. Kaolinizacija je ponekod tako intenzivna, da so posamezne žile eksploatirali kot prava kaolinska telesa (npr. pri Slovenski Bistrici).

11. Surovine za mineralno volno

Mineralno volno proizvajata ljubljanski podjetji: Termika v obratu v Škofji Loki in Izolirka v obratu na Jesenicah. Približna letna proizvodnja mineralne volne znaša 11 000 ton. Proizvodnja pri Izolirki je zasnovana na predelavi žlinder jeseniške železarne, kremenčevega peščenjaka in apnenca, medtem ko uporablja Termika namesto žlindre spilitizirani diabaz.

Geološki zavod Ljubljana je izvedel prospekcijsko surovin, ki bi bile uporabne za proizvodnjo mineralne volne. Ugotovil je, da bi bilo več kamenin uporabnih za proizvodnjo mineralne volne pod pogojem določene korekcije kislosti. To so:

- laporasti tuf karnijske stopnje triade
- andezitni tuf in sivica (laporasta glina) iz oligocenske dobe
- nekatere metamorfne pohorske kamenine, predvsem eklogit.

Industrijski lokaciji v Škofji Loki bi najbolj ustrezala avgitni porfirit na Črnilcu nad Kamnikom in spilitizirani diabaz v Vanišah v Tuhinjski dolini.

Slovenija ima več nahajališč kamenin, iz katerih bi bilo mogoče z minimalnimi korekcijami proizvajati mineralno volno. Vendar se zaenkrat zaradi sorazmerno majhne porabe Termiki ne izplača odpirati lastnega kamnoloma; zato material nabavlja iz odprtih kamnolomov v SR Hrvatski.

12. Sklep

Iz pregleda se vidi, da so poznana številna nahajališča industrijskih mineralov in kamenin v Sloveniji. Izkoriščanje in uporaba v industriji je vsak dan večja, vendar še ni dosegla tiste stopnje razvoja, kot jih imajo te surovine drugod po svetu, predvsem zaradi nezadostne razvitosti tehnologije v industriji nekovin. To stanje ima svoj vzrok v razdrobljenosti podjetij in neustrezni kadrovske sestavi v tej industriji.

Stopnja raziskanosti obstoječih ležišč je v Sloveniji nezadostna. Raziskave se usmerjajo predvsem na trenutne potrebe porabnikov, oziroma naročnikov, ki pa nikoli nimajo dovolj sredstev za sistematične raziskave. Po programu Raziskovalne skupnosti Slovenije naj bi se v bodoče posvečala ustrezna pozornost domačim industrijskim mineralom in kameninam.

Literatura

Bač er, S. Lj. 1966, Geologija nahajališča kremenovega peska v Moravčah. Lj. varski vestnik zv. 4, Ljubljana 1966, str. 97—101.

Drž a j, B. in L u k a c s, E. Lj. 1968, Nekatere geološke in tehnološke značilnosti bentonitov iz nahajališč v okolici Celja. Geologija, 11. knjiga, Ljubljana 1966, str. 129—133.

Germovšek, C. 1955, O geoloških razmerah na prehodu Posavskih gub v Dolenjski kras med Stično in Šentrupertom. *Geologija* 3, Ljubljana.

Grimšičar, A. 1954, O montmorillonitnih glinah na Dolenjskem. *Geologija* 2, Ljubljana.

Lapajne, V. 1974, Raziskave livarskih peskov v okolici Moravč. *Geologija* 17, Ljubljana.

Lukacs, E. Lj. 1968, Današnje stanje raziskanosti ležišča bentonita Zaloška gorica v primerjavi z nekaterimi drugimi bentoniti. *Rudarsko-metalurški zbornik*, št. 3, Ljubljana 1968, str. 278—286.

Munda, M. 1953, Geološko kartiranje med Hrastnikom in Laškim. *Geologija* 1, Ljubljana.

Ocepek, V. 1961, Mineralna sestava kremenovih peskov iz nekaterih nahajališč v Sloveniji. *Geologija* 7, Ljubljana.

Pleničar, M. in Ramovš, A. 1954, Geološko kartiranje severozahodno od Brežic. *Geologija* 2, Ljubljana.

Ramovš, A. 1961, Prispevek k stratigrafiji severnovzhodnega dela Krškega polja. *Geologija* 7, Ljubljana.

Rihteršič, J. 1958, Bentoniti v celjski kotlini. *Geologija*, 4. knjiga, Ljubljana 1958, str. 193—196.

Štern, J. in Lapajne, V. 1974, Geološke raziskave gline in kremenovega peska v Globokem. *Geologija* 17, Ljubljana.