

NEMETALNE MINERALNE SIROVINE HRVATSKE

Josip CRNIČKI¹⁾ i Boris ŠINKOVEC²⁾

¹⁾ Geotehnički fakultet, Hallerova 7, 42000 Varaždin, Hrvatska;

²⁾ Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, 41000 Zagreb, Hrvatska

Ključne riječi: Nemetalne mineralne sirovine, Građevinski materijali, Industrijske mineralne sirovine, Hrvatska

Nemetalne mineralne sirovine su znatno prirodno bogatstvo Hrvatske koje, u suporedbi s razvijenim svijetom, nije dovoljno iskorišteno. Gospodarski potencijal Hrvatske za 12 nemetalnih mineralnih sirovina neograničenih rezervi dokumentiran je opisom i geografskom distribucijom. Daljih 18 sirovina za napredniju tehnologiju ima ograničene utvrđene geološke rezerve, pa se za njih preporučuju dalji geološki istraživački radovi kao i istraživanja o oplemenjivanju i tehnološkoj preradi. Na kraju data je informacija o 17 sirovina koje se zbog geološke građe ne mogu očekivati u Hrvatskoj.

Nemetalne mineralne sirovine u gospodarstvu Hrvatske

Prema podacima koje je objavio Peters (1978), a Republički zavod za statistiku za Republiku Hrvatsku (1982, 1991), učešće je nemetalnog sektora 7,1% u bruto društvenom proizvodu SAD za 1975. godinu i 3,7% u Republici Hrvatskoj u 1989. godini. Tumačeći ove podatke, Crnički i Gotić (1992) ukazuju kako postoje mogućnosti razvoja nemetalnog sektora u Republici u osvajanju proizvoda naprednije tehnologije (staklo, keramika, izolacijski građevinski materijali, arhitektonski kamen, itd.), te produkata visoke tehnologije.

Prema podacima Bossona i Varona (1977), te Birda i dr. (1990), karakterističan je u svijetu brži rast potrošnje nemetala u odnosu na metale. U 1960. godini vrijednost proizvedenih nemetalnih mineralnih sirovina u svijetu premašuje vrijednost proizvedenih ruda, što je po Bristowu (1987) jedan od pokazatelja prelaska čovječanstva u industrijsku zrelost. Taj prelaz dostigla je Velika Britanija krajem 19. stoljeća, SAD oko 1910. godine, Španija početkom 1970-ih godina, a Australija oko 1985.

Key-words: Non-metallic minerals, Construction stones, Industrial minerals, Croatia.

Non-metallic minerals of Croatia have a significant resource potential. These resources are not utilized enough, in comparison to developed world. There are 12 non-metallic minerals or rocks in Croatia with high economic potential. They are described in the paper and geographically located. Next 18 non-metallic minerals are known in the country, but they are limited by the quantity of proved reserves. Utilization of these minerals is specially interesting as most of them could be raw material for sophisticated technology. It is recommended that minerals of the group should be further geologically explored at pointed localities, as well as investigated on mineral dressing and technological properties. 17 non-metallic minerals are not found in Croatia due to geological structure of the country.

godine. Griffiths (1978) smatra kako na taj pokazatelj utječu kompleksnost petrološke građe i razvoj geoloških događaja na određenom teritoriju što je karakteristično i za Hrvatsku.

Na tablici 1 prikazan je odnos proizvodnje i prerade energetskih mineralnih sirovina (nafta, plin i ugljen), ruda i nemetalnih mineralnih sirovina u Hrvatskoj za 1975., 1980., 1985. i 1989. godinu (Republički zavod za statistiku, 1982. i 1991.). U tablici su proizvodnja i prerada prikazane kumulativno, u stalnim cijenama iz 1972. godine. Sektor nemetala na prvom je mjestu po vrijednosti proizvodnje i prerade. Ova činjenica ukazuje na industrijsku zrelost Hrvatske, ali se ova konstatacija treba prihvatiti s rezervom, jer na teritoriju Hrvatske osim boksa nema ekonomski značajnih ležišta ruda metala.

Mogućnosti razvoja proizvodnje i prerade nemetalnih mineralnih sirovina u Hrvatskoj temelje se na podacima koje su autori prikupili tokom mnogogodišnjih geoloških istraživanja kao i korištenjem brojnih objavljenih radova i arhivskih podataka.

Tablica 1 Proizvodnja i prerada mineralnih sirovina u Hrvatskoj. Obračunato u stalnim cijenama iz 1972. godine – u mil. dinara

Table 1 Production and processing of mineral raw material in Croatia. Calculated in prices of 1972 – mil. dinars

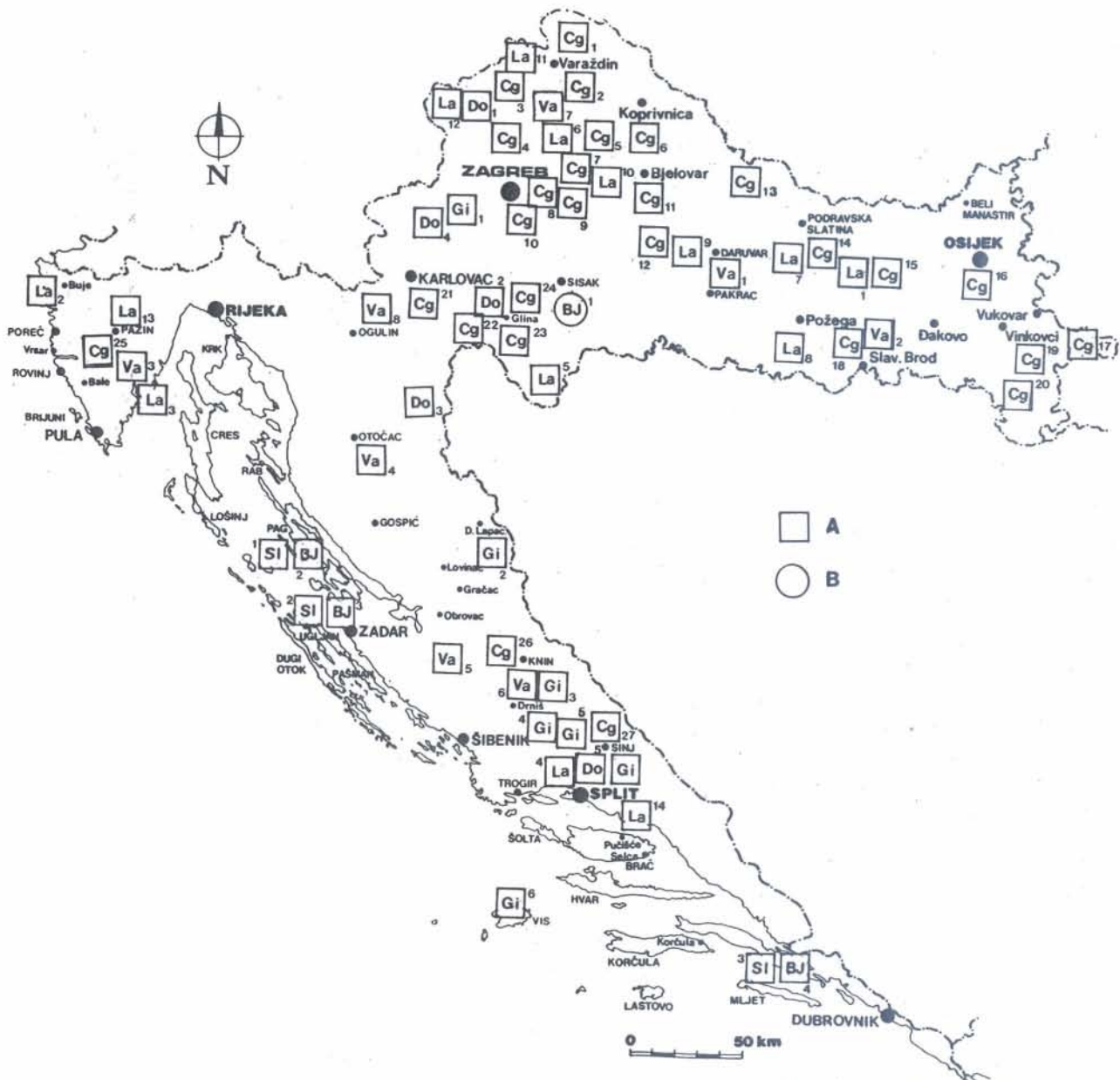
	1975.	1980.	1985.	1989.	1989.
Energetske min. sirovine Energy fuels	1608	1917	1890	2180	34,1%
Rude i metali Ores and metals	1229	1261	1370	1430	22,3%
Nemetali Non-metallic minerals	2238	3006	2950	2790	43,6%

Nemetalne mineralne sirovine visokog potencijala

To su sirovine neograničenih geoloških rezervi koje mogu trajno zadovoljiti potrebe Hrvatske. Radi se o 12 sirovina, šest jednostavne tehnološke razine, tri za tehnologiju između jednostavne i naprednije, dvije iz područja naprednije tehnologije (arhitektonski kamen i cementni lapor), te brom i jod iz područja visoke tehnologije. Geografski razmještaj industrijskih mineralnih sirovina visokog potencijala za ležišta

spomenuta u ovom radu prikazan je na sl. 1. Na sl. 2 prikazane su lokacije važnijih ležišta građevinskog materijala, osim arhitektonskog kamena, koji su obradili Crnković i Jovičić (1993).

Sirovine jednostavne tehnološke razine eksploati- raju se površinskim kopovima i prije ponude na tržištu ne zahtijevaju složenije oplemenjivanje ili tehnološku obradu. Sirovine za napredniju tehnolo- giju obrađuju se složenijim postupcima, a često se vade tehnički naprednijim rudarskim postupcima. U



Sl. 1 – Nemetalne mineralne sirovine visokog potencijala u Republici Hrvatskoj. I. dio: Industrijske sirovine. Ležišta: A – egzogena, B – endogena.

Fig. 1 – Non-metallic minerals with high geological potential in the Republic of Croatia. Part I: Industrial minerals. Deposits: A – exogenetic, B – endogenetic.

BJ – brom i jod (bromine and iodine): 1 – Čaprag, Sisak; 2, 3, 4 – Jadransko more (Adriatic Sea); Cg – ciglarska glina (brick-clay): 1 – Šenkovec; 2 – Turčin; 3 – Lepoglava; 4 – Bedekovčina; 5 – Križevci; 6 – Koprivnica; 7 – Vrbovec; 8 – Sesvete; 9 – Dugo Selo; 10 – Zagreb; 11 – Bjelovar; 12 – Garešnica; 13 – Virovitica; 14 – Podr. Slatina; 15 – Našice; 16 – Osijek; 17 – Ilok; 8 – Slav.

Brod; 19 – Vinkovci; 20 – Županja; 21 – Karlovac; 22 – Vrginmost; 23 – Glina; 24 – Petrinja; 25 – Pazin; 26 – Knin; 27 – Sinj; Do – dolomit (dolomite): 1 – Krapina; 2 – Banija; 3 – Veljun; 4 – Samoborsko Gorje; 5 – Sinj-Muč; Gi – gips (gypsum): 1 – Samoborska gora; 2 – Srb; 3 – Kninsko Polje; 4 – Drniš; 5 – Sinj; 6 – Komiža, Vis; La – cementni lapor (cement marl): 1 – Našice; 2 – Umag; 3 – Koromačno; 4 – Split; 5 – Dvor na Uni; 6 – Podrute, Novi Marof; 7 – Voćin; 8 – Nova Kapela; 9 – Zapadna Slavonija; 10 – Istočna Medvednica; 11 – Vinica; 12 – Pregrada; 13 – Pazin; 14 – Omiš; SI – sol, natrijev klorid (Na-chlorine): 1 – Pag; 2 – Nin; 3 – Ston; Va – vapnenac (limestone): 1 – Sirač; 2 – Slavonski Brod; 3 – Raša; 4 – Ličko Lešće; 5 – Benkovac; 6 – Drniš; 7 – Novi Marof; 8 – Tounj.

grupi visoke tehnologije su sirovine koje se vade i prerađuju znanstvenim metodama.

Arhitektonski kamen

U Republici Hrvatskoj nalazi se značajan broj kamenoloma arhitektonskog kamena, a eksploatiraju se prvenstveno sedimentne stijene (Crnković i Bilbija, 1984). S obzirom na geološku građu i eksploataciju arhitektonskog kamena u Hrvatskoj razlikuje se pet regija sa zasebnim geološkim značajkama (Crnković, 1974, 1983 b i 1992).

Regija sjeverozapadne Hrvatske raznovrsne je geološke građe, a starije stijene tektonski su jako poremećene. Zbog toga su kamenolomi arhitektonskog kamena locirani jedino u mladim, tercijskim sedimentima (»vinici« i litotamnijski vapnenac u Vinici kod Varaždina, a ranije u blizini Zagreba).

Slavonska regija odlikuje se velikom zastupljenošću eruptivnih, metamornih i sedimentnih stijena, ali u njoj nema kamenoloma arhitektonskog kamena zbog jake tektonske poremećenosti naslaga. U prob-



Sl. 2 - Nemetalne mineralne sirovine visokog potencijala u Republici Hrvatskoj. II. dio: Ležišta građevinskih materijala, osim arhitektonskog kamena. Ležišta: A - egzogenena, B - endogenena, C - metamorfna.

