

PRIPREMA NEMETALA U SRBIJI

PREPARATION OF NON-METALS IN SERBIA

Ljubiša Andrić

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina,
Franše d'Eperea 86, 11000 Beograd, Srbija, lj.andric@itnms.ac.rs

IZVOD

U Srbiji radi oko 200 rudnika u eksploataciji nemetaličnih mineralnih sirovina. Teritorija Srbije raspolaze velikom sirovinskom bazom nemetaličnih mineralnih sirovina. U većoj ili manjoj meri istraženo je 48 sirovina, od kojih je 16 u stalnoj eksploataciji, 16 u povremenoj eksploataciji ili van eksploatacije, dok je 16 sirovina nedovoljno istraženo i iste se ne eksploatišu.

Nemetalične mineralne sirovine su zastupljene u svim područjima Srbije i zauzimaju značajno mesto u privrednom razvoju, bilo da služe kao finalni proizvodi ili kao sirovine kod proizvodnje u prerađivačkoj i drugim industrijskim granama. Po raspoloživim količinama, kao i raznovrsnosti, ove sirovine su jedan od najznačajnijih domaćih prirodnih resursa. Skoro da ne postoje privredne grane koje ne koriste nemetalične mineralne sirovine.

Nemetalične mineralne sirovine u obliku praha, nazivaju se puniocima, a koji su nezamenljivi u proizvodnji i obradi mnogih definitivnih proizvoda. Mikronizirane nemetalične mineralne sirovine predstavljaju značajan potencijal u saniranju štetnih posledica zagađenja životne sredine, ali isto tako i jedan od presudnih faktora u sprečavanju tog istog zagađenja.

U okviru ovog rada, dat je pregled proizvodnje nemetaličnih mineralnih sirovina u Srbiji od 1939 do 2003.

Ključne reči: rudarstvo, priprema mineralnih sirovina, nemetali.

ABSTRACT

At present time, approximately 200 mines is working with non-metallic mineral raw materials in Serbia. Serbia has a large resource base of industrial minerals and rocks. In total 48 mineral commodities were explored (with different exploration level), out of which 16 commodities are continuously exploited, 16 are exploited occasionally, and 16 commodities are not sufficiently explored and are not exploited either.

Non-metallic mineral raw materials are present in all the regions of Serbia, with a prominent position in the business development, whether they serve as the final product or as a raw material for the production in the processing or other industrial branches. According to quantities available, as well as their diversity, these raw materials are among the most significant domestic natural resources. The businesses that do not use non-metallic raw materials are almost non-existent.

The powder nonmetallic minerals, known as fillers, are unreplaceable in production and processing of many final products. Recently, micronized nonmetallic mineral raw materials are significant potential in elimination of harmful effects of environmental pollution, which means that these minerals may be the crucial factors in prevention of the same pollution.

In this chapter of the paper, a review of the production of non-metallic mineral raw materials in Serbia from 1939 to 2003 is given.

Key words: mining, mineral processing, nonmetals.

UVOD

Srbija spada u red zemalja sa raznovrsnim, ali ne i dovoljno bogatim mineralnim resursima. Zastupljene su energetske mineralne sirovine, pre svega ugalj, nafta i gas, zatim metalne sirovine kao što su bakar, olovo, cink, antimon, nikl, a tome nizu pripadaju zlato, srebro, bizmut, kadmijum, platina, selen, molibden, titan, radijum, paladijum i drugi retki i plemeniti metali i mineralne sirovine koje služe kao industrijski i građevinski materijali, tj. nemetalne mineralne sirovine.

Nemetalne mineralne sirovine su zastupljene u svim područjima Srbije, od kojih naročito treba naglasiti privredno nedovoljno razvijena područja. Ta zastupljenost se, međutim, ne odražava i u proizvodnji, koja je orjentisana na dostupnija i od ranije poznata ležišta, a u tome je značajnu ulogu odigrala i geološka istraženost. Naime postoji veliki broj pojava i ležišta za koja nema ni najosnovnijih podataka o kvalitetu i rezervama, odnosno postoje pojedinačne analize o mineraloško-hemijskom sastavu ali ne i za druga svojstva koja bi ukazivala na mogućnost primene u odgovarajućim industrijskim granama. Sirovinska baza, iako nedovoljno istražena, je dala osnov dugogodišnjoj proizvodnji, koja za sobom nosi određenu tradiciju, tako da u ukupnom mineralno-sirovinskom potencijalu Srbije učestvuje sa svega 6 %.

U tabeli 1 dat je pregled nemetalnih mineralnih sirovina u Srbiji, kao i pregled nedovoljno istraženih ili su kod nas nepoznate, [1].

Tabela 1. Pregled nemetalnih mineralnih sirovina u Srbiji

Nemetalne mineralne sirovine u (stalnoj/ povremenoj) eksploataciji i u pripremi za eksploataciju	Nemetalne mineralne sirovine van eksploatacije	
	Nedovoljno istražene nemetalne mineralne sirovine	Nepoznate nemetalne mineralne sirovine
Apatit (metafosforit)	Al-silikati-alunit	Amfibol-azbesti
Barit	Alunit	Beli boksit
Bentoniti	Borati	Brom
Cementni, laporci	Drago, polu i ukrasno kamenje	Dijamant
Dijatomit	Granati	Flogopit
Dolomiti	Grafit	Fosforiti
Ekspanirajuće gline	Jod	Kamena so
Feldspati	Krovni škriljci	Kalijumove i mag. soli
Gips i anhidrit	Perlit	Korund i šmirgla
Hrizotil-azbest	Piezooptički kvarc	Optički fluorit
Kaolini	Prirodni mineralni pigmenti	Optički kalcit
Keramičke i vatrostalne gline	Sileks	Pirofilit
Krečnjaci	Stene za petrolurgiju	Plovućac
Kreda (jezerska)	Stene za staklo i keramiku	Samorodni sumpor
Kvarcni pesak	Vermikulit	Stroncijanit
Liskuni (muskovit)	Vulkanska šljaka	Vulkanski pepeo

KLASIFIKACIJA NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA

Kod nemetaličnih mineralnih sirovina njihova klasifikacija trebala bi razumno da odražava kako geološke, tako i genetske karakteristike. Međutim, usled velike raznovrsnosti ovih sirovina, kao i njihove široke mogućnosti primene, klasifikacija nemetaličnih mineralnih sirovina predstavlja veoma složen i težak zadatak. Iz tih razloga jedna racionalna i od svih prihvaćena geološko-ekonomska klasifikacija ovih sirovina još uvek ne postoji.

U literaturi se danas susreću sledeće klasifikacije nemetaličnih mineralnih sirovina :

1. **geološko-ekonomska**;
2. **konvencionalna**, koja je sačinjena prema alfabetskom redu pojedinačnih sirovina i proizvoda koji se dobijaju iz tih sirovina;
3. **industrijska**, koja je sačinjena prema industrijskim granama u kojima se koriste sirovine i njihovi proizvodi; i
4. **genetska**, koja klasificira mineralne sirovine prema geološkim i fizičko-hemijskim uslovima obrazovanja istih.

U **geološko-ekonomskoj** klasifikaciji, koja obuhvata sistematizaciju nemetaličnih mineralnih sirovina po B. Vakanjcu prikazana je u tabeli 2.

Tabela 2. Klasifikacija nemetaličnih mineralnih sirovina po B. Vakanjcu iz 1969. god.

I. Ležišta elemenata	II Ležišta kristala	III Ležišta minerala	IV Ležišta stena
1. arsen	11. azbesti	18. Al-silikati	30. cementni laporci
2. bor	12. dijamant	19. alunit i aluni	31. gline
3. brom	13. drago kamenje	20. barit	32. građev. kamen
4. fluor	14. granati	21. feldspati	33. karbonatne stene
5. fosfor	15. korund i šmirgla	22. gips i anhidrit	34. krovni škrljci
6. jod	16. liskuni	23. grafit	35. kvarcni pesak
7. selen	17. piezooptički krist.	24. magnezit	36. kvarcne sirovine
8. soli Na, K i Mg		25. pirofilit	37. prirodni minerali
9. stroncijum		26. talk i pigmenti	38. siliciti
10. sumpor		27. vermikulit	39. stene za forsterit
		28. volastonit	40. stene za ker. i staklo
		29. zeolit	41. stene za petrolurgiju
			42. šljunak i pesak
			43. vulkanska stakla

Iz prikazane klasifikacije, vidi se da ista sadrži 43 osnovna nemetala i nemetaličnih mineralnih komponenti bez kojih savremena industrija ne bi mogla da radi.

U **anglo-saksonskoj** literaturi se koristi klasifikacija nemetaličnih mineralnih sirovina koja je sačinjena po abecednom redu. Ova klasifikacija obuhvata od 40 do 120 mineralnih sirovina i pruža mogućnost brzog snalaženja.

Industrijska klasifikacija nemetaličnih mineralnih sirovina sačinjena je prema nameni ovih sirovina i proizvoda dobijenih iz procesa pripreme mineralnih sirovina, odnosno prema osnovnim industrijskim granama privrede koje ih koriste. Ova

klasifikacija zasniva se na prirodnim svojstvima sirovine i proizvoda koji se dobijaju u procesima pripreme sirovine, a koja uslovljavaju primenu u jednoj ili više industrijskih grana.

Na osnovu zahteva korisnika u različitim industrijskim granama industrijska klasifikacija sadrži pet osnovnih grupa, pri čemu svaka grupa sadrži više podgrupa, a kako sledi.

- Metalurške sirovine
- Hemijsko-agronomske sirovine
- Keramičko-staklarske sirovine
- Sirovine za građevinarstvo
- Tehničko-juvelirske sirovine

U **genetskim** klasifikacijama sva ležišta mineralnih sirovina podeljena su na serije ili redove, serije na grupe, grupe na podgrupe ili razrede, ponekad i na podrazrede. Razredi i podrazredi mogu se, sa svoje strane, podeliti prema mineralnom sastavu na formacije mineralnih sirovina (rudne formacije).

