

Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u sedimentnim basenima Srbije

Vladimir M. Simić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u sedimentnim basenima Srbije | Vladimir M. Simić | | 2003 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0006090>

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET BEOGRAD

Vladimir M. Simić

**PROGNOZNA OCENA RESURSA KAOLINITSKIH GLINA
U SEDIMENTNIM BASENIMA SRBIJE**

Doktorska disertacija

Beograd, 2003.

Mentori: Dr Boško Stajević, red. prof.,
Rudarsko-geološki fakultet Beograd

Dr Rade Jelenković, red. prof.,
Rudarsko-geološki fakultet Beograd

Članovi komisije: Dr Miloje Ilić, red. prof. u penziji

Datum odbrane doktorske disertacije:

PROGNOZNA OCENA RESURSA KAOLINITSKIH GLINA U SEDIMENTNIM BASENIMA SRBIJE

Apstrakt

Kaolinitske gline predstavljaju jednu od privredno najznačajnijih nemetalnih mineralnih sirovina u Srbiji. Ležišta tih glina odavno se istražuju i eksploatišu u Arandelovačkom i Kolubarskom basenu i basenima vlašičkog antiklinorijuma. Osim toga, u većem ili manjem obimu istražene su mnoge lokalnosti, a na nekima od njih vršila se povremena eksploatacija. Dosadašnja istraživanja kaolinitskih glina imala su, međutim, prevashodno uzak istraživački cilj - utvrđivanje rezervi glina određenog ležišta, dok su istraživanja regionalnog karaktera bila malog obima i vezana za delove pojedinih basena, bez međusobne korelacije. U ovoj doktorskoj disertaciji proučeno je i prikazano sledeće: geološke karakteristike ležišta kaolinitskih glina u sedimentnim formacijama Srbije; genetsko-industrijska klasifikacija ležišta kaolinitskih glina; mineragenetska reonizacija ležišta kaolinitskih glina Srbije; prognozna ocena resursa kaolinitskih glina Srbije sa koncepcijom daljih istraživanja.

Ležišta i značajnije pojave vatrosto-keramičkih glina do sada su utvrđene u sledećim tercijarnim basenima Srbije: Arandelovačkom, Kolubarskom, basenima Brajkovačkog horsta i Vlašića, kao i u basenu Jadranske Lešnice. Mineralni i hemijski sastav glina u ležištima tih basena zavisi od vrste matičnih stena, što je prikazano u genetskom modelu. Nakon stvaranja minerala glina u korama raspadanja, sa promenom klimatskih i tektonskih karakteristika određenog područja, dolazi do erozije, transporta i taloženja pokrenutog i u različitoj meri mehanički izdiferenciranog materijala nekadašnje kore raspadanja. Utvrđeno je da minerali glina generalno zadržavaju svoj sastav prilikom transporta. Međutim, sedimentacioni uslovi presudno utiču na formiranje određenih industrijskih (tehnoloških) tipova kaolinitskih glina.

Sa aspekta prisustva sedimentnih resursa kaolinitskih glina, prognozni kriterijumi mogu se podeliti u dve grupe. U prvu grupu spadaju kriterijumi raspadanja (primarnih izvora minerala glina) - petrološki, klimatski, tektonski, geomorfološki (topografski) i geohemijski, a u drugu grupu sedimentološki kriterijumi (kriterijumi stvaranja sedimentnih resursa kaolinitskih glina) - litofacijalni, stratigrafski i paleogeografski. Zasebno su razmatrani tehnološki kriterijumi, značajni sa aspekta prognoze kvaliteta glina koji se očekuju, i geološko-ekonomski kriterijum, koji je kvantitativnog karaktera i bazira se na principu analogije. Na osnovu analize tih kriterijuma, a imajući u vidu veličinu teritorije Srbije, kao i stepen geološke izučenosti obodnih stena i samih basena, usvojene su sledeće kategorije tercijarnih basena Srbije po perspektivnosti pronalazačenja vatrosto-keramičkih glina: 1. veoma perspektivni baseni; 2. perspektivni baseni; 3. nejasno perspektivni baseni; 4. slabo perspektivni baseni; 5. veoma slabo perspektivni baseni.

Na osnovu ocene potencijalnosti pojedinačnih tercijarnih basena Srbije može se zaključiti da od ukupno 96 basena (ili većih delova jednog basena) samo 8 spada u kategoriju veoma perspektivnih i perspektivnih, i to: arandelovački, brajkovački, kolubarski, vlašički, basen Jadranske Lešnice, podrinjsko-posavski, krivorečki i vranjski basen. U kategoriju nejasno perspektivnih spada 21 basen, dok ostalih 67 basena spada u kategorije slabo ili veoma slabo perspektivnih.

Kvantitativna procena potencijalnih rezervi vatrosto-keramičkih glina izvršena je za one tercijarne basene Srbije koji su svrstani u kategorije veoma perspektivnih i perspektivnih za postojanje ležišta vatrosto-keramičkih glina. Ukupne procenjene potencijalne rezerve $D_1 + D_2$ (samo malim delom i C_2) kategorije vatrosto-keramičkih glina u veoma perspektivnim i perspektivnim tercijarnim basenima Srbije iznose oko 145 miliona tona, što uz sadašnju istraženu sirovinsku bazu predstavlja solidnu osnovu za planiranje budućeg razvoja vatrosto-keramičke industrije kod nas, ali i budućih osnovnih ili regionalnih istraživanja tih sirovina.

Ključne reči: prognozna ocena, resursi kaolinitskih glina, sedimentni baseni, Srbija, geologija, mineralogija, kvalitet, potencijalnost.

PROGNOSTIC ESTIMATION OF KAOLINITIC CLAY RESOURCES IN SEDIMENTARY BASINS IN SERBIA

Abstract

Kaolinitic clays are one of the most important non-metallic mineral resources in Serbia. Deposits of these clays have been explored and exploited for several decades in Arandjelovac, Kolubara, and Vlačić basins. Besides, numerous localities of kaolinitic clays were also explored and, from time to time, exploited. But the previous exploration of kaolinitic clays had one simple task - determination of clay reserves in strictly defined deposits, while the regional exploration were organised on small scale level, just for parts of some basins, and without any correlation. Thus, in this PH. D. we have studied the following subjects: geological characteristics of kaolinitic clay deposits in sedimentary formations in Serbia; genetic and industrial classification of kaolinitic clays; identified ore-bearing and ore formations; and gave the prospective estimation of kaolinitic clay resources in Serbia with the conception of further exploration.

The deposits and most important occurrences of kaolinitic clays have been so far found in the following tertiary basins in Serbia: Arandjelovac basin, Brajkovac basins, Kolubara basin, Vlačić basins, and Jadarska Lešnica basin. Mineral and chemical composition of clays from these deposits depends on the composition of primary rocks, which is presented in the genetic model. After formation of clay minerals in weathering crusts, due to the changes of climate and tectonic characteristics of the region, the erosion, transportation and deposition of the mechanically differentiated material occur. It was proven that clay mineral assemblage remains nearly the same in the process of transportation, but the sedimentological conditions control the formation of different industrial (technological) types of kaolinitic clay deposits.

The prognostic criteria can be divided in two groups according to the possible presence of kaolinitic clay resources. In the first group there are criteria of weathering (or clay mineral formation) - petrologic, climatic, tectonic, geomorphologic (topographic), and geochemical. In the second group are sedimentological criteria (criteria of clay deposits formation) - litho facial, stratigraphical, and paleogeographic. Apart from all these criteria, technological criteria were also analysed, which are important for the prognosis of clay quality, and also geologic-economic criterion, which is of quantitative character, based on the principle of analogy. After analysing all criteria, the following categories of Tertiary basins in Serbia were determined according to the possibility of finding new kaolinitic clay deposits: 1. very perspective basins; 2. perspective basins; 3. indistinctly perspective basins, 4. weakly perspective basins; 5. very weakly perspective basins (practically no perspective at all).

After analysing the potential of each Tertiary basin in Serbia, it was concluded that from totally 96 basins (or bigger parts of some basins) only 8 belong to the categories of very perspective and perspective basins, which are: Arandjelovac basin, Brajkovac basins, Kolubara basin, Vlačić basins, Jadarska Lešnica basin, Kriva reka basin, and Vranje basin. In the category of indistinctly perspective basins belong 21 basin, while the 67 remaining basins have weak or very weak perspectives for the presence of kaolinitic clay resources.

Quantitative prognosis of potential resources of kaolinitic clays was done for all basins defined as very perspective and perspective. The total potential resources of kaolinitic clays were estimated to be about 145 million tons, which is, with the explored resources and reserves of the same clays, a very sound basis for the future development of industry based on these clays, as well as for the further geological and all other exploration and study of kaolinitic clay resources.

Key words: prognostic estimation, resources of kaolinitic clays, sedimentary basins, Serbia, geology, mineralogy, quality, potential.

SADRŽAJ

1. UVOD	7
1.1. Ciljevi i primenjena metodika	7
1.2. Definicije osnovnih pojmova	8
1.3. Uzorkovanje	8
1.4. Analitički metodi	8
1.5. Metodika i principi prognoze	9
2. KRITERIJUMI PROGNOZNE OCENE SEDIMENTNIH RESURSA KAOLINITSKIH GLINA SRBIJE	11
2.1. Genetska klasifikacija i opšti genetski model ležišta kaolinitskih glina	11
2.1.1. Primarni izvori minerala glina	12
2.1.2. Mobilizacija i transport glinovitog materijala	14
2.1.3. Obaranje (deponovanje) minerala glina	14
2.1.4. Postsedimentacione promene	14
2.2. Kriterijumi prognozne ocene resursa sedimentnih kaolinitskih glina	14
2.2.1. Prognozni kriterijumi raspadanja (primarnih izvora minerala glina)	15
2.2.2. Prognozni sedimentološki kriterijumi	20
2.2.3. Tehnološki kriterijumi	29
2.2.4. Geološko-ekonomski kriterijum	30
2.3. Zaključna razmatranja o kriterijumima prognozne ocene	30
3. RESURSI KAOLINITSKIH GLINA U SEDIMENTNIM BASENIMA SRBIJE	32
3.1. Opšti osvrt i geološki razvoj	32
3.2. Mineragenetska reonizacija	33
3.3. Osvrt na dosadašnja izučavanja kaolinitskih glina	37
4. PROGNOZNA OCENA RESURSA KAOLINITSKIH GLINA U SEDIMENTNIM BASENIMA SRBIJE	40
4.1. Kategorizacija sedimentnih basena Srbije prema perspektivnosti otkrivanja resursa kaolinitskih glina	40
4.2. Opšta prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u sedimentnim basenima Srbije	42
Baseni Vojvodine	42
Baseni severozapadne i centralne Srbije	43
Baseni zapadne i jugozapadne Srbije	46
Baseni Podunavlja i Pomoravlja	47
Baseni unutrašnjih Karpato-balkanida	49
Baseni istočne i severoistočne Srbije	50
Baseni po obodu Srpsko-makedonske mase	52
Baseni jugoistočne Srbije	54
Baseni Kosovsko-metohijske kotline	55

Baseni oko Bujanovačkog gnajs-granitnog kompleksa	56
4.3. DETALJNA PROGNOZNA OCENA RESURSA KAOLINITSKIH GLINA U VEOMA PERSPEKTIVNIM I PERSPEKTIVNIM BASENIMA SRBIJE	59
4.3.1. Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u Arandelovačkom basenu	59
4.3.2. Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u istočnom delu Kolubarskog basena i basenima Brajkovačkog horsta	106
4.3.2.2. Analiza prognoznih kriterijuma resursa kaolinitskih glina u istočnom delu Kolubarskog basena i basenima Brajkovačkog horsta	122
4.3.3. Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u basenima Vlašića, Jaderske Lešnice, Posavsko-podrinjskom, Posavsko-tamnavskom i zapadnom delu Kolubarskog basena	132
4.3.3.1.2. Basen Jaderske Lešnice	138
4.3.3.1.3. Posavsko-tamnavski basen	141
4.3.3.3. Analiza prognoznih kriterijuma resursa kaolinitskih glina u basenima Vlašića, Jaderske Lešnice, Posavsko-podrinjskom, Posavsko-tamnavskom i zapadnom delu Kolubarskog basena	151
4.3.4. Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u Vranjskom i Krivorečkom basenu	159
4.3.4.1. Analiza prognoznih kriterijuma resursa kaolinitskih glina u Vranjskom i Krivorečkom basenu	159
4.4. Prognozni resursi kaolinitskih glina u sedimentnim basenima Srbije	165
4.5. Konceptija daljih istraživanja	168
5. ZAKLJUČAK	172
6. LITERATURA	177

1. UVOD

Kaolinitske gline predstavljaju jednu od privredno najznačajnijih nemetalčnih mineralnih sirovina u Srbiji. Ležišta tih glina odavno se istražuju i eksploatišu u Aranđelovačkom i Kolubarskom basenu i basenima vlašićkog antiklinorijuma. Osim toga, u većem ili manjem obimu istražene su mnoge lokalnosti, a na nekima od njih vršila se povremena eksploatacija (ležišta Baroševac, Dren, Metriš). Na taj način prikupljen je bogat faktografski materijal, koji je predstavljao osnovu za početak rada na ovoj disertaciji, a naročito podaci istražnog bušenja i ispitivanja kvaliteta.

Dosadašnja istraživanja kaolinitskih glina imala su, međutim, prevashodno uzak istraživački cilj - utvrđivanje rezervi glina određenog ležišta, dok su istraživanja regionalnog karaktera bila malog obima i vezana za delove pojedinih basena, bez međusobne korelacije. Osim toga, kako regionalna istraživanja, tako i istraživanja nekog određenog ležišta u većini slučajeva nisu bila praćena odgovarajućim mineraloškim analizama, a često su i konceptijski bila dosta ograničenog obima zbog hronične nestašice sredstava za regionalna proučavanja, čiji se rezultati ne mogu neposredno ekonomski valorizovati. Nažalost, za pojedina detaljno istražena ležišta ne postoje uopšte podaci o mineralnom sastavu (ležište Baroševac u Kolubarskom basenu), iako je to ležište možda i ključno za preciznije utvrđivanje geneze ležišta kvalitetnih glina tog basena, a samim tim i za njihovu prognozu ocenu.

U ovom radu nije tretirana problematika lijaskih kaolinitskih glina istočne Srbije iz dva razloga. Prvi je što se ta ležišta ne nalaze u sedimentnim basenima, već u intenzivno nabranim i tektonski poremećenim formacijama tog dela Srbije. Drugi razlog je što su ležišta lijaskih kaolinitskih glina daleko slabije istražena od ležišta kaolinitskih glina u neogenim basenima Srbije, a dosadašnja istraživanja pokazala su da su to mala ležišta glina, sa dosta slabijim kvalitetom, malim rezervama i teškim uslovima eksploatacije (većina bi morala da se eksploatiše podzemnim rudarskim radovima). Zbog toga je i prilikom izbora teme potencirano da se prognozna ocena odnosi na ekonomski značajne sedimentne basene tercijarne starosti.

Takođe u ovom radu nisu obrađivane ni opekarske gline na području Srbije, koje su pretežno ilitsko-kloritskog ili ilitsko-smektitskog sastava. Prognozna ocena opekarskih sirovina zasniva se na nešto drugačijim kriterijumima, tako da smo se zadržali samo na kaolinitskim glinama, kako je to definisano u daljem tekstu.

1.1. Ciljevi i primenjena metodika

Prognozna ocena bilo kojeg prirodnog čvrstog mineralnog resursa određenog područja zasniva se na specifičnim obeležjima pojedinih morfogenetskih tipova ležišta koja se nalaze u blizini tog područja, ili u sličnim geološkim i geotektonskim uslovima. Zadatak prognozne ocene je da na bazi mineragenetskih zakonitosti, a kroz analizu prognoznih kriterijuma, izdvoji i rangira perspektivna područja za otkrivanje ležišta određene mineralne sirovine.

Ciljevi ove doktorske disertacije bili su sledeći:

- definisanje geoloških karakteristika ležišta kaolinitskih glina u sedimentnim formacijama Srbije;
- genetsko-industrijska klasifikacija ležišta kaolinitskih glina;
- mineragenetska reonizacija ležišta kaolinitskih glina Srbije;
- prognozna ocena resursa kaolinitskih glina Srbije sa koncepcijom daljih istraživanja.

Treba naglasiti da stepen detaljnosti prikaza pojedinih tercijarnih basena Srbije i ležišta kaolinitskih glina u njima nije uvek bio isti, što je zavisilo od fonda raspoloživih podataka, kao i mogućnosti uzimanja uzoraka glina ili materijala kore raspadanja za sopstvena proučavanja. Kaolinitske gline najbolje su proučene u ležištima Aranđelovačkog basena, za koje je osim toga bilo moguće i praviti paralelu sa primarnim ležištima kaolina u kori raspadanja. Opšti model geneze prikazan u ovoj disertaciji u velikoj meri se zasniva upravo na ležištima kaolina i kaolinitskih glina Aranđelovačkog basena.

1.2. Definicije osnovnih pojmova

U geološkoj literaturi često određeni termini nisu precizno utvrđeni, što je naročito karakteristično za gline. Zbog toga je bilo potrebno na početku tačno definisati šta se podrazumeva pod pojmovima "kaolinitске gline", "vatrostralno-keramičke gline" i "kaolini".