Fig. 2 - Non-metallic minerals with high geological potential in the Republic of Croatia. Part II: Construction material deposits with exception of dimension stone. Deposits: A - exogenetic, B - endogenetic, C - metamorphic.

Š - šljunak (gravel): 1 - Svibovec, Sračinec; 2 - Kuršanec, Totovec, Prelog; 3 - Trnovec, Hrženica, Hrastovljan; 4 - Botovo; 5 - Gabajeva greda, Gat; 6 - Zaprešić; 7 - Velika Gorica; 8 - Sisak; P - pijesak (sand): 9 - Đurđevac; 10 - Virovitica; 11 - Podravska Slatina; 12 - Čazma; 13 - Pakrac; 14 - Lipik; 15 -

Požega; 16 - Gunja; 17 - Ozalj; 18 - Vojnić; 19 - Topusko; 20 - Pula; 21 - Šilo; 22 - Vis; 23 - Mljet; Tehnički kamen (building stone): am - amfibolit (amphibolite): 1 - Požega; 2 - Okučani; an - andezit (andesite): 1 - Fužinski Benkovac; 2 - Senjska Draga; ba - bazalt (basalt): 1 - Baranja; di - dijabaz (diabase): 1 - Ljubeščica; 2 - Kraljev Vrh; 3 - Orahovica; gr - granit (granite): 1 - Pakrac; do - dolomit (dolomite): 1 - Podsusedsko Dolje; 2 - Lepoglava; 3 - Veličanka, Požega; 4 - Orahovica; 5 - Jastrebarsko; va - vapnenac (limestone): 1 - Novi Marof; 2 - Sirač; 3 - Karlovac; 4 - Ogulin; 5 - Jastrebarsko; 6 - Otočac; 7 - Gospić; 8 - Novigrad, Istra; 9 - Pula; 10 - Rijeka; 11 - Zadar; 12 - Benkovac; 13 - Knin; 14 - Drniš; 15 - Šibenik; 16 - Trogir; 17 - Sinj-Split; 18 - Ploče; 19 - Dubrovnik.

noj eksploataciji je porfiroblastičan granit »zebrato« Ravne Gore na Papuku (Jovičić i dr., 1992).

U karlovačko-goransko-ličkoj regiji razvijene su karbonatne stijene mezozoika, ali ima i eruptiva. Arhitektonski kamen eksploatirao se u Reštovu kraj Ozlja. Na Velebitu su poznate donjokredne vapnenačke breče Romanovca i Tulovih Greda. Utvrđene su mogućnosti, naročito u Lici, reaktiviranja starih i otvaranja novih kamenoloma (Lithiotis vapnenac u Cvituši kod Lovinca i u Gradini kod Gračaca).

Istarsko-primorska regija značajna je po eksploataciji arhitektonskog kamena. Eksploatiraju se pretežno vapnenci kredne, rjeđe jurske starosti. Naročito su poznati gornjojurski vapnenac »orsera« u Kirmenjaku i Gradini, donjokredni vapnenac »giallo d'Istria« u Kanfanaru i Selinama, gornjokredni vapnenac iz »Cave Romane« u Vinkuranu kod Pule i kamen u Luciji (Buje). Pazin je centar za prerađu kamena.

U dalmatinskoj regiji nalazi se veći broj kamenoloma arhitektonskog kamena, koji su koncentrirani na otoku Braču (gornjokredni vapnenci Pučišća i Selca, te paleogenske breče Oklada pokraj Selca). Kamenoloma ima u području Trogira (Seget, Plano i Vrsine), Stona (kamenolom Visočani), Sinja (gornjokredni gusti vapnenci »dicmit« u kamenolomu Krušvar i »dolit« kraj Dolca Donjeg, paleogeni konglomerat »multikolor«, gusti vapnenac »alkasin«, te potencijalni donjojurski vapnenac »negris fiorito« u Veliću). Poznati su kamenolomi nedaleko Drniša (paleogeni vapnenački konglomerat »rozalit«), te na otoku Korčuli. Arhitektonski kamen na Dugom Otoku istraživali su Jovičić i dr. (1989). U obrovčkom području eksploatira se brečasti crvenkasti vapnenac »romanovac« (Jovičić i Oreški, 1988), smeđastosivi »tulovac« ili »kastanija« i vapnenački konglomerat »marići«.

Potencijalne mogućnosti za otvaranje novih kamenoloma arhitektonskog kamena su znatne, posebno na potezu od Istre, preko Gorskog Kotara, Like i Hrvatskog Primorja sve do južne Dalmacije.

Tehnički kamen

Po raznolikosti geološke građe Hrvatska se može podijeliti u pet regija, koje se odlikuju zasebnim geološkim, petrološkim i tehničkim značajkama kod eksploatacije i korištenja građevinskog kamena (Crnković, 1974. i 1983 a).

Regija sjeverozapadne Hrvatske raznovrsne je geološke građe. Magmatske stijene eksploatiraju se kao tehnički kamen u slijedećim kamenolomima: dijabaz u Hruškovcu (Ljubeščica) kod Novog Marofa i na Kraljevom Vrh na Medvednici. Sedimentne stijene, uglavnom dolomiti trijaski i vapnenci kredne starosti, eksploatiraju se u dvadesetak kamenoloma. Značajniji su: Podsusedsko Dolje (Zagreb), Lovno i Očura (Lepoglava), Špica (Novi Marof).

Slavonska regija odlikuje se relativno značajnom zastupljenošću eruptivnih i metamorfih stijena. Sve stijenske mase kamenoloma tektonski su znatno poremećene. Dijabazi se eksploatiraju u Radlovcu (Orahovica), amfiboliti u Vetovu (Slavonska Požega) i Buku (Okučani), a granit u Šeovici (Pakrac). Karbonatne stijene trijaski starosti eksploatiraju se u

manjem broju kamenoloma: Veličanka (Slavonska Požega), Sirač i Hercegovac (Orahovica).

U Karlovačko-goransko-ličkoj regiji nalaze se brojni kamenolomi tehničkog kamena u kojima se eksploatiraju karbonatni sedimenti mezozojske starosti. Eruptivni kamen vadi se u Fužinskom Benkovcu (andezit). U ovoj regiji otvoreno je oko 30 kamenoloma mezozojskih vapnenaca i dolomita, a nalaze se u široj okolici Jastrebarskog, Karlovca, Ogulina, Otočca i Gospića.

U istarsko-primorskoj regiji karbonatne stijene eksploatiraju se kao građevinski kamen na nizu lokaliteta, kao što su Antenal (Novigrad), Valmarin (Pula), Plase i Škrlevo (Rijeka). Jedina eruptivna stijena ovog područja, koja bi se mogla koristiti kao agregat za habajuće slojeve prometnica, nalazi se u Senjskoj Dragi.

U dalmatinskoj regiji postoje brojni kamenolomi građevinskog kamena otvoreni prvenstveno u vapnencima jurske, kredne i paleogenske starosti, i to u blizini većih potrošačkih centara (Zadar, Trogir, Šibenik, Split, Dubrovnik). U ovoj regiji nema eksploatacije magmatskih stijena.

Rezultate istraživanja tehničkog kamena u Hrvatskoj objavio je Bušić (1992).

Dolomit

U Hrvatskoj postoje široke mogućnosti za razvoj industrije na bazi dolomita. Dolomiti u Hrvatskoj nalaze se kao debele uslojene naslage paleozojske, trijaski, jurske i kredne starosti u Hrvatskom Zagorju, Slavoniji, Kordunu, Baniji, Lici, Gorskom Kotaru i Dalmaciji, praktično u neograničenim rezervama. Do sada su detaljno istraženi dolomiti trijaski starosti u Podgori sjeverno od Krapine (Juriša i dr., 1971; Šinkovec, 1971 b; Braun i dr., 1974), gdje su utvrđene velike rezerve kvalitetne sirovine prikladne u svim industrijskim granama. Sadržaj MgO je iznad 19% uz manje od 1% SiO₂, te manje od 1% R₂O₃. Zbog prisutnog željeza ne odgovara za industriju stakla.

Po Braunu i dr. (1974) djelomičnim istraživanjima utvrđena je dobra kvaliteta trijaskog dolomita u dolini potoka Blatuša kod Samar Brda i Carevca (Banija), u području Samoborskog gorja, duž poteza od Sinja do Muća a trijaskog i jurskog kod Veljuna. U Siraču (Zapadna Slavonija) proizvodi se dolomitno vapno korištenjem sirovine iz kamenoloma Čelina.

Vapnenac

Upotreba vapnenca kao građevinskog materijala ili kao punila opisana je pod naslovima Tehnički kamen i Kreda. Kao industrijska sirovina za proizvodnju vapna uspješno se eksploatira i prerađuje u Siraču (trijaski - lijas), Slavonskom Brodu (torton), Raši (kreda), Ličkom Lešću (gornja kreda u kontaktu s prominskim vapnenačkim brečama), Benkovcu i Drnišu (rudistni vapnenci gornje krede), a do nedavno u Novom Marofu (torton). Kod Tounja eksploatira se lijski vapnenac za potrebe željezare u Sisku (Braun i dr., 1974).

Pogodnog vapnenca za industrijsku upotrebu ima u skoro svim dijelovima Hrvatske, a rezerve su praktički neiscrpljive. Takve čiste vapnenice nalazimo u srednjem i gornjem karbonu (Lika), trijasi (Lika,

Slavonija, Hrvatsko Zagorje), juri (Lika, Dalmacija), kredi (Lika, Dalmacija, Hrvatsko Zagorje) i tortonu (Hrvatsko Zagorje).

Cementni lapor

Lapor, kao osnovna sirovina za proizvodnju portland cementa, eksploatira se i industrijski prerađuje u Slavoniji (Našice), Istri (Umag i Koromačno) i u Dalmaciji (okolica Splita). Ranije su radile tvornice cementa u Zagrebu (Podsused), Omišu i Bakru.

Tvornica cementa u Našicama koristi kalcitični lapor i vapnenac tortonskih naslaga Bukove Glave, te lapor sarmata do gornjeg ponta na ležištu Vranovići. Sirovina ima do 85% CaCO_3 , pa je treba korigirati dodatkom glinovitog lesa sa 64 do 73% SiO_2 koji se eksploatira kod Vranovića (Tomajec i dr., 1962–1986).

Ležišta gornjopanonskih lapora Bizek i Kostanjek su zatvorena zbog urbanističkih razloga, pa je tvornica u Podsusedu prestala s radom.

Sirovinska osnova Tvornice cementa u Koromačnom su eocenski lapori koji leže u jezgri paleogenske sinklinale na Labinskom poluotoku (Maguš, 1965). U krovini lapora nalazi se sitnozrni vapnenački pješčenjak, koji štiti lapore od jačeg djelovanja erozije. Sadržaj CaCO_3 varira od 58 do 65% s tendencijom povećanja kalcitne komponente s dubinom.

Tvornica cementa u Umagu kao sirovinu koristi gornjokredne vapnenice koji se miješaju s kvartarnim lesom iz okolice Umaga.

Cementni lapori splitskog područja nalaze se u tercijarnom fliškom bazenu SI od Kaštel Sućurca i kod Solina (Crnolatac, 1951).

Dva lokaliteta u Hrvatskoj detaljnije su istražena za potrebe cementne industrije: Divuša kod Dvora na Uni (Lukić, 1979) i Podrute kod Novog Marofa (Crnički, 1983 a i 1983 b).

U Divuši su istraživane sarmatske i tortonske naslage i utvrđene rezerve od 38 mil. tona. Srednji sadržaj sirovine je 51% SiO_2 + netopivo, 39% CaCO_3 , 1% Al_2O_3 , 2% Fe_2O_3 , 1% MgO , 0,3% Na_2O , 0,4% K_2O i 0,9% SO_3 .

U Podrutama sirovinu za proizvodnju cementa čini mješavina vapnenca (torton), pijeska (akvitan do helvet) i lapora (tortonske, sarmatske i panonske starosti). Sve istraživane sirovine nalaze se u krugu promjera 1 km, kao i s produžetkom po pružanju još desetak kilometara. U neposrednoj blizini nalazi se i dacitni tuf. Ležišta su detaljno istražena. Utvrđene rezerve nabrojanih sirovina iznose 81 mil. tona. Tehnološkim istraživanjima utvrđene su ove najpogodnije smjese: 57% vapnenca, 34% lapora i 9% pijeska, ili 63% vapnenca, 26% lapora i 11% tufa, kao i 48% vapnenca i 52% lapora.

S obzirom na geološku građu Hrvatske, mogućnost nalaza pogodnih sirovina za cementnu industriju je visoka, kako u neogenskim naslagama sjeverne Hrvatske, tako i u tehnološkim mješavinama mezozojskih karbonatnih i kenozojskih kvarcnih i glinovitih sedimentata na potezu od Istre do južne Dalmacije. Spomenut ćemo samo neke lokalitete koji su djelomično ispitani:

Lapore pontske starosti iz neposredne okolice Voćina spominju Jamičić i dr. (1986). Širina zone

je do 1400 m, a po pružanju se mogu pratiti kilometrima. Sadrže 9–16% SiO_2 , 39–46% CaO , 4–6% Al_2O_3 , 1–2% Fe_2O_3 , 2% MgO , 0,2% SO_3 i 35–40% GŽ. Ovim laporima treba dodavati kvarcni pijesak kojeg ima u široj okolici. Šparica i dr. (1986) spominju lapore u panonskim i donjopontskim naslagama šire okolice Slavenskog Broda kao sirovinu za cement, a potencijalni su i abichi slojevi u širem području Nove Kapele (Šparica i dr. 1972).