Iz prethodnog teksta je očigledno koliko svaka klasifikacija ima svoje opravdanje, a istovremeno i svoje manje ili veće manjkavosti, [2].

PREGLED ISTRAŽENOSTI NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA SRBIJE

U okviru nemetaličnih mineralnih sirovina, najveće potencijale predstavljaju karbonatne sirovine (magneziti, krečnjaci, dolomiti, kalciti) i silikatne sirovine (kvarc i kvarcni pesak). Sirovine za proizvodnju građevinskog materijala su gotovo neiscrpne (pesak, šljunak, krečnjački materijal).

Od svih navedenih nemetaličnih mineralnih sirovina, pored sirovina za građevinske materijale, najveći ekonomski značaj za sada imaju keramičke i vatrostalne gline, kvarcne sirovine (kvarcni pesak i peščar), magnezit, kaolin, kalcit, krečnjaci (kao industrijska sirovina), gips i anhidrit i pucolanski tuf. Veliki potencijal predstavljaju i resursi litijuma i bora, koji su u fazi istraživanja.

Od istraženih nemetaličnih mineralnih sirovina koje se povremeno eksploatišu ili se uopšte ne eksploatišu, najperspektivnije su duniti (olivin), stene za keramiku i staklo ("beli graniti"), čija valorizacija najviše zavisi od mogućnosti i spremnosti proizvođača da prilagode postojeće tehnološke procese novim sirovinama, kao i borati, koji se kod nas još uvek tretiraju kao nova sirovina. Karakterističan primer povremene eksploatacije predstavljaju ležišta bentonita, koja i pored određenih problema mogu da predstavljaju značajnu sirovinu s obzirom na deficit na tržištu Zapadnog Balkana, [3]. Pregled istraženosti pomenutih nemetaličnih mineralnih sirovina prikazan je u tabelama 3-5.

Silikatne i alumosilikatne mineralne sirovine

Tabela 3. Silikatne i alumosilikatne nemetalne mineralne sirovine

Naziv sirovine /rudnika/ležišta	Kvarcni pesak (peščar)			
	Stanje-rezerve, t	Vanbilan. rez. t	Eksploatac. rez. t	
Rgotina				
Oblaci	33,316,381	-	31,450,663	
Velika Poljana I	990,910	-	941,364	
Rgotina	1,864,180	972,401	1,770,971	
Kopovi Ub				
Avala	-	-	-	
Nemetali Valjevo				
Čučuge	1,230,000	200,000	1,100,000	
Slatina	2,000,000	740,000	2,200,000	
Bogovađa	-	-	5,000,000	
Kaolinisani graniti				
Šamot Arandelovac				
Garaši	54,960,853 (A+B+C ₁)	25,000,000	49,461,766(A+B+C ₁)	
Žitkovci	284,496 (A+B)	-	229,196 (A+B)	
Pločnik	3,516,682 (A+B+C ₁)	3,500,000	3,165,014 (A+B+C ₁)	
A	662,334	-	529,867	
B	3,690,180	-	2,952,145	
C ₁	1,962,145	-	1,567,880	
A+B+C ₁	6,314,851	-	5,049,892	
Pegmatiti				
Bujanovac				
Levosoje	1,200,000	-	-	
Samoljica/beli graniti	5,000,000	-	-	
Kategorija	Pegmatiti	Kvarc	Feldspat	Muskovit
A	251,957	85,665	131,018	20,157
B	579,100	196,894	301,132	46,328
C ₁	1,594,899	542,267	829,347	127,596
A+B+C ₁	2,425,956	824,825	1,261,497	194,076
Keramičke i opekarske gline				
Zorka nemetali-Donje Crniljevo				
Bele Vode	3,000,000	-	-	
Matić-Jovan. brdo	1,500,000	-	-	
Mladenovac-Košarno				
Keramičke gline	1,500,000	-	-	
Opekarske gline	5,000,000	-	-	
Granitni grus	5,000,000	-	-	
Klinoptilolitski tuf				
Vranjska Banja				
Zlatokop	600,000	-	-	
Katalenec	600,000	-	-	
Amorfno-klinoptilolitski tuf Cemenara Beočin				
Cemenara Beočin	2,100,000	-	-	

Karbonatne mineralne sirovine

Tabela 4. Karbonatne nemetalične mineralne sirovine

Naziv sirovine /rudnika/ležišta	Kalcijum-karbonatne mineralne sirovine			
	Stanje-rezerve, t	Vanbilan. rez. t	Ekspluat. rez. t	Perspektivne
Venčac-Arandelovac-Rudnici i industrija mermera i granita				
Krečane	A+B+C ₁	-	-	-
Pločnik	A+B+C ₁	-	-	-
Zabrežje	7,000,000 (B+C ₁)	10,000,000	6,300,000	12,000,000
Brezovac	2,469,960	-	2,099,460	-
Magnezijum-karbonatne mineralne sirovine (magnezit)				
Šumadija rudnici magnezita-Čačak				
Milićeveci	4,500,000	-	-	-
Brezak	4,700,000	-	-	-
Bogutovac-Kraljevo (magnezit)				
Brezjak,	300,000	-	-	-
Ravnaja-M.Zvornik (krečnjak-kalcit)				
Bučevski potok	15,000,000	-	-	-
Sokoline	67,000,000	-	-	-
Zorka nemetali-Šabac (krečnjak-kalcit)				
Šeševica	2,000,000	-	-	-
Jazovnik	14,000,000	-	-	-
Kalcijum-magnezijum-karbonat (dolomit)				
Lokve - Gradac	A+B+C ₁	-	-	-
Batočina	A+B+C ₁	-	-	-
Đakovo-Studenica	A+B	-	-	-
Jošanički Prnjavor	A+B+C ₁	-	-	-
Lipovača-Korenita	B+C ₁	-	-	-

Tabela 5. Nemetalične mineralne sirovine za metalurgiju

Naziv sirovine	Bazalt		
	Stanje-rezerve, m ³	Vanbilansne rezerve, m ³	Eksploatacione rezerve, m ³
Slavujevac (A) rezerve			
Kompaktne	765,008	-	221,490
Porozne	221,490	-	210,416
Slavujevac (B) rezerve			
Kompaktne	428,926	-	407,480
Porozne	161,314	-	153,248
Slavujevac (A+B) rezerve			
Kompaktne	1,193,934	-	1,134,238
Porozne	382,804	-	363,664
Dijabaz-Selenac			
A kategorija	970,340 t		
B kategorija	3,070,367 t		
C ₁ kategorija	4,242,050 t		
Dijabaz-Drača			
A kategorija	1,846,695 t	-	659,534 m ³
B kategorija	187,974 t	-	66,974 m ³
A+B kateg.	187,974 t	-	726,508 m ³

Ostale nemetalične mineralne sirovine

Ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina u Srbiji su brojna i raznovrsna. Među pedesetak zastupljenih vrsta i oko 700 ležišta u eksploataciji, nesumnjiv ekonomski značaj imaju:

- sirovine koje su eksploatisane ili se eksploatišu (barit, dolomit, kaolin, opekarska glina, feldspat, beli boksit, zeoliti, bentonit, keramičke i vatrostalne gline, građevinski i arhitektonski kamen, prirodni mineralni pigmenti, ekspandirajuća glina, krečnjak, gips, diatomiti, stene za petrologiju, magnezit, silicijumske sirovine-kvarcni pesak, kvarcit, opalski silicijum);
- sirovine čije su rezerve i kvalitet utvrđeni, ali do sada nisu eksploatisane (fluorit i borni minerali);
- sirovine sa uslovno-bilansnim rezervama (fosfati, volastonit, alunit, aluminijum-silikati, vermikulit, graniti, pirofilit) i sirovine čija ležišta mogu da se očekuju u Srbiji (kamena so i liskuni), što najbolje ilustruje pregled u tabeli 6, [4].

Tabela 6. Ostale nemetalične mineralne sirovine

Tip sirovine	Rudno ležište		Industrijski minerali	
	Naziv	Rezerve (t)	Glavni minerali	Prateći minerali
Fluoriti	Ravnaja-Krupanj	800.000	Fluorit	Galenit, sfalerit, pirit, kalcit, kvarc
Borati	Piskanja, Pobrđe	7.500.000 27.000.000	Kolemanit, haulit	Boracit, kalcit, kvarc
Volastoniti	Duboka-Kopaonik	1.500.000	Volastonit	Kvarc, kalcit
Talk	Bela Stena Studenica	85.000 750.000	Talk, hlorit	Karbonati, kvarc, magneiti
Duniti	Poljane-Raška	1.700.000	olivini	Pirokseni, serpentini
Bariti	Koprivnica-Zaječar	10.000	Barit	Kvarc
	Mišljenovac-Kučevo	3.000	Barit	Kvarc
	Vidzurik-Miroč	4.000	Barit	Kvarc
	Bobija-Ljubovija	skoro iscrplj.	Barit	Kvarc
Bazalti	Vrelo-Lukov. banja	13.000	Plagioklasi, pirokseni	-
	Slavujevac-Preševo	1.600.000	Plagioklasi, pirokseni	-
Dijabazi	Selanac-Ljubovija	8.000.000	Plagioklasi, pirokseni	-
	Drača-Rekovac	2.000.000	Plagioklasi, pirokseni	-
Fosfati	Lisina-Bosilegrad	82.000.000	apatit	Kvarc, kalcit
Granodiorit	Radalj		Intermedijalni plagioklasi, pirokseni, kvarc	Feldspati

PRIMENA NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA

Nemetalične mineralne sirovine imaju široku lepezu primene, a posebno u: građevinskoj industriji, poljoprivredi i kao adsorbent štetnih materija. U tabeli 7., dat je pregled moguće primene po upotrebnim funkcijama, koje se razvijaju i proizvode na bazi nemetaličnih mineralnih sirovina, [5].