Terminom "kaolinitске gline" označene su sve gline izgrađene najvećim delom od minerala kaolinita, ali i ilita (u manjoj ili većoj količini).

Pod terminom "vatrostralno-keramičke gline" u našoj literaturi podrazumevaju se gline koje se koriste u vatrostralnoj i keramičkoj industriji (ali samo fine keramike, uključujući sanitarnu keramiku i pločice). Razgraničenje vatrostralnih i keramičkih gline je uslovno i uglavnom zavisi od konkretne valorizacije određene gline u industriji (na primer visoko-vatrostralne gline iz ležišta Vrbica koristile su se kako u vatrostralnoj industriji, tako i u industriji fine keramike).

Termin "vatrostralne gline" korišćen je u disertaciji za sve gline koje se najvećim delom koriste u industriji vatrostralnih materijala i poseduju vatrostalnost iznad 1580 °C (SK 26), a "keramičke gline" za gline svetle boje pečenja, koje se koriste prvenstveno u industriji fine keramike, sanitarne keramike i pločica. Termin "opekarske gline" primenjuje se za gline tamne boje pečenja, koje se koriste u opekarskoj industriji (industriji grube keramike).

Terminu "vatrostralno-keramičke gline" u literaturi na ruskom jeziku odgovaraju "bele keramičke gline i vatrostralne gline (Kužvart, 1986)", "vatrostralne i teškotopive gline (Romanovič, 1986)", "plastične gline bele boje pečenja (Eremin, 1991)". U literaturi na engleskom jeziku vatrostralno-keramičkim glinama odgovaraju plastične gline - "ball and plastic clays", "sedimentni kaolini", kao i vatrostralne gline - "refractory clays, fire clays" (Robbins, 1984; Harben & Bates, 1990).

Pod terminom "ležišta kaolina" podrazumevaju se isključivo primarna ležišta kaolina, formirana *in situ* pod dejstvom hidrotermalnih procesa ili površinskog raspadanja (Kužvart, 1984). Sedimentni kaolini iz anglosaksonske literature predstavljaju u našoj terminologiji kaolinitске gline.

1.3. Uzorkovanje

Uzorci kaolinitskih gline potrebni za analize uzimani su prema mogućnostima, i to prvenstveno sa etaža površinskih kopova, otvorenih profila, kao i iz bušotina. Određeni broj uzoraka dobijen je od strane proizvođača kaolinitskih gline. Ovako prikupljeni uzorci reprezentativnog su karaktera i mogu se smatrati kao srednji uzorci za deo ležišta iz koga su uzeti. Uzorci sa etaža i otvorenih profila uzimani su metodom brazde u slučaju tanjih slojeva gline, ili tačkastim metodom u slučaju većih izdanaka ili debljih slojeva gline. Iz bušotina je uzimana ili polovina ili četvrtina jezgra tačkastim metodom, zavisno od količine raspoloživog materijala. Materijal svake probe homogenizovan je a zatim je izdvojen srednji uzorak za ispitivanja.

1.4. Analitički metodi

Prilikom rada na doktorskoj disertaciji korišćeni su sledeći analitički metodi:

- Rendgenska difrakcija praha,
- diferencijalno-termička i termogravimetrijska analiza,
- infracrvena spektroskopija,
- klasična hemijska analiza,
- skanirajuća elektronska mikroskopija,
- spektrohemijska analiza elemenata u tragovima.

Detaljniji podaci o ovim metodima ispitivanja gline mogu se naći u sledećim referencama:

Rendgenska difrakcija praha - Carroll 1970, Thorez 1975, Eberhart 1976, Brindley and Brown 1980, Caillere et al. 1982, Desprairies 1983, Holtzapffel 1985.

Diferencijalno-termička i termogravimetrijska analiza - Mackenzie 1970, Wilson 1987.

Infracrvena spektroskopija - Van der Marel and Beutelspacher 1976, Wilson 1987.

Elektronska mikroskopija - Beutelspacher and Van der Marel 1968, Borst and Keller 1969, Gard 1971, Sudo et al. 1981.

Geochemija - Pinta 1971, Weaver and Pollard 1973, Velde 1977 i 1985, Newman 1987.

Sve analize metodom rendgenske difrakcije praha urađene su u Laboratoriji za kristalografiju Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, analitičar Prof. dr. Stevan Đurić. Svi uzorci snimljeni su pod istim uslovima: rendgenskim generatorom PHILIPS tip PW 1729, i difraktometrom istog proizvođača, tip PW 1710 uz originalnu softversku obradu APD.

Kao izvor zračenja korišćena je rendgenska cev tipa LLF sa bakarnom antikatodom i lučnim grafitnim monohromatorom postavljenim između uzorka i detektora, pa je zračenje bilo $\lambda_{CuK_{\alpha 1}} = 1.5405 \text{ \AA}$, i na taj način je izbegnuta eventualna rendgenska fluorescencija. Anodno opterećenje cevi iznosilo je 40 kV i 35 mA.

Procepi (slitovi) su bili fiksni 1.0 i 0.1 mm. Uzorci su presovani u standardne aluminijumske ramove i snimljeni u području 2θ od 5° do 60° . Podaci su prikupljeni tako što je meren svaki $1/50^\circ$ (0.02°) u trajanju od po 0.5 sec.

Minerali glina određivani su uz pomenute difraktograme još i kao dijagrami orijentisanih i tretiranih preparata. Od svakog uzorka izdvojena je frakcija $-0.5 \mu\text{m}$ od koje su napravljena dva preparata na staklu. Prvi je snimljen kao netretiran u području 2θ od 3° do 15° , pa je zatim tretiran glicerinom 1 čas na temperaturi od 60°C i ponovo snimljen u istom opsegu, kako bi se ustanovilo eventualno bubrenje, odnosno porast jedinične ćelije. Drugi preparat žaren je do 450°C i tako snimljen u istom području, kako bi se zapazilo ponašanje pri žarenju.

Identifikacija minerala izvedena je korišćenjem programa MPDS, kartoteke JCPDS (ASTM) i druge literature.

Diferencijalnotermička i termogravimetrijska ispitivanja (DTA i TGA) urađena su u Laboratoriji za sedimentologiju Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, analitičar Prof. dr. Nebojša Vasić. Uslovi snimanja bili su: opseg zagrevanja $20\text{-}1050^\circ\text{C}$; brzina zagrevanja $20^\circ\text{C}/\text{min}$; vreme trajanja zagrevanja 50 min; termopar platina/platina-rodijum (Pt/Pt-Rh); posude platinske; masa probe 40 mg; referentna proba Al_2O_3 ; atmosfera - vazduh. Rezultati DTA i TGA obrađeni su odgovarajućim softverom i prikazani u grafičkom obliku.

Infracrveni spektri snimljeni su u Laboratoriji za mineralogiju Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na spektrofotometru Perkin-Elmer 597, analitičar Prof. dr. Vesna Poharc-Logar. Korišćen je metod pastile, pri čemu je uzorak homogenizovan sa KBr. U referentni zrak postavljena je pastila od čistog KBr. Uzorci glina snimani su bez tretiranja, a takođe su zasićivani formamidom u trajanju od jednog časa i zatim snimani, a potom sušeni pa još jednom snimljeni.

Hemijske analize urađene su u Laboratoriji za mineralogiju Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, klasičnim mokrim postupkom (analitičari Miloš Kostić, dipl. inž. geologije i Vladimir Stojanović, dipl. inž. geologije).

Proučavanje uzoraka glina obavljeno je na Fakultetu za fiziku. Snimanje je izvršio prof. dr. Mićo Mitrović na JEOL 840A skanirajućem mikroskopu, uz korišćenje povećanja do $10.000 \times$ i pri ubrzavajućem naponu od 30-40 kV. Uzorci su napareni zlatom (ion-sputtered) u vremenu od 10 minuta, što odgovara debljini sloja zlata od oko 200 \AA .

1.5. Metodika i principi prognoze

Prognoziranje mogućnosti pronalazjenja ležišta mineralnih sirovina u određenom prostoru ili mineralogenetskoj sredini (jedinici) je predviđanje da li se i koje mineralne sirovine mogu u njima da očekuju, i sa kojim stepenom pouzdanosti se ocenjuju mineralni resursi. Osnovni principi i metodika prognoze prikazani su prema Jankoviću (1994).

Prognoza je naučno zasnovano predviđanje o mogućnostima pronalaženja ležišta mineralnih sirovina, a prognoziranje je proces razrade prognoze (Janković, 1994).

Postupak prognoziranja je jedna ili nekoliko logičkih ili matematičkih operacija koje se izvode sa ciljem da se dobiju konkretni rezultati u procesu razrade prognoza.

Metod prognoziranja je način ispitivanja objekata prognoziranja i služi kao osnova za metodiku prognoziranja.

Metodika prognoziranja je celokupnost specijalnih pravila i postupaka razrade konkretnih prognoza.

Među metodološkim postupcima kod prognoziranja se koriste dva osnovna metoda:

- Empirijsko-statistički metod,
- Genetski metod.

Korišćenjem ta dva metoda prognoziranja obrađena je problematika prognozne ocene resursa kaolinitskih glina u sedimentnim basenima Srbije.

2. KRITERIJUMI PROGNOZNE OCENE SEDIMENTNIH RESURSA KAOLINITSKIH GLINA SRBIJE

2.1. Genetska klasifikacija i opšti genetski model ležišta kaolinitskih glina

Ležišta glinovitih stena (glina, kaolina i glinovito-peskovitih sedimenata) mogu da budu endogenog, egzogenog i metamorfenog genetskog tipa (tabela 2.1).

Seriya	Grupa	Klasa	Vrste glinovitih stena
Endogena	Hidrotermalna	Epitermalna	Kaolini, bentoniti, sepioliti
		Solfatarno-fumarolna	Kaolini
Egzogena	Kore raspadanja	Reliktne: -linijskih kora raspadanja -površinskih kora raspadanja	Kaolini, bentoniti Kaolini, bentoniti
		Pretaložena	Kaolinski peskovi
		Sedimentna	Mehaničkih sedimenata
	Hemijskih sedimenata		Bentoniti, sepioliti
	Dijagenetski preobražena		"Flint" gline, tonštajni
	Vulkanogeno-sedimentna	Subaerska	VKG, tonštajni
Subakvalna		Bentoniti	
Metamorfogena	Metamorfisana	Regionalno-metamorfisana	"Flint" gline

Tabela 2.1: Genetska klasifikacija ležišta glinovitih stena (sastavljena prema: Milo, 1968; Keller, 1968; Dibkov, 1969; Kužvart, 1984; Romanović, 1986; Eremin, 1991). VKG – vatrostočno-keramičke (kaolinitiske) gline.

Međutim, sva ležišta kaolinitskih glina u sedimentnim basenima Srbije pripadaju sedimentnom genetskom tipu (mehaničkih sedimenata), tako da će samo ona biti obrađena.

Sedimentna ležišta glina stvaraju se u kontinentalnim, prelaznim i marinskim sredinama (tabela 2.2), pri čemu ekonomski najznačajnija ležišta kaolinitskih glina nastaju u kontinentalnim sedimentnim sredinama.

Kontinentalne facije	Prelazne facije	Marinske facije
Deluvijalno-proluvijalne facije	Facije delti	Priobalske facije
Aluvijalne facije	Facije laguna	Plitkovodne facije
Facije slatkovodnih jezera	Facije slatkovodnih laguna	Srednje-dubokovodne facije
Facije slanih jezera	Facije oslađenih (bočatnih) zaliva i laguna	Abisalne facije
Močvarne facije		
Ledničke facije		
Fluvioglacijalne facije		
Eolske facije		

Tabela 2.2: Sedimentne facije u kojima se stvaraju ležišta glina (prema Vikulovoj i dr., 1973). Masnim slovima označene su facije u kojima se formiraju ekonomski značajna ležišta kaolinitskih glina u tercijarnim basenima Srbije.

Za genezu ležišta kaolinitskih glina bitna su dva momenta: stvaranje minerala glina, s jedne strane, i formiranje samih sedimentnih ležišta kaolinitskih glina s druge strane. Generalno posmatrano, ležišta kaolinitskih glina nastaju u tri konsekvantna stadijuma:

- Raspadanje matičnih stena i stvaranje minerala glina u kori raspadanja

- Mobilizacija i transport minerala glina iz kore raspadanja
- Deponovanje glina

Opšti model obrazovanja ležišta kaolinitskih glina u tercijarnim basenima Srbije biće prikazan kroz obradu svih elemenata genetskog modela, i to:

- primarni izvori glina
- mobilizacija i transport materijala iz primarnih izvora glina
- deponovanje materijala
- postsedimentacione promene.

U okviru opšteg genetskog modela biće prikazani svi faktori koji utiču na formiranje genetskog modela, a naročito oni koji su generalnog karaktera, to jest važe za sve basene u Srbiji. Međutim, za svaki basen u Srbiji u kome se nalaze ležišta kaolinitskih glina, biće razrađen detaljniji genetski model sa svim specifičnostima takvog basena, to jest ležišta kaolinitskih glina. Za one basene u kojima do sada nisu pronađena ležišta kaolinitskih glina važi genetski model po metodu analogije, i to prvenstveno analogije u potencijalnim primarnim izvorima glina.

S obzirom da su na području Aranđelovačkog basena najdetaljnije proučena kako sedimentna ležišta kaolinitskih glina, tako i kaolinska kora raspadanja, to je isti uzet kao model za minerageniju ostalih ležišta kaolinitskih glina u tercijarnim basenima Srbije. Opšti model geneze ležišta kaolinitskih glina prikazan je šematski na slici 2.1.

2.1.1. Primarni izvori minerala glina

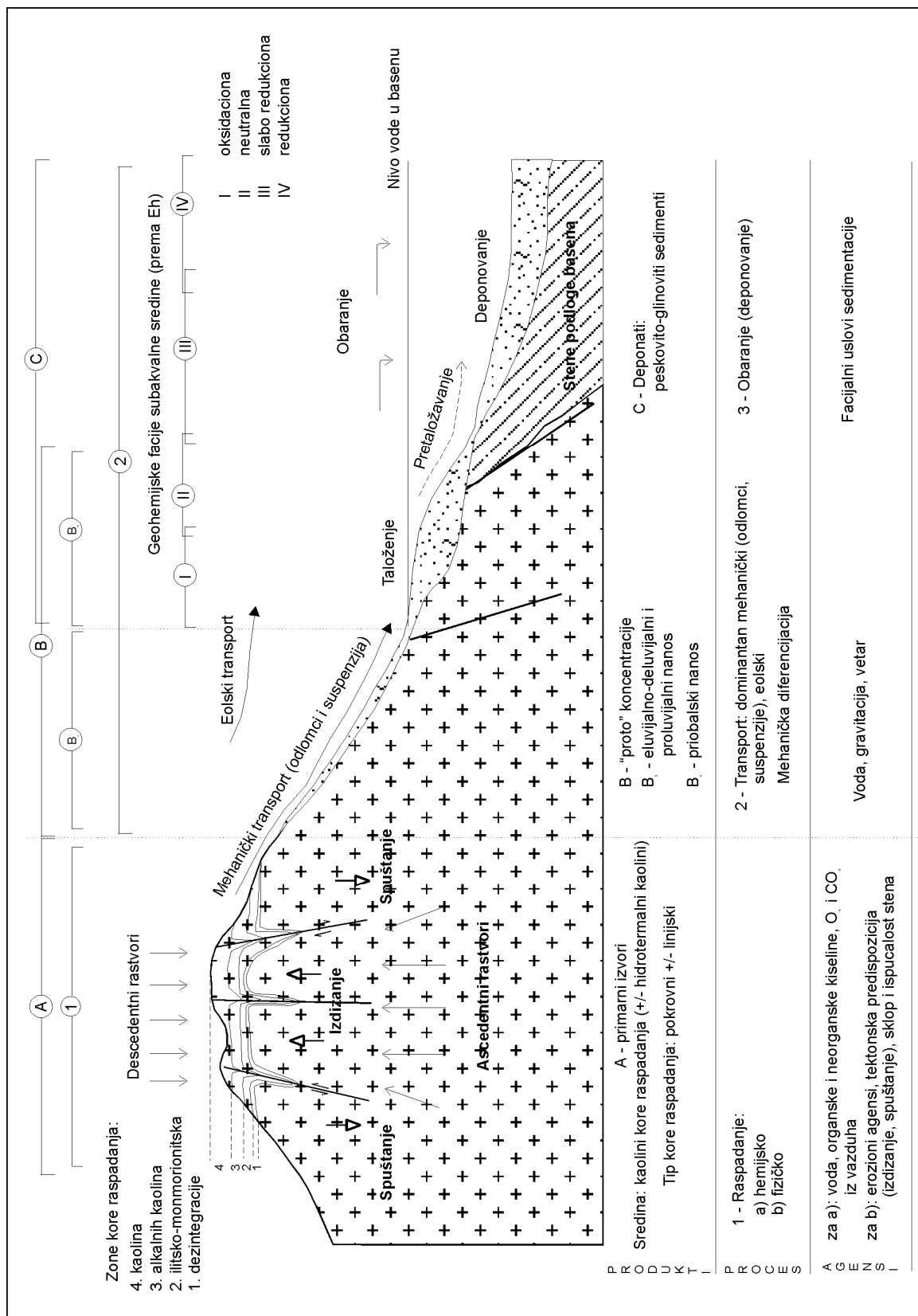
Primarne izvore minerala glina predstavljaju kaolinske kore raspadanja i, u manjoj meri, hidrotermalni kaolini. Kore raspadanja su pretežno pokrovnog tipa, jer jedino one raspolažu ogromnim rezervama raspadnutog materijala, dok su linijske kore raspadanja manjeg značaja kao primarni izvor minerala glina u sedimentnim, pretaloženim ležištima kaolinitskih glina.