Kranjec i Blašković (1976) opisuju lapore panonske starosti u zapadnoj Slavoniji podobne za proizvodnju portland cementa. Basch (1980) spominje pojas gornjomiocenskih i donjopontskih sedimentata (laporoviti vapnenici, kalcitni lapori i lapori) podnesnih za preradu u cement na JI obroncima Medvednice, od Slanovca do Blaževdola.

Crnički (1983 b) je izvršio geološku prospekciju područja oko Vinice (nedaleko Varaždina) i utvrdio kako se najpogodnija sirovina za proizvodnju cementa nalazi na brdu Prekorje, gdje se nalaze pjeskoviti lapori i lomljivi tufitni lapori donjeg tortona. Sastav im je 34–37% SiO_2 , 20–26% CaO , 2% MgO , 5–8% Al_2O_3 , 2–3% SO_3 , 25% gub. žar. Da bi se postigao povoljni kemijski sastav, ove lapore trebalo bi miješati s litotamnijskim vapnencima Vinice.

Tortonske lapore okolice Pregrade istraživao je Anić (1954) i utvrdio, da je sloj debljine 30 metara, prema kemijskim analizama, pogodan za proizvodnju cementa.

Uz ranije navedenu Divušu, Braun i dr. (1986) spominju još nekoliko lokaliteta u okolici Dvora na Uni s potencijalnim sirovinama za industriju cementa.

Polšak i Šikić (1963) spominju cementne lapore u flišolikim naslagama Pazinskog bazena, koje prosječno sadrže 46% CaCO_3 . Osobito su pogodne naslage donjeg dijela srednjeg eocena s praktički neiscrpnim zalihama.

Prema Marinčiću i dr. (1969) u Ravnicama kod Omiša eksploatirao se cementni lapor iz srednje-eocenskih klastičnih naslaga (fliš). Vadio se samo kompaktni modrikasti lapor s približno 76% CaCO_3 , i to jamskim radovima. Kasnije, kad je uvedena rotaciona peć, eksploatirao se površinskim kopom lapor slabije kvalitete, koji je miješan s kalkarenitima (proslojci u laporu) čime je dobivena optimalna kvaliteta sirovine.

Ciglarska glina

Ciglarska industrija u Hrvatskoj ima dugu tradiciju. Do sredine ovoga stoljeća u Hrvatskoj je radilo 204 ciglana, modernizacijom tehnologije taj broj je smanjen na 40. Prema Dravec i Braun (1983) i Dravec-Braun i dr. (1992) ciglarske gline pripadaju lesnim i lesoidnim sedimentima kvartara i fluvijalnim jezersko-močvarnim sedimentima, koji se nalaze prvenstveno u sjevernim dijelovima Hrvatske. Najveći broj ciglarskih gline je montmorilonit-kaolinit-ilitskog tipa, a po svom granulometrijskom sastavu (pretežno silt) upotrebljive su za izradu tankostijene i šuplje cigle. Manje ih je podobnih za proizvodnju pune cigle i crijepa. Kao sirovina za proizvodnju ciglarskih proizvoda mogu se koristiti

neki paleozojski i trijaski peliti, a kao dodatak ciglarskim masama u Dalmaciji koristile su se i kore trošenja laporovitih stijena eocenskog fliša, a u Hrvatskom Zagorju (Podrute) neogenskih lapora.

Najpoznatija ležišta ciglarskih glina u sjevernoj Hrvatskoj dobro su raspoređena i nalaze se u okolici gradova i većih mjesta (Zagreb, Sesvete, Dugo Selo, Karlovac, Vrginmost, Glina, Petrinja, Bedekovčina, Zlatar, Lepoglava, Varaždin, Čakovec, Koprivnica, Križevci, Vrbovec, Bjelovar, Garešnica, Virovitica, Podravska Slatina, Našice, Osijek, Ilok, Slavonki Brod, Vinkovci, Županja).

U južnim dijelovima Hrvatske, zbog geološke deficitarnosti pogodnih glina, ciglarska industrija postoji samo u Pazinu, Sinju i Kninu.

U nastavku su prikazana samo neka karakteristična ležišta ciglarskih glina u sjevernoj Hrvatskoj i Istri.

Istraživanja Ferića (1948) pokazuju da je u površinskom dijelu glinokopa ciglane Osijek i Dalj do dubine od 5 m previsok sadržaj CaCO_3 . Stoga Jurković i dr. (1948) predlažu istraživanja prema Erdutskom brdu. Sadašnji glinokop ciglane u Dalju nalazi se u barsko-kopnenom lesu, gdje se vertikalno i bočno izmjenjuju kopneni i vodeni tipovi lesa. Iste karakteristike ima i glinokop ciglane u Sarvašu. Osječka ciglana koristi taloge barskog lesa virmske starosti, koji su dio paleoterasa. Prema istraživanjima Ivanovića i Krkala (1979) les sadrži 60–70% kremenca, 10–20% vapnenačkih kongrecija i 15–20% gline.

Kod Virovitice glinoviti les upotrebljava se za proizvodnju cigle i crijepa (Galović i dr., 1976). Rendgenskom analizom utvrđeni su kvarc, klorit, hidromuskovit s muskovitom i feldspat.

Glinokope ciglana u Šenkovcu kod Čakovca i Turčinu kod Varaždina istraživao je Crnićki (1983 b). Na oba lokaliteta nalazi se pleistocenski les koji ima 60–80% čestica veličine praha, do 35% sitnog pijeska i oko 5% čestica gline u Šenkovcu i do 20% u Turčinu. Termičke i rendgenske analize uzoraka iz Šenkovca pokazale su da se uz kaolinit nalazi klorit, pa hidrotinjeci, getit, feldspat, kvarc i tragovi karbonata. U Turčinu najviše ima kvarca, pa slijede ilit, kaolinit, klorit, feldspat, montmorilonit i hematit.

U Istri je najviše ciglarske gline nađeno u dolini potoka Fojba (Polšak i Šikić, 1963). Postanak gline povezan je s trošenjem okolnih laporovitih fliških naslaga i nanošenjem glinene supstance i dispergirano vapnenca u potočnu dolinu. Glinena komponenta je uglavnom kaolinska. Prate je kremen, željezni hidroksid, magnezijev sulfat i manganski oksid. U dolini rijeke Mirne nalazi se ciglarska glina ispod rastresitog površinskog pokrivača. Zbog prisutnih sulfata ciglarski proizvodi su slabe kvalitete.

Građevinski šljunak

Na području Hrvatske najveći proizvođači šljunka nalaze se duž rijeka Drave i Save, gdje su izvršena obimna geološka istraživanja njihovih ležišta.

U dolini rijeke Drave šljunkovito-pjeskoviti sedimenti imaju širinu preko 12 km i dubine 20 m kod Ormoža, 60 m kod Varaždina i preko 100 m kod Preloga i Pitomače (Gazarek i dr., 1990). Na

desnoj obali Drave otvorene su šljunčare kod Svibovca, Sračinca, Trnovca, Hrženice (Varaždin), Hraštovljana (Ludbreg), Botova (Koprivnica), Gabajeve Grede i Gata (Đurđevac), a na lijevoj kod Kuršanca, Totovca i Preloga. U dravskim šljuncima prevladavaju kvarc i kvarciti (preko 50%), slijede granit i gnajs (oko 15%), dok su manje zastupljeni karbonati, pješčenjaci, efuzivi i škriljci. Od zapada prema istoku učešće krupnijih frakcija šljunka pada, a raste udio sitnijeg šljunka i pijeska.

U dolini rijeke Save nalazi se niz šljunčara od Zaprešića kod Zagreba, pa do Županje. Kod Zaprešića prevladava karbonatni šljunak s malim prisustvom kvarcnih i silikatnih stijena (Crnković i Bušić, 1970). Prema istoku učešće dolomita se smanjuje, a povećava se količina kvarca i škriljaca. Kod Siska, zbog ušća Kupe i prinosa njenih sedimenata, naglo raste sadržaj kvarca i kvarcnih klastičnih sedimenata.

U Lici i Dalmaciji (Šibenik) za potrebe izgradnje cesta eksploatira se nečisti šljunak u krškim poljima.

Građevinski pijesak

Građevinski pijesak za zidanje i žbukanje eksploatira se uz šljunak na mnogim lokalitetima u dolinama rijeka Drave i Save, gdje su izgrađene separacije. Dravski šljunak sadrži približno 30% pjeskovite frakcije kod Ormoža, a preko 50% u Gatu kod Đurđevca (Gazarek i dr., 1990). Istraživanja sastava pokazala su da u pijesku prevladavaju čestice gnajsa, kremenca, kvarcita, roznaca, vapnenca i dolomita (Crnićki, 1983 b). Kvalitetan pijesak, koji se uz ostalo primjenjuje i u cestovnim asfaltima, proizvodi se također drobljenjem krupnozrnatog dravskog šljunka.

Kod Podravske Slatine dravski pijesak sadrži 25–45% kremenca, 25–45% feldspata, 16–30% čestica stijena i 3–15% muskovita (Marković, 1984).

U Rajevu Selu blizu Gunje (Županja), u nanosima rijeke Save, nalazi se pješčara. Pijesak sadrži dosta treseta. Prema Buzaljku i Markoviću (1985) od minerala su uglavnom zastupljeni kremen, karbonatne čestice, feldspat i čestice stijena.

U građevinarstvu je cijenjen eolski pijesak iz Đurđevca.

Eolski pijesci eksploatiraju se u široj okolici Virovitice (Pitomača, Špišić Bukovica i dr.). Po Galoviću i dr. (1976) pijesak ima 50–72% kremenca, 9% feldspata, 14% čestica stijena i 13% muskovita.

U blizini Šila na otoku Krku nalaze se naslage pijeska na površini 0,2 km² debljine od 8 do 10 m (Grimani i dr., 1963). Leže na sedimentima gornje krede. Sadrže 38–58% CaCO_3 , a ostalo je kremen s nešto fragmenata čerta i škriljaca.

Drobljeni građevinski pijesak također proizvode mnogi kamenolomi građevinskog kamena.

Ovaj pijesak koristi se za izradu betona, u cestovnim asfaltima, za zidanje i žbukanje (Bušić, 1992).

U građevinarstvu se koriste pijesci iz nekih ležišta koja su opisana pod naslovom Kvarcni pijesak.

Gips

Ležišta gipsa nalaze se u Dalmaciji (Komiža na Visu, kod Sinja, Vrlike, Drniša i Knina) i u Lici

(Srb), a vezana su za permske naslage (Šuklje, 1914; Šušnjari dr., 1965; Ivanović dr., 1971; Šušnjara i dr., 1992; Tišljari, 1992). Prema Jurkoviću (1962) u gornjem permu za vrijeme intenzivne regresivne faze, a uz uvjete tople aridne klime, postojali su uvjeti za postanak evaporita (gipsa i anhidrita). Na lokalitetima Srb, Kninsko Polje, Sinj i ostalima evaporiti su prekriveni verfenskim sedimentima, pa se za ta ležišta može sa sigurnošću tvrditi da su gornjopermska. Ležišta gipsa kod Srba, Knina i Sinja detaljno su istražena i utvrđene su značajne rezerve. Prema geološkim saznanjima rezerve gipsa i na ostalim lokalitetima su velike, dok su rezerve anhidrita praktički neograničene (Čičić, 1983). Eksploatira se kod Knina i Sinja, a koristi se u industriji cementa i umjetnog gnojiva. Pečeni gips se u građevinarstvu upotrebljava za proizvodnju ploča.

U Samoborskom Gorju naslage gipsa i anhidrita nalaze su u gornjopermskim i permotrijaskim sedimentima. Izdanci su otkriveni duž rasjeda u dolinama Rudarske i Lipovečke Gradne, te uz rasjednu zonu na sjevernoj strani Plješivice. Prema Šinkovcu (1971 a) rudarskim radovima u Rudama utvrđena su dva evaporitna horizonta smještena ispod i iznad sideritno-hematitne rudne zone. Najveća debljina horizonata iznosi približno 45 m.

Brom i jod

Brom i jod su kao sirovine slabo istraživani u Hrvatskoj, i do sada se nisu eksploatirali. Vode Jadranskog mora predstavljaju praktički neiscrpne rezerve oba elementa s uobičajenim koncentracijama 65 mg/l za brom i 0,06 mg/l za jod. U otopinama koje ostaju nakon berbe morske soli povišena je koncentracija broma i joda, koji se vraćaju u more.

Manje rezerve broma i joda nalaze se u slanim vodama naftnih ležišta Podravine i Posavine, gdje koncentracije oba elementa mogu biti mnogostruko više nego u morskoj vodi (Šarković, 1972).

Poznato je jedno vrelo u Capragu pokraj Siska (Miholić, 1929, 1934; Miletić, 1969) čija voda sadrži od 1,5 do 3,6 mg J/l. Voda se 1930-ih godina koristila u balneološke svrhe.