Tabela 7. Pregled materijala po mogućim upotrebnim funkcijama koje se razvijaju i proizvode na bazi nemetaličnih mineralnih sirovina

Moguća primena	Vrsta nemetalične mineralne sirovine	Nemetalične mineralne sirovine
Vatrostalnost	- Alumosilikatni vatrostalni materijali - Forsteritna keramika - Magnezit- hromitni mat. i spineli - Dolomiti i magnezit-dolomiti - Karbonski materijali	- Kaolin, beli boksit, talk, magnezit, kvarc - Talk, magnezit, glina, serpentini, dunit, bent - Magnezit, hromit, beli boksit - Dolomit, magnezit-dolomit - Magnezit, dolomit, kaolin, boksit, kvarc,
Izolaciona i termo-otpornost	- Termički otpor. porc. (hem. posuđe) - Meki i sanitarni porcelan, izolatori - Porcelan - Glazure - Fina keramika - Steatitna keramika - Kordijeritni proizvodi - Keramika na bazi litijuma - Fajans i poluporcelan - Građevinska keramika	- Kaolin, feldspat, kvarc, CaCO ₃ /MgCO ₃ , - Silimanit, andaluzit, kaolin, vatrost. glina - Talk, glina, kalcijum-karbonat, bentonit - Talk, magnezit, glina, serpentini, dunit, bent. - Kaolin, vat. glina, talk, kvarc, beli boksit, - Kaolin, kvarc, spodumen - Pirofilit, glina - Glina, feldspat, kvarc, kaolin, talk, pirofilit - Lako topive gline, glinice, pegmatit, nefelin, fluorit, teškotopive, talk, kvarc
Abrazivnost	- Mediji za peskiranje - Abrazivna tela - Abrazivni materijali	- Alumosilikatni minerali - Kvarcni minerali - Karbonati
Topitelji	- Keramika- Elektrode - Metalurgija- Staklo	- Alumosilikatni minerali, karbonati, talk, fluorit
Reologija	- Isplake- Metalurgija- Boje, lakovi	- Alumosilikatni minerali-Silikati
Filtrabilnost	- Filtraciona keramika - Filtracioni mat. u preh. industriji - Filtracioni mat. u hemijskoj industr. - Prečišćavanje voda	- Kvarciti, visokokvalitetni peskovi, granit, andezit, serpentini, plastične vatrostalne i teškotopive gline, bentoniti - Kvarc. sirovine, karbonati, alumosilikati
Punila, ekstenderi	- Boje, lakovi, guma, plastika, kozmetika, farmaceutika, hartija, nafta, hem. industrija, staklo, hrana, glazure, premazi, elektro-provodne prevlake, đubriva	- Alumosilikatni minerali, karbonati, liskun, talk, grafit, fosfati, fluorit
Adsorbenti	- Materijali za poljoprivredu - Prehrambena industrija - Hemijska industrija - Prečišćavanje tečne i gasne faze	- Zeoliti, bentoniti, gline, kaolini, krečnjaci i dolomiti, dijamanti, feldspati
Donori	- Materijali donori makrobiogenih i makrobiogenih elemenata	- Zeoliti, bentoniti, gline, feldspati, borni minerali, magneziti, dolomiti
Korektori	- Materijali za poljoprivredu - Flotacioni aditivi - Staklarstvo - Keramika	- Zeoliti, bentoniti, kaolini, oksidi metala (pigmenti), fosfati, borne sirovine, fluorit
Elektroprovodnost	- El. izolatori, provodnici i poluprovodnici, rezistori	- Silikati, grafiti, dijamanti, oksidi gvožđa, magneziti
Hem. stabilnost	- Aparati u hem.ind. katalizatori, filtri	- Korund, silik. sirovine
Top.propustljivost	- Konstr. elementi, toploizolacioni mat., razm. toplote	- Silikatni materijali, bazalt, alumosilikatna vlakna
Čvrstoća	- Zubne i koštane proteze, konstrukcioni elementi, razmenjivači toplote	- Korund, apatit
Koroziona stabilnost	- Koroziona stabilnost, rekuperatori, uređaji u hem.ind., metalurške peći, staklarstvo	- Oksid aluminijuma, silikati, magnezijum oksid, grafit, mulit
Osnovna komponenta	- Keramika, vatrost. materijali, staklo, elektro komponente, olovke	- Alumosilikati, kvarcne sirovine, fosfati, grafit

OSVRT NA DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA, EKSPLOATACIJU, UVOZ I IZVOZ NEKIH NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA SRBIJE

Istorijat istraživanja i eksploatacije ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina u Srbiji može se generalno podeliti na tri perioda: pre i posle Drugog svetskog rata, kao i period od početka devedesetih godina prošlog veka do danas.

U periodu pre Drugog svetskog rata praktično nije ni bilo istraživanja i eksploatacije nemetaličnih mineralnih sirovina u modernom smislu, jer nije bila razvijena domaća prerađivačka industrija koja bi koristila takve sirovine u većim količinama. Sirovine su uglavnom otkopavane sa površine terena i korišćene nakon empirijskih proučavanja (eksperimentisanja). U tom periodu mineraloška i tehnološka ispitivanja mineralnih sirovina bila su veoma retka.

U periodu od 1946 do 1970. godine, otvarani su instituti sa dobro opremljenim odeljenjima za pripremu mineralnih sirovina, a ujedno počeli su da se obrazuju i kadrovi na posebnim smerovima.

Tako su izgrađena postrojenja srednjih i velikih kapaciteta za magnetsku separaciju magnezita i serpentina (Zlatibor, Šumadija), i kvarcnih peskova, flotacijska postrojenja za koncentraciju feldspata i kvarcnog peska, Rudnik i flotacija Rgotina, Rudnik i flotacija Bela Reka–Bor, Nemetali Ub, Čučuge, Slatina Kopovi, Nemetali Valjevo (rudna tela Čučuge, Slatina, Bogovađa), kaolinisani granit Šamot Arandelovac, a dobija se iz rudnika sa separacijama (Garaši, Žitkovci i Pločnik), optička sepracija za koncentraciju magnezita (Goleš) i kalcita. U ovom, "zlatnom", periodu po tehnološkim rešenjima, naučno-istraživačkom radu, ostvarenim kapacitetima i tehnološkim rezultatima, kao i po ugrađenoj opremi, priprema mineralnih sirovina u Srbiji bila je u samom svetskom vrhu.

Tokom osamdesetih godina prošlog veka bilo je značajnih sistemskih propusta u istraživanju pojedinih nemetaličnih mineralnih sirovina i ležišta, a razlog tome bila je nedovoljna saradnja stručnjaka iz privrede i nauke. I pored toga, treba naglasiti da su istraživanja nemetaličnih mineralnih sirovina u poređenju sa ostalim mineralnim sirovinama bila daleko najracionalnija i efikasnija.

Od osamdesetih do 1990. godine stanje u sektoru nemetaličnih mineralnih sirovina deklarativno se održavalo usporenim tempom razvoja, a zapravo se radilo o neekonomičnoj eksploataciji i neprincipijelnom poslovanju. Razlozi za to su višestruki:

- nedovoljna ulaganja znanja i sredstava u razvoj novih tehnologija za eksploataciju, pripremu i preradu nemetaličnih mineralnih sirovina na osnovu kojih bi mogle da budu valorizovane i sirovine nižeg kvaliteta;
- značajno smanjenje obima geoloških istraživanja i pripreme novih rezervi usled intenzivne eksploatacije nemetaličnih mineralnih sirovina, sa tzv. „raubovanjem“ ležišta, što ima za posledicu pad kvantiteta i kvaliteta mineralne sirovine na kojoj se bazira proizvodnja.

Uprkos opštem trendu pada industrijske proizvodnje u Srbiji, industrija građevinskog materijala je značajna i profitabilna industrijska grana koja doživljava kontinuirani rast (u 2000. godini zabeležen je porast od 20 odsto), a oslonjena je pre svega na nemetalične mineralne sirovine, odnosno na rudarstvo. To su fabrike cementa: u Beočinu, Kosjeriću i Novom Popovcu, industrija opeke: u Kikindi, Novom Bečeju, Novom Pazaru, Rumi, Kanjiži i dr. Eksploatacija tehničkog i arhitektonskog kamena je

takođe profitabilna rudarska delatnost i odvija se na površinskim kopovima kod Uba, Topoli, Jelen Dolu, Arandjelovcu i dr., [6].

S'obzirom na državnu ekonomiju, bez veoma ozbiljne analize podataka kroz ceo ovaj period, o ekonomičnosti proizvodnje i eksploataciji nemetaličnih mineralnih sirovina, ne bismo mogli ništa da tvrdimo.

Iz oblasti istraživanja nemetaličnih mineralnih sirovina postoji ogroman fondovski materijal i literaturna građa objavljena u raznim monografijama, zbornicima radova sa kongresa, simpozijuma, konferencija i dr. Fondovski materijal je smešten po raznim institucijama, a pogotovo u "Geoinstitutu", Ministarstvu energetike i rudarstva i rudnicima nemetala. Zbog toga u ovom radu nije mogao biti prikazan celokupan materijal, već samo podaci koji su bili dostupni, kao i od "Statističkog zavoda Srbije" pa stoga ovaj separar ima i svojih nedostataka, [7].

Prema podacima Republičkog statističkog zavoda, u tabeli 8 prikazani su prikupljeni podaci o proizvodnji nemetaličnih mineralnih sirovina od 1939. do 2003. godine.

Tabela 8. Eksploatacija nemetaličnih mineralnih sirovina u periodu od 1939-2003.