Raspadanje primarnih stena i minerala može biti fizičko i hemijsko, a od toga koji tip raspadanja prevladuje, zavise produkti raspadanja. Pri intenzivnom fizičkom raspadanju dolazi do vrlo slabe argilizacije primarnih minerala, brze erozije i spiranja materijala i stvaranja krupnozrnih klastičnih sedimenata. Pri dugotrajnom dominantnom hemijskom raspadanju stvaraju se značajne količine minerala glina, čijim se kasnijim pretaložavanjem formiraju ležišta kaolinitskih glina.

U idealizovanom slučaju, u kompletno razvijenoj kaolinskoj kori raspadanja na stenama bogatim feldspatima, mogu da se izdvoje sledeće zone (Čuhrov 1978, Storr 1983, Petrov, 1988) koje karakterišu određeni geohemijski procesi (tabela 2.3.).

Zone kore raspadanja	Osnovni minerali	Geohemijske karakteristike
Kaolinska zona	Kaolinit, kvarc	Potpuno izluživanje zemnoalkalija i alkalija
Zona alkalnih kaolina	Kaolinit, kvarc, K-feldspat	Potpuno izluživanje zemnoalkalija i delimično alkalija
Ilitsko-monmorionitska zona	Minerali glina, kvarc, feldspati	Delimično izluživanje zemnoalkalija i slabo alkalija
Zona dezintegracije	Primarni minerali, malo minerala glina	Pretežno fizičko raspadanje, početak argilizacije
Neizmenjena stena	Primarni minerali	

Tabela 2.3: Šematski prikaz potpuno razvijenog profila kore raspadanja (Čuhrov, 1978, Storr, 1982, Petrov, 1988).



Slika 2.1. Opšti genetski model stvaranja ležišta kaolinitiskih glina u terciarnim basenima Srbije.

2.1.2. Mobilizacija i transport glinovitog materijala

Kore raspadanja veoma lako podležu eroziji i spiranju materijala pod dejstvom vode, sile gravitacije i vetra, a u hladnijim krajevima i leda.

Najveći deo raspadnutog materijala prenosi se vodenim tokovima do mesta deponovanja. Prenos glinovitog materijala uglavnom se vrši u vidu mehaničkih suspenzija, zatim valjanjem po dnu, a samo mali deo glinovite frakcije prenosi se u vidu koloidnih rastvora (Strahov, 1963).

Sledeći po značaju vid mobilizacije i transporta kora raspadanja je sila gravitacije. U slučaju izražene tektonske aktivnosti nakon formiranja kore raspadanja može da dođe do veoma brzog transporta ogromnih količina raspadnutog stenskog materijala usled kliženja po strmim padinama i odsecima izdignutih partija reljefa do sedimentacionih basena. Za takve uslove karakteristična su deluvijalna ležišta sekundarnih kaolina ili kaolinskih peskova.

Eolski transport je od malog značaja u humidnim sredinama, osim u slučaju vulkanske aktivnosti, kada velike mase piroklastičnog materijala mogu da se transportuju eolskim putem.

2.1.3. Obaranje (deponovanje) minerala glina

Deponovanje glinovito-peskovitog materijala može da se vrši u različitim facijalnim sredinama, kako je to u uvodu prikazano. U tercijarnim basenima Srbije ležišta kaolinitskih glina stvarana su u sledećim facijama: deluvijalno-proluvijalnim, aluvijalnim, slatkovodnim jezerima, močvarnim, slatkovodnim lagnama i priobalskim marinskim facijama. Razmatranje osnovnih karakteristika takvih sredina prikazano je kod litofacijalnih prognoznih kriterijuma.

2.1.4. Postsedimentacione promene

Postsedimentacione promene u ležištima kaolinitskih glina tercijarnih basena Srbije generalno posmatrano su slabo izražene, a ogledaju se u tektonskim poremećajima i eroziji ležišta.

2.2. Kriterijumi prognozne ocene resursa sedimentnih kaolinitskih glina

Opšte kriterijume rudonosnosti, kao i obeležja/indikatore rudonosnosti, na osnovu kojih se vrši prognozna ocena, definisao je kod nas Janković (1994), i Janković i dr. (2000). To su:

Kriterijumi rudonosnosti:

- Magmatogeni
- Stratigrafski
- Litološki, litofacijalni i litostratigrafski
- Paleoekološki
- Strukturni
- Strukturno-petrofizički
- Geomorfološki
- Metamorfogeni
- Geohemijski
- Geofizički

Obeležja rudonosnosti:

- Izdanci mineralizacije
- Metasomatski promenjene okolne stene
- Geohemijske anomalije
- Geofizičke anomalije
- Mehanički oreoli rasejavanja
- Stari rudarski radovi i jalovišta
- Negeološka (toponimi i dr.)

Već sam pogled na ove kriterijume i obeležja (indikatore) rudonosnosti ukazuje da su razvijeni za potrebe prognoziranja metaličnih mineralnih resursa. Međutim, pojedini od ovih kriterijuma predstavljaju osnovu za prognoznju ocenu i nemetaličnih mineralnih sirovina, pa samim tim i

kaolinitskih glina. U daljem tekstu prikazaće se kriterijumi koji utiču na prognoznu ocenu resursa kaolinitskih glina kod nas.

Kriterijumi prognozne ocene resursa sedimentnih kaolinitskih glina slabo se razmatraju ne samo kod nas, već i u svetu. Mali je broj publikovanih radova u kojima se tretira ova problematika, a i u njima se više pažnje poklanja eluvijalnim ležištima kaolina (korama raspadanja). Prognozne kriterijume za ocenu potencijalnosti bentonitskih resursa razradio je kod nas Vakanjac (1991), koji je naveo i najznačajnije prognozne kriterijume: stratigrafski, vulkanski, strukturno-tektonski, facijalno-paleogeografski, formacioni i mineraloško-petrografski. Iako bentoniti i kaolinitske gline genetski pripadaju različitim tipovima ležišta (komercijalni bentoniti su pretežno vulkanogeno-sedimentnog i hidrotermalnog tipa, dok su kaolinitske gline čisto sedimentnog tipa), neki od ovih kriterijuma mogu se primeniti i kod prognozne ocene kaolinitskih glina.

Sa aspekta prisustva sedimentnih resursa kaolinitskih glina, prognozni kriterijumi mogu se podeliti u dve grupe (tabela 2.4.):

Prognozni kriterijumi	
Kriterijumi raspadanja (primarnih izvora minerala glina)	Petrološki
	Klimatski
	Tektonski
	Geomorfološki (topografski)
	Geohemijski
Sedimentološki kriterijumi (stvaranja sedimentnih resursa kaolinitskih glina)	Litofacijalni
	Stratigrafski
	Paleogeografski
Tehnološki	
Geološko-ekonomski	

Tabela 2.4.: Kriterijumi prognozne ocene sedimentnih resursa kaolinitskih glina

U prvu grupu spadaju kriterijumi raspadanja (primarnih izvora minerala glina), a u drugu grupu sedimentološki kriterijumi (kriterijumi stvaranja sedimentnih resursa kaolinitskih glina). Tehnološki kriterijumi značajni su sa aspekta prognoze kvaliteta glina koji se očekuju, a geološko-ekonomski kriterijum je kvantitativnog je karaktera i bazira se na principu analogije.

2.2.1. Prognozni kriterijumi raspadanja (primarnih izvora minerala glina)

Prognozni kriterijumi primarnih izvora minerala glina proističu iz procesa raspadanja primarnih minerala i stvaranja minerala glina u korama raspadanja kao osnovnom izvoru minerala glina za kasnije stvaranje sedimentnih ležišta glina. Najvažniji faktori koji utiču na procese raspadanja, a koji ujedno predstavljaju i kriterijume prognozne ocene, jesu: petrološki, klimatski, tektonski, geomorfološki (topografski) i geohemijski.

2.2.1.1. Petrološki kriterijumi

Uticaj petroloških faktora ogleda se kroz mineralni sastav stena, sklop stena, prisustva površi diskontinuiteta na makro (rasedi i pukotine) i mikro (mikroprslina) nivou, karakteru polja stresa u stenama (Pye, 1986).

Mineralni sastav matičnih stena je jedan od najvažnijih faktora koji utiče na vrstu kore raspadanja i minerala glina koji se u njoj stvaraju. Osnovni petrogeni minerali od kojih u procesu argilizacije nastaju minerali glina su feldspati i liskuni, a u manjoj meri i amfiboli, pirokseni i hloriti, kao i vulkansko staklo. Prema tome, najčešće matične stene za stvaranje kaolinitskih kora raspadanja mogu da budu:

- granitoidne stene (graniti, granodioriti, sijeniti),
- vulkaniti i piroklastiti kiselog do intermedijarnog sastava,
- metamorfne stene (gnajsevi, škriljci),
- sedimentne stene (arkoze, arkozni peščari, grauvake).

U tabeli 2.5. prikazane su matične stene od kojih su nastali minerali glina, koji su zatim pretaloženi u okolne sedimentne basene na području Srbije.

Baseni	Matične stene
Arandjelovački basen	Granitoidi
Baseni brajkovačkog horsta	Škriljci, podređeno metaklastiti
Kolubarski basen	Dacito-andeziti i piroklastiti
	Škriljci
Baseni Vlašića	Metaklastiti, podređeno škriljci
Basen Jadranske Lešnice	Metaklastiti, graniti

Tabela 2.5.: Matične stene u kojima su se stvarali minerali glina iz ležišta u ekonomski najznačajnijim basenima Srbije.

Od ostalih petroloških faktora najvažnije je prisustvo površi diskontinuiteta i oslobađanje polja stresa u matičnim stenama, što omogućava lakšu cirkulaciju rastvora i bolji kontakt sa primarnim mineralima. Što se tiče uticaja veličine zrna primarnih minerala na brzinu raspadanja mišljenja su veoma podeljena, ali kako ističe Pye (1986), mnogo je važniji stepen otvorenosti kontakta između zrna od samog broja ili veličine mineralnih zrna.

2.2.1.2. Klimatski kriterijumi

Klimatski faktor je regionalnog karaktera, jer su u jednom klimatskom području, na bliskom prostoru kakav je naš, padavine i temperature ujednačene. Generalno, kaolinizacija se odvija u temperaturnom intervalu 15-20 °C, pri godišnjoj količini padavina 500-1500 mm (Samama, 1989), a najpovoljnije je oko 1000 mm (Storr et al., 1978). U uslovima viših temperatura i veće količine padavina stvaraju se minerali boksita, a u slučaju nižih temperatura i manje količine padavina formiraju se ilit i monmorionit.

Paleoklimatski uslovi u tercijaru na području Srbije

Tokom celog mezozoika, sve do gornje krede, klima na Zemlji bila je znatno toplija od savremene (Pantić, 1986); u gornjoj kredi počinje postepeno, a od eocena sve jače globalno zahlađenje na Zemlji. Za vreme paleocena, eocena i delom oligocena, klima na području JI Evrope još uvek je tropska (mada hladnija u odnosu na mezozoik) i vlažna (mangrova i druge močvarne vegetacije) u blizini vodenih basena, a u uslovima dubljeg kopna nešto suvlja.

Oligocen, a naročito gornji oligocen, karakteriše se, na našim prostorima, najznačajnijom klimatskom prekretnicom (Pantić i dr., 1990): nastaje naglo globalno snižavanje temperature, sužavanje tropskog i subtropskog klimatskog pojasa, formiranje antarktičke ledene kalote, a odigravaju se i intenzivni tektonski pokreti. Krajem oligocena u JI Evropi klima je hladnija u odnosu na paleocen i eocen, ali je još uvek tropska, pretežno suva (Pantić, Mihajlović, 1976), osim oko većih jezera gde je bila vlažnija (primer uglja u Bogovinskom basenu).

U donjem miocenu klima je subtropska i vlažna (Pantić, 1980), dok je na prelazu u srednji miocen (burdigal-helvet) egzistirala izrazito suva faza (Pantić, Mihajlović, 1979-1980), za koju je vezana sononosna tuzlanska serija.

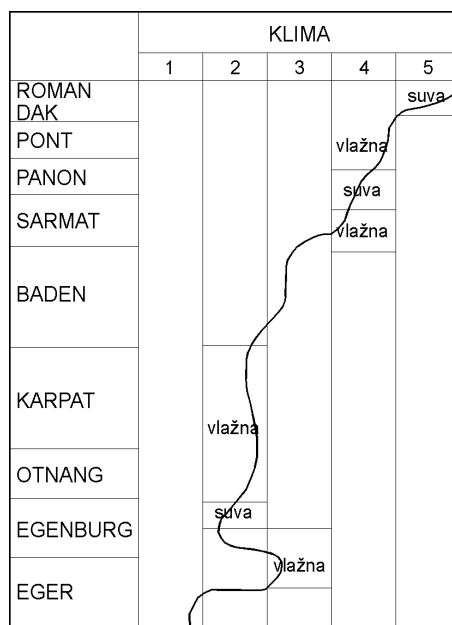
Tokom srednjeg miocena vladala je takođe subtropska i vlažna klima, koja je krajem tortona i početkom donjeg sarmata bila izrazito vlažna (Pantić, Mihajlović, 1976). Sredinom, a naročito krajem donjeg sarmata, južni obod panonskog mora zahvatila je ponovo izrazito suva klima, čiji je

maksimum bio izražen na kraju donjeg sarmata i u najstarijim odeljcima panona; sa povećanjem aridnosti rasla je i temperatura. Nakon ovog perioda izrazito suve klime područje južnog oboda Panonskog basena dolazi, sredinom panona, pod uticaj sve vlažnije suptropske klime, koja je dostigla svoj maksimum u pontu. Prema Krstić (1990) u gornjem pliocenu bila je izražena još jedna aridna faza (donjepaludinski slojevi).

Iz ovog pregleda klimatskih karakteristika tercijara može se zaključiti sledeće:

1. Najpovoljniji klimatski uslovi za formiranje kore raspadanja bili su u paleogenu. U to vreme, na otkrivenim kiselim magmatitima i metamorfitima odgovarajućeg sastava, odvijao se proces kaolinizacije; s obzirom da u reliktima te kore raspadanja nisu utvrđeni slobodni hidrati aluminije može se reći da je intenzitet raspadanja bio slabiji nego u donjoj kredi (Maksimović, 1977), kada su formirana ležišta boksita i hidrosilikata nikla (na ultramafitima).
2. Tokom donjeg i većeg dela srednjeg miocena klimatski uslovi za kaolinizaciju su takođe povoljni, ali je klima nešto hladnija nego u paleogenu; nepovoljna klima za kaolinizaciju egzistirala je samo za vreme aridne faze na granici egenburg-otnang (burdigal-helvet).
3. Od početka donjeg sarmata do sredine panona uslovi za kaolinizaciju nisu bili povoljni usled izrazito suve klime.
4. Od sredine panona do kraja pontata klimatski uslovi za kaolinizaciju slični su onima u srednjem miocenu.

Na slici 2.2. prikazani su paleoklimatski uslovi u neogenu na području centralnog Paratetisa.



Slika 2.2.: Paleoklimatski razvoj centralnog Paratetisa tokom neogena (prema Planderovoj, u Kraus, 1989). 1. Subtropska klima sa visokim sadržajem arktičke tercijarne flore; 2. subtropska mediteranska, relativno topla; 3. subtropska hladnija; 4. umereno topla; 5. umereno hladna klima.

2.2.1.3. Tektonski kriterijumi

Tektonski kriterijumi, koji se zasnivaju na tektonskim faktorima, mogu da budu regionalnog i lokalnog karaktera. Regionalni uticaj tektonskog faktora ogleda se, prvo, u izdizanju na površinu terena stena pogodnih za kaolinizaciju. Nakon toga neophodan je period dugotrajne tektonske stabilnosti, koji pogoduje jakoj hemijskoj alteraciji i stvaranju debele kore raspadanja. Treba, međutim, naglasiti da male promene nivoa terena (a samim tim i nivoa podzemne vode), potpomažu napredovanje raspadanja u dubinu (Vakanjac, 1992).

Tektonski faktor lokalnog značaja predstavljaju rasedi i rasedne zone koje omogućavaju lakše i brže prodiranje vode u primarnu stenu. Duž raseda se formira linijska kora raspadanja, koja može da bude veoma duboka (ležište Lažanky u Češkoj 113 m, Storr et al., 1978).

Međutim, tektonski prognozni kriterijumi bitni su i za objašnjenje obrazovanja i evolucije tercijarnih basena na teritoriji Srbije (koji su najznačajniji nosioci ležišta kaolinitskih glina kod nas). S obzirom na koncepciju ove disertacije, geološka zbivanja tokom tercijara na širem terenskom području jugoistočne Evrope prikazana su u trećem poglavlju, uglavnom prema M.M. Iliću (1968).