Natrijev klorid (sol)

U Hrvatskoj geološki nisu poznata ležišta kamene soli (halita). Međutim, vode Jadranskog mora sadržavaju praktički neiscrpne rezerve soli uobičajene koncentracije od 10,5 g/l natrija i 19 g/l klora. Sol se eksploatira iz morske vode na otoku Pagu, a povremeno kod Stona i Nina.

Tablica 2 Nemetalne mineralne sirovine visokog potencijala i neograničenih geoloških rezervi. (Kratice su navedene u prilogu).

Table 2 Non-metallic minerals of high potential and unlimited geological reserves. (Abbreviations are shown in appendix).

Slika/znak Fig./sign	Grupa – Groups Minerali i stijene Minerals and rocks	Geološko porijeklo Geologic origin	Tehn. Tech.	Upotreba Utilization
Građevinski materijali – Construction materials:				
2/am.	1 Tehnički kamen Stone	END+EGZ+MET	3	IGM
	2 Arhitektonski kamen Dim. Stone	END+EGZ+MET	2	IGM KIP
2/Š	3 Šljunak Gravel	EGZ	3	IGM
2/P	4 Pijesak Sand	EGZ	3	IGM
Halogeni elementi i spojevi – Halogen elements and compounds:				
1/BJ	5 Brom Bromine	EGZ	1	NAF MED KEM PRE AGR
1/BJ	6 Jod Iodine	EGZ	1	MED PRE GNO KEM MET STR
1/SI	7 Na-klorid Na-chlorine	EGZ	2	PRE KEM MET PLA TEK
Sulfati – Sulphates:				
1/Gi	8 Gips Gypsum	EGZ	3	IGM KEM AGR PAP
Karbonati – Carbonates:				
1/Do	9 Dolomit Dolomite	EGZ	2	VAT MET IGM STA
1/Va	10 Vapnenac Limestone	EGZ	2	IGM MET KEM PRE STA AGR
Gline – Clays:				
1/Cg	11 Ciglarška Brick-clay	EGZ	2	IGM
Ostale stijene – Other stones:				
1/La	12 Cement. lapor Cement marl	EGZ	2	IGM

Tablica 3 Nemetalne mineralne sirovine umjerenog potencijala i ograničenih geoloških rezervi. (Kratice su navedene u prilogu).

Table 3 Non-metallic minerals of moderate potential and limited geological reserves. (Abbreviations are shown in appendix).

Slika/znak Fig./sign	Grupa – Groups Minerali i stijene Minerals and rocks	Geološko porijeklo Geologic origin	Tehn. Tech.	Upotreba Utilization
Gline – Clays:				
3/Kg	1 Keramička Ceramic	EGZ	2	KER VAT KEM
3/Bg	2 Bentonit Bentonite	EGZ	2	NAF VAT MET PRE FAR PAR
Kvarcni pijesci – Silica sands:				
3/qp	3 Ljevački Foundry s.	EGZ	3	MET
3/qp	4 Za staklo Glas sand	EGZ	2	STA MET KER VAT ABR VLA
Minerali – Minerals:				
3/Ba	5 Barit Baryte	END+EGZ	2	NAF PUN KEM STA
3/Di	6 Dijatomit Diatomite	EGZ	2	PRE KEM FAR ABR PUN EKS
3/Fs	7 Feldspat Feldspar	END	2	KER STA ABR
3/Gr	8 Grafit Graphite	END+MET	2	VAT ELE STR MET
3/Tk	9 Milovka Talc	END+MET	2	KER PUN AGR TEK PAR FAR
3/Pi	10 Pirofilit Pyrophyllite	END+MET	2	MET KER PUN FAR
3/S	11 Sumpor Sulphur	END+EGZ	3	KEM GNO PAR FAR
3/Ti	12 Tinjci Mica	END	2	ELE IGM BOJ PUN
3/Tz	13 Zeoliti Zeolites	END+EGZ	2	PRE PUN IGM KEM ŽIV
3/Fe	14 Fe-oksidi Iron oxide	EGZ	2	PIG BOJ IGM KER PUN
Stijene – Rocks:				
3/Bx	15 Boksit Bauxite	EGZ	2	ABR VAT IGM
3/K	16 Kreda Chalk	EGZ	2	PUN BOJ PAP PLA PRE ŽIV
3/Šk	17 Škriljci Slates	MET	2	IGM BOJ
3/T	18 Vulkan. tuf	END	3	IGM PUN
3/Tz	Volcan. tuff	END	3	IGM PUN

LEGENDA ZA TABLICE 2 i 3
(LEGEND FOR TABLES 2 and 3)

GEOLOŠKO PORIJEKLO (GEOLOGIC ORIGIN):

END – endogeno (endogenetic),
EGZ – egzogeno (exogenetic),
MET – metamorfno (metamorphic).

TEHN (TECH).

Tehnološka razina rudarske proizvodnje, oplemenjivanja i industrijske prerade (level of mining techniques, mineral dressing and technological processing):

1 – visoka (high),
2 – naprednija (advanced),
3 – jednostavna (simple).

UPOTREBA (UTILIZATION)

Pojedine nemetalne mineralne sirovine obično imaju vrlo široku upotrebu. Za svaku sirovinu navedena su glavna korištenja, i to u redosljedu upotrijebljenih količina u svijetu.

ABR – abrazivi, brusni i rezajući materijali (abrasives, grinding and cutting materials),
AGR – agronomija (agronomy),
BOJ – industrija boja (paint industry),
ELE – elektroindustrija (electrical industry),

EKS – industrija eksploziva (explosive industry),
FAR – farmaceutska industrija (pharmaceutical industry),
GNO – gnojivo (fertilizers),
IGM – industrija građevinskog materijala (industry of building materials),
KEM – kemijska industrija (chemical industry),
KER – keramička industrija (ceramics),
KIP – kiparstvo (sculpture art),
MED – medicina (medicine),
MET – metalurgija (metallurgy),
NAF – naftna industrija (oil industry),
PAP – industrija papira (paper industry),
PAR – parfimerija (cosmetics),
PIG – prirodni pigment (natural pigments),
PRE – prehrana i prehrambena industrija (nutrition and food industry),
PLA – industrija plastike (plastics),
PUN – punila u industriji papira, plastike, gume, boja (fillers in paper, rubber, plastics and paints),
STA – industrija stakla (glass industry),
STR – strojarstvo (mechanical engineering),
TEK – tekstilna industrija (textile industry),
VAT – vatrostalni materijali (refractory materials),
VLA – industrijska vlakna (industrial fibres),
ŽIV – životinjska hrana (animal feed).

Nemetalne mineralne sirovine umjerenog potencijala

Korištenje te vrste sirovina ograničeno je poznatim rezervama. Da bi se njihova proizvodnja mogla razviti ili održati potrebni su sistematski geološki istraživački radovi, utvrđivanje rezervi u količinama i kvaliteti kao i istraživanja mogućnosti oplemenjiva-

nja te kemijsko-tehnoloških postupaka ekonomske prerade. Ležišta ovih sirovina, obrađena u tekstu, prikazana su na sl. 3.

Barit

Istražena su ležišta barita u Gorskom Kotaru, na Petrovoj gori i u Lici (Jurković, 1959. i 1962).



Sl. 3 - Nemetalne mineralne sirovine umjerenog potencijala u Republici Hrvatskoj. Ležišta: A - egzogena, B - endogena, C - metamorfna

Fig. 3 - Non-metallic minerals with moderate resource potential in the Republic of Croatia. Deposits: A - exogenic, B - endogenic, C - metamorphic

Ba - barit (baryte): 1 - Petrova Gora; 2 - Gorski Kotar; 3 - Ričice; Bg - bentonitna glina (bentonite): 1 - Maovica i Štikovo; 2 - Divoselo; 3 - Gornja Jelenska i dr.; 4 - Donje Jesenje i dr.; 5 - Poljanska luka; Bx - boksit (bauxite): Mladi paleogen - Upper Paleogene: 1 - Jesenice; 2 - Kruševo; 3 - Ervenik; 4 - Drniš; 5 - Studenci; 6 - Imotski; Stariji paleogen - Lower Paleogene: 7 - Istra; Jura - Jurassic: 8 - Rovinj; Trijas - Triassic: 9 - Grgin Brijeg; 10 - Vrace, Rudopolje; Neogen - Neogene: 11 Sinj, Trilj; Di - Dijatomit (diatomite): 1 - Vrapče; 2 - Milna na Braču; Fe - željezni oksidi i hidroksidi (iron oxides and hydroxides): 1 - Jokin Potok i Meterize, Banija; Fs - feldspat (feldspar): 1 - Moslavačka Gora; 2 - Papuk; 3 - Psunj; Gr -

grafit (graphite): 1 - Psunj; 2 - Papuk; K - kreda (chalk): 1 - Ličko Lešće; 2 - Pula; 3 - Siverić; 4 - Slavonski Brod; 5 - Novi Marof; 6 - Trogir; Kg - keramičke gline (ceramic clays): 1 - Kordun i Banija; 2 - Zaprešić; 3 - Bedekovščina; 4 - Pakrac; 5 - Orahovića; 6 - Buje; 7 - Rovinj, Poreč; 8 - Maovica-Štikovo; 9 - Ivanec; 10 - Topusko; 11 - Vojnić; 12 - Ozalj; 13 - rijeka Drava; 14 - Durdevac; 15 - Kloštar; Qu - kvarciti (quartzites): 1 - Svilaja; 2 - Papuk; S - sumpor (sulphur): 1 - Radoboj; 2 - Knin; Šk - škrljci (slates): 1 - Sinj; 2 - Trgovska Gora; T - vulkanski tuf (volcanic tuff): 1 - Podrute; 2 - Kutina; 3 - Kobiljak; 4 - Brušane; 5 - Donje Pazarište; 6 - Muć-Sinj; Tz - vulkanski tuf sa zeolitima (volcanic tuff with zeolites): 1 - Voćin; 2 - Poljanska; 3 - Podcrkavlje; 4 - Donje Jesenje, Trakošćan, Bednja; Ti - tinjci (mica): 1 - Moslavačka Gora; 2 - Papuk; 3 - Psunj; Tk - milovka (talc): 1 - Psunj.

Ležišta barita južnog dijela Petrove gore su magmatskog porijekla i žičnog oblika (Jurković, 1958). Većim dijelom su iscrpljena. Postoje geološke procjene da bi se mogle naći nove manje rezerve barita u produžetku poznatih žica ili nove slijepe žice u paleozojskim krupnozrnatim pješčenjacima i konglomeratima, koji su najpogodniji nosioci orudnjenja.

Ležišta barita Gorskog Kotara (Homer-Mrzle Vodice-Crni Lug) sedimentnog su porijekla, u dolomitnom horizontu na kontaktu perma i donjeg trijasa (Šušnjara i Šinkovec, 1973; Palinkaš i Šinkovec, 1986). Rudna tijela su oblika manjih ili većih leća (dužine do 300 metara). U površinskim dijelovima ležišta nastala su oveća sekundarna ležišta barita (kršje barita u glini) koja su većim dijelom već povadena. Pronalaženje novih rezervi može se očekivati u većoj dubini, gdje će barit vjerojatno biti slabije kvalitete.

Na području Like kod Ričica u paleozojskim sedimentima nalazi se veći broj ležišta barita, od kojih je najveće ležište Pilar (Jurković, 1962). Ležište je u dolomitno-vapnenačkoj zoni, a barit je u obliku leća, gnijezda i nepravilnih žilica u dolomitu. Površinski sekundarni dio ležišta je uglavnom povaden.

Primarni dijelovi ležišta, u kojem su barit i dolomit glavni minerali, još su uvijek nedovoljno istraženi.

Bentonitne gline

Poznata su ležišta bentonitnih glina u Dalmatinskoj Zagori, Lici, južnom obodu Moslavačke gore i u Hrvatskom Zagorju (Braun, 1983 c).

U Dalmatinskoj Zagori (Maovica i Štikovo) bentonitne gline nalaze se u seriji vapnenaca, dolomitiziranih vapnenaca i kvarcita gornje jure. Nastale su kao posljedica submarinskih alteracija primarnog vulkanskog materijala. Debljina slojeva gline je od 1 do 3 metra. Po pružanju se mogu pratiti dva sloja u dužini preko 300 metara. U smjeru nagiba ležište još nije istraženo. Utvrđeno je da bentoniti odgovaraju za naftnu industriju, za punila te za proizvodnju bijelih cementa.

Bentoniti su registrirani u neogenskim tufovima u Divoselu kraj Gospića u Lici.

Bentonitne gline južnog oboda Moslavačke Gore nađene su na lokalitetima Gornja Jelenska, Ognjilo, Draga, Murinski Jarak, Selište i Kutinica. Ležišta su oligocenske do miocenske starosti. Nastala su kao produkt submarinske alteracije dacito-andezitskih tufova. Bila su istraživana i eksploatirana, a potencijal je još uvijek prilično visok, jer je prostiranje geološki utvrđeno u dužini od nekoliko kilometara. Postoje indicacije da se bentonitne gline prostiru do obodnih dijelova Papuka i Požeške Gore. Bentonitne gline ovog područja imaju izvrsna svojstva za proizvodnju dekolorantne gline nakon kiselinske aktivacije. Nakon alkalne aktivacije odlične su za ljevarstvo. Nisu najpovoljnije za potrebe naftne industrije.