Godina	Nemetalična mineralna sirovina	Eksploatacija (t)	Eksploatacija, (m³)
1939-2003	Sirovi magnezit,	14,225,074	-
1939-2003	Negašeni kreč	16,077,463	-
1939-2003	Portland cement	90,357,155	-
1939-2002	Vatrostalne gline	6,461,606	-
1939-2001	Kvarcni pesak, sirovi i prani	27,262,915	-
1939-1998	Kaustični magnezit	791,767	-
1939-1992/94-2003	Gips	1,707,578	-
1947-2003	Ruda azbesta	4,888,403	-
1947-1984/86/2003	Azbestno vlakno,	107,107	-
1947-1950/52/55-2003	Feldspat	512,971	-
1952-2003	Sinter magnezit	5,855,499	-
1955-1958/63/2003	Liskuni	449,943	-
1956-2003	Lomljeni-tucani kamen-mermer	-	168,612
1956-2003	Šljunak i pesak	-	285,462
1961-2003	Hidratisani kreč	7,219,383	-
1961-1965	Barit	13,420	-
1977-2003	Kaolin	2,804,568	-
1977-1979	Krečnjak	3,207,000	-
1984-2003	Keramičke gline	1,051,250	-
1984-1990/94/95	Bentonit	103,469	-
1984-1985	Talk	94	-
1986-1992/1995-2000	Dolomit	761,027	-

Prerada nemetaličnih mineralnih sirovina

Nemetalične mineralne sirovine se uvek javljaju u vidu složenih paragenetskih asocijacija minerala i mineralnih asocijacija. Pored osnovnih nemetaličnih mineralnih komponenti uvek su u ovim sirovinama prisutne i različite metalične mineralne komponente i elementarne primese. I same nemetalične mineralne komponente nisu čista prirodna hemijska jedinjenja. U njihovoj kristalohemijskoj građi se javljaju različite metalične i nemetalične primese kao nečistoće ili kao iskoristivi sadržaji. Prema ovome, za korišćenje nemetaličnih mineralnih sirovina u bilo kom domenu primene, neophodna je njihova tehnološka prerada, kojom se polazne sirovine prevode u upotrebljivu sirovinu, poluproizvod ili proizvod, tačno definisanih karakteristika. Tehnološka prerada nemetaličnih sirovina, naročito u slučajevima kada se iz nje selektivno koncentriše više mineralnih komponenti (kao poluproizvoda ili proizvoda) je, često, složenija od prerade metaličnih mineralnih sirovina. Nezavisno od toga, da li se nemetalične mineralne sirovine direktno koriste ili se tehnološki prerađuju do dobijanja "monomineralnih nemetaličnih proizvoda ili poluproizvoda", ili se i dalje prerađuju do dobijanja sasvim novih materijala – neophodno je dobro istražiti njihove hemijske, fizičko-hemijske i mineraloške karakteristike. Ovo je posebno važno za izbor tehnoloških postupaka prerade, sposobnih i optimalnih da za svaki nivo moguće primene proizvedu sirovinu, poluproizvod ili proizvod definisanih karakteristika. Zbog ovoga, za tehnološku preradu nemetaličnih mineralnih sirovina se koristi veoma mnogo postupaka iz tehnologija za pripremu i koncentraciju, iz hemijskih i metalurških tehnologija, i sl. Ovi tehnološki postupci prerade, zbog veoma široke palete iskoristivih nemetaličnih sirovina i njihovih različitih i složenih karakteristika sa jedne strane, kao i veoma širokog domena primene i specifičnosti zahteva za njihovim kvalitetom, sadrže jednostavne fizičke operacije, ali i složene hemijske i fizičko-hemijske operacije i procese. Za polazne sirovine sa složenom mineralnom asocijacijom ili sa višestepenom preradom, odnosno sa višestrukom namenom, koriste se i veoma složena tehničko-tehnološka rešenja. U slučajevima primene složenijih tehnoloških rešenja za preradu nemetaličnih mineralnih sirovina, zbog njihove vrednosti, ona se mora rešavati po principu kompleksne valorizacije, što znači da se traže tehnološka rešenja za korišćenje svih prisutnih korisnih mineralnih komponenti i elementarnih primesa iz polazne sirovine, [5].

Stanje industrijske prerade u oblasti silikatnih i alumosilikatnih nemetaličnih mineralnih sirovina

Stanje i proizvodni program u privrednim organizacijama koje se bave proizvodnjom kvarcnog peska, feldspata, liskuna, gline i zeolita dato je u tabeli 9.

Na osnovu prikazanog opšteg stanja u domaćim privrednim organizacijama koje se bave proizvodnjom kvarcnog peska, feldspata, liskuna, gline i zeolita, može se primetiti da je zadovoljavajuće.

Tehnološki potencijal u Srbiji u oblasti prerade silikatnih i alumosilikatnih sirovina, kao što se vidi iz tebele 9, je na zavidnom nivou. Naime, tehnološki posmatrano sva preduzeća u ovoj oblasti imaju dobro postavljene tehnološke koncepte.

Međutim, usled svih teškoća u kojima je bila privreda poslednjih godina i ova preduzeća nisu radila ili su radila smanjenim kapacitetom. Zbog toga je potrebno

osveženje svih tehnoloških linija, a zatim uvođenje savremenije kontrole procesa i informatike, u čemu se uopšteno zaostaje za svetskim dostignućima.

Domaće tržište kvarcnog peska feldspata, liskuna, gline i zeolita je suženo i neophodno je da se ovi proizvodi izvoze. Zbog cene ovih materijala i transportnih troškova izvoz je moguć u zemlje okruženja.

Tabela 9. Stanje i proizvodni program u privrednim organizacijama koje se bave proizvodnjom silikatnih i alumosilikatnih sirovina

Priv.organizacije	Stanje	Proizvodni program
"Kopovi" Ub	Postojeće stanje zadovoljava.	kvarcni pesak- staklarski i livački pesak, keramičke i vatrostalne gline
"Kolubara", Vreoci	Snabdevanje industrijskom, pijaćom i sanitarnom vodom separacije je nezadovoljavajuće.	kvarcni pesak-rovni prani, vlažni, sušeni, građevinski i livački
"Srbokvarc", Rgotina	Opšte stanje objekata je u funkciji. Očekuje se izgradnja regionalnog gasovoda koji bi obezbedio zamenu do sada korišćenih energenata.	kvarcni pesak- staklarski livački, filterski, vatrostalni materijali, prah. Proizvodi zadovoljavaju JUS
"Belorečki pešćar" Bor	Nema podataka	Nema podataka
"Šamot"-Garaši, Arandelovac	Opšte stanje objekata zadovoljava, osim cevovoda tehničke vode na pogonu "Garaši".	vatrostalne, peskovite i sušene mlevene gline
"Feldspat", Bujanovac	Opšte stanje objekata zadovoljava.	koncentrati feldspata, kvarca i liskuna. Delimično zadovoljavaju svetske i JUS standarde
"Zorka Nemetali" Šabac	Opšte stanje objekata zadovoljava, ali su potrebne popravke.	šlemovani kaolin, glina
"Nemetali" V.Banja	Nema podataka	zeolitski tuf i bentonit

Stanje industrijske prerade u oblasti karbonatnih nemetaličnih mineralnih sirovina

Stanje i proizvodni program u privrednim organizacijama koje se bave proizvodnjom krečnjaka, dolomita i magnezita dato je u tabeli 10.

Razvojni potencijali u oblasti proizvodnje karbonatnih sirovina su veliki. Postoji veliki broj preduzeća koja se bave ovom proizvodnjom, ali i tržište (građevinska i ostala industrija) ima velike potrebe. Rezerve ovih sirovina su dosta dobre i dobar je kvalitet sirovine, tako da se razvio i veliki broj privatnih preduzeća koja se bave mikronizacijom krečnjaka.

Tabela 10. Stanje i proizvodni program u privrednim organizacijama koje se bave proizvodnjom karbonatnih nemetaličnih mineralnih sirovina

Privredne organizacije	Stanje	Proizvodni program
"Jelen Do", Užice	Industrijski kolosek, vodovod, prilazni putevi i građevinski objekti zadovoljavaju potrebe fabrike.	Kreč negašeni, hidrat, mikronizirani. (agregat, tucanik, lomljen kamen, filer, kamen za šećerane i livnice). Po kvalitetu zadovoljavaju JUS.
"Venčac", Arandjelovac	Postojeća infrastruktura delimično zadovoljava.	Asortimani od 300 do 45 μm
"Nemetali", Topola	Infrastrukturni objekti u radnom stanju.	Mikronizirani CaCO_3 , filer, granulat, stočna kreda, teraco zrno, tucanik; lomljeni kamen.
"Šumadija", Čačak	Postojeća infrastruktura uglavnom zadovoljava, izuzev snabdevanja tehničkom vodom.	Sirovi magnezit različitog kvaliteta.
"Rudnik", Bogutovac	Infrastrukturaje zadovoljavajuća.	Koncentrat magnezita zadovoljava svetske i domaće standarde.
"Timok-Nemetali", Boljevac	Postojeća infrastrukturna objekata odgovara našim potrebama.	Dolomit (kameni agregati)
"Nemetali", Rakovac	Infrastrukturni objekti su odavno izgrađeni.	Agregati, tucanici i lomljen kamen zadovoljavaju JUS.
"Mermer", Rekovac	Infrastrukturni objekti uglavnom ne zadovoljavaju.	Lomljen kamen – zadovoljava JUS.

Stanje industrijske prerade u oblasti ostalih nemetaličnih mineralnih sirovina (barita, fosfata, fluorita, bora, volastonita, talka, dunita, bazalta i dijabaza)

U ovoj grupi nemetaličnih sirovina izdvajaju se tri podgrupe po tome do kog nivoa istraženosti i prerade se stiglo.

Prvu podgrupu sačinjavaju nemetalične mineralne sirovine koje se eksploatišu i prerađuju, a preduzeća koja se bave ovom proizvodnjom su: Bobija-Ljubovija (barit), Granit - Ljubovija (dacit), Šumnik- Raška (andezit) itd.