Ovde ćemo samo rezimirati uticaj tektonskog faktora kako na formiranje kore raspadanja, tako i na obrazovanje sedimentnih ležišta glina.

U izdignutim delovima terena, na mestima gde su bile zastupljene povoljne stene, a u vremenskim periodima kada su vladali povoljni klimatski i drugi fizičko-hemijski uslovi, obrazovale su se kore raspadanja. Te kore raspadanja bile su kasnije podvrgnute procesima erozije i denudacije, a materijal iz njih bio je transportovan u spuštene delove terena (sedimentacione basene) i u njima deponovan.

2.2.1.4. Geomorfološki (topografski) kriterijumi

Topografija terena utiče na pravac i brzinu cirkulacije vode kroz stene, kao i na odnos brzine hemijskog i fizičkog raspadanja. Slabo izraženi brežuljkasti reljef najpovoljniji je za kaolinizaciju, dok u uslovima oštrog reljefa preovlađuje fizička alteracija, to jest mehaničko razdvajanje primarnih zrna bez hemijskih izmena.

Zavisno od mesta u vertikalnom profilu terena, izgrađenog od jedne matične stene, stvaraće se različiti minerali glina (Tardy et al., 1973): u višim delovima terena stvaraće se kaolinit, a u nižim monmorionit. Izluženi joni iz viših delova terena koji ne učestvuju u formiranju kaolinita transportuju se naniže, gde se stvara monmorionit. Slično se dešava i u različitim zonama kore raspadanja, naravno uz sadejstvo drugih faktora.

Geomorfološki kriterijumi naročito su značajni i kod prognozne ocene pojedinih manjih područja (sedimentnih basena, delova potencijalno kaolinisanih masiva i dr.), ali ta problematika se ne tretira u ovoj disertaciji.

2.2.1.5. Geohemijski kriterijumi

Geohemijske karakteristike matične stene i rastvora koji kroz nju cirkulišu i geohemijski agensi raspadanja definišu, pored ostalog, koji će se minerali glina stvarati u određenim zonama kore raspadanja. Geohemijski agensi raspadanja su voda, organske i neorganske kiseline, kiseonik i CO₂, bakterije, termalni fluks, pH i Eh.

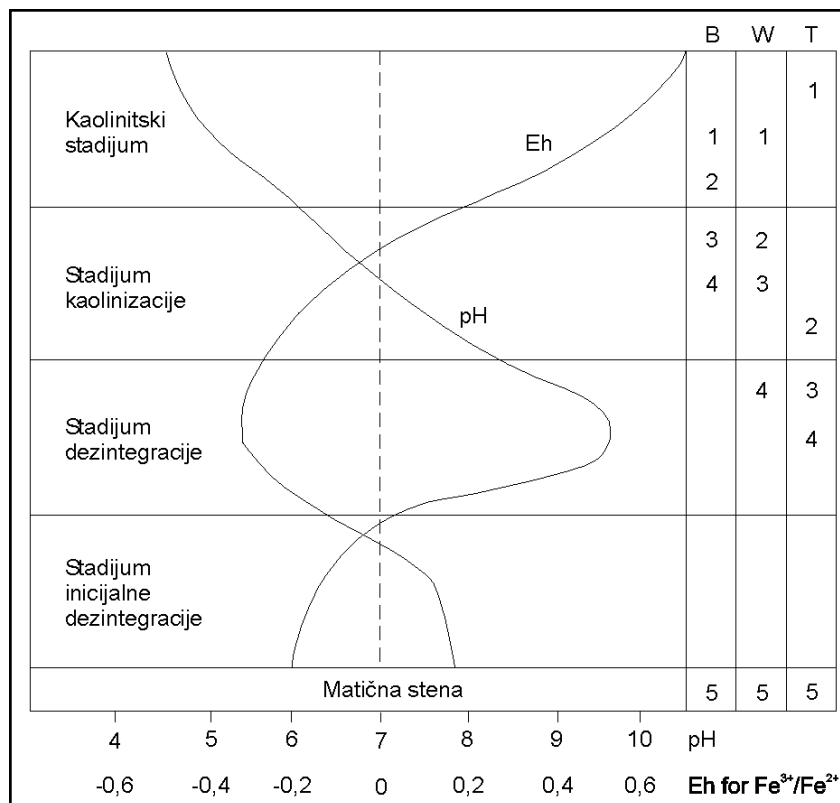
Atmosferske vode (kišnica) vezuju CO₂ iz vazduha i organske kiseline sa površine zemljišta, tako da pH vode iznosi oko 5 (Murray et al., 1978), ili 4,5-6 (Storr et al, 1978). U takvim slabo kiselim uslovima joni Ca, Mg, Na i K prelaze u rastvor i odnose se vodom koja cirkuliše kroz stenu. Pošto se ti joni nađu u rastvoru, isti postaje sve bazičniji i silicija prelazi u rastvor i izlužuje se (Murray et al., 1978). U uslovima kada vrednosti pH variraju od 5 pri površini terena do 8,5-9 u dubini, aluminija je nerastvorna a silicija sve više rastvorna, pa dolazi do njihovog delimičnog razdvajanja i stvaranja kaolinita. U dubljim delovima kore raspadanja, u slabo alkalnim i alkalnim uslovima stvaraju se ilit i monmorionit (pH vrednosti minerala glina u kori raspadanja iznose, prema Kotelnikovu i Konjuhovu, 1986: kaolinit 6,4 - 6,9; ilit 6,7 - 7,7 i monmorionit 7,9 - 9,8).

Promene vrednosti pH i Eh u kaolinima Poljske prikazane su na slici 2.3.

Prema Szpili (1974), geohemijske karakteristike navedenih stadijuma raspadanja granita Poljske su sledeće:

- u stadijumu inicijalne dezintegracije počinje prelazak Na i Ca jona u rastvor kao rezultat početka alteracije plagioklasa,

- stadijum dezintegracije karakteriše se potpunim izluživanjem Na i Ca iz matične stene,
- u stadijumu kaolinizacije Mg se potpuno izlužuje usled raspadanja biotita, a počinje i odnošenje K iz K-feldspata,
- kaolinitiski stadijum odlikuje se potpunim izluživanjem K is sistema kao posledica raspadanja feldspata i liskuna, a ostaju kvarc i kaolinit kao jedini stabilni minerali.



Slika 2.3.: Varijacije pH i Eh za Fe^{3+}/Fe^{2+} i stadijumi raspadanja na primeru nekih kaolina Poljske (Szpila 1974). B - ležište Boleslavice, W - ležište Wyzsonowice, T - ležište Turow; 1-4 položaj ispitanih uzoraka u ležištima.

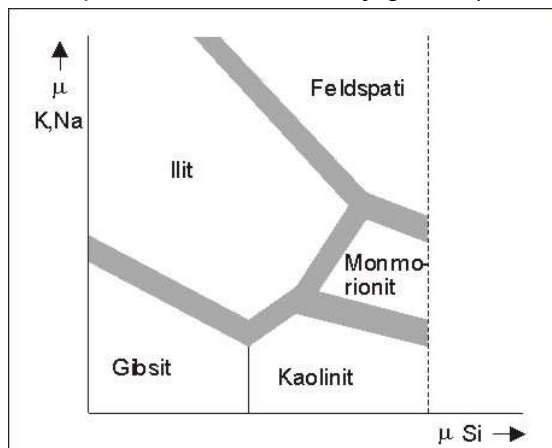
U tabeli 2.6. prikazane su teorijske jednačine procesa raspadanja feldspata i muskovita uz stvaranje različitih minerala glina.

Primarni mineral	Vodeni rastvor	Sekundarni mineral	Izluženi rastvor
K-feldspat $2.3(KAlSi_3O_8)$	+ $8.4H_2O$	Al-bejdelit $K_{0.3}Al_2(Si_{3.7}Al_{0.3})O_{10}(OH)_2$	+ $2(K,OH) + 3.2Si(OH)_4$
K-feldspat $2KAISi_3O_8$	+ $11H_2O$	Kaolinit $Al_2Si_2O_5(OH)_4$	+ $2(K,OH) + 4Si(OH)_4$
K-feldspat $KAISi_3O_8$	+ $8H_2O$	Gipsit $Al(OH)_3$	+ $(K,OH) + 3Si(OH)_4$
K-feldspat $KAISi_3O_8$	+ $11H_2O + 2CO_2$	Kaolinit $Al_2Si_2O_5(OH)_4$	+ $2K^+ + 2HCO_3^- + 4Si(OH)_4$
K-feldspat $KAISi_3O_8$	+ $2H_2O$	Muskovit, ilit $2KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$	+ $2(K,OH) + 6SiO_2$
Plagioklas $NaAlSi_3O_8$	+ $Mg^+ + 4H_2O$	Monmorionit $2Na_{0.5}Al_{1.5}Mg_{0.5}Si_4O_{10}(OH)_2$	+ $2Na^+ + Si(OH)_4$

Primarni mineral	Vodeni rastvor	Sekundarni mineral	Izluženi rastvor
Muskovit, ilit $2\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	+ $5\text{H}_2\text{O}$	Kaolinit $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	+ $2(\text{K},\text{OH})$

Tabela 2.6.: Teorijske jednačine procesa raspadanja feldspata i muskovita-ilita (prema Rusko, 1976; Chamley, 1989; Samama 1989; Vakanjac 1992).

Grafički, ovi procesi mogu da se prikažu na sledećem dijagramu (sl. 2.4.):



Slika 2.4.: Hemiografski prikaz raspadanja feldspata i stvaranja minerala glina (prema Veldeu i Menijeu, 1987).
μ - hemijski potencijal

Iz hemiografskog prikaza raspadanja feldspata može se videti pravac procesa alteracije feldspata zavisno od hemijskog potencijala alkalija (K, Na) i silicije (Si), pri čemu su obe komponente tretirane kao mobilne. U slučaju značajnijeg izluživanja silicije i slabijeg alkalija nastaje ilit; u slučaju značajnijeg izluživanja alkalija a slabijeg silicije stvara se monmorionit. Prilikom skoro potpunog izluživanja alkalija i značajnog izluživanja silicije nastaje direktno kaolinit, a pri potpunom izluživanju i alkalija i silicije direktno se stvara gipsit.

Još jedan važan geohemijski proces - deferizacija kaolinisanih melanokratnih stena odvija se u jako kiselim uslovima pri pH do 3 (Fe^{3+}) ili pri višim vrednostima pH, ukoliko u sistemu postoji organska materija koja redukuje Fe^{3+} u Fe^{2+} . Najizraženija deferizacija nastaje u slučaju razvoja bujne vegetacije na površini terena.

2.2.2. Prognozni sedimentološki kriterijumi

Kod prognozne ocene sedimentnih resursa kaolinitskih glina najvažniji su litofacijalni, stratigrafski i paleogeografski kriterijumi.

2.2.2.1. Litofacijalni kriterijumi

Kao što je već rečeno, deponovanje glinovito-peskovitog materijala može da se vrši u različitim facijalnim sredinama. U sedimentnim basenima Srbije ležišta kaolinitskih glina stvarana su u sledećim facijama: deluvijalno-proluvijalnim, aluvijalnim, slatkovodnim jezerima, močvarnim, slatkovodnim lagnama i priobalskim marinskim facijama.

Deluvijalna i proluvijalna ležišta glina odlikuju se kratkim transportom, odsustvom ili slabom sortiranošću materijala i raznovrsnim granulometrijskim sastavom. Nastaju u humidnim uslovima unutar glinovito-peskovitih sedimenata, sa karakterističnim gnezdima ili sočivima detritusa od matičnih stena, često krupnog, nezaobljenog ili slabo zaobljenog. Deluvijalne i proluvijalne gline su najčešće polimineralne i obično sadrže kaolinit, ilit, monmorionit i hlorit, koji su alotigeni. Za humidnu

klimu od autigenih minerala karakteristični su hidroksidi gvožđa, dok su pirit, karbonati i gips veoma retki. Fauna je takođe veoma retka, slatkovodna i kopnena, neki put pretaložena.

Za ležišta glina ovog tipa tipična su sočiva, proslojci, ređe i tanji slojevi, pri čemu su i debljina i prostiranje krajnje promenljivi. Karakteristični ekonomski tipovi glina ovih sredina su lakotopljive i teškotopljive opekarske gline, kao i kaolinski peskovi, a mogu nastati i manja ležišta kaolinitskih glina, i to peskoviti varijeteti. Generalno ovaj facijalni tip sedimentata nije perspektivan za pronalaženje ekonomski značajnih ležišta kvalitetnih kaolinitskih glina.

Aluvijalne gline stvaraju se u kontinentalnim glinovito-peskovitim serijama, u kojima se mestimično nalaze i proslojci šljunka, uglja, pogrebene zemlje, nekad i vulkanskog pepela. Gline se javljaju u vidu proslojaka, sočiva, sa karakterističnom velikom varijabilnošću debljine - od delova metra do 15 m. Prostiranje glina takođe je veoma promenljivo, od metarskih dimenzija do jednog kilometra. U glinama aluvijalne facije ponekad se nalaze ostaci kopnene i slatkovodne faune, kao i pretaložena fauna iz starijih sedimentata. Nasuprot tome, česti su ostaci flore.

Aluvijalne gline su obično sive, žute, smeđe, crne, crvene, plave ili zelene boje, a takođe i šarene, dok su beli varijeteti retki. Granulometrijski sastav tih glina je veoma različit, od veoma finih (98 % frakcije ispod 0.01 mm), do peskovitih ili alevritskih glina sa prelazima u peskove i alevrite.

Mineralni sastav glina zavisi od tipa raspadanja u oblasti koju drenira određeni vodeni tok, sastava erodovanih stena i klimatskih uslova. Minerali glina u osnovi su nasleđeni iz kore raspadanja matičnih stena, ili su delimično izmenjeni, to jest degradirani. Generalno posmatrano, preovlađuju kaolinit i ilit, dok je monmorionit ređi. Od ostalih terigenih minerala dominiraju kvarc, feldspati i liskuni, a od autigenih minerala rasprostranjeni su oksidi i hidroksidi Fe i Mn; takođe se javljaju i pirit (markazit), kalcit, siderit.

Aluvijalne gline su obično lakotopljive i teškotopljive opekarske gline. Međutim, ponekad u aluvijalnim facijama mogu da se stvore i ekonomski značajna ležišta kaolinitskih glina visokog kvaliteta, kao što je to slučaj u Engleskoj (*Ind. Min., Aug. 1976*).

Za gline **slatkovodnih jezera** karakteristična je česta litološka promenljivost, to jest prelazak u peskovite varijetete, peskove, alevrite, laporce, ugali, vatrostatne gline, uz moguće prisustvo vulkanogenog materijala. Gline se javljaju u vidu slojeva, sočiva i proslojaka, a debljina dostiže do desetinu metara. Njihovo prostiranje veće je nego kod deluvijalno-proluvijalnih i aluvijalnih glina, i može da iznosi nekoliko do mnogo kvadratnih kilometara (naravno i manje). Kontinentalna i slatkovodna fauna je retka, i obično veoma siromašna. Fauna je češća u okolnim alevritskim sedimentima. Ostaci flore nekiput se nalaze u znatnoj količini, naročito u finodisperznim glinama, kao i organska materija.

Gline slatkovodnih jezera su različite boje, od bele, sive, zelenkaste do crne, dok su jarke boje retke. Granulometrijski sastav glina je postojaniji u odnosu na gline deluvijalno-proluvijalnih i aluvijalnih facija.

Mineralni sastav glina u slatkovodnim jezerima je veoma raznolik i zavisi od sastava matičnog materijala koji je bio izložen eroziji i transportu do jezera. Obično preovlađuju kaolinit i ilit, ali nije retkost da monmorionit bude zastupljen u većoj količini. Takođe se javljaju i hlorit, vermikulit, kao i interstratifikovani minerali glina. Od autigenih minerala česti su oksidi i hidroksidi gvožđa, karbonati (naročito siderit), ponekad vivijanit i kalcedon.

Za facije slatkovodnih jezera karakteristična su ležišta kaolinitskih glina visokog kvaliteta i postojane debljine.

Gline **močvarnih** sredina (ili slabo protočnih jezera) unekoliko se razlikuju od glina iz protočnih jezera. Za njih je karakterističan visok sadržaj ostataka flore, često i fragmenata uglja, kao i C_{org} u rasejanoj formi. Terigeni materijal je dobro sortirani, gline su obično finodisperzne i često ugljevite. Gline su obično sive, sivocrne, crne, smeđe boje, ponekad sa zelenom nijansom.

Osnovni minerali glina su kaolinit i monmorionit, dok su ilit i interstratifikovani minerali glina slabije zastupljeni. Najčešći autigeni minerali su siderit, pirit (markazit), ređe vivijanit.

Gline se javljaju u obliku slojeva, proslojaka i sočiva i često se više puta proslojavaju sa ugljem. Za močvarne facije karakteristične su kaolinitske gline, čija primena najvećim delom zavisi od sadržaja organske materije.