U Hrvatskom Zagorju (Poljanska Luka, Donje Jesenje, Bednja, Bela, Trakošćan, Lepoglava, Šaše, Šeprun, Ostrički, Vidranjšćak, Vugrinski i dr.) bentonitne gline su miocenske starosti i vezane su za tercijarni vulkanizam i njegove piroklastične deriva-

te. Nalaze se u obliku slojeva, leća i nepravilnih tijela. Istražene su na nekim lokalitetima i eksploatirane. Vrlo su kvalitetne i mogu se upotrijebiti u naftnoj industriji (isplake), za injektiranja u geotehnici, te kao dekolorantne gline ili kao ljevački bentonit. Geološki potencijal je vrlo visok.

Detaljna istraživanja mineraloških i kemijskih svojstava te geneze bentonitnih glina obavio je Braun (1991).

Boksit

Boksit, kao nemetalna mineralna sirovina, koristi se u industriji abraziva (proizvodnja sintetičkog korunda) i cementa te u proizvodnji kvalitetnih opeka.

Istraživanjima boksita posvećivana je prilična pažnja (Jurković, 1962). Utvrđen je stratigrafski položaj boksitonosnih horizonata, te mineralni i kemijski sastav boksita pojedinih horizonata. Najznačajniji su boksiti starijeg i mlađeg paleogena (Sakač, 1972, Šinkovec i Sakač, 1982).

Ležišta starijeg paleogena protežu se, s prekidima, od Istre do Imotskog. Redovito su to mala, ali brojna ležišta kvalitetnog boksita. Ukupne rezerve ovog horizonta nisu velike.

Najveće ekonomsko značenje imaju boksiti mlađeg paleogena. Nalaze se na području od Obrovca do Imotskog. Ležišta su različitih dimenzija, a najveća sadrže i više miliona tona boksita. Potencijalne rezerve ležišta mlađeg paleogena su značajne.

U industriji cementa i za izradu kvalitetnih opeka mogu se koristiti boksiti slabije kvalitete kakvi su trijaski boksit u Lici, jurski boksit Istre i neogenski boksit Dalmatinske Zagore (Trilj).

U Lici se nalazi nekoliko ležišta dijasporo-beminitnih glinovitih boksita od kojih su veća Vrace, Grgin Brijeg i Rudopolje. Rezerve ovih boksita iznose nekoliko stotina tisuća do nekoliko milijuna tona, a sadrže 44–55% Al_2O_3 i 10–23% SiO_2 (Šinkovec, 1970).

Jurski boksiti kod Rovinja su bemitno-kaolinskog sastava s 45–50% Al_2O_3 i 16–20% SiO_2 , a rezerve iznose više milijuna tona (Šinkovec, 1974).

Na širem području Trilja nalazi se više ležišta hidrargilitno-kaolinskog boksita s 39–45% Al_2O_3 i 16–25% SiO_2 . Pojedina ležišta (Crveni Klanac, Strmeni Dolac) sadrže nekoliko stotina tisuća tona boksita (Šušnjara i dr., 1990).

Dijatomit

Dijatomit mekana i rastresita stijena izgrađena od opalskih ljuštura dijatomeja ima vrlo visoku poroznost (oko 90%) i nisku prostornu masu (0,4 do 0,9 g/cm^3). U Hrvatskoj je poznat u sarmatskim sedimentima kod Vrapča (Zagreb), te u Milni na otoku Braču (Knežević, 1983). Ovoj nemetalnoj mineralnoj sirovini do sada u Hrvatskoj nije poklonjena pažnja.

Željezni oksidi i hidroksidi

Poznati su mnogi lokaliteti, u raznim dijelovima Hrvatske, gdje se nalaze površinski trošne stijene s povišenom koncentracijom žutih i crvenih željeznih oksida i hidroksida koji se mogu koristiti kao prirodni pigmenti. Naročito su rasprostranjeni u krškim područjima (terra rossa).

Najznačajnija ležišta željeznih oksida i hidroksida su na lokacijama Jokin Potok i Meterize u pliocenskim naslagama obodnog dijela Trgovske Gore. Jurković (1958. i 1962) uvrstio je ova ležišta u limonitni tip »Hunsrück«, a nalaze se u udubljenjima paleoreljefa. Osim ovog tipa u okolici Trgovske gore i u Hrvatskom Zagorju nalaze se i mala pliocenska konkrecijska ležišta limonita.

Feldspati

U Hrvatskoj su poznate manje pojave feldspata u pegmatitnim žicama Moslavačke Gore, Psunja, Papuka i Krndije. Nalaze se u gnajsevima, amfibolnim i liskunskim škriljcima. Skromnim istraživanjima obuhvaćene su pojave na Papuku u zoni Brzaja-Debeljak-Točak (Raffaelli i Milošević, 1963), gdje se kalijski feldspat s nešto muskovita eksploatirao iz jedne deblje žice blizu Zvečeva. Budući da su pegmatiti na Papuku rijetki i malih dimenzija, mali su izgledi za pronalaženje značajnih količina feldspata.

Kod eksploatacije kvarcnog pijeska na ležištu Vrlinska (Moslavina) u procesu flotacije odvaja se kvalitetni feldspat, koji se još ne koristi.

Grafit

Poznata su ležišta na Psunju i Papuku, a vezana su za paleozojske niskometamorfne stijene. Ležišta pripadaju tipu metamorfozovanih ležišta, nastalih regionalnom metamorfozom glinovito-pjeskovitih stijena u kojima su se nalazile manje pojave ugljena. Rudna tijela su lečastog i slojnog oblika i sadrže 40–70% ugljika (Šinkovec, 1983 a). Grafit pripada grupi grafit d_2 , odnosno metaantracitu i pogodan je za ljevačku industriju, ali ne i za druge svrhe. Proizvodnja je obustavljena 1971. godine radi neekonomičnosti. Preostale rezerve su umjerene. Utvrđeno je da postoji mogućnost oplemenjivanja grafitnih škriljaca čije su rezerve velike.

Keramičke gline

Sve gline u Hrvatskoj, koje su prikladne za keramičku i vatrostalnu industriju, pripadaju alohtonim ležištima nastalim u tercijskim i kvartarnim sedimentacijskim bazenima (Dravec-Braun i dr., 1992). Ove gline nalazimo u područjima Korduna i Banije, Hrvatskog Zagorja i Istre.

Na području Korduna i Banije (Vojnić, Topusko, Dvor na Uni) nalaze se pliocenske naslage s poznatim ležištima keramičkih i vatrostalnih glina: Ivošević Gaj, Mazalica, Kokirevo, Blatuša i Pedalj. Gline se u obliku leća nalaze na šljuncima i pijescima. Ispunjavaju paleomorfološke depresije jezerskog, močvarnog ili fluvijatilnog oblika. U glinama dominiraju hidrotinji. Ove gline upotrebljavale su se za proizvodnju podnih i zidnih pločica, te sanitarne keramike. Gline Blatuše pogodne su za izradu vatrostalnih proizvoda, a one iz Meteriza kod Bešlina za izradu kiselootpornih proizvoda. Ove gline proučavali su Vučković (1945), Tučan (1947), Jurković i Kulik (1948), Babić (1949) i Braun i dr. (1986).

U Hrvatskom Zagorju keramičke gline eksploatirane su iz nekoliko ležišta u slivu rijeke Krapine (Jovanović, 1963). Iako već dugo vremena postoji interes za njihovu upotrebu, geološki istraživački radovi nisu bili dovoljno podržani, a posebno ne u

susjednim i potencijalnim slivnim područjima Bednje i Lonje. Nekoliko malih ležišta je iscrpljeno, a jedine rezerve keramičke gline nalaze se sada u ležištima Jankovečko Brdo (Bedekovščina) i Križne Gorice (sjeverno od Zaprešića). Gline pripadaju najvišim dijelovima pliocena (Jankovečko Brdo u vidu nepravilne leće montmorilonitsko-ilitsko-kaolinske gline debljine do 10 m koja je uložena u glinovito-pjeskovito-ugljevito-laporovitu seriju sedimentata) ili starijem pleistocenu (Križne Gorice s lećom kaolitno-montmorilonitno-ilitne gline koja je uložena u pješčanu seriju, i dr.). Gline Hrvatskog Zagorja upotrebljavaju se u proizvodnji fine i grube keramike, a naročito za podne, zidne i fasadne pločice.

Ležište vatrostalnih glina Grahovljani kod Pakraca pripada rhomboidejskim slojevima. Njihov postanak vezan je za rastrožbu kiselih eruptivnih stijena granitno-pegmatitskog sastava u zapadnom Papuku (Krkalo, 1980).

Prema Dravec-Braun i dr. (1992) ležište gline u Slavonskoj Orahovici pripada naslagama kontinentalnog beskarbonatnog lesa sjevernih obronaka Papuka. Prosječna debljina sirovine je 11 m. Mineralni im je sastav: kaolinit-ilit-montmorilonit.

U Istri se keramičke gline nalaze u kraškim depresijama u okolini Buja te između Rovinja i Poreča (Milošević i Jović, 1973, Šinkovec, 1974). Pretežno potječu od eocenskog fliša i eolskog materijala. Koriste se za proizvodnju vučenih keramičkih pločica za vanjska i unutrašnja oblaganja. Laboratorijska ispitivanja pokazala su i mogućnost proizvodnje laganog ekspaniranog agregata.

Na sjevernim padinama planine Svilaje (Maovica-Štikovo) nalazi se ležište montmorilonitne gline (Šušnjara i Sakač, 1985).

Kreda

Kreda, odnosno vapnenački mineralni materijal koji se upotrebljava kao zamjena za kredu, u Hrvatskoj je poznata na lokalitetima Ličko Lešće (»supermikrokalcit«), Pula (»kredafill«), Siverić (»mikrosiverit«) i Slavonski Brod (»filer«). Obavljena su znatna geološka, oplemenjivačka i tehnološka istraživanja, ali problem mikropunila u nacionalnoj industriji toliko je važan, da je kredi slične materijale potrebno i dalje intenzivno istraživati (Gazarek, 1985). Od novijih istraženih ležišta spomenut ćemo Ruopanec (Novi Marof) i Donji Okrug (Trogir).

Kreda ležišta Ruopanec u blizini Novog Marofa je vrlo čisti kalcijev karbonat (95,3% CaCO_3) i može se koristiti kao punilo i ultrafino punilo u različitim industrijskim tehnologijama. Jedina štetna primjesa je Fe_2O_3 kojeg nema više od 0,06%.

Vapnenac Donjeg Okruga kod Trogira ima 96,5% CaCO_3 , ekstremno je bijele boje, rezerve su vrlo velike a kamenolom se nalazi uz more.

Kvarcni pijesci i kvarciti

Kvarcnih sirovina (kvarcni pijesci i kvarciti) u Hrvatskoj ima mnogo, pa predstavljaju interesantnu mineralnu sirovinu (industrija stakla, lijevački pijesci te sirovina za kemijsku, keramičku i građevinsku industriju) (Krkalo i dr., 1992). Proizvodnja kvarcnog pijeska u Hrvatskoj u 1990. godini bila je 334 tisuća tona.

Kvarciti se nalaze u Dalmaciji u jurskim naslagama Svilaje i Dinare (Šušnjara i Sakač, 1984). Kod Plana se eksploatiraju iz lemeških naslaga za proizvodnju ferossilicija u Dugom Ratu kod Omiša.

Krkalo (1984) je registrirao kvarcite u paleozoiku centralnog i južnog Papuka. Ranije su bili korišteni za proizvodnju stakla u tadašnjoj staklani »Marijental« kod Gornje Motičine. Prosječni sastav 88% SiO₂, 6% R₂O₃, 3% CaO i 2% MgO. Jedna veća pojava JZ od Orahovice ima u prosjeku 92% SiO₂. Prostranstvo je veliko, a rezerve praktički neiscrpne.

Prema Crnkoviću (1966) donjokredni kvarcni pijesci i pješčenjaci razvijeni su u Istri duž poteza Pula – Vodnjan – Žminj. Poznati su na otocima Vis (duž cijelog otoka od uvale Zakovnica do mjesta Vis, Šušnjara i dr., 1971), Brač (blizu Pučišća) i Mljet (Pinjevica).

Kvarcni pijesci neogenske starosti (od srednjeg miocena do kraja pliocena) nalaze se u Slavoniji u mjestima Branešci i Novo Selo kod Pakraca, Jagma kod Lipika (Krkalo, 1980), te Vranić i Mokreš kod Požege. Ležište Vranić (Krkalo i Šimunić, 1979) nalazi se rhomboidea naslagama. Krovina i podina su laporoviti, zaglinjeni i tinjčasti pijesci. Prosječan sadržaj u cijelom ležištu je 93% SiO₂.

Također ih ima u Moslavini kod Vrtlinske (Krkalo, 1985 b), gdje tvore koru trošenja granitne podloge.

U Hrvatskom Zagorju nalaze se u Jerovcu kod Ivanca (Grđan i Jović, 1972).

Na Baniji i Kordunu registrirani su pliocenski pijesci na potezu Topusko, Perma, Blatuša, Vrginmost, Vojnić i dalje prema Karlovcu, pa do Ozlja (Lukšić, 1980).

Kvartarni kvarcni pijesci nalaze se u nanosima rijeke Drave ili kao eolski pretaloženi pijesci kod Durđevca i u ležištu Peski kod Kloštra Podravskog.