Drugu podgrupu sačinjavaju nemetalične mineralne sirovine koje su detaljno istražene, utvrđene rezerve, a postoje i preduzeća koja se bave drugim delatnostima, a zainteresovana su da otpočnu sa proizvodnjom ovih sirovina, ali nemaju dovoljno sredstava. To se odnosi na fosfate (Kvarc Bosilegrad), fluorit (Fluorit – Krupanj) i bor (Rudnik Baljevac na Ibru).

Treću podgrupu sačinjavaju nemetalične sirovine koje su samo definisane, postoje određene geološke rezerve, ali nema preduzeća koja bi pokrenula eksploataciju i preradu, [8].

Stanje i proizvodni program u privrednim organizacijama koje se bave proizvodnjom barita, dacita i andezita dato je u tabeli 11.

Tablea 11. Stanje i proizvodni program u privrednim organizacijama koje se bave proizvodnjom barita, dacita i andezita.

Privredne organizacije	Stanje	Proizvodni program
"Bobija", Ljubovija		Koncentrat barita
"Granit", Ljubovija		Eruptivni agregat zadovoljava svetske i domaće standarde.
"Šumnik", Raška	Postrojenje za drobljenje staro 30 god.	Eruptivni agregat za asfalt, beton i tucanik za željeznicu. Odgovara JUS.

Pregled uvoza i izvoza nemetaličnih mineralnih sirovina za period 2000-2003. i 2008. god.

U tabeli 12 dat je pregled uvoza i izvoza nemetaličnih mineralnih sirovina za 2008. god., dok je u tabeli 13 dat zbirni prikaz uvoza i izvoza pomenutih proizvoda, [5].

Tabela 12. Pregled uvoza i izvoza proizvoda za 2008. godinu

Naziv proizvoda	Vrednost uvoza (\$)	Vrednost izvoza (\$)
Bentonit	574.280	292.663
Kaolin	2.381.246	209.787
Pesak (kvarcni i silikatni)	1.384.641	2.321.112
Magnezijum-karbonat (magnezit), prirodni	17.825	50.583
Liskun (sirovi u obliku listova ili cepki)	6.709	-
Borati i koncentracije, borna kiselina, prirodni	64.308	2.883.705
Feldspat	962.917	-
Rude aluminijuma i koncentracije	5.188.689	-
Plavi azbest	-	225
Ukupna vrednost uvoza i izvoza (I-XII 2008.)	10.580.615	5.757.850

Tabela 13. Zbirni pregled uvoza i izvoza proizvoda za period 2000-2003 i 2008. godinu

Period uvoza i izvoza	Vrednost uvoza (\$)	Vrednost izvoza (\$)
I-XII 2000.	15.307.035	99.042
I-XII 2001.	14.392.973	155.041
I-XII 2002.	19.992.091	63.868
I-XII 2003.	10.573.766	165.905
I-XII 2008.	10.580.615	5.757.850
Ukupna vrednost uvoza i izvoza (2000-2003 i 2008.)	70.846.480	6.241.706

PROIZVODNJA NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA U SVETU

Ukupna svetska proizvodnja nemetaličnih mineralnih sirovina prelazi 25 milijardi tona godišnje, od čega na tehnički i arhitektonski kamen, odnosno druge nemetale koji se koriste u građevinarstvu, otpada oko 23 milijardi tona, na agrohemijske i hemijske sirovine - oko 1,5 milijardi tona, a ostalih oko 0,5 milijardi tona na ostale nemetale.

Nivo proizvodnje pojedinih nemetaličnih mineralnih sirovina u svetu iznosi stotine miliona pa čak i milijarde tona godišnje (krečnjaci, pesak i šljunak, najrazličitije magmatske stene za građevinarstvo, cementne sirovine, fosfati, mineralne soli, gips i dr.); proizvodnja drugih mineralnih sirovina meri se samo desetinama i stotinama hiljada tona ili čak i manje (drago i poludrago kamenje, abrazivi, disten, andaluzit, silimanit i dr.).

U ekonomski razvijenim zemljama, ukupna vrednost godišnje proizvodnje nemetaličnih mineralnih sirovina meri se milijardama dolara, a već odavno je prešla vrednost metala, koji se dobijaju u istim državama. U pojedinim slučajevima ta razlika iznosi 1,5 do 10 puta u korist nemetala. Obrnuti odnos (kada vrednost dobijenih metala prevazilazi vrednost nemetala) smatra se karakteriše zemlje sa ekonomijom kolonijalnog ili polukolonijalnog tipa. U SAD, u 1995. godini vrednost industrijskih minerala (nemetala) bila je oko 75 % veća od vrednosti proizvedenih metala (24,4 milijarde dolara prema 14,1 milijardi dolara), a nivo zaposlenosti u ove dve oblasti pokazuje sličan odnos.

Za svetsku mineralnu ekonomiju nemetaličnih mineralnih sirovina, karakteristično je da:

- proizvodnja i potrošnja većeg broja nemetala permanentno raste, što je naročito karakteristično za tehnički i arhitektonski kamen, različite vrste glina (kaolinske, ilitske, montmorionitske, bentonitske, odnosno keramičke, vatrostatne, peskove, cementne sirovine, a takođe i za jedan broj nemetala kao što su magneziti, fluoriti, bariti i dr.)
- savremene tehnologije zahtevaju sve kvalitetnije nemetalične mineralne sirovine, što se kod pojedinih nemetala (npr. gline za keramičku industriju) rešava na taj način što se kombinuju sirovine iz više ležišta da bi se dobila optimalna ulazna sirovina), ali zahteva dodatne napore u sferi istraživanja i pripreme mineralnih sirovina;
- proizvodnja i potrošnja novih i netradicionalnih nemetaličnih sirovina raste, u okviru kojih su najkarakterističnije: brucit, feldspatoidi, glaukonit, olivinski livački peskovi, poligorski i sepiolitske gline, porculanski kamen, sitnoljuspasti muskovit, glaukonit;
- se brojne nemetalične mineralne sirovine uspešno koriste u zaštiti životne sredine (krečnjaci-kreč, zeoliti, različite vrste glina, kvarcni i glaukonitski peskovi, diatomiti);
- se veći broj nemetaličnih mineralnih sirovina, u sirovom ili prerađenom stanju (fosforiti, apatiti, krečnjaci, K-soli, treset i dr.), koriste u brojnim oblastima poljoprivrede (ratarstvo, voćarstvo, stočarstvo, ribarstvo i dr.) i njihova primena će permanentno rasti u skladu sa potrebama čovečanstva, posebno nerazvijenog dela sveta, za hranom, [1].

STRATEGIJA RAZVOJA SEKTORA NEMETALIČNIH MINERALNIH SIROVINA U PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA

Za razumevanje uslova strategije daljeg korišćenja raspoloživog mineralnog resursa nemetaličnih mineralnih sirovina Srbije, nophodno je analizirati okolnosti i pravce sveukupnog privrednog razvoja Srbije.

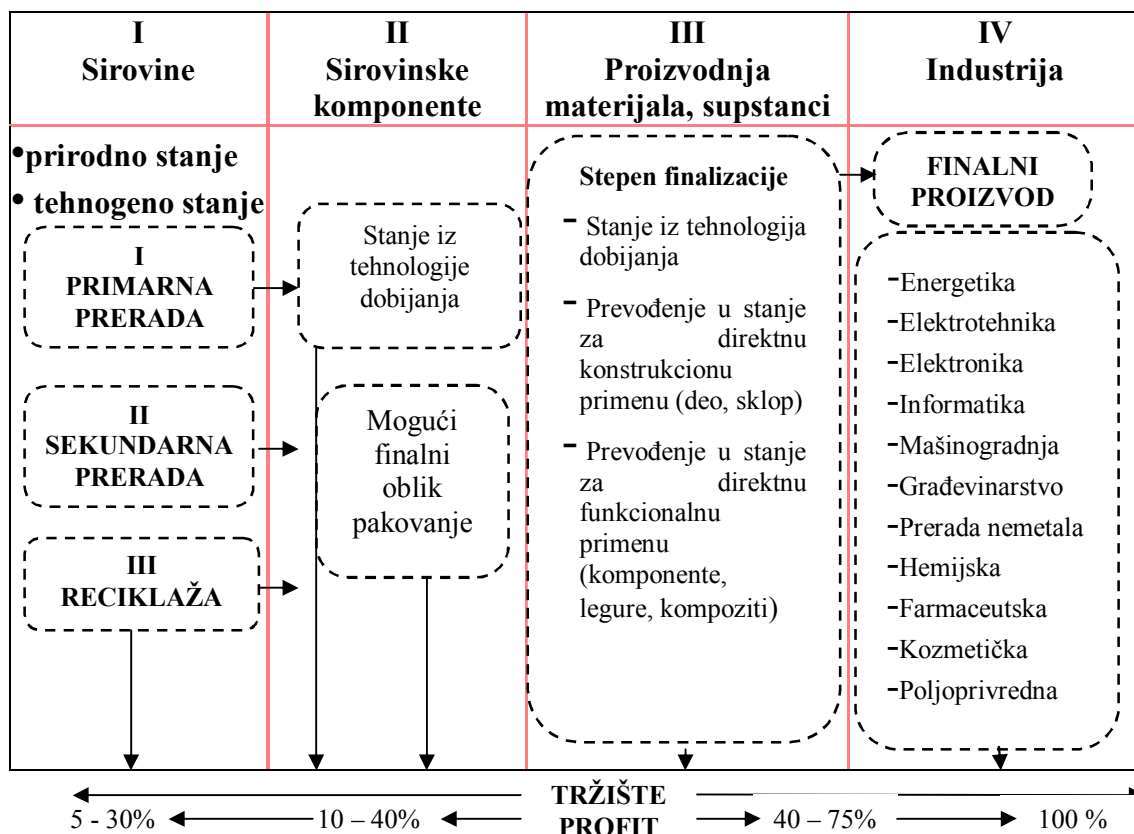
Pregledom sektora nemetaličnih mineralnih sirovina u privredi sa viđenom – mogućom ulogom u razvoju Srbije do 2020. godine, vidi se da nemetalične mineralne sirovine su direktno ili indirektno (preko sirovinskih komponenti i materijala) uključene u više privrednih delatnosti, a što je prikazano na slici 1.