Gline **slatkovodnih laguna** nastaju u izdvojenim delovima priobalskih zona, koje se odlikuju slabom izmenom voda sa morem, prinosom slatke vode, malom dubinom i smanjenim salinitetom. Okolne stene u kojima se formiraju gline su peskovito-glinoviti sedimenti sa brzim izmenama sastava stena - peska, alevrita, laporaca, krečnjaka, uglja. Gline zaležu u vidu slojeva, proslojaka i sočiva, sa debljinom koja varira od nekoliko santimetara do nekoliko metara, dok je prostiranje promenljivo. U glinama i okolnim stenama nalazi se marinska, slatkovodna i kopnena fauna, kao i često brojna flora. Sadržaj C_{org} u finodisperznim glinama može da bude visok.

Boja glina je crna, sivosmeđa, siva, sivožuta, zelenosiva, ređe bela ili crvena. Granulometrijski sastav je različit, ali su dosta česte finodisperzne visokoplastične masne gline.

Minerali glina u sedimentima slatkovodnih laguna su nasleđeni iz primarnih oblasti spiranja ili delimično degradirani. Preovlađuju kaolinit i ilit, a zatim monmorionit, hlorit, interstratifikovani minerali. Autigeni minerali su oksidi i hidroksidi gvožđa, pirit, markazit, kalcit, siderit, ponekad dolomit. Za slatkovodne lagune tipična su ležišta teškotopljivih i kaolinitskih glina.

Gline **oslađenih (bočatnih) zaliva i laguna** pokazuju po svom razviću sličnost sa glinama jezerskih i močvarnih facija, zatim facija slatkovodnih laguna, ali u isto vreme i sa glinama priobalskih facija. Sve to posledica je generalno dosta izraženih lateralnih i vertikalnih promena u razvoju oslađenih zaliva i laguna, koje se karakterišu i fosilnim ostacima kako morskog, tako i slatkovodnog karaktera. Za ovakve sredine karakteristično je prisustvo značajnih ležišta kaolinitskih glina, ukoliko je u njihovom obodu bilo fosilnih kaolinitskih kora raspadanja.

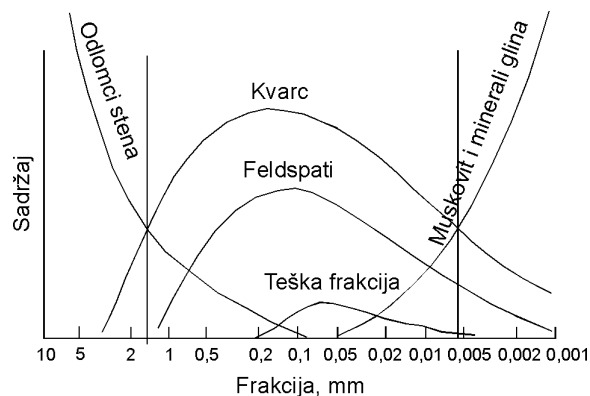
Gline **priobalskih facija** nastaju tamo gde nema talasanja i neprekidnog uzmućivanja finih glinovitih čestica: u zalivima, limanima, podvodnim delovima delti, među ostrvima i u udubljenjima morskog dna. Okolne stene - šljunkovi, peskovi, alevriti, ugalj, karbonatne stene odlikuju se brzim i čestim promenama sastava i po vertikali i lateralno. Gline se nalaze u obliku proslojaka i sočiva, ređe slojeva ili uskih jezika ili džepova. Debljina je obično mala, od delova metra do nekoliko metara, a prostiranje je uglavnom malo. Ostaci faune, ukoliko ih ima, karakterišu se siromaštvom vidova i malobrojnošću. Ostaci autohtone i alohtone flore su česti, kao i finodisperzne organske materije.

Gline su sive, crne, sivožute, crvene, zelenosive boje. Granulometrijski sastav glina brzo se menja po prostiranju, a materijal je često loše sortiran i slabo zaobljen. Preovlađuju peskovite i alevritske gline.

Od minerala glina zastupljeni su ilit, monmorionit, kaolinit, hlorit, glaukonit. Minerali glina su delom terigeni (nasleđeni), a delom i autigeni (glaukonit, deo hlorita i monmorionita). Od ostalih autigenih minerala najznačajniji su kalcit (obilan u toplim sredinama), siderit, pirit, zeoliti, Fe-ooliti, Mn-hidroksidi.

Za marinske priobalske facije karakteristična su ležišta opekarskih glina, mada se ponekad stvaraju i ležišta kvalitetnih kaolinitskih glina (Dombrovski, 1993).

Diferencijacija materijala tokom obrazovanja sedimenata usko je vezana sa njegovim transportom. Zavisno od veličine i oblika zrna terigenog materijala, karaktera i dužine transporta, otpornosti primarnih minerala i sedimentacionih uslova, dolazi do mehaničke diferencijacije sedimenata. Tokom mobilizacije i transporta raspadnutog materijala dolazi do njegove dalje dezagregacije i usitnjavanja zavisno od oblika i veličine zrna, kao i od nagiba terena i brzine vodotokova. Mehanička diferencijacija različitih minerala tokom transporta najbolje se može videti na slici 2.5.



Slika 2.5.: Šema raspodele klastičnih minerala u granulometrijskom spektru sedimentata (Strahov, 1963).

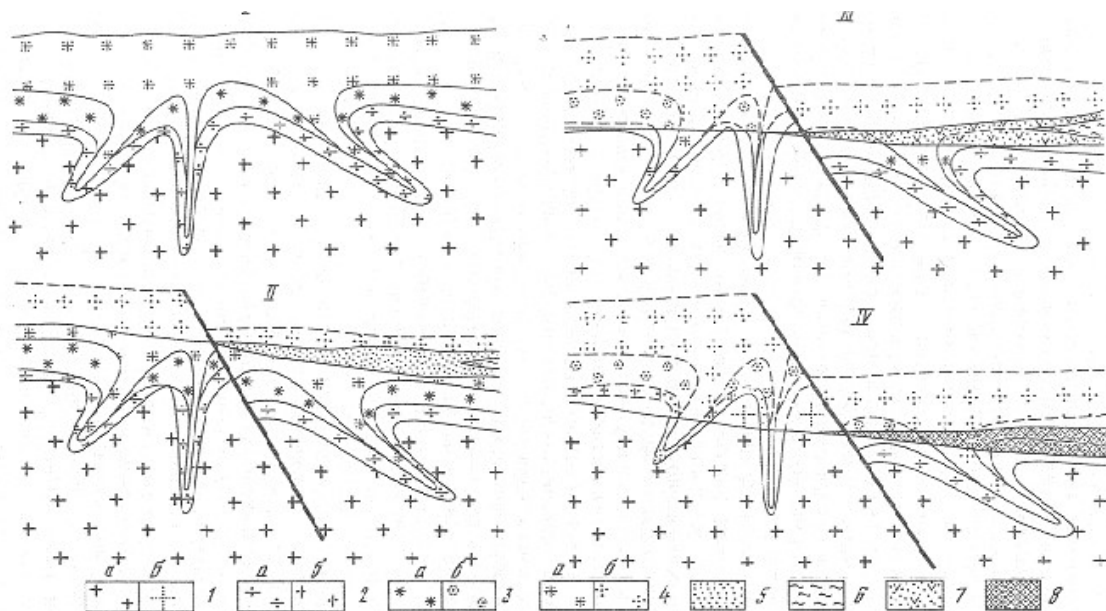
U skladu sa tim, formira se sledeći genetski niz kaolinitonosnih sedimentata (tabela 2.7).

Vrsta sedimentata	Sadržaj gline (%)	Sadržaj kvarca +/- feldspata i liskuna (%)
Kaolinski pesak	~ 25	~ 70
Peskovite gline	45-55	40-50
Plastične gline	60-75	20-35
Ugljevite plastične gline	~ 80-90	~ 10-15

Tabela 2.7: Klasifikacija kaolinitonosnih sedimentata (prema Bristow, 1980, dopunjeno)

Kao što se iz tabele vidi, razlika je u kvantitativnom odnosu krupnijih klastičnih minerala (kvarca, feldspata i liskuna) i minerala glina. Treba naglasiti da prilikom frakcione sedimentacije mogu da se obrazuju veoma čista ležišta kaolinitiskih glina i kvarcnih peskova.

Na diferencijaciju materijala iz kore raspadanja utiče velikim delom i nivo erozije kore raspadanja (Petrov, 1988, slika 2.6.), što uslovljava priliv materijala različitog mineralnog i granulometrijskog sastava.

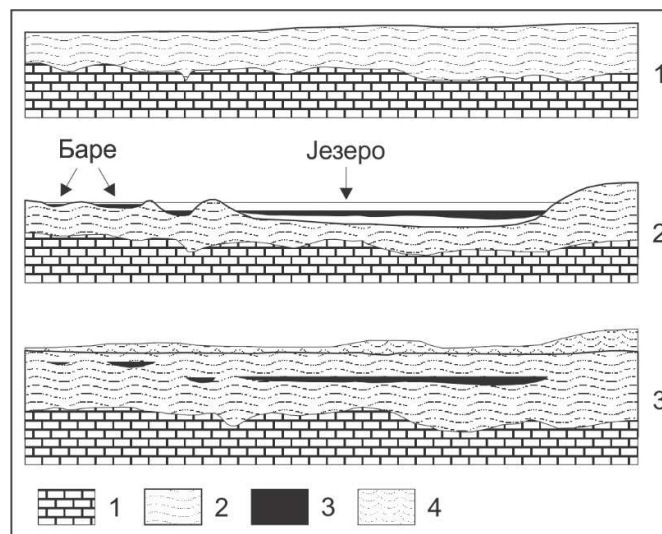


Slika 2.6.: Uticaj stepena erozije kore raspadanja na litološki sastav pretaloženog materijala kore raspadanja (prema Petrovu, 1988). I - građa kore raspadanja u vreme svog obrazovanja; II - stepen erozije manji od debljine kaolinske zone kore raspadanja; III - stepen erozije zahvata i zonu alkalnih kaolina; IV - erozija zahvata kompletan profil kore raspadanja uključujući i primarnu stenu. Stene (za 1-4 a - in situ, b - erodovane): 1. svež granit; dezintegrirani granit; 3. alkalni kaolin; 4. kaolin; 5. čist kvarcni pesak; 6. čista kaolinitaska glina; 7. arkozni pesak; 8. polimiktni pesak.

U slučaju kad erozija zahvati samo zonu pravih kaolina, u sedimentima će se naći samo kvarc i kaolinit. To je najpovoljniji slučaj za stvaranje ležišta čistih kvarcnih peskova i kaolinitaskih glina procesima mehaničke diferencijacije materijala tokom transporta i deponovanja.

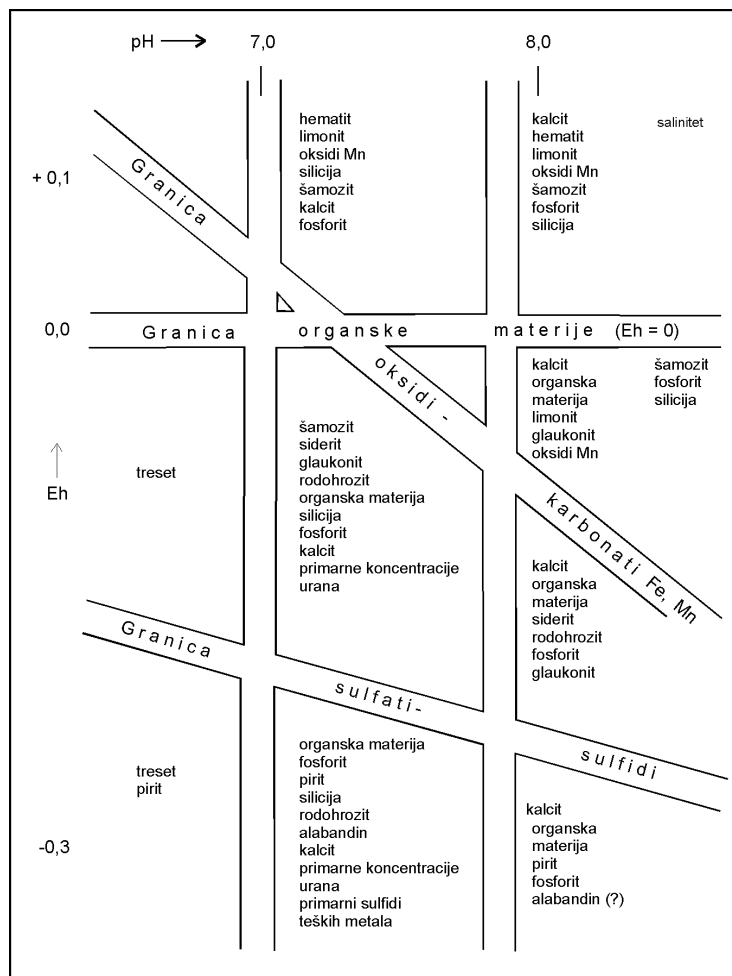
Ukoliko erozija zahvati i zonu alkalnih kaolina, u sedimentima će se naći i značajne količine feldspata, naročito kalijskih. Kada, međutim, erozija zahvati čitav profil kore raspadanja, u sedimentima će se naći i ostali minerali glina (ilit, monmorionit, hlorit), kao i krupniji komadi delimično alterisanih i svežih matičnih stena.

Jedan od možda najvažnijih modela stvaranja čistih sočiva i slojeva kaolinitaskih glina unutar glinovito-peskovitih serija prikazao je Kulbiki (1953, u Milo, 1968). Sočiva ili slojevi čistih plastičnih glina su se obrazovala u lokalnim depresijama, u koje su atmosferske vode ispirale finu glinovitu komponentu iz okolnog peskovitog materijala (slika 2.7.). Na taj način vrši se prirodno "šlemovanje" materijala, pri čemu u centralnim delovima depresija nastaju najfiniji varijeteti glina, a u obodnim delovima se mogu naći i određene količine alevritsko-peskovite frakcije. U slučaju stvaranja močvare i obilnog taloženja organskog materijala, moguća je još finija diferencijacija najsitnijih čestica u uslovima skoro potpuno mirne vodene sredine.



Slika 2.7.: Šematski prikaz tri stadijuma formiranja sočiva glina (Kulbiki 1953, u Milo, 1968). 1 - mezozojski krečnjaci; 2 - glinoviti peskovi; 3 - sočiva gline; 4 - pesak i šljunak.

Nakon deponovanja klastičnog materijala iz kore raspadanja u sedimentima mogu da se stvore pojedini autigeni minerali (kalcit, dolomit, siderit, pirit, vivijanit i dr.), zavisno od pH i Eh sredine, kao i koncentracije pojedinih jona u vodi. Na slici 2.8. prikazani su intervali obrazovanja pojedinih minerala zavisno od veličina pH i Eh.



Slika 2.8.: Intervali obrazovanja pojedinih minerala zavisno od pH i Eh sredine (Krumbein, Garrels, 1952, iz Vakanjac, 1992).

2.2.2.2. Stratigrafski kriterijum

Ovde se moramo osvrnuti i na jedan vrlo bitan prognozni kriterijum, a to je stratigrafski kriterijum. Nažalost, na današnjem relativno niskom stepenu poznavanja stratigrafskih odnosa u našim basenima sa poznatim ležištima kaolinitskih glina, ovaj kriterijum ne može se koristiti u onoj meri u kojoj bi to bilo potrebno.

Pitanje starosti sedimenata u kojima se javljaju ležišta kaolinitskih glina Srbije predstavlja još uvek jedan od otvorenih problema, koji, međutim, ima i praktičan značaj za planiranje daljih istraživanja tih sirovina. Osnovni problem za precizno određivanje starosti klastičnih peskovito-glinovitih sedimenata, u kojima se nalaze sva naša ležišta kaolinitskih glina, jeste nedostatak paleontoloških nalaza. Drugi značajan problem predstavlja neusaglašenost većine listova Osnovne geološke karte SFRJ kada su u pitanju neogeni sedimenti, to jest nemogućnost povezivanja neogenih sedimenata na susednim listovima te karte.

U ovom radu autor se pridržavao, koliko je to bilo moguće, nove podele neogena, a zbog upoređenja sa starom podelom (koja je dosta zastupljena u literaturi a naročito u fondovskim materijalima), obe su prikazane u tabeli 2.8.

		Nova podela	Stara podela
Pliocen		Roman	Levant
		Dak	Dak
Miocen	Gornji	Pont	Pont (donji pliocen)
		Panon	Panon (gornji miocen)
	Srednji	Sarmat	Sarmat (gornji miocen)
		Baden	Torton (srednji miocen)
	Donji	Karpat	Helvet (srednji miocen)
		Otnang	
		Egenburg	Burdigal (donji miocen)
Eger	Oligomiocen		

Tabela 2.8.: Nova i stara podela neogena u centralnom Paratetisu (prema Mihajloviću i Lazarević, 1997). U zgradama je data stara podela miocena na gornji, srednji i donji.

U tabeli 2.9. prikazana je utvrđena i pretpostavljena starost sedimenata u kojima se javljaju ležišta i pojave kaolinitičkih glina na području zapadne i centralne Srbije. Iz tabele se jasno vidi da za većinu lokaliteta u kojima se nalaze ekonomski najznačajnija ležišta kaolinitičkih glina, nema sigurnih paleontološki dokumentovanih podataka o starosti sedimenata, već je ista samo pretpostavljena.