Kvarcni pijesci Hrvatske do sada su samo djelomice geološki, oplemenjivački i tehnološki istraženi, te njihov potencijal još nije u potpunosti poznat, ali je svakako gospodarski značajan.

Milovka (talk)

Na istočnim padinama Psunja kod Koprivne (zapadno od Slavonske Požege) nalazi se ležište talk-kloritnog škriljca. Škriljci se pružaju u dužini 7 km i širini 1 km. Uloženi su u zelene škriljce i konkordantni su s njihovom folijacijom. Ležište je djelomice istraženo (Šćavničar i Šinkovec, 1964) i utvrđene su znatne rezerve. Sirovina se teško plasirala pa je rudnik zatvoren.

Pirofilit

Nalazište dijaspor-pirofilitnog škriljca kod Mazina u Lici zaslužuje detaljnija istraživanja, uz prethodno utvrđivanje postupaka oplemenjivanja. Ležište je u karbonatnim sedimentima na granici srednjeg i gornjeg trijasa u vidu dijaspor-pirofilitnog škriljca u kojem se nalaze dijasporpirofilin boksiti. Veličina ležišta nije poznata. Iako škriljac sadrži od 60 do 75% pirofilita, za sada su izgledi za eksploataciju slabi jer pirofilit intimno prorasta s hematitom u dijasporom (Šinkovec, 1970).

Sumpor

Kod Radoboja u Hrvatskom Zagorju nalazi se ležište sumpora u miocenskim (sarmatskim) laporima (Tućan, 1957). Laporu su bituminozni, a sumpor oblika gomolja vezan je uz dvije tanje zone crnih škriljaca, ukupne debljine sumporonosnih slojeva do 0,7 m. U prošlom stoljeću ležište je eksploatirano pedesetak godina. Najveći gomolj sumpora imao je masu od 10,5 kg. Čistoća je bila 75–90% S. Po Jurkoviću (1962) to su singenetsko-sedimentne pojave biogenog morskog sumpornog ciklusa.

Pojave samorodnog sumpora poznate su i u paragenezi anhidritno-gipsnih naslaga kod Suvaje (Lika) i kod Knina. Prema Tućanu (1957) samorodni sumpor kod Siverića sličan je Radobojskom.

Sulfatne stijene (anhidrit i gips) u Dalmaciji predstavljaju velike potencijalne rezerve sumpora u Hrvatskoj.

Škriljci

Škriljaca raznih petrografskih tipova i razne geološke starosti ima na mnogo mjesta širom Hrvatske. Kao industrijska mineralna sirovina do sada su samo djelomice istraživani i eksploatirani (Braun i dr. 1974).

Šušnjara (1974) je opisao permoskitske pelite kao sirovinu za proizvodnju ekspandiranog lakog agregata i ciglarskih proizvoda u Sinju. Sa sličnim paleozojskim pelitima Banije (Trgovska Gora) rađeni su pokusi, bez ostvarene eksploatacije i proizvodnje (Braun i dr. 1986).

Tinjci

U području slavonskih horstova (Papuk, Psunj, Krndija i Moslavačka Gora) nalaze se pegmatiti koji sadrže tinjce (muskovit). Pojave su do sada samo djelomice istražene. Mali su izgledi za pronalaženje značajnijih rezervi tinjaca (Braun i dr., 1974).

Vulkanski tufovi

Tufovi koji se koriste u industriji portland cementa do sada su u Hrvatskoj samo djelomično istraženi.

Opsežni istražni radovi obuhvatili su kod Podruta (Novi Marof) dacitni tuf nađen na tri lokaliteta (Crnički, 1983 a i 1983 b). Utvrđene su rezerve, a neko vrijeme korišten je u istarskim cementarama. U Hrvatskom Zagorju registrirani su i ovi djelomično istraženi lokaliteti (Braun, 1991): potok Velika Ravnišćica kod Donjeg Jesenja (ležište u eksploataciji), u nizovima Galinec – Kukci – Vinica Brijeg i Meljan – Kameničko Podgorje – Kamenica (južni rub Ravne Gore) te Očura – Lepoglava – Vuglovec – Željeznica (sjeverni rub Ivanšćice).

U Slavoniji je poznato ležište Novo Brdo kod Kutine, koje je istraženo i eksploatira se za potrebe poljoprivrede.

Tuf kod Voćina eksploatira se i koristi u proizvodnji cementa u Našicama. Istraženo je ležište Poljanska JZ od Gornjih Vrhovaca (Šćavničar i dr., 1983). Registrirana je desetak metara debela izmjena tankih slojeva tufa uloženi u pjeskovite vapnenačke pelite, siltite i pješčenjake helvetske starosti.

Braun i dr. (1986) preporučaju istraživanje tufa kao sirovine za cementnu industriju kod Kobiljaka na Baniji.

U Lici su poznata ležišta tufa kod Donjeg Pazarišta i Brušana. Ostala poznata ležišta su u Dalmaciji: Zelovske Staje blizu Muća, (istražen je i eksploatira se) te na lokalitetima Oton i Vrbe kod Sinja (Braun i dr. 1974).

Zeoliti

Zeolite u gornjokrednim vulkanitima okolice Voćina istraživao je Pamić (1991). U mandulama bazalta u mineralnoj paragenezi dolazi laumontit. Pamić i dr. (1993) obradili su trahiandezite Krndije donjomiocenske starosti. U mineralnoj paragenezi mandula nalaze se uz ostalo habazit, filipsit i analcim. Isti autor studirao je badenske mandulaste bazalte iz naftnih bušotina dravske depresije. Uz druge mineralne registrirao je analcim, hojlandit ili klinoptilolit, habazit, natrolit i filipsit.

Šćavnica i dr. (1983) istražili su slojeve tufita u Poljanskoj (Slavonija). U njima su utvrdili 18–30% kriptokristalnog analcima u znatnoj količini.

Tufovi sa zeolitima registrirani su u tortonu u okolici Podcrkavlja kod Slavenskog Broda.

Prema istraživanjima Brauna (1991) tuf dacitoandezitskog sastava Donjeg Jesenja (Hrvatsko Zagorje) ima do 25% zeolita iz grupe heulandit-klinoptilolit. U mlađem piroklastičnom horizontu donjemiocenskih naslaga između Vrba i Trakošćana također se nalaze zone s preko 70% zeolita iste grupe. U bentonitskom ležištu Bednja (donji miocen) pojedine partije sadrže i do 90% heulandit-klinoptilolita uz koje se kao primjesa nalazi desmin.

Nemetalne mineralne sirovine kojih nema na području Hrvatske, ili se nalaze kao male pojave

Geološkim je istraživanjima utvrđeno da se na teritoriju Hrvatske ne mogu očekivati slijedeće mineralne sirovine, (iako se neke od njih mogu naći kao male pojave bez gospodarskog značenja): abrazivi (dijamant, granati, korund), azbest, borati, drago kamenje, fluorit, fosfati, kaolin, magnezit, Na-karbonat, nitrati, silimanit, St-minerali, vermikulit, volastonit i perlit.

Primljeno: 15. II. 1993.

Prihvaćeno: 27. V. 1993.

LITERATURA

- Basch, O. (1980): Tumač osnovne geološke karte za list Ivanić Grad. Savezni geološki zavod, p. 66, Beograd
- Bosson, R. and Varon, B. (1977): The mining industry and the developing countries. World Bank, 292 pp., Washington
- Bird, D., Brewis, T., Chadwick, J., Clifford, D., Ellis, R. and Kennedy, A. (1990): Metals and minerals - Annual review. *Mining Journal*, 144 pp., London
- Braun, K. (1979): Problematika sirovinne baze nemetala u Hrvatskoj. II savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 103–108, Opatija
- Braun, K. (1983 a): Keramičke i vatrostalne gline. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 388–414, Bled
- Braun, K. (1983 b): Kaolini. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 415–425, Bled
- Braun, K. (1983 c): Bentoniti. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 439–455, Bled
- Braun, K. (1991): Mineraloško-petrološke karakteristike i geneza ležišta bentonitskih glina Maovica, Gornje Jelenske, Bednje i Poljanske Luke. *JAZU, Acta Geol.*, 21, 1–34, Zagreb
- Braun, K., Jović, P., Kranjec, V., Magdalenic, Z., Milošević, F. i Šinkovec, B. (1974): Nemetalne mineralne sirovine u Hrvatskoj. Zbornik radova sa simpozija o nemetalnim mineralnim sirovinama, 1–28, Beograd
- Bristow, C. M. (1987): Society's changing requirements for primary raw material. *Industrial Minerals* 233, 59–65, London
- Bušić, M. (1992): Mogućnost proizvodnje tehničkog građevinskog kamena, šljunka i pijeska na području Republike Hrvatske, Simpozij o industriji nemetala u obnovi i razvoju Hrvatske, 21–28, Zagreb
- Buzaljko, R. i Marković, S. (1985): Tumač osnovne geološke karte za list Brčko. Savezni geološki zavod, p. 41, Beograd
- Crnički, J. (1983 a): Rezultati istraživanja mineralnih sirovina za tvornicu cementa u Podrutama. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 426–438, Bled
- Crnički, J. (1983 b): Mineralne sirovine varaždinske regije i njihovo privredno značenje. Varaždinski zbornik, Jug. akademija znanosti i umjetnosti, 75–85, Varaždin
- Crnički, J. i Gotić, I. (1992): Ekonomska geologija nemetalnih mineralnih sirovina Hrvatske. Simpozij o industriji nemetala u obnovi i razvoju Hrvatske, 66–74, Zagreb
- Crnković, B. (1966): Naslage kvarcnog pijeska i pješčenjaka (saldama) Istre. Ref. VI. savjetovanja Saveza geoloških društava SFRJ, 673–692, Ohrid
- Crnković, B. (1974): Arhitektonski, građevinski i tehnički kamen u SR Hrvatskoj, Karta kamenoloma mj. 1:1,350.000. Planerski atlas SR Hrvatske, Republički sekretarijat za urbanizam, građevinarstvo, stambene i komunalne poslove, Zagreb
- Crnković, B. (1983 a): Tehnički kamen. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 301–315, Bled
- Crnković, B. (1983 b): Arhitektonsko-građevinski kamen. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 671–700, Bled
- Crnković, B. (1992): Arhitektonsko-građevinski kamen. Simpozij o industriji nemetala u obnovi i razvoju Hrvatske, 1–6, Zagreb
- Crnković, B. i Bilbija, N. (1984): Vrednovanje arhitektonsko-građevinskog kamena. *Geol. vjesnik* 37, 81–95, Zagreb
- Crnković, B. i Bušić, M. (1970): Mineraloško-petrografski sastav nanosa rijeke Save. Zbornik Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, 133–140, Zagreb
- Crnković, B. i Jović, D. (1993): Dimension stone deposits in Croatia. *Rud.-geol.-naft. zb.* 5, Zagreb
- Crnković, B. i Šarić, Lj. (1992): Građenje prirodnim kamenom. Serija: Kamen, knj. III. Rudarsko-geološko-naftni fakultet. 184 pp. Zagreb
- Čičić, S. (1983): Ležišta gipsa i anhidrita u Jugoslaviji. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 633–653, Bled
- Dravec, J. i Braun, K. (1983): Opekarske gline. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 317–330, Bled
- Dravec-Braun, J., Braun, K. i Stanković-Simić, M. (1992): Vatrostalno-keramičke gline. Simpozij o industriji nemetala u obnovi i razvoju Hrvatske, 52–65, Zagreb
- Dravec-Braun, J., Braun, K., Crnički, J. i Zajc, J. (1992): Opekarske gline u Hrvatskoj. Simpozij o industriji nemetala u obnovi i razvoju Hrvatske, 40–51, Zagreb
- Galović, I., Marković, S. i Magdalenic, Z. (1976): Tumač geološke karte za list Virovitica. Savezni geološki zavod, p. 44, Beograd
- Gazarek, M. (1979): Ispitivanje mogućnosti dobivanja mikropunila iz krede ležišta Ruopanec kraj Novog Marofa. II savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 109–118, Opatija
- Gazarek, M. (1985): Production of carbonate fillers and powders in Yugoslavia. World congress on non-metallic minerals, Vol. 1. 523–536. Beograd
- Gazarek, M., Crnički, J., Premur, V. i Kreč, D. (1990): Granulometrijski sastav šljunka i pijeska i teški minerali u pijescima dravskog bazena od Ormoža do Đurđevca. *Rud.-geol.-naft. zb.*, 2, 67–73, Zagreb