U ovom za Srbiju vrlo važnom sektoru, čija je dominantna uloga obezbeđenje kvalitetne infrastrukture i konkurentnih domaćih inputa, nemetalične mineralne sirovine direktno uslovljavaju delatnosti "proizvodnja nemetala", "prerada nemetala" (proizvodnja stakla, porcelana, vatrostalnih materijala), "građevinski materijali", a indirektno imaju bitni udeo u "građevinarstvu", "hemijskoj industriji" i sl., a što je prikazano u tabeli 7.

Na izrazito globalizovanom svetskom tržištu, bez granica i posebnih zaštita, realno se mora proceniti u kojoj fazi na relaciji: dobijanje i primarna prerada raspoloživih nemetaličnih mineralnih sirovina → primenljive sirovinske komponente → sinteza materijala namenskih-upotrebnih svojstava → finalna proizvodnja, se privreda Srbije može efikasno uključivati. Ovo je posebno važno ako se zna da privreda danas ima izuzetno malo finalnih proizvoda, sa markom i kvalitetom za zasićeno svetsko tržište. Prema ovome, velike su mogućnosti, pored svih drugih, da se privreda Srbije uključuje u svetsko tržište, korišćenjem preostalog resursa nemetaličnih mineralnih sirovina i otpadnih sirovina.

Zašto smatramo da je ovo suštinsko pitanje u određivanju dalje strategije korišćenja raspoloživog sirovinskog, pre svega nemetaličnog mineralnog resursa?

Sektor "proizvodnja nemetala " treba da se, bazira na ozbiljnim geološkim rezervama za mnoge nemetalične mineralne sirovine, razvija sa visokom godišnjom stopom u periodu do 2020. godine. Ovo će se, bez ikakve dileme, postići ako se imaju u obzir realna i pozitivna svetska iskustva: naime, definisanje i dobijanje upotrebnih kvaliteta industrijskih minerala predstavlja proces koji je veoma složen i traži verifikaciju ne samo proizvoda iz procesa pripreme i prerade prirodnih sirovina, već i verifikaciju u svojstvima finalnog materijala za čiju sintezu se koriste, [9].



Slika 1. Reprodukcionni proces sirovine –materijali –finalni proizvodi

Nemetali – materijali budućnosti

Poslednjih godina u najrazvijenijim zemljama, količina i vrednost dobijenih materijala na bazi industrijskih minerala je tri do pet puta veća od vrednosti proizvoda na bazi metaličnih minerala. Savremena visokotehnološka civilizacija je zbog toga veoma zavisna od stabilne i adekvatne snabdevenosti industrijskim mineralima, jer su oni neophodni za proizvodnju materijala koji kao materijalne komponente omogućuju proizvodnju u većini industrijskih delatnosti i poljoprivredi.

Za različite domene procesne primene u sintezi različitih materijala (definisane strukture i svojstava), isti industrijski mineral mora imati različita svojstva. Kako svojstva industrijskih minerala zavise od kristalohemijske strukture, a struktura se može modifikovati određenom tehnološkom preradom – proizilazi da se prirodne sirovine i sami industrijski minerali, moraju veoma ozbiljno tehnološki tretirati.

Naime, za već danas prepoznatljivo sofisticirano korišćenje domaćih ograničenih resursa kvalitetnih industrijskih minerala – realna procena njihove raspoloživosti mora imati u vidu da kod pojedinih industrijskih minerala, za njihovu raznovrsnu primenu, nije bitna samo osnovna hemijska komponenta koju oni sadrže, već njihove posebne mineraloške i kristalografske karakteristike, koje određuju njihovu strukturu i u krajnjem, njihova procesna svojstva za proizvodnju različitih materijala.

Prema ovome, procena resursne i eksploataibilne raspoloživosti domaćih industrijskih (nemetaličnih) minerala se mora, pre ostalog, procenjivati i utvrđivati po stepenu mogućnosti njihove primene. U razvijenim tržišnim privredama faktori rizika u industriji proizvodnje i prerade industrijskih minerala se sagledavaju isključivo u

domenu marketinga. Ovdje se, pod marketingom, ne uzimaju aktivnosti koje često podrazumevamo u našoj praksi: oglašavanje, promocija, deljenje uzoraka, i sl. Savremeni marketing u ovoj oblasti je tehnološko-tehničko-komercijalno prilagođavanje proizvodnje industrijskih minerala zahtevu tržišta (procesnom domenu).

U slučaju konkretnog minerala nije problem u identifikaciji (vrsta, rezerve, način dobijanja, gruba priprema) jer se ovakvim nivom podataka, uz minimalnu preradu, mineral može prodati, ali po niskoj ceni i uz zanemarljiv profit. Za savremeno i visoko profitabilno korišćenje raspoloživih (i podvlačimo – neobnovljivih) mineralnih resursa (na primer, u hemijskoj i keramičkoj industriji, farmaceutici i kozmetici, metalurgiji i građevinarstvu, razvoju mnogih materijala za elektroniku i elektrotehniku, u poljoprivredi) neophodna je primena viših nivoa tehnološke pripreme odnosno prerade.

Savremeni progres u nauci i praksi razvoja biotehničkih i industrijskih privrednih delatnosti zasniva se na razvoju industrije savremenih nemetalnih materijala, koji je u suštinskoj međusobnoj interakciji sa raspoloživim sirovinama industrijskih (nemetaličnih) minerala. U interakciji: sinteza materijala ↔ sirovine, i to industrijskih minerala kao sirovina, prema svetskim i domaćim iskustvima, mora se početi od upotrebnih funkcija sintetizovanih materijala, posebno od njihove strukture i svojstava, koje obezbeđuju materijalu željene upotrebne funkcije: hemijsku aktivnost, vatrostalnost, izolacionu i termo-otpornost, elektroprovodljivost, toplotnu propustljivost, filtrabilnost, adsorpcione karakteristike i sl.

Analizom fizičkih, hemijskih i fizičko-hemijskih parametara strukture materijala, koja obezbeđuje svojstva za željenu upotrebnu funkciju, definišu se karakteristike (svojstva) ulaznih sirovinskih komponenti. U slučaju industrijskih minerala koji se potencijalno mogu koristiti za sintezu visokokvalitetnih materijala definisanih upotrebnih funkcija, utvrde se (najčešće u vidu detaljnih atestnih listi) karakteristike koje oni moraju zadovoljiti.

Nikada se prirodne sirovine industrijskih minerala ne mogu direktno koristiti u kontrolisanoj (savremenoj – sofisticiranoj) interakciji: sinteza materijala za namenske upotrebne funkcije ↔ definisana svojstva ulazne sirovinske komponente. Zbog ovoga, u savremenoj naučnoistraživačkoj proceduri osnovnih i razvojnih istraživanja postavljaju se racionalne osnove za razvoj tehnoloških operacija i procesa kojima se vrši priprema i prerada prirodnih sirovina industrijskih minerala do poluproizvoda – proizvoda potrebnih karakteristika. Karakteristike ovih proizvoda industrijskih minerala definišu i obezbeđuju njihovu upotrebnu funkciju, kao sirovinske komponente u sintezi materijala namenskih upotrebnih funkcija, [10].

Perspektive pripreme mineralnih sirovina

Često se ponavljaju fraze da je rudarstvo, a samim tim i priprema mineralnih sirovina, niskoakumulativna delatnost, da su visoki troškovi proizvodnje i niske cene gotovih proizvoda što ovu oblast stavlja u neravnopravan položaj sa drugim, mnogo manje zahtevnim delatnostima. Ono što mi često ističemo jeste da poslenici u oblasti rudarstva na ovim prostorima, veoma često, mnogo više vode računa o troškovima proizvodnje nego ostvarenoj dobiti i to traje veoma dugo. Istovremeno, mogućnosti se ne koriste u dovoljnoj meri.

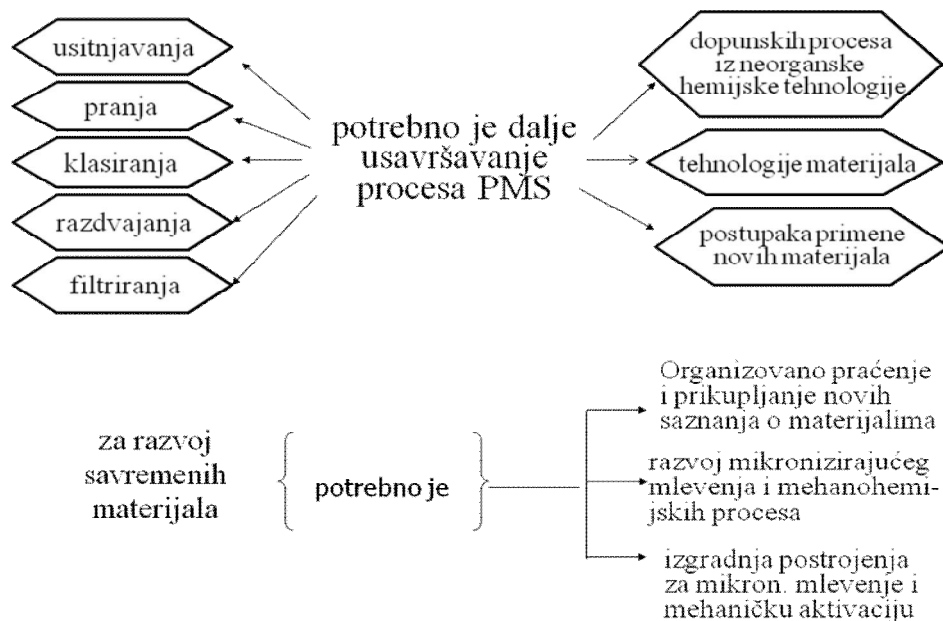
U ovom radu želja autora je da ukaže na mogućnosti prerade visokokvalitetnih koncentrata do dobijanja novih, materijala (nanomaterijala) sa dodatom vrednošću, na bazi mineralnih prahova, dobijenim trenutno najprimenjivijim postupkom dobijanja

nanoprahova u praksi poznatim postupkom mikronizacije, odnosno veoma fino mlevenja do ggk čestica reda veličine par mikrona, pri čemu značajan deo materijala ima dimenzije manje od mikrona.