Baseni	Lokalitet	Starost		Primedba
		Utvrđena	Pretpostavljena	
Jadarske Lešnice	Savića Mala		Baden	Nije paleontološki dokumentovana
Vlašića	Donje Crniljevo, Gornje Crniljevo		Panon	Nije paleontološki dokumentovana
	Slatina		Panon	Nije paleontološki dokumentovana
Posavsko-tamnavski	Kaona, Kozarica, Pambukovica	Panon-pont		Pojave VKG prema literaturi
Brajkovačkog horsta	Dren		Prebaden	Na osnovu palinologije
	Kruševica, Progoreoci	Prebaden (samo laporovita serija)	Prebaden (za klastičnu seriju)	Na osnovu sisara i mikrofaune
Kolubarski	Rudovci		Prebaden;	Prema OGK
			panon, pont	Stevanović (1977a)
	Prkosava		Pont	Uz ugljeni sloj
	Baroševac		Pont	Nije paleontološki dokumentovana
	Polje "B"	Pont		Uz diatomite
	Boj brdo	Pont		Prema mikrofauni
Arandelovački	Bukovik		Prebaden, panon	Nije paleontološki dokumentovana
	Košarno		Sarmat	Nije paleontološki dokumentovana

Tabela 2.9.: Pregled dokumentovane i pretpostavljene starosti sedimenata nosioca kaolinitičkih glina.

Međutim, moguće je izvesti neke preliminarne zaključke o starosti sedimenata u kojima se javljaju ležišta kaolinitskih glina, uzimajući u obzir sve navedene literaturne izvore, kao i rezultate proučavanja geološke građe ležišta kaolinitskih glina dobijene tokom rada na disertaciji.

Starost sedimenata basena **Jadarske Lešnice**, koji se nalazi između granitoidno-metamornog kompleksa Cera i Stražanice, na severu, i metamornog kompleksa (sa manjim granitskim probojima) Iverka, na jugu, ostala je neutvrđena. Sedimenti ovog basena najčešće se smatraju delom Jadarskog basena (prema tome bili bi badenske starosti), mada, sudeći po svojim litofacijalnim karakteristikama, predstavljaju zasebnu celinu.

Antonović i Todorović (1961) smatraju seriju Jadarske Lešnice jedinstvenom na tom području, a pitanje starosti ostavljaju otvorenim zbog odsustva fosila. Prema Stangačiloviću (1969) kaolinitiske gline Jadarske Lešnice su donjomiocenske starosti, pri čemu autor ističe smenjivanje jezerskih i barsko-močvarnih uslova sedimentacije. Istovetan facijalni tip razvića kaolinitskih glina u basenu Jadarske Lešnice i basenima Vlašića može da indicira i istu starost tih sedimenata.

Starost sedimenata u basenima na području **Vlašića** različito je tretirana zbog nedostataka sigurnih fosilnih ostataka. Na osnovu nalaska faune kod sela Gradojevića (južni obod Posavsko-tamnavskog basena), Veselinović (1955) ih stavlja u pont, mada dopušta da nisu svi sedimenti iste starosti. Stangačilović (1969) smatra da su ležišta keramičkih glina u basenima Vlašića panon-pontske starosti, a Filipović i dr. (1973) izdvajaju te iste sedimente Vlašića kao slatkovodni jezerski panon, iako navode da nema nikakvih materijalnih dokaza za to. Stevanović (1977a) sedimente okoline ležišta Slatina tretira kao verovatno panonske starosti. Prema Ćiriću (1980) neogeni baseni Vlašića ne predstavljaju basenske tvorevine, već priobalske sedimente pontske starosti. Na osnovu palinoloških proučavanja glina iz ležišta Jovanovića Brdo kod D. Crniljeva i ležišta Slatina JZ od Uba, Ercegovac (1980) ukazuje na postojanje sličnih uslova sedimentacije u vreme stvaranja slojeva keramičkih glina. Dobijeni spektar spora i polena ne odgovara močvarnim uslovima, po čemu se bitno razlikuje od pontu Kolubarskog basena. Starost tih naslaga najverovatnije odgovara, prema navedenom autoru, starijem pontu.

Pontska starost ugljonošnih tvorevina **Kolubarskog basena** odavno je dokazana (Stevanović, 1951, Pantić i dr., 1967). Međutim, pitanje starosti delova basena u kojima su uglavnom razvijene kaolinitiske gline ostalo je nedovoljno dokumentovano, pre svega zbog odsustva sigurnih fosilnih nalaza. Stoga je, na primer, i stratigrafska pripadnost ležišta vatrostalnih glina Rudovci različito određivana, pri čemu je očigledno da postoje nedoumice. Stevanović (1977a) navodi da vatrostalne gline Rudovaca pripadaju pontu (str. 255), dok na strani 241 kaže da iste gline spadaju u panonske naslage, kao i klastiti u okolini Prkosave. Filipović i Rodin (1980), nasuprot tome, svrstavaju područje u kome se nalaze ležišta vatrostalnih glina Rudovci i Prkosava u slatkovodni srednji do gornji miocen. Gagić (1980) smatra da su vatrostalne gline ležišta Baroševac prebadenske starosti.

Slična je situacija i sa područjem Kolubarskog basena kod Lazarevca, koje Stevanović (1951) takođe smatra pontskim. Međutim, Dimić (1980) smatra, na osnovu palinoloških analiza, da područje Burova (ležište Dren) po starosti verovatno pripada donjem (slatkovodnom) miocenu. Sličnog je mišljenja i Gagić (1980), koja, međutim, korektno napomenjuje da takvo mišljenje nije paleontološki dokumentovano.

Izgleda da je na širem području Kolubarskog basena jedino dokazana starost keramičkih glina u ležištu Boj brdo kod sela Dokmira, u jugozapadnom obodnom delu basena. Prema ispitivanjima Gagić (1975) sedimenti tog područja su pontske starosti (ne računajući kvartarne naslage).

Starost sedimenata na području **brajkovačkog horsta**, to jest u okolini Kruševice, odgovara, prema Laskarevu (1936), baden-donjem sarmatu, što prihvataju i Petronijević (1967) i Pavlović (1970). Međutim, noviji nalazak ostataka sisara ukazuje na prebadensku starost tih sedimenata (Pavlović, 1976). Filipović i Rodin (1980) iste sedimente tretiraju kao slatkovodni srednji miocen (moguće i najniži sarmat). Karović i Dolić (1985) sedimente ovog područja izdvajaju kao prebaden. Gagić (1980) smatra tvorevine okoline Progoreoca (istočno od Kruševice) za jezerski donji i srednji miocen. Međutim, treba naglasiti da se utvrđena starost sedimenata okoline Kruševice odnosi samo na laporovitu seriju u kojoj nema kaolinitskih glina, već se u njoj javljaju sasvim drugačiji sedimenti

uključujući i sedimentne dolomite (Dolić i dr., 1974.), dok je pitanje starosti klastičnih sedimenata u kojima se nalaze kaolinitske gline i dalje otvoreno.

Starost sedimenata **Arandelovačkog basena** ostala je do danas takođe nedovoljno dokumentovana, s obzirom na skoro potpuno odsustvo ostataka faune u ekonomski najznačajnijem delu basena - području od Arandelovca na istoku do Partizana na zapadu.

Stangačilović (1969) smatra da ležište Krušik kod Partizana pripada jezerskom donjem miocenu. Dolić (1975/1976) izdvaja na području Arandelovačkog basena slatkovodne sedimente prebadena, marinskog badena, brakičnog sarmata i oslađenog brakičnog ponta, kao i jezerski panon. Rasprostranjenje marinskih naslaga badena je pouzdano utvrđeno, kao i starijih jezerskih sedimenata koji leže ispod njih. Međutim, područje od Baljkovice na istoku do Bukovika na zapadu (a verovatno i dalje ka Partizanima), u kome se nalaze ekonomski najznačajnija ležišta kaolinitskih glina autor tretira kao jezerski miocen panonske starosti. Za područje sela Stojnika, gde se nalazi ležište Košarno, isti autor smatra da verovatno pripada sarmatu.

Pavlović (1980) i saradnici izdvajaju sedimente Arandelovačkog basena kao slatkovodni donji miocen, dok za deo basena oko Stojnika smatraju da pripada sarmatu. Dimić (1980) navodi, na osnovu palinoloških analiza, da vatrostalne gline ležišta Lazine po starosti odgovaraju srednjem miocenu.

Basen **Jadarske Lešnice** sastoji se od glinovito-peskovitih sedimenata najveće debljine oko 75 m, u okviru koje se nalazi jedan nivo kaolinitskih glina i nekoliko tankih slojeva ili proslojaka uglja. Ovi sedimenti ne mogu se smatrati delom Jadarskog basena, koji je badenske starosti (bar u tom severnom delu), i koji se odlikuje uglavnom peskovito-šljunkovitim tvorevinama debljine nekoliko stotina metara. Oni su produkt brze sedimentacije slabo alterisanog materijala. Na osnovu analogije u geološkoj građi ležišta Savića mala sa ležištima keramičkih glina na području Vlašića, može se pretpostaviti i slična starost i uslovi sedimentacije. S obzirom da ispitivanja Ercegovca (1980) ukazuju na starije delove ponta, može se pretpostaviti da su ležišta kaolinitskih glina na **Vlašiću** stvarana u periodu gornji panon-donji pont. To bi odgovaralo i pojavama kaolinitskih glina u sedimentima okoline Pambukovice, u posavsko-tamnavskom basenu.

Što se tiče **kolubarskog basena**, to jest njegovog jugoistočnog dela oko Rudovaca, može se reći da je starost vatrostalnih glina pontska, jer je utvrđeno da glinovita serija Rudovaca i Prkosave predstavlja direktan bočni ekvivalent ugljene serije kolubarskog basena (polja A i B). Iste su starosti i vatrostalne gline u ležištu Baroševac.

Za sedimente dela kolubarskog basena istočno od Lazarevca može se reći da verovatno odgovaraju prebadenskim sedimentima. Naime, ležište keramičkih glina Dren nalazi se na samom obodu brajkovačkog horsta i predstavlja jednim delom autohtono ležište, to jest koru raspadanja. Prema mineralnom i hemijskom sastavu gline iz tog ležišta mnogo su sličnije glinama sa šireg područja brajkovačkog horsta (Kruševica, Progoreoci, Bistrica) nego glinama iz ponta ili kvartara Kolubarskog basena. Prema tome realno je pretpostaviti da sedimenti okoline ležišta Dren odgovaraju po starosti slatkovodnom donjem miocenu, kao i sve ostale neogene tvorevine navedenog horsta.

Što se tiče sedimenata **arandelovačkog basena**, problematična je starost onih delova basena gde se javljaju ležišta kaolinitskih glina. Za područje ležišta Košarno nema razloga da se sumnja u pretpostavljenu sarmatsku starost sedimenata, pošto nema ni jednog elementa koji bi ukazivao na neke starije odeljke miocena. Osim toga, na širem području se smenjuju sve mlađi sedimenti idući ka severu i severozapadu od Arandelovca, od prebadenskih slatkovodnih sedimenata, do pontskih tvorevina kod Smedereva.

Klastični sedimenti između Bukulje i Preseke verovatno su prebadenske starosti, nastali u početnoj fazi stvaranja basena, a pre jezerske laporovite serije Orašca i Misače. Na klastične sedimente arandelovačkog basena se direktno nastavljaju klastične tvorevine brajkovačkog horsta, i verovatno je da su iste starosti.

Na kraju ovog opšteg pregleda starosti i razvoja sedimenata u basenima sa značajnim ležištima kaolinitiskih glina južnog oboda panonskog basena može da se iznese pretpostavka da su postojala dva glavna perioda deponovanja kaolinitiskih glina i to:

- stariji, prebadenski slatkovodni sedimenti na području arandjelovačkog basena i u basenima brajkovačkog horsta;
- mlađi period, panonsko-pontske starosti, na području od Jadarske Lešnice na zapadu do Rudovaca i Prkosave na istoku.

Treći period u kome su stvarana ležišta kaolinitiskih glina je sarmatske starosti. Iako je ograničen samo na ležište Košarno, ne treba ga smatrati manje značajnim, jer je Košarno naše najveće pojedinačno ležište kaolinitiskih glina.

2.2.2.3. Paleogeografski kriterijumi

Paleogeografski kriterijumi u tesnoj su vezi sa stratigrafskim kriterijumima, to jest ukazuju na rasprostranjenje pojedinih litostratigrafskih jedinica u određenim vremenskim periodima. Pošto je ovaj kriterijum više lokalnog karaktera, a često ga je vrlo teško definisati zbog slabog poznavanja stratigrafije basena, to je prikazivan kod detaljne prognozne ocene resursa kaolinitiskih glina u poglavlju 4.

2.2.3. Tehnološki kriterijumi

Pod tehnološkim kriterijumima podrazumevaju se sve mineraloške, hemijske i tehnološke karakteristike kaolinitiskih glina koje definišu mogućnosti njihove primene u industriji. Prilikom ocene tehnoloških kriterijuma posebna pažnja biće posvećena mineralnom i hemijskom sastavu kaolinitiskih glina, kao i vatrostalnosti za one basene gde vatrostalnih glina ima. Treba naglasiti da su tehnološki prognozni kriterijumi značajni zbog definisanja industrijskih tipova ležišta glina koja se mogu pretpostaviti na određenom području.

Literatura o primeni kaolinitiskih glina toliko je obimna da je prosto nemoguće napraviti uži izbor a da se ne izostavi neki od značajnijih radova. Prilikom kratkog opisa primene ovih sirovina korišćeni su podaci Harbena i Bejtsa (Harben & Bates, 1990), kod kojih se nalazi i dosta opširan spisak literature.

Osnovna primena kaolinitiskih glina je u vatrostalnoj i keramičkoj industriji. Glavne osobine od kojih zavisi primena keramičkih glina su odgovarajuća plastičnost, visoka čvrstoća na lom u sirovom stanju i nakon sušenja, dugačak interval sinterovanja i svetla boja pečenja. Zavisno od kvaliteta, keramičke gline koriste se za proizvodnju porcelana, zidnih i podnih pločica, sanitarne keramike i elektroporcelana. Keramičke gline nižeg kvaliteta koriste se kao jedna od komponenti za proizvodnju kanalizacionih cevi, crepa i opeka. Takođe je značajna i primena glina kao punila u industriji gume i plastike, kao i drugih vrsta proizvoda.

U vatrostalnoj industriji koriste se uglavnom gline koje nemaju belu boju pečenja, a poseduju potrebnu vatrostalnost. Vatrostalne gline treba da sadrže što manje ilita, monmorionita i minerala gvožđa, jer oni najviše utiču na smanjivanje vatrostalnosti.

Kod nas se u vatrostalnoj industriji koriste dva tipa vatrostalnih glina: gline za paljenje (dobijanje šamota) i vezne gline. Za paljenje se najčešće koriste ugljevite gline različite vatrostalnosti (naprimer iz ležišta Rudovci, Lazine i Košarno). Kao vezne gline koriste se kaolinitiske gline visoke vatrostalnosti koje sadrže minimalnu količinu organske materije, karbonata i drugih supstanci koje mogu da izazovu ekspanziranje tokom pečenja.

U sledećoj tabeli prikazani su industrijski (ekonomski) tipovi i podtipovi kaolinitiskih glina karakteristični za naša ležišta, pri čemu u okviru pojedinih industrijskih tipova glina proizvođači izdvajaju različite kvalitete.

Industrijski tip gline	Industrijski podtip gline	Osnovni minerali glina	Sporedni minerali	Tipično ležište	Primedba
Vatrostalne	Visokovatrostalne za paljenje	Kaolinit	Kvarc, organska materija	Rudovci, Lazine	SK 29-33
	Srednjovatrostalne za paljenje	Kaolinit	Ilit, kvarc, organska materija	Košarno K-1 i K-2	SK 26-29
	Visokovatrostalne vezne	Kaolinit	Kvarc	Vrbica, Ćirinač	SK 29-33, Fe ₂ O ₃ > 3 %
	Srednjovatrostalne vezne	Kaolinit	Kvarc, muskovit,	Vrbica, Ćirinač	SK 26-29
	Niskovatrostalne vezne	Kaolinit	Ilit, kvarc, feldspat	Krušik "glina"	SK 20/26
Keramičke	Visokoaluminijske	Kaolinit	Kvarc	Vrbica, Ćirinač	> 30 % Al ₂ O ₃ < 3 % Fe ₂ O ₃
		Kaolinit, ilit	Kvarc, monmorionit	Slatina (Ub), Savića mala	25-30 % Al ₂ O ₃
	Sredjoaluminijske	Kaolinit	Kvarc, feldspat, ilit	Krušik "glina", Krušik "KM"	20-25 % Al ₂ O ₃
		Kaolinit, ilit	Kvarc, monmorionit, ilit-monmorionit,	Jovanovića brdo "svetlosiva", Bele vode	20-25 % Al ₂ O ₃
	Sredjoaluminijske ugljevite	Kaolinit, ilit	Kvarc, monmorionit, ilit-monmorionit, organska materija	Jovanovića brdo "tamna"	20-25 % Al ₂ O ₃
	Niskoaluminijske	Kaolinit	Kvarc, feldspat, ilit	Košarno K-5	< 20 % Al ₂ O ₃
Kaolinit, ilit		Kvarc	Dren, Brezaci	< 20 % Al ₂ O ₃	

Tabela 2.10.: Industrijski (ekonomski) tipovi kaolinitskih glina u ležištima tercijarnih basena Srbije.