- Griffiths, J. C. (1978): Mineral resources assessment using unit regional value concept. *Mathematical Geol.* 10, 441-472, New York
- Grimani, I., Šušnjar, M., Bukovac, J., Milan, A., Nikler, L., Crnolatac, I., Šikić, D. i Blašković, I. (1963): Tumač osnovne geološke karte za list Crikvenica. Savezni geološki zavod, p. 47, Beograd
- Ivanović, A., Šćavničar, B., Sakač, K. i Gušić, I. (1971): Stratigrafski položaj i petrografske karakteristike evaporita i klastita okolice Drniša i Vrlike u Dalmaciji. *Geol. vjesnik*, 24, 11-33, Zagreb
- Jamičić, D., Brkić, M., Crnko, J. i Vragović, M. (1986): Tumač osnovne geološke karte za list Orahovica. Savezni geološki zavod, p. 72, Beograd
- Jovičić, D. i Oreški, E. (1988): Ležište arhitektonsko-građevinskog kamena Romanovac kraj Obrovca. *Geol. vjesnik*, 41, 291-316, Zagreb
- Jovičić, D., Oreški, E., Bodrožić, D. i Pakaš, Ž. (1989): Vrednovanje ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena na Dugom Otoku. *Geol. vjesnik*, 42, 311-332, Zagreb
- Jovičić, D., Oreški, E. i Kraljeta, B. (1992): Ležište arhitektonskog kamena granita »Zebrato« (Ravna Gora - Papuk, Hrvatska). *Rud.-geol.-naft. zb.*, 4, 127-138, Zagreb
- Jurković, I. (1958): Metalogenija Petrove Gore u jugozapadnoj Hrvatskoj. *Geol. vjesnik*, 11, 143-228, Zagreb
- Jurković, I. (1959): Pojave barita u Hrvatskoj. *Geol. vjesnik*, 12, 77-94, Zagreb
- Jurković, I. (1962): Rezultati naučnih istraživanja rudnih ležišta u Hrvatskoj. *Geol. vjesnik*, 15/1, 249-294, Zagreb
- Knežević, V. D. (1983): Dijatomit. Zbornik radova III. savjetovanja o nemetalnim mineralnim sirovinama, 229-237, Bled
- Kranjec, V. i Blašković, I. (1976): Geološki odnosi u području Jagma - Popovac - Paklenica (zapadna Slavonija) s osobitim osvrtom na pojave kremenih pijesaka. *Geol. vjesnik*, 29, 91-123
- Kranjec, V. i Šinkovec, B. (1974): Ležišta i pojave mineralnih sirovina Hrvatske. Planerski atlas SR Hrvatske, Zagreb
- Krkalo, E. i Mutić, R. (1977): Tufovi u naslagama donjeg tortona na području Nježića kod Slavonske Požege. *Geol. vjesnik*, 30/2, 341-349, Zagreb
- Krkalo, E., Galović, I. i Dravec-Braun, J. (1992): Potencijalnost geoloških formacija s kvarcnim pijescima u Republici Hrvatskoj. Simpozij o industriji nemetala u obnovi i razvoju Hrvatske, 29-39, Zagreb
- Krkalo, E. i Šimunić, A. (1979): Geološka grada ležišta kvarcnog pijeska Vranić kod Slavonske Požege. *Geol. vjesnik*, 31, 219-227, Zagreb
- Krkalo, E. i Šimunić, A. (1980): Geološka grada ležišta kvarcnog pijeska Vranić kod Slavonske Požege. *Geol. vjesnik*, 31, 219-227, Zagreb
- Krklec, N. i Crnički, J. (1990): Gline u sjevernoj Hrvatskoj. XII kongres geologa Jugoslavije, knj. III, 270-276, Ohrid
- Magaš, N. (1965): Tumač osnovne geološke karte za list Cres. Savezni geološki zavod, p. 42, Beograd
- Marinčić, S., Korolija, B. i Majcen, Ž. (1969): Tumač osnovne geološke karte za list Omiš. Savezni geološki zavod, p. 51, Beograd
- Marković, S. (1984): Tumač osnovne geološke karte za list Podravska Slatina. Savezni geološki zavod, p. 43, Beograd
- Miholić, S. (1929): Geohemija joda. Rad XI god. skupa Jug. lek. društva, Beograd
- Miholić, S. (1934): Kemijsko istraživanje jodnih voda u Jugoslaviji. *Glasnik Hem. društva kralj. Jugoslavije*, 5/3 i 4, 155-177, Beograd
- Miletić, P. (1969): Hidrogeološke karakteristike sjeverne Hrvatske. *Geol. vjesnik* 22, 511-524, Zagreb
- Palinkaš, L. i Šinkovec, B. (1986): Tidal flat facies and barite mineralization in Gorski Kotar. *Geol. vjesnik*, 39, 215-224, Zagreb
- Pamić, J. (1991): Gornjokredne bazaltoidne i piroklastične stijene iz Voćinske vulkanske mase na Papuku (Slavonija, Sjeverna Hrvatska). *Geol. vjesnik*, 44, 161-172, Zagreb
- Pamić, J., Bullen, T. D., Lamphere, M. A. and McKee, E. (1993): Geochronology and petrology of Tertiary volcanic associations from the South Pannonian Basin in Croatia. In Press.
- Peters, W. C. (1978): Exploration and mining geology. John Wiley and Sons, 696 pp., New York
- Polšak, A. i Šikić, D. (1963): Tumač osnovne geološke karte za list Rovinj. Savezni geol. zavod, p. 51, Beograd
- Raić, V., Papeš, J., Sikirica, V. i Magaš, N. (1982): Tumač osnovne geološke karte za list Sinj. Savezni geol. zavod, p. 52, Beograd
- Sakač, K. (1972): A new survey of stratigraphic bauxite-bearing horizons in Croatia. *Bull. Sci., Acad. d. sci. et d. arts de la RSF Yougosl.*, A-17/7-8, 221-223, Zagreb
- Sakač, K. and Šinkovec, B. (1991): The bauxites of Dinarides. *Travaux du ISCOBA*, 20-21/23, 1-11, Zagreb
- Šarković, M. (1972): Geohemijske karakteristike slojnih fluida naftnih, naftno-gasnih i gasnih ležišta jugoistočnog dela panonskog basena i korišćenje nekih geohemijskih pokazatelja pri pronalazenju i istraživanju ležišta nafte i gasa. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu.
- Šćavničar, S. i Šinkovec, B. (1964): Talk-kloritni škriljci na istočnim obroncima Psunja. *Geol. vjesnik*, 17, 119-134, Zagreb
- Šćavničar, S., Krkalo, E. i Šćavničar, B. (1983): Naslage s analcimom u Poljanskoj (Slavonija, Sjeverna Hrvatska). *Rad JAZU*, 404, 137-169, Zagreb
- Šinkovec, B. (1970): Geology of Triassic bauxites of Lika. *JAZU, Acta Geol.*, VII, 5-67, Zagreb
- Šinkovec, B. (1971): Geologija ležišta željezne i bakrene rude u Rudama kod Samobora. *Geol. vjesnik* 24, 165-181, Zagreb
- Šinkovec, B. (1974 a): Jurski glinoviti boksiti zapadne Istre. *Geol. vjesnik*, 27, 217-226, Zagreb
- Šinkovec, B. (1974 b): Porijeklo terra rossa Istre. *Geol. vjesnik*, 27, 227-237, Zagreb
- Šinkovec, B. (1983 a): Grafit. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 278-283, Bled
- Šinkovec, B. (1983 b): Barit. III savjetovanje o nemetalnim mineralnim sirovinama, 614-632, Bled
- Šinkovec, B. i Jurković, I. (1980): Sirovine i prirodni uvjeti. Simpozij o materijalnom i društvenom razvoju Hrvatske, 71-78, Zagreb
- Šinkovec, B. and Sakač, K. (1982): The paleogene bauxites of Dalmatia. *Travaux du ISCOBA*, 12/17, 294-331, Zagreb
- Šparica, M., Buzaljko, R. i Pavelić, D. (1986): Tumač osnovne geološke karte za list Slavonki Brod. Savezni geološki zavod, p. 56, Beograd
- Šparica, M., Juriša, M., Crnko, J., Šimunić, A., Jovanović, Č., Živanović, D. (1972): Tumač osnovne geološke karte za list Nova Kapela. Savezni geološki zavod, p. 55, Beograd
- Šuklje, F. (1914): Naslage sadre kod Srba u Lici. *Priroda*, 3/4, 87-88, Zagreb
- Šušnjar, M., Bukovac, J., Marinčić, S. i Savić, D. (1965): Stratigrafija gipsanih naslaga Unske doline i korelacija s poznatim evaporitnim naslagama i popratnim facijesima u Primorju, Dalmaciji, Lici i zapadnoj Bosni. *JAZU, Acta Geol.*, 5, 407-422, Zagreb
- Šušnjara, A. (1974): Permoskitski peliti kao sirovina za ekspanzirani laki agregat i ciglarske proizvode. *Geol. vjesnik*, 27, 363-365, Zagreb
- Šušnjara, A. i Šinkovec, B. (1973): Stratigrafski položaj ležišta barita Gorskog Kotara. *Geol. vjesnik*, 25, 149-154
- Šušnjara, A., Sakač, K., Gabrić, A. i Šinkovec, B. (1990): Boksiti područja Sinj u Srednjoj Dalmaciji. *Geol. vjesnik*, 43, 169-179, Zagreb
- Šušnjara, A., Sakač, K., Jelen, B. and Gabrić, A. (1992): Upper Permian evaporites and associated rocks of Dalmatia and borderline area of Lika and Bosnia. *Geol. Croatica*, 45, 95-114, Zagreb
- Šušnjara, A., Šćavničar, B. i Ivanović, A. (1971): Kvarcni sedimenti sjeverozapadnog dijela otoka Visa. *Geol. vjesnik*, 24, 91-101, Zagreb
- Tišljar, J. (1992): Origin and depositional environments of the evaporite and carbonate complex (Upper Permian) from the central part of the Dinarides (Southern Croatia and Western Bosnia). *Geol. Croatica*, 45, 115-126, Zagreb
- Tučan, F. (1957): Specijalna mineralogija. Školska knjiga, 579 pp., Zagreb

- *** (1982): Statistički godišnjak SR Hrvatske. Republički zavod za statistiku, 408 pp., Zagreb
- *** (1991): Statistički godišnjak Republike Hrvatske. Republički zavod za statistiku, 472 pp., Zagreb
- Izveštaji iz arhiva i fondova
- Anić, D. (1954): Cementni lapor kod Pregrade. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 2350, Zagreb
- Babić, B. (1949): Bijele i kaolinske gline u NR Hrvatskoj. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 1590, Zagreb
- Braun, K., Dravec-Braun, J., Peh, Z. i Crnogaj, S. (1986): Izvještaj o rezultatima istraživanja nemetalnih sirovina područja općine Dvor na Uni. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 120/86, Zagreb
- Crnolatac, I. (1951): Geološko kartiranje dviju zona tupine u predjelu Majdan – Solin – Sućurac. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 1870, Zagreb
- Ferić, M. (1948): Geološki pregled i kemijsko-tehnološko ispitivanje gliništa tvornice opeke i crijepa Dalj kraj Osijeka. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 1029, Zagreb
- Grđan, D. i Jović, P. (1972): Rezerve kvarcnog pijeska Jerovec. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Ivanović, A. i Krkalo, E. (1979): Pregled pojava i ležišta mineralnih sirovina područja Zajednice općina Osijek. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 7244, Zagreb
- Jovanović, D. (1963): Istraživanje keramičkih i vatrostalnih glina na lokalitetu Sredak na širem području glinokopa Dubrava kod Zaboka. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Juriša, M., Ščavničar, B. i Milanović, M. (1971): Geološka istraživanja dolomita na području općine Krapina. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 5025, Zagreb
- Jurković, I. i Kulik, R. (1984): Zapisnik o pregledu rudnika mangana Pecka i rudnika bijele gline Bešlinac. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 810, Zagreb
- Jurković, I., Suić, J. i Tajder, M. (1948): Izvještaj o pregledu gliništa tvornice opeka i crijepa u Dalju kod Osijeka. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 756, Zagreb
- Krkalo, E. (1978): Detaljna geološka istraživanja kvarcnog pijeska šireg područja Jagme. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Krkalo, E. (1980): Elaborat o rezervama pjeskovito-šljunkovitih vatrostalnih glina ležišta Grahovljeni kod Pakraca. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Krkalo, E. (1984): Regionalna geološka istraživanja kvarca i kvarcita područja Krndije, centralnog i južnog Papuka i sjeveroistočnog Pšunja. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Krkalo, E. (1985 a): Elaborat o rudnim rezervama ležišta kvarcnog pijeska Štefanac. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Krkalo, E. (1985 b): Pronalazak i istraživanje kvarcnog pijeska Vrlinska s posebnim osvrtom na koru trošenja granitnog masiva SZ obodnog područja Moslavačke Gore. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Lukšić, B. (1980): Potencijalne mineralne sirovine Prigorja, Korduna i Banije i mogućnosti njihove eksploatacije. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, br. 7600, Zagreb
- Milošević, F. i Jović, P. (1973): Elaborat o rezervama gline područja Buje u Istri. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Raffaelli, P. i Milošević, F. (1963): Pregled nalazišta pegmatita na području Papuka – lokalitet Debeljak-Točak. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Šinkovec, B. (1971): Geološka istraživanja ležišta dolomita Podgora kod Krapine. Arhiv RGN fakulteta, Zagreb
- Šušnjara, A. i Sakač, K. (1984): Geološka istraživanja rožnjaka i kvarca Svilaje i zapadnog područja Dinare. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Šušnjara, A. i Sakač, K. (1985): Geološka građa područja Maovica-Štikovo s nalazištima montmorilonitskih glina i rožnjaka. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Tomejec, M., Vuković, V. i Pavleković, M. (1962–1986): Geološka dokumentacija za Tvornicu cementa u Našicama. Arhiv INA – Geološki konzalting, Zagreb
- Tučan, F. (1947): Izvještaj o rudnim i mineraloškim prilikama Trgovske i Petrove Gore. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb
- Vučković, J. (1945): O kaolinima u Bešlincu i okolici. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, Zagreb

Non-metallic Minerals of Croatia

J. Crnički and B. Šinkovec

Contribution of the non-metallic mineral sector to the gross national product of USA has been 7.1% (1975) and in Croatia 3.7% (1989). This comparison shows possibilities for growth of the sector in Croatia, not only for minerals used in low technology (e. g. construction materials), but for raw materials needed for products of advanced and high technology, too. Croatian production of minerals in 1975, 1980, 1985, and 1990 is shown in tab. 1, using constant prices of 1972. The non-metallic minerals have the highest production value within three sectors.