Radovi iz ove oblasti poslednjih godina se veoma često publikuju u časopisima i zbornicima radova koji tretiraju oblast nauke i proizvodnje novih materijala, ali se na skupovima rudara retko pojavljuju.

Eksperimentalna istraživanja i postignuti rezultati u Srbiji pokazala su da dobijanje nano materijala na bazi mineralnih prahova mikronizirajućim mlevenjem i mehanohemijskim postupcima u domenu savremenih tehnologija nije jednostavan zadatak i da je za to potrebno osvajanje tehnologija za dobijanje veoma visokokvalitetnih koncentrata i definisanje optimalnih uslova mehanoaktivacije tako da dobijeni nano materijal ima unapred strogo definisane, strukturne, mineraloške, mehaničke i fizičko-hemijske osobine.

Specijalni postupci kao što su mikronizirajuće mlevenje, mehanička i mehanohemijska aktivacija, trebalo bi da posluže ka daljem razvoju pripreme mineralnih sirovina u svakom pogledu, a posebno u domenu novih materijala, kao što je to prikazano na slici 2, [11].



Slika 2. Perspektive pripreme mineralnih sirovina

ŠTA DALJE?

Najznačajniji problemi u oblasti rudarstva su: zastarela i nepotpuna zakonska rešenja iz oblasti rudarstva i geoloških istraživanja; nasleđeni problemi iz prethodnog perioda vezani za način organizovanja, pravni status rudarskih preduzeća te netržišni način njihovog poslovanja; zastarelost tehnologije i dotrajalost postrojenja u rudnicima; nepravilno odlaganje jalovine, nedovoljan i neadekvatan monitoring, kao i degradacija zemljišta u blizini rudnika.

Da bi se ovi problemi prevazišli, potrebno je napraviti stratešku procenu geološkog potencijala, uz definisanje područja, odnosno ležišta, koja se mogu smatrati

pogodnim za eksploataciju nemetaličnih mineralnih sirovina, zasnovanu na profitu i ekološki prihvatljivim tehnologijama.

Poseban problem kod korišćenja prirodnih nemetaličnih mineralnih sirovina je iscrpljenost monomineralnih ležišta i potreba da se koriste i prerađuju veoma kompleksne mineralne sirovine. Ovo zahteva složenu razradu procesa pripreme i prerade, jer treba selektivno izdvojiti proizvode različitih industrijskih minerala i dovesti ih do proizvoda sa karakteristikama koje će zadovoljiti zahteve kod sinteze materijala namenskih upotrebnih vrednosti. Poštujući ovakvu proceduru pripreme i prerade prirodnih sirovina industrijskih minerala, šire se domeni njihove primene. Ovo je dobro i zbog mogućnosti da se isti industrijski mineral koristi za sintezu više materijala sa različitim upotrebnim vrednostima - funkcijama. Pri ovome, poluproizvodi i proizvodi industrijskih minerala moraju imati različite karakteristike, koje se postižu različitim tehnološkim rešenjima pripreme i prerade mineralnih sirovina.

Poštujući ovakvu proceduru kod korišćenja raspoloživog resursa nemetaličnih mineralnih sirovina, otvaraju se neograničene mogućnosti za razvoj mnogih i malih kapaciteta, nezavisnih od velikih svetskih strateških partnera. Postigla bi se fleksibilna i veoma profitabilna proizvodnja sposobna da se prilagođava stalnim promenama u finalnoj proizvodnji.

Uopšte imajući u obzir karakteristike preostalog mineralnog resursa u Srbiji (sirovina nemetala), smatramo da se sva dalja istraživanja, kao i definisanje konkretnih tehničko-tehnoloških rešenja za investicionu dokumentaciju, moraju raditi potpuno sinhronizovano u svim fazama, [12].

Stoga se za stvaranje strategije razvoja sektora nemetaličnih mineralnih sirovina, podrazumevaju sledeći sektorski ciljevi:

- Usklađivanje propisa iz oblasti rudarstva sa zakonodavstvom EU;
- Racionalno upravljanje neobnovljivim prirodnim resursima i suzbijanje nelegalne eksploatacije;
- Kompletno restrukturiranje u proizvodnji nemetaličnih mineralnih sirovina, što podrazumeva uspešan završetak tranzicije sa većim učešćem privatnog kapitala;
- Razvoj i primena tehnoloških rešenja za smanjenje, integrisano sprečavanje i kontrolu štetnog uticaja eksploatacije nemetaličnih mineralnih sirovina na životnu sredinu;
- Održivo snabdevanje tržišta mineralnim sirovinama;
- Razvoj privrede na lokalnom nivou i povećanje zaposlenosti, uz uključivanje svih zainteresovanih strana u donošenje odluka, u toku čitavog životnog ciklusa rudnika, ali i kasnije.

Ostvarenje ovih ciljeva će imati višestruko pozitivne efekte, ne samo što će uticati na smanjenje pritiska na životnu sredinu, već će podstaći razvoj primenjenih naučnih istraživanja, razvoj tehnologije i dr.

Stručno i naučno posmatrano, na planu regionalnog istraživanja nemetaličnih mineralnih sirovina trebalo bi uraditi sledeće:

- Izraditi kompleksne studije o potencijalnosti Srbije u odnosu na najvažnije nemetalične mineralne sirovine, uz razradu prognoznih kriterijuma i ocenu minerogenetskih faktora;
- Unaprediti i racionalizovati metodiku istraživanja uz primenu novih metoda i instrumentalnih tehnika;

- Uvesti neophodnu primenu modernih analitičkih metoda ispitivanja sirovine u sve faze istraživanja;
- Uvesti moderne licencirane softverske pakete u istraživanje od obrade ležišta do definitivnog proizvoda.

Obrazovanje rudarskih i geoloških stručnjaka

U savremenom i razvijenom svetu obrazovanje, nauka i tehnologija su najvažniji preduslovi za privredni razvoj zemlje i njen civilizacijski status. Samo nauka i savremena tehnologija kao i odgovarajući obrazovni sistem, posebno visoko obrazovanje, mogu da obezbede nove tehnologije i nove proizvode [13].

S'toga, da se o reformi visokog obrazovanja u rudarstvu i geologiji u poslednje vreme intenzivno govori, neophodno je aktivno učestvovanje svih nas kojima je do toga stalo, a prioriteta bi trebalo da budu:

1. Kakav profil inženjera rudarstva nam je potreban?

Reforma visokog školstva u oblasti rudarstva trebalo bi da proizvede takvu vrstu stručnjaka koji bi mogao veoma lako da se prilagodi:

- Bolonjskoj deklaraciji;
- Novim tehnologijama iz oblasti rudarstva i geologije;
- Novim tehnologijama za dobijanje novih materijala;
- Informacionim tehnologijama;
- Menadžmentu u rudarstvu;
- Evropskim standardima u oblasti zaštite životne sredine i dr.

2. Usklađenost nastavnog plana i programa na fakultetima na kojima se školuju budući inženjeri rudarstva i geologije

Kadrovi iz oblasti rudarstva i geologije u Srbiji školuju se na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, Tehničkom fakultetu u Boru i na fakultetu u Kosovskoj Mitrovici, a da pri tome:

- Njihov plan i program nastave nije usklađen na osnovnim studijama, a kamoli na master i doktorskim studijama;
- Usklađivanjem nastavnih planova i programa dobili bi se inženjeri rudarstva sa adekvatnim i istim obrazovnim profilom;
- Nastavni planovi i programi na pojedinim fakultetima morali bi da poprime multidisciplinarni karakter (uvodenjem novih predmeta), kako bi se jednostanije prilagodio novim tehnologijama za dobijanje novih materijala kakvi se danas sve više traže u svetu.

3. Licenciranje inženjera rudarstva

Nakon završenih osnovnih studija i odgovarajućeg usmerenja, inženjeri rudarstva nakon dve godine provedenog rada u struci ispunjavaju uslov za polaganje stručnog ispita, a koji im po zakonu o rudarstvu obezbeđuje stručnu kompetentnost prilikom projektovanja postrojenja u oblasti pripreme mineralnih sirovina.

Međutim, danas to nije tako, već tu vrstu posla obavljaju tehnolozi koji apsolutno nisu stručni za tu vrstu posla posebno za projektovanje postrojenja u oblasti metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina. U novom zakonu o rudarstvu neophodno je implementirati i ovu oblast, kako naši inženjeri rudarstva ne bi bili uskraćeni od onoga što su učili u školi i poslova koji im po zakonu pripadaju.

4. Reference fakulteta i nastavno-naučnog osoblja

Kako bi se što bliže približili standardima evropskih i svetskih Univerziteta, posebno rudarskih fakulteta, neophodno je već postojeće sajtove pomenutih fakulteta proširiti referencama nastavno-naučnog osoblja. Na taj način podigli bi kvalitet samog fakulteta, a zainteresovani studenti imali bi priliku da što jednostavnije i kvalitetnije dobiju informacije za oblast studiranja koja im najviše odgovara. Pored toga, neophodno je kako domaćim a i stranim studentima omogućiti studiranje na daljinu, kako se to već radi svuda u svetu. Ovakvim pristupom rada fakulteta povećao bi se i broj studenata.