2.2.4. Geološko-ekonomski kriterijum

Geološko-ekonomski kriterijum bazira se na odgovarajućim faktorima i pokazateljima geološko-ekonomske ocene, a na osnovu rezultata geoloških istraživanja. Geološko-ekonomski kriterijum značajan je prilikom prognoziranja zbog korišćenja metoda analogije, i kvantitativnog je karaktera - veći broj poznatih i istraženih ležišta ili pojava odgovarajućih industrijskih tipova glina povlači za sobom i veću perspektivnost basena ili dela basena u kome se ta ležišta ili pojave nalaze.

2.3. Zaključna razmatranja o kriterijumima prognozne ocene

Danas je gotovo potpuno prihvaćeno gledište po kome su sedimentne vatrostalne i keramičke gline kaolinitskog ili kaolinitsko-ilitskog sastava produkt pretaložavanja ranije formirane kaolinske kore raspadanja (Petrov, 1967, 1988; Šabalin i Kirsanov, 1984; Šamanina, 1985; Samama, 1989; Šamli (Chamley), 1989), uz moguće naknadno raspadanje pretaloženog materijala ukoliko dospe u subaerske uslove (Kužvar i Neužil, 1972; Očenaš i dr., 1984; Dombrovski (Dombrowski), 1993). Time su u suštini definisani i osnovni kriterijumi prognoziranja ležišta kaolinitskih glina - prisustvo povoljnih matičnih stena za formiranje kore raspadanja i njihovo pretaložavanje u odgovarajuće sedimentne formacije.

Za prognoziranje postojanja ležišta kaolinitskih glina daleko najvažniji kriterijum je postojanje ranije formiranih kaolinskih kora raspadanja. Bez pretaložavanja kore raspadanja nema ni stvaranja sedimentnih ležišta kaolinitskih glina. S druge strane, tektonski i klimatski faktor u velikoj meri opredeljuju karakter sedimenata koji se stvaraju u određenom basenu (Strahov, 1963). U tektonski

aktivnim područjima stvaraju se pretežno klastični peskoviti sedimenti, dok u uslovima tektonski mirnih područja klimatske prilike imaju veliki uticaj na formiranje različitih vrsta sedimenata. Stoga bi uticaj tektonskih i klimatskih karakteristika mogao da se izrazi i preko karaktera sedimenata, jer na teritoriji Srbije nisu egzistirale oblasti sa izrazitim klimatskim razlikama u jednom određenom periodu; mnogo je veća razlika u klimi po pojedinim hronostratigrafskim jedinicama nego posmatrano lateralno u okviru jedne starosne jedinice. Osim toga, daleko najveći broj naših sedimentnih basena sadrži bar jednu, ako ne i više, izrazito klastičnih serija deponovanih u vreme intenzivnih tektonskih pokreta; te serije smenjuju se obično sa karbonatno-klastičnim serijama, izgrađenim mahom od laporaca i laporovitih glina, nastalim u tektonski mirnim uslovima.

3. RESURSI KAOLINITSKIH GLINA U SEDIMENTNIM BASENIMA SRBIJE

3.1. Opšti osvrt i geološki razvoj

Tercijarne naslage u Srbiji zauzimaju veliku površinu, naročito ako se računaju i tereni u kojima su tercijarne tvorevine prekrivene debljim ili tanjim kvartarnim sedimentima. Pri tome neogene tvorevine zauzimaju daleko veće prostranstvo od paleogenih, koje se uglavnom javljaju u vidu uskih zona ili u pojedinim basenima. Prilikom prikaza razvoja terena Srbije tokom tercijara korišćeni su uglavnom radovi Pantića i Marinovića (1977) za paleogene tvorevine, kao i Stevanovića (1977b) za neogen.

Tokom **paleogena** tereni na području današnje Srbije bili su zahvaćeni snažnim tektonskim pokretima i magmatizmom, sa paroksizmom u oligocenu. Paleogene naslage u Srbiji Pantić i Marinović (1977), dele na:

- eocenske i starije oligocenske (marinske i terestrično-limničke),
- gornjooligocenske terestrično-limničke.

Eocenske i starije oligocenske tvorevine stvarale su se u uslovima koji prethode paroksizmu tektonske i magmatske aktivnosti, a gornjooligocenske i zatim i neogene tvorevine formirane su u uslovima koji se karakterišu razlamanjem stvorenih orogenih prostora, izraženim rasedanjem i formiranjem depresija u kojima su počela da se stvaraju donjomiocenska jezera.

Problem starosti paleogenih tvorevina u okviru "senonskog rova" u istočnoj Srbiji ostao je još uvek otvoren, a pojedini autori smatraju da ugljonošne facije pripadaju paleocenu (Novković i dr., 1969). U svakom slučaju, te tvorevine su po svojim geološkim karakteristikama (naročito u pogledu tektonske građe) sličnije gornjokrednim sedimentima nego mlađim, neogenim tvorevinama koje se javljaju u njihovoj blizini.

Marinski paleogen razvijen je u Gornjomoravskom basenu, a terestrično-limničke naslage u Vranjskom basenu, u dolini reke Pčinje (Pantić i Marinović, 1977). Isti autori naglašavaju da najverovatnije deo gornjokrednog fliša pripada u stvari paleogenim tvorevinama.

Gornjooligocenske terestrično-limničke tvorevine utvrđene su u Bogovinskom, Babušničkom i Strezovačkom basenu.

Neogeni sedimenti u Srbiji dvojakog su razvića: marinsko-brakičnog, to jest kaspibrakičnog, i jezerskog. Miocen je rasporostranjeniji južno od Save i Dunava, dok su pliocenske tvorevine najpotpunije razvijene u Vojvodini i dolinama Kolubare, Morave i Timoka.

Marinsko-brakični miocen predstavljen je sa obe strane Karpata marinskim badenom i brakičnim sarmatom, a sa istočne strane i marinsko-brakičnim meotom, dok je kaspibrakični panon razvijen samo zapadno od Karpata (Stevanović, 1977b).

Jezerski miocen sačuvan je u međuplaninskim kotlinama i depresijama po obodu Panonskog basena, i mozaički je utisnut u starije terene. U Dinaridima ose pružanja basena uglavnom nasleđuju dinarski pravac; u Karpato-balkanidima su meridijanske, mada ima i poprečnih na taj pravac basena. U domenu Srpsko-makedonske mase baseni su formirani bez veće pravilnosti u pogledu pružanja.

Pliocenske naslage su takođe dvojakog razvića: kaspibrakičnog u starijem pliocenu (pontu, po novoj podeli gornji miocen), i jezersko-rečnog, čisto slatkovodnog.

Da bi se objasnili obrazovanje i evolucija tercijarnih basena na teritoriji Srbije (od kojih su mnogi kaolinitonosni), moraju se razmotriti geološka zbivanja u tercijaru na širem području Jugoistočne Evrope. Sažet prikaz tih zbivanja dao je M.M. Ilić (1968), iz kojeg je izvučeno najbitnije za prognozu ocenu.

Tercijarni baseni Jugoistočne Evrope predstavljaju izrazite tektonske potoline (molasne potoline) obrazovane u kasnom stadijumu alpskog ciklusa, posle završenih faza ubiranja, a u vezi sa zamašnom razlomnom tektonikom tenzionog karaktera. Na fonu opšteg izdizanja mestimično je dolazilo, duž sistema raseda, do spuštanja manjih ili i vrlo prostranih terenskih kompleksa u okviru

nabornih pojaseva (dinarskog i karpato-balkanskog) i središnjih masiva (panonskog i srpsko-makedonskog).

Na taj način je potonuo ogroman kompleks koji se prostirao od Alpa do današnjeg Aralskog jezera, zahvatajući različite strukturne elemente Zemljine kore. U ovoj džinovskoj tektonskoj potolini formiralo se u donjem miocenu veliko unutrašnje more - Paratetis. Veze između Tetisa i Paratetisa postojale su samo u toku donjeg i srednjeg miocena, a od početka gornjeg miocena ove veze su prekinute, te se Paratetis razvija kao izolovano unutrašnje more.

S obzirom da je njegovo stvaranje bilo prouzrokovano disjunktivnim tektonskim pokretima, Paratetis nije predstavljao jednostanu celinu, već se sastojao od niza odelitih basena: Panonskog, Dakijskog, Crnomorskog i Kaspijskog. U toku miocena i donjeg pliocena oni su međusobno komunicirali preko moreuza. U srednjem i gornjem pliocenu ove se veze prekidaju, te se svaki od nabrojanih basena samostalno razvija. Usled svoje izolovanosti, kao i stalnog priliva slatke vode sa okolnog kopna, sve se više oslađuju.

Za proučavanje neogene sedimentacije kod nas najveći značaj ima poznavanje Panonskog basena. U tom basenu vladao je u donjem miocenu jezerski, u srednjem miocenu marinski i marinsko-brakični, a u pliocenu ponovo jezerski režim. Na prostranom području koje se nalazilo južno od Paratetisa, formiran je u vezi sa istim tektonskim pokretima, čitav niz manjih i većih tektonskih potolina, koje su se u vidu dubokih zaliva ili izolovanih slatkovodnih jezera pružale preko potonulih delova starijih formacija.

U toku kvartara dolazi do opšteg izdizanja terena, stvaranja planinskog reljefa i do likvidacije jezerskog režima u pomenutom prostoru. Razlomna tektonika izazvala je i snažan vulkanizam, koji se počev od gornjeg oligocena odvijao kroz čitav neogen, a završio tek u kvartaru. Kao rezultat podvodne alteracije vulkanskog stakla obrazovana su brojna ležišta bentonita. Međutim, sa aspekta formiranja kaolinitičkih glina, vulkanogeno-sedimentne tvorevine nemaju značaja, pošto do sada nije utvrđeno prisustvo vulkanogeno-sedimentnih ležišta kaolinitičkih glina u neogenim sedimentima.

Geološki razvoj tercijarnih basena u kojima se nalaze ležišta i značajnije pojave kaolinitičkih glina još uvek je dosta teško pratiti zbog nepoznavanja tačne starosti sedimentata u kojima se nalaze. Starost tih sedimentata, a sa njima i ležišta kaolinitičkih glina koja se u njima javljaju, od suštinskog je značaja za interpretaciju njihove geološke evolucije. Zbog toga je i pitanje da li je deponovanje sedimentnih serija u kojima su stvorena ležišta kaolinitičkih glina vršeno u jezerskim basenima, ili je pak vezano za neku od faza razvoja Paratetisa, i dalje ostalo bez preciznog odgovora. Nepoznavanje starosti sedimentata sprečava i hronostratigrafsku korelaciju perioda stvaranja ležišta kaolinitičkih glina u njima.

3.2. Mineragenetska reonizacija

Mineragenetska analiza kaolinitičkih glina sedimentnih basena Srbije predstavlja izučavanje zakonitosti formiranja minerala glina i njihovog koncentrisanja u vidu ležišta (ili pojava), uz analizu geoloških faktora koji kontrolišu zakonitosti njihovog vremenskog i prostornog razmeštaja u analiziranom prostoru.

U skladu sa ovako definisanim pojmom mineragenije kaolinitičkih glina Srbije, predmet mineragenetske analize su resursi kaolinitičkih glina, ali u isto vreme i resursi kaolina, kao primarnih stena u kojima su stvarani minerali glina.

Ciljevi mineragenetske analize resursa kaolinitičkih glina u sedimentnim basenima Srbije su sledeći:

- utvrđivanje zakonitosti razmeštaja ležišta kaolinitičkih glina,
- izdvajanje primarnih (in situ) i sedimentnih mineragenetskih formacija.

U suštini, krajnji cilj mineragenetske analize je dobijanje odgovarajućih elemenata za prognoznou ocenu resursa kaolinitičkih glina u sedimentnim basenima Srbije. Prilikom mineragenetskih istraživanja određenih terena formaciono-mineragenetska analiza sastoji se iz sledećih faza (Grubić i dr., 1974):

- izdvajanja geoloških formacija,
- definisanja rudonosnih formacija,
- identifikacije rudnih formacija.

S obzirom na specifičnosti geneze kaolinitskih glina na prostoru koji je zahvaćen predmetom obrade ove disertacije, izdvajane su kako primarne mineragenetske formacije gde nastaju minerali glina, tako i sedimentne mineragenetske formacije u kojima se obrazuju ležišta kaolinitskih glina. Pri tome su konkretna geološka tela, to jest ležišta kaolina i ležišta kaolinitskih glina izdvajana kao rudne formacije, dok su matične stene ili sedimenti basena u kojima se nalaze rudne formacije definisane kao rudonosne formacije.

Sva ležišta i značajnije pojave kaolinitskih glina u tercijarnim basenima Srbije vezana su za Srpsko-makedonsku metalogenetsku provinciju. Izvorni materijal za stvaranje minerala glina predstavljali su, kao što je već rečeno, kiseli magmati tercijarne starosti, kao i metamorfne stene primarno klastičnog karaktera. Jedina značajnija pojava kaolinitskih glina van Srpsko-makedonske mineragenetske provincije je Metriš u istočnoj Srbiji, koja pripada Karpato-balkanskoj mineragenetskoj provinciji.

Za basene u kojima su istražena ležišta kaolinitskih glina izdvojene su rudonosne i rudne mineragenetske formacije i date u tabeli 3.1. Izdvojene su kako primarne formacije (kaolini kore raspadanja ili hidrotermalnog porekla, gde su nastali minerali glina), kao i sedimentne formacije u kojima su stvorena ležišta kaolinitskih glina.

U okviru navedenih sedimentnih rudonosnih formacija rudne formacije izdvajaju se prema facijalnim uslovima stvaranja. Tako je mineragenetska rudna formacija Pločnika nastala u deluvijalno-proluvijalnoj sredini, formacija Krušika u proluvijalno-jezerskim sredinama, formacija Vrbice u jezerskim sredinama (ležišta Vrbica i Ćirinac), a formacija Lazina u jezersko-močvarnim sredinama (ležište Lazine, Vrbica niži nivo, Kapetanovo Polje). Rudna formacija Košarna ostala je za sada nedovoljno definisana kako u pogledu starosti sedimenata, tako i sredine stvaranja, kao i definitivnog porekla materijala. Bez obzira da li predstavljaju jezerske ili marinske (ali oslađene) naslage, sedimenti ležišta Košarno stvarani su, prema Doliću (1975/1976), u priobalskim depozicionim uslovima, a viši slojevi vatrostačnih glina (kvaliteti K-1 i K-2) stvarani su u močvarnim sredinama.

Sedimentna rudna formacija Drena je izrazito poligena, jer je ležište delom eluvijalnog tipa, a delom formirano u deluvijalnim, proluvijalnim i jezerskim sredinama, uz kratkotrajno razviće močvare.

Sedimentna rudna formacija Rudovaca stvorena je od materijala koji vodi poreklo od vulkanogenih stena Žutog Oglavka, a nastala je u priobalsko-marinskoj močvarnoj sredini. Najverovatnije istog porekla je i rudna formacija Baroševca.

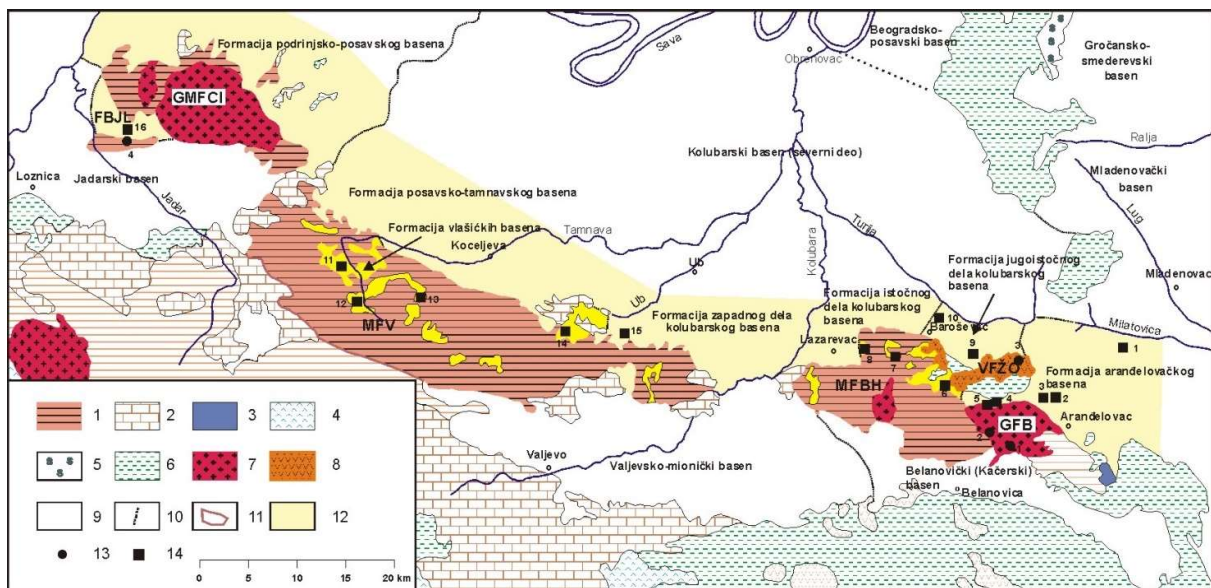
PRIMARNE MINERAGENETSKE FORMACIJE (stvaranje minerala glina)		SEDIMENTNE MINERAGENETSKE FORMACIJE (formiranje ležišta kaolinitskih glina)	
1. Rudonosne	2. Rudne	1. Rudonosne	2. Rudne
Granitoidna formacija Bukulje	Formacija Garaša Formacija Živkovaca	Formacija arandjelovačkog basena	Formacija Pločnika Formacija Vrbice Formacija Lazina Formacija Krušika Formacija Košarna
Metamorfna formacija brajkovačkog horsta	-	Formacija basena brajkovačkog horsta	Formacija Drena Formacija Bistrice Formacija Kruševice
Vulkanogena formacija Žutog oglavka	Formacija Mostina	Formacija jugoistočnog dela kolubarskog basena	Formacija Rudovaca Formacija Baroševca
Metaklastična formacija Vlašića	-	Formacija vlašićkih basena	Formacija Donjeg Crniljeva Formacija Gornjeg Crniljeva Formacija Slatine (Ub)
		Formacija zapadnog dela kolubarskog basena	Formacija Boj brda (Dokmir)
		Formacija posavsko-tamnavskog basena	-
Granitoidno-metaklastična formacija Cera i Iverka	Formacija Belog Majdana	Formacija Jadarske Lešnice	Formacija Savića male
		Formacija podrinjsko-posavskog basena	-
Granitoidno-gnajsna formacija Bujanovca	Formacija Gornjeg Karačeva Formacija Gornjeg Vrtogoša Formacija Trnovca	Formacija vranjskog basena	-
		Formacija krivorečkog basena	-

Tabela 3.1: Primarne i sedimentne mineragenetske kaolinitonosne formacije Srbije.

Sedimentna rudna formacija Donjeg Crniljeva formirana je u aluvijalno-jezerskim, mestimično močvarnim sredinama, a formacija Gornjeg Crniljeva u proluvijalno-aluvijalnim i aluvijalno-jezerskim uslovima. Formacija Slatine stvarana je u jezerskoj sredini, sa povremenim močvarnim stadijumom. Formacija Boj brda (Dokmir) obrazovana je u priobalsko-marinskim uslovima, sa jednim stadijumom močvare. Sedimentna rudna formacija Savića male je jezerskog karaktera uz prisustvo močvarne faze razvoja.

U rudonosnim formacijama podrinjsko-posavskog, vranjskog i krivorečkog basena do sada nisu utvrđene rudne formacije.

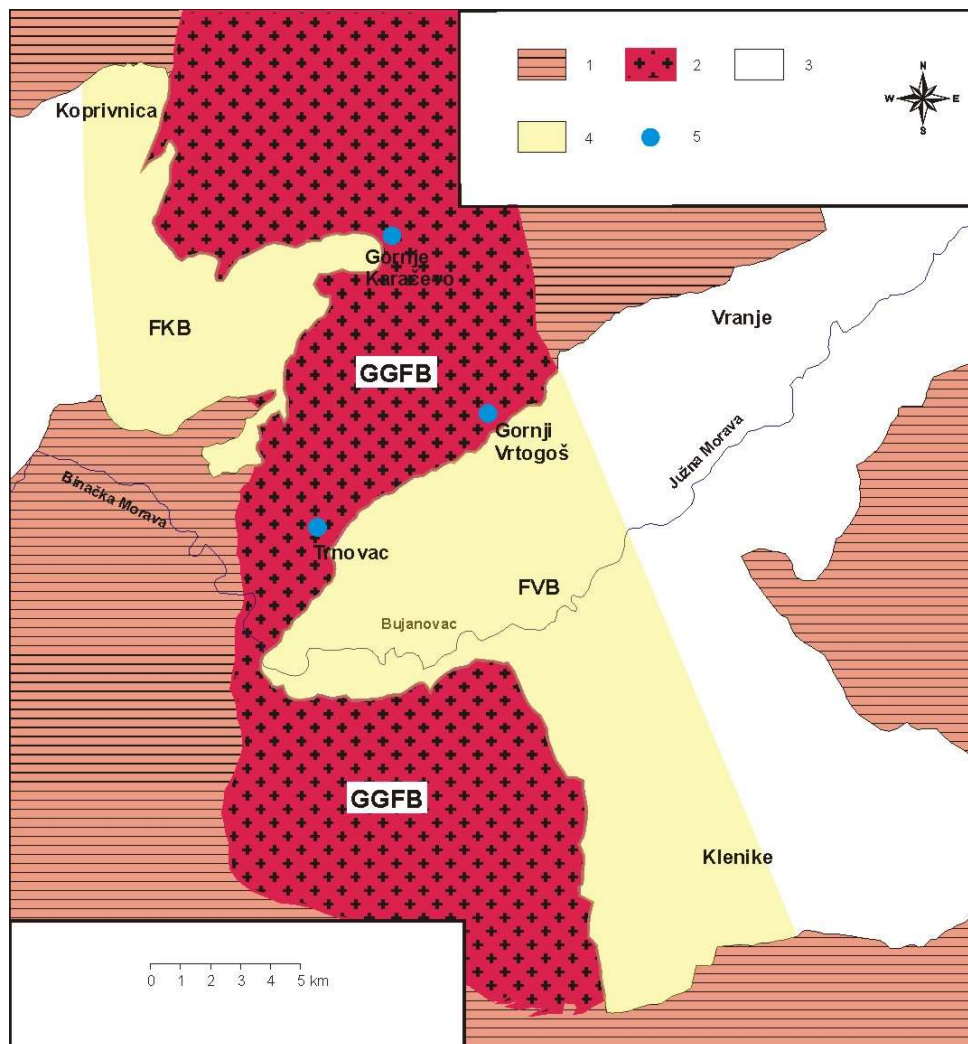
Na slikama 3.1 i 3.2 prikazane su primarne i sedimentne kaolinitonosne mineragenetske formacije u matičnim stenama i tercijarnim basenima severozapadne i centralne Srbije, kao i na području Bujanovačkog gnajs-granitoidnog kompleksa i okolnih basena.



Slika 3.1.: Pregledna geološka karta tercijarnih basena severozapadne i centralne Srbije sa izdvojenim primarnim i sedimentnim kaolinitonosnim mineragenetskim formacijama. 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. permo-trijaske karbonatne stene; 3. mermeri; 4. dijabaz-rožnačka formacija; 5. serpentiniti; 6. kredni sedimenti; 7. granitoidne stene; 8. tercijarni vulkaniti i piroklastiti; 9. neogeni sedimenti; 10. granice basena; 11. granice primarnih rudonosnih formacija; 12. područja sedimentnih rudonosnih formacija; 13. primarne rudne formacije; 14. sedimentne rudne formacije.

GFB - granitoidna formacija Bukulje; MFBH - metamorfna formacija brajkovačkog horsta; VFŽO - vulkanogena formacija Žutog Oglavka; MFV - metaklastična formacija Vlašića; GMFCI - granitoidno-metaklastična formacija Cera i Iverka; FB JL - formacija basena Jaderske Lešnice.

Primarne rudne formacije: 1. Garaša, 2. Živkovaca, 3. Mostina, 4. Belog majdana. Sedimentne rudne formacije: 1. Košarna, 2. Lazina, 3. Vrbice, 4. Krušika, 5. Pločnika, 6. Kruševice, 7. Bistrice, 8. Drena, 9. Rudovaca, 10. Baroševca, 11. Donjeg Crniljeva, 12. Gornjeg Crniljeva, 13. Miličinice, 14. Slatine, 15. Dokmira, 16. Savića male.



Slika 3.2.: Pregledna geološka karta tercijarnih basena sa područja Bujanovačkog granitoidno-gnajsno kompleksa sa izdvojenim primarnim i sedimentnim kaolinitonosnim minerogenetskim formacijama. 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. Bujanovački granitoidno-gnajsni kompleks; 3. neogeni sedimenti; 4. područja sedimentnih rudonosnih formacija (FKB - formacija Krivorečkog basena, FVB - formacija Vranjskog basena); 5. primarne rudne formacije (Gornjeg Karačeva, Gornjeg Vrtogoša, Trnovca). GGFB - primarna granitoidno-gnajsna rudonosna formacija Bujanovca.

3.3. Osvrt na dosadašnja izučavanja kaolinitskih glina

Istorijat istraživanja i eksploatacije ležišta kaolinitskih (vatrostalno-keramičkih) glina u Srbiji može se generalno podeliti na dva perioda: pre i posle Drugog svetskog rata.

U periodu pre Drugog svetskog rata praktično nije ni bilo istraživanja i eksploatacije ležišta kaolinitskih glina u modernom smislu, jer nije bila razvijena vatrostalna i keramička industrija koja bi koristila takve sirovine u većim količinama. Antula (1900) pominje "kaolin" na nekoliko mesta u Srbiji, od kojih pojave kod Metriša i Slatine predstavljaju kaolinitske gline u sedimentnim basenima. U to vreme najznačajnija je pojava gline kod Metriša, na kojoj je otpočela i eksploatacija. Isti autor navodi da se glina iz Slatine koristila za izradu peći u vojnoj livnici u Kragujevcu. U to doba mineraloška i tehnološka ispitivanja gline bila su veoma retka. Bajić (1903) daje nekoliko hemijskih analiza "Aranđelovačke bele zemlje", za koju kaže da se upotrebljavala za izradu obične grnčarije. Isti autor

prikazuje i nekoliko analiza "Valjevske zemlje", zemlje iz "Kociljeva" i "Seanice" kod Vlasotinca, za koje ne kaže da li se igde koriste.

Savić (1934) navodi sloj bele zemlje (kaolina) u Vrbici kod Arandjelovca, koji seljaci vade na primitivan način. Isti autor pominje i sloj kaolina u Darosavi iz koga se godišnje izvozi do 100 vagona kaolina, dok za glinu iz Slatine kod Uba kaže da se koristi kao punilo za hartiju.

U periodu posle Drugog svetskog rata dolazi do naglog interesovanja za vatrostatne i keramičke gline kaolinitskog sastava, koje treba da snabdevaju nove fabrike šamota i keramike. Krajem četrdesetih i početkom pedesetih godina ovog veka naglo raste broj objavljenih radova u kojima se opisuju ležišta vatrostatnih i keramičkih gline. Ležište Metriš prikazuju Ilić (1948) i Stangačilović (1951b; 1956); ležišta Arandjelovačkog i Kolubarskog basena proučava Stangačilović (1951; 1951a; 1952; 1952a; 1953; 1953a). Isti autor, pored prikaza ležišta, pruža i podatke o hemizmu, mineralnom sastavu i tehnološkim svojstvima tih gline, a u nekoliko radova prikazuje određene karakteristike gline (Stangačilović, 1956a, Stangačilović i Pavešić, 1955). U istom periodu ležišta gline Arandjelovačkog i Kolubarskog basena opisuju Vasiljević (1953; 1953a), Lupibereza (1949; 1954) i Odić (1957). Sa tehnološkog aspekta vatrostatne i keramičke gline Arandjelovačkog basena proučavaju Jovanović (1953), Leko i Grizo (1953) i Zlatanović (1957). Jedno od prvih sistematski istraženih ležišta vatrostatnih gline (Baroševac) prikazao je Atanasković (1959). Za period pedesetih godina vredno je istaći i za to doba jedinstvenu publikaciju o glinama Lupibereze (1951).

Ovakvo obilje publikovanih radova o vatrostatnim i keramičkim glinama rezultat je sprovedenog sistematskog istraživanja ležišta gline koje se odvijalo do kraja pedesetih godina ovog veka. Na istraživanju ležišta gline radio je Nikolić, koji je do 1957. godine sistematski prikupio i obradio sve raspoložive podatke o ležištima Arandjelovačkog basena. Ležište Rudovci istraživali su Atanasković i Rajković (1957), a ležište Baroševac Atanasković (1958). Ležišta gline istražena u to vreme predstavljala su nekoliko decenija sirovinsku bazu vatrostatne i keramičke industrije u Srbiji i bivšoj Jugoslaviji. Istraživanje kaolinitskih gline Arandjelovačkog i MladenoVAčkog basena, kao i okoline Lazarevca, nastavljaju Atanasković, Vojinović, Nejić-Božić, Đelić, Petrović i drugi stručnjaci, čiji su izveštaji i elaborati navedeni u spisku literature.

Šezdesetih godina počinje istraživanje keramičkih gline na području od Jaderske Lešnice na zapadu do Slatine kod Uba na istoku. Ova istraživanja vršili su Petrović, Panić, Milićević, Jurašinović, Stangačilović i drugi stručnjaci, čiji su izveštaji i elaborati takođe navedeni u spisku literature.

Međutim, opsežna i detaljna istraživanja kaolinitskih gline u periodu 1960-1990 godine nisu pratili publikovani radovi kao ranije. Stangačilović (1969) daje genetsku i stratigrafsku klasifikaciju jugoslovenskih ležišta ilitske gline, a isti autor (1970) obađuje i njihova svojstva. Nikolić (1983a) prikazuje potencijalna ležišta keramičkih gline u zapadnoj Srbiji, a Milićević i saradnici (1986) opisuju nove pojave keramičkih gline na području Donjeg Crniljeva. Poharc-Logar (1979) u svojoj magistarskoj tezi vrši mineraloška i hemijska proučavanja gline iz sedimenata Kolubarskog basena. Engeltaler i saradnici (1983) prikazuju mogućnost proširivanja primene keramičke gline iz ležišta Jovanovića Brdo kod Donjeg Crniljeva. Poharc-Logar i Logar (1990) proučavaju kaoline metodom infracrvene spektroskopije.

U okviru kompleksnog proučavanja nemetaličnih mineralnih sirovina Vakanjac i Milovanović (1973) prikazuju genetske, paragenetske i industrijske tipove ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina u Jugoslaviji, a između ostalog i kaolinitske gline. Vakanjac i saradnici (1977) razmatraju osnovne probleme sirovinske baze i proizvodnje nemetaličnih mineralnih sirovina u Srbiji. Vakanjac (1980; 1982; 1985; 1986) prikazuje nemetalične mineralne sirovine Srbije i Jugoslavije. U tim radovima takođe su prikazane i kaolinitske gline. Čirić (1980) je proučavao zakonomernosti razmeštaja pojava keramičkih gline.

Od 1990. godine Simić počinje sistematska izučavanja kaolinitskih gline Arandjelovačkog basena, prvo kroz izradu magistarskog rada (1992), a zatim prikazuje ležišta kaolinitskih gline (Simić, 1992a; 1994; 1995; 1996; 1998; 1998a, i Simić i saradnici, 1994; 1996; 1997). U istom periodu Radosavljević i saradnici (1994) opisuju ležišta keramičkih gline Donjeg Crniljeva, a Milojević i

saradnici (1995) hemijske i tehnološke karakteristike kaolinitskih glina Arandelovačkog i Kolubarskog basena koje eksploatiše "Šamot" iz Arandelovca.

Koncepcija istraživanja kaolinitskih glina u Srbiji u periodu posle II Svetskog rata bila je jednostavna: obezbediti dovoljnu količinu sirovina za novoizgrađene fabrike šamota i keramike. Treba naglasiti da su u tom periodu istraživanja trajala veoma kratko, uz relativno veliki obim istražnih radova. Takva strategija istraživanja dala je svoje rezultate, i do kraja pedesetih godina istražen je veliki broj ležišta kaolinitskih glina, koja su dugi niz godina predstavljala sirovinsku bazu za vatrostalnu i keramičku industriju, ne samo u Srbiji već i u bivšoj Jugoslaviji.

Ipak, treba pomenuti i neke nedostatke dosadašnjih istraživanja, koji su delom objektivnog, a delom subjektivnog karaktera. U takve nedostatke spada pre svega to što pre početka istraživanja nisu vršene nikakve minerogenetske analize, čiji bi rezultat bio izdvajanje kategorija perspektivnosti pojedinih delova basena u kojima su otkrivene kaolinitske gline. Naprotiv, istraživale su se uglavnom od ranije poznate pojave glina, ili se nastavljalo sa istraživanjem postojećih ležišta glina. Takav način istraživanja dobar je u početnim fazama obezbeđenja sirovinske baze. Međutim, kod kasnijih regionalnih istraživanja delova basena u kojima nije bilo pojava kaolinitskih glina, rezultati su uglavnom bili negativni, jer istraživanja nisu imala naučnu podlogu, niti su iskorišćeni svi podaci prethodnih ispitivanja takvih terena.

4. PROGNOZNA OCENA RESURSA KAOLINITSKIH GLINA U SEDIMENTNIM BASENIMA SRBIJE

4.1. Kategorizacija sedimentnih basena Srbije prema perspektivnosti otkrivanja resursa kaolinitiskih glina

Za prognozu ocenu potencijalnosti resursa tercijarnih basena Srbije u pogledu formiranja ležišta kaolinitiskih glina uzeti su, u skladu