Non-metallic minerals with high geological potential

Non-metallic minerals of high geological potential and with unlimited resources are shown in tab. 2 and figures 1 and 2.

Croatia has a significant number of quarries producing DIMENSION STONES mostly of sedimentary origin. The territory of Croatia is divided into 5 areas with different activity in production of dimension stones because of geological structure within the areas, as it is mapped by Crnković and Jovičić (1993). NW Croatia: Lithothamnium limestone and »vinicit« are known in Vinica (near Varaždin). In the past lithothamnium limestone was produced near Zagreb. Slavonia: There is potential for production of porphyroblastic granite (»zebrato«) at Ravna Gora (Papuk Mountain). Karlovac – Gorski Kotar – Lika: Mesozoic carbonate rocks are widely spread and dimension stone is produced in Reštovo near Ozalj. Interesting resources of breccias are known on Velebít Mountain (Romanovac and Tulove Grede). In Lika area there is a good Lithiotic limestone at Cvituša near Lovinac, and Gradina near Gračac. Istria – Primorje: The region is known for its dimension stone industry. Limestones of Cretaceous age are mostly produced and Jurassic limestones with a smaller extend. Specially are known »orsera« (Upper Jurassic – Kirmenjak and Gradina), »giallo d'Istria« (Lower Cretaceous – Kanfanar and Seline), »Cava Romana« (Upper Cretaceous – Vinkuran near Pula), and stones of Lucija near Buje. Pazin is a manufacturing center for dimension stones. Dalmatia: The industry is concentrated on Island of Brač (Upper Cretaceous limestones at Pučišća and Selce, as well as Paleogene breccia Oklad). Quarries are near Trogir (Seget, Plano and Vrsine), Ston (Visočani), Sinj (»dicmit« at Krušvar, »dolit« at Dolac Donji, »multikolor«, »alkasin« and »negris fiorito«). There are quarries near Drniš (»rozalit«, on Island of Korčula, and near Obrovac.

CONSTRUCTION STONES of magmatic, sedimentary and metamorphic origin are produced in a significant number of quarries in Croatia. Magmatic rocks are mined in Hrvatsko Zagorje and on Medvednica Mountain (fig. 2: di/1, di/2), Slavonija (ba/1, di/3, gr/1), and Primorje (an/1, an/2). Sedimentary rocks are quarried on many localities, the most significant are the following: Medvednica (do/1), Hrvatsko Zagorje (do/2, va/1), Slavonija (do/3, do/4, va/2), near Karlovac (do/5, va/3 to va/5), Lika (va/6, va/7), Istria (va/7, va/8), near Rijeka (va/10), and in area of Dalmatia (va/11 to va/19).

Croatia has a high potential for development of industry based on DOLOMITE raw material. Dolomites are known as thick strata of Paleozoic, Triassic, Jurassic and Cretaceous ages in Hrvatsko Zagorje, Slavonija, Kordun, Banija, Lika, Gorski Kotar and Dalmatia (fig. 1: Do/1 to Do/5). Proved reserves are registered at Podgora near Krapina (Do/1).

LIMESTONES as a building material are described under »construction stones«, and as fillers under »chalk«. For lime production it is quarried at Sirač, Slavonski Brod, Raša, Ličko Lešće, Benkovac and Drniš (fig. 1: Va/1 to Va/7). Limestone for steel making is produced in Tounj quarry (Va/8). Resources of limestone are widely spread in all parts of Croatia with practically unlimited quantities.

There is production of CEMENT MARL in Slavonija (fig. 1: La/1), Istria (La/2, La/3), and Dalmatia (La/4). Detailed mineral exploration has been completed in Hrvatsko Zagorje and Banija (La/5, La/6) with proved reserves of suitable raw material for portland cement production. Many localities with marls suitable for cement industry are registered by geologic mapping in other parts of the country (La/7 to La/14).

BRICK-CLAYS: Production of bricks has a long history in Croatia. Till middle of the century there were 204 brick works, but the number is now reduced to 40 due to improvements in technology. The industry is spread North of Sava river (fig. 1: Cg/1 to Cg/20), with some factories in Sisak and Karlovac region

(Cg/21 to Cg/23). There are only a few brick-works from Istria to Dalmatia (Cg/25 to Cg/27) because of petrographic composition of the area.

GRAVEL is mostly produced along Drava and Sava rivers. The level of geologic exploration is high. Gravel of Drava river (fig. 2: Š/1 to Š/5) is composed of quartz and quartzite (over 50%), granite and gneiss (15%) and of inferior quantity of carbonates, sandstones, effusives and schists pebbles. In gravel of Sava river (Š/6 to Š/8) there are mostly carbonate pebbles with some quartzite and other silicate constituents near Zagreb, and with less dolomite and more quartz and schists towards the east. Soiled gravel for road-building is excavated within karst valleys in Lika and Dalmatia.

SAND used for building and plastering is excavated together with gravel at many sites along Drava and Sava rivers (fig. 2: P/10, P/11, P/16). Eolian sand near Đurđevac (P/9) is esteemed highly in the building industry. Sand fractions are produced at many gravel pits and used in concrete and tarmac, and for building and plastering. Some of SILICA SANDS (P/12 to P/15, P/17 to P/20, P/22, P/23) are used in building industry, too.

GYPSUM is located in Dalmatia (fig. 2: Gi/3 to Gi/6), Lika (Gi/2), and Samoborska Gora (Gi/1). There was not a lot of exploration work done, but from geologic evidences it could be concluded that resources are practically unlimited, especially for anhydrite. Quarries are near Knin and Sinj.

BROMINE and IODINE are not produced in Croatia at the moment, but there is a high resource potential in water of the Adriatic sea (fig. 1: BJ/2 to BJ/4). These elements could be utilized in combination with harvest of salts. Some resources of bromine and iodine are present in oil fields in Northern Croatia where their concentration is higher than in sea water. There is a well-known Iodine spring near Sisak (BJ/1).

NA-CHLORINE (Halite): Rock salt is not known in Croatia. Water of Adriatic sea contains unlimited resources of Na-chlorine, produced in present time at three sites (fig. 1: SI/1 to SI/3).

Non-metallic minerals with moderate resource potential

Non-metallic minerals with moderate resources are those minerals and rocks which are present in Croatia, but their utilization is limited by known reserves (tab. 3 and fig. 3). Systematic geological exploration is needed for mining operations survival or development. Research in mineral dressing and technological processing are required, too.

BARITE deposits of Petrova Gora (fig. 3: Ba/1) are of magmatic origin and occurs as veins. They are worked out near surface. Exploration is not completed, geologic assessment shows that there are small reserves in extension of known veins, as well as possibility of blind veins in Paleozoic sandstones and conglomerates. In the area of Gorski Kotar (Ba/2) barites have sedimentary origin, situated are in a dolomite horizon at Permian/Triassic boundary. Orebodies have form of lenses with length up to 300 m. At the surface there were some extended secondary orebodies with barite fragments in clay, mostly mined out. It is possible to find new deep reserves. In Lika area (Ba/3) there are many barite deposits within Paleozoic sediments. The biggest one is Pilar situated in dolomite/limestone. Secondary parts of deposits are mined out, but deep zones are still not geologically explored.

BENTONITE deposits are known in Dalmatinska Zagora, Moslavačka Gora and Hrvatsko Zagorje. In Dalmatinska Zagora (fig. 3: Bg/1) bentonite clays are interbedded within limestones, dolomites and quartzites of Upper Jurassic age. Along the strike 2 beds could be followed in the length of 300 m, with thicknesses from 1 to 3 m. Deposits are not geologically explored down the deep. Bentonites of Hrvatsko Zagorje (Bg/4, Bg/5) are associated with volcanism of Miocene epoch. Clays have form of strata, lenses and irregular bodies. A few sites have been geologically investigated and mined. Bentonites are of high quality. Resource potential is very high. There are well explored deposits at Moslavačka Gora (Bg/3).

BAUXITE is a significant industrial rock used in the abrasive industry and in production of special cements. Orebodies of Lower Paleogene are spread, with interruptions, from Istria to Imotski (fig. 3: Bx/7). These are small deposit with bauxites of very good quality. Total resources are not high. The most significant are bauxites of Upper Paleogene. They are recorded in

Dalmatia (Bx/1 to Bx/6). Orebodies are of different sizes, but the biggest ones contain several million tones of ore. Potential resources are high. For production of cement and bricks bauxites of lower quality could be used, such as those in Istria (Jurassic - Bx/8), Lika (Triassic - Bx/9, Bx/10), and Dalmatinska Zagora (Neogene - Bx/11).

DIATOMITE was found in Croatia near Zagreb (fig. 3: Di/1) and on island of Brač (Di/2). It was not geologically explored till now.

IRON OXIDES are known in many parts of Croatia. They are widely spread in karstic areas as terra rossa. They are investigated till now in Banija (fig. 3: Fe/1) as industrial raw material (natural pigments).

FELDSPAR is present in small quantities in pegmatite veins of Slavonija (fig. 3: Fs/1 to Fs/3). In the past only limited geological investigations were carried out on Papuk Mountain (Fs/2). Feldspar is separated from silica sand at Vrtinska (Moslavina).

GRAPHITE deposits associated with Paleozoic metamorphic rocks are recorded on Psunj and Papuk Mountains (fig. 3: Gr/1, Gr/2). Mining was suspended in 1971 due to economic reasons. Graphite schists of Slavonija with significant resources have been investigated with the conclusion that they could be upgraded by mineral dressing.

CERAMIC CLAYS of Croatia are allogene deposits situated in Tertiary and Quaternary sedimentary basins. They are recorded in Slavonija, Kordun, Banija, Hrvatsko Zagorje, Istria, and Dalmatia (fig. 3: Kg/1 to Kg/8).

CHALK or limestone material similar to chalk is known at Ličko Lešće («supermikrokalcit» - fig. 3: K/1), Pula («kredafill» - K/2), Siverić («mikrosiverit» - K/3) Slavonski Brod («filer» - K/4). New investigated deposits are Ruopanec (near Novi Marof - K/5), and Donji Okrug (near Trogir - K/6).

SILICA SANDS are widely distributed in Croatia. Sands of Cretaceous age are known in Istria (fig. 3: qp/1), and on islands of Vis, Brač and Mljet (qp/2 to qp/4). Neogene silica sands are located in Slavonija and Moslavina (qp/5 to qp/8), Hrvatsko Zagorje (qp/9), and from Topusko to Ozalj (qp/10 to qp/12). Quaternary silica sands are present in sediments of Drava river and in eolian sediments of Durđevac and Kloštar Podravski (qp/13 to qp/15).

TALC deposit is associated with talc-chloritic schist in Slavonija (fig. 3: Tk/1). The deposit is only partly geologically explored, but significant reserves could not be expected.

PYROPHYLLITE deposit of Mazin in Lika (fig. 3: Pi/1) is situated in carbonate sediments of Triassic age as a diasporopyrophyllite schist. Reserves are large, the grade of the rock is 60 to 75% pyrophyllite, but it is not ready for mining as mineral dressing problems are not solved as yet.

SULPHUR was mined at Radoboj (Hrvatsko Zagorje) in 19th century (fig. 3: S/1). Deposit is situated in Miocene bituminous marls. Resource potential is low. Sulphur is present in gypsum-anhydrite rocks at Suvaja (Lika) and near Knin (S/2).

SCHISTS of different petrographic types and ages are present in many areas of Croatia. Till now they are geologically explored in Dalmatia and Banija (fig. 3: Šk/1, Šk/2).

MICA (muscovite) present in pegmatites of Slavonian mountains (fig. 3: Ti/1 to Ti/3) are not till now geologically explored nor mined.

VOLCANIC TUFF is investigated near Novi Marof (fig. 3: T/1). Reserves are proved and it was quarried and transported to cement factories in Istria. Some more localities are recorded in Hrvatsko Zagorje (fig. 3: T/4). In Slavonija the rock is mined for use in agriculture (T/2). Other tuffs of Slavonija were explored (Tz/1 to Tz/3). Tuffs are known in Lika and in Dalmatia (T/4 to T/6).

ZEOLITES are known in volcanic rocks of Slavonija (fig. 3: Tz/1 to Tz/3) and Hrvatsko Zagorje (Tz/4) where ezolite minerals are significant constituents of bentonite clays at the Bednja deposit.

Non-metallic minerals unknown in Croatia

Results of geological exploration in Croatia are proving that the following non-metallic mineral resources could not be expected, but some of them could be present as small occurrences without economic significance: abrasives (diamonds, garnets, corundum), asbestos, borates, gemstones, fluorspar, phosphates, kaolin, magnesite, soda ash, nitrates, sillimanite, St-minerals, vermiculite, wollastonite and perlite.