5. Stručni i naučni časopisi iz oblasti rudarstva

Rudarsko-geološki fakulteti u saradnji sa resornim Ministarstvom rudarstva, Ministarstvom prosvete i nauke i Ministarstvom zaštite životne sredine i prostornog planiranja i drugim naučnim i privrednim subjektima, trebalo bi da već postojeće časopise i uvođenjem novih, jasno stave do znanja kako stručnoj i naučnoj javnosti da je rudarstvo jedna od veoma bitnih grana ovog društva. Stručni i naučni časopisi iz oblasti rudarstva morali bi naći svoje mesto i u elektronskoj formi na web stranicama fakulteta.

6. Međunarodna saradnja

Svojevremeno međunarodna saradnja fakulteta bila je veoma izražena kako na nastavnom tako i na studentskom nivou. Stiče se utisak, da se u poslednjih par godina na planu međunarodne saradnje više radi na unapređenju poslovno-tehničke i drugih vidova saradnje sa mnogim Univerzitetima, institutima i privrednim subjektima, ali zbog materijalne situacije mnogi naši kontakti obično se završavaju do nivoa dobre volje. Jedan od načina za poboljšanje međunarodne saradnje je potpisivanje čvrstih ugovora koji garantuju obostranu materijalnu dobit.

7. Međunarodni projekti

Ministarstvo prosvete i nauke i Ministarstvo zaštite životne sredine i prostornog planiranja Republike Srbije, poslednjih par godina inteziviralo je saradnju sa mnogim Univerzitetima, fakultetima, institutima, privatnim kompanijama i dr., na međunarodnom planu, tako da danas imamo mogućnost da i na ovaj način pokažemo da naše znanje stečeno na fakultetima, apsolutno omogućava našim stručnjacima da učestvuju na ovakvim projektima. Resorno Ministarstvo rudarstva koje u poslednje vreme svoj rad isključivo bazira na energetici, trebalo bi da stvori uslove razvoja i drugog sektora, a koji se posebno odnosi na rudarstvo. Povezanost fakulteta preko pomenutih ministarstava u mnogome bi poboljšalo referentnost fakulteta, a samim tim i

povećao broj studenata putem projektnog finansiranja i stipendiranja stručnjaka ovakvog profila.

Domaće projektno finansiranje u ovom trenutku nije lose zamišljeno, međutim stiže se utisak da je formiran jako veliki broj projekata sa malim sredstvima, a samim tim i rezultati su slabi. Formiranjem informacione baze eksploatacije mineralnih sirovina (metaličnih, nemetaličnih, tehnogenih, energetske i dr.) i jasne strategije eksploatacije prioritarnih i strateških mineralnih resursa, uključujući i promene zakona o rudarstvu i koncesijama, rezultati bi daleko bili kvalitetniji i isplativiji.

8. Međusobna povezanost fakulteta i institucija vezanih za rudarstvo

Rudarsko-geološki fakulteti i njemu srodni fakulteti morali bi čvršće da saraduju sa: SANU, Ministarstvom rudarstva, Ministarstvom prosvete i nauke i Ministarstvom zaštite životne sredine i prostornog planiranja, Privrednom komorom Srbije, Institucijama, Privredom i dr.

Na kraju, može se reći da teška ekonomska vremena i tranzicija traže mnogo više rada svih nas, više dijaloga, razgovora i međusobnog razumevanja, kako bi se što pre prevazišli različiti problemi. Ne smemo da zaboravimo da smo u stvari svi mi koji radimo u sektoru mineralne industrije na istoj strani i da živimo od profita koji zajednički stvaramo.

ZAKLJUČAK

Nemetalične mineralne sirovine ili industrijski minerali kako se nazivaju u nekim zemljama predstavljaju značajan ekonomski potencijal ako se njihovom istraživanju, eksploataciji, preradi i izučavanju njihove primene posveti odgovarajuća pažnja.

U svetu se proizvodnja nemetaličnih mineralnih sirovina (industrijskih minerala) poklanja velika pažnja. Ukupna svetska proizvodnja ovih sirovina iznosi oko 25 milijardi tona godišnje. U industrijski razvijenim zemljama primenjuju se najsavremenije metode obuke kadrova uz primenu sofisticirane opreme za istraživanja, kao i primenu drugih dostignuća savremenih informacionih tehnologija.

U Evropi je najveći deo kapaciteta u ljudstvu i laboratorijama angažovan na valorizaciji kako nemetaličnih mineralnih sirovina tako i tehnogenih mineralnih sirovina, recikliranju otpada, pripremi ekoloških mineralnih sirovina u sprezi sa prečišćavanjem otpadnih voda, zatim razvoju biotehnologija i jednim delom razvoju novih materijala. Rezultati koji se ostvaruju su u skladu sa uložnim sredstvima u ovu oblast.

Nemetalične mineralne sirovine sve više nalaze prostora u tehnološkim procesima svih grana industrije. Međutim, zahtevi tehnoloških procesa ovih industrija za kvalitet nemetaličnih sirovina su veoma strogi. Iz ovog razloga priprema najvećeg broja rovnih nemetaličnih mineralnih sirovina je neophodna.

Na prostorima nekadašnje Jugoslaviji, a i danas u Srbiji, ove sirovine su bile veoma zapostavljene, i u najvećem broju slučajeva one kvalitetnije, industrija je uvozila u ogromnim količinama. Sa otežanim uslovima uvoza osetila se ozbiljna potreba za korišćenje sopstvenog prirodnog resursa koji je u mnogome i ranije geološki bio definisan, ali nije uvek bio kvaliteta dovoljnog za direktnu primenu u tehnološkim

procesima industrija koje ga koriste. Iz tog razloga poslednjih godina se veoma mnogo eksperimentalno radi na razvoju sopstvenih tehnologija za pripremu nemetaličnih mineralnih sirovina, i izgradnji industrijskih kapaciteta prerade.

Nama ostaje da ulažemo napore da se u ovoj oblasti što više približimo industrijski razvijenim zemljama, a to možemo ostvariti kroz istraživački rad, obrazovni rad i zakonsku regulativu koja omogućava investiciona ulaganja u ovu oblast.

ZAHVALNOST

Rezultati u ovom radu su proistekli iz istraživanja na projektu TR33007 i TR34006 koja su finansirana od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Ljubiša Andrić: "Proizvodnja nemetaličnih mineralnih sirovina" (Production of Non-metalic Mineral Raw Materials), Poglavlje u monografiji: "Mineralnosirovinski kompleks Srbije danas: izazovi i raskršća" (Mineral-Resources complex of Serbia today: Challenges and Crossroads), Akademija inženjerskih nauka Srbije (AINS), Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Privredna komora Srbije, ISBN 978-86-87035-02-7, 2010, Beograd, s.189-202
- [2] Jovo Pavlica, Dragiša Draškić: "Priprema nemetaličnih mineralnih sirovina", Rudarsko-geološki fakultet Beograd, ISBN 86-7352-012-6, 1997., Beograd, s.3-7.
- [3] Mineral Raw Materials of Republic of Serbia: <http://www.mpo.cz/kalendar/download/pdf>
- [4] Ljubiša Andrić: Jantar grupa, Projekat: "Izrada baze podataka o ležištima ekoloških mineralnih sirovina Srbije sa mogućnošću primene", Beograd, 2002, str. 5-8.
- [5] Siniša Milošević, Ljubiša Andrić i dr. Domaće nemetalične mineralne sirovine za primenu u privredi, ITNMS, 1998., Beograd.
- [6] Nadežda Čalić, Ljubiša Andrić: "Mineral Processing in Serbia", Special Issue Dedicated to the "XIII Balkan Mineral Processing Congress", Bucharest, Romania, Revista Minelor, Vol.15, Nr.4-5, 2009., ISSN 1220-2053, p.17-22.
- [7] Statistički godišnjaci, Republički zavod za statistiku Srbije.
- [8] Strategija industrijskog razvoja Srbije do 2010. god., Arhiva ITNMS, 2002.
- [9] Siniša Milošević, Mirjana Grbavčić, Ljubiša Andrić: "EcologySolutions in Sustainable Development of Energy Resources Exploitation",("Ekološka rešenja u održivom razvoju korišćenja energetske resursa"), I Međunarodni simpozijum Energetsko rudarstvo 2007., 06-08 November 2007, Vrnjačka Banja, Serbia, ISBN 978-86-73-52-158-9, p.72-81.
- [10] Ljubiša Andrić, Nadežda Čalić, Miroslav Glušac: "Mehanohemijaska aktivacija u dobijanju novih materijala", Glasnik hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske, Banja Luka, br 2. decembar 2009., ISSN-1840-054X, naučni rad UDK620.1, str.111-117
- [11] Nadežda Čalić, Ljubiša Andrić, Miroslav Glušac: "Rudarstvo i nanotehnologije Naučno stručni skup Rudarstvo u budućnosti Republike Srpske", Prijedor, maj 2010., ISBN 978-99938-630-8-3, COBISS.BH-ID 1451032, str.43-50

- [12] Vladimir Simić: "Stepen istraženosti nemetaličnih mineralnih resursa Srbije", (Exploration Level of Industrial Minerals and Rocks in Serbia), Poglavlje u monografiji: "Mineralnosirovinski kompleks Srbije danas: izazovi i raskršća" (Mineral-Resources complex of Serbia today: Challenges and Crossroads), Akademija inženjerskih nauka Srbije (AINS), Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Privredna komora Srbije, ISBN 978-86-87035-02-7, 2010, Beograd, s.173-187.
- [13] Ljubiša Andrić: "Obrazovanje rudarskih i geoloških stručnjaka: kriza i reforma škole", Okrugli sto, Beograd, 23.12.2005., Akademija inženjerskih nauka Srbije i Crne Gore (AINSiCG), ISBN 86-903489-7-2, 2006, Beograd, s.57-61(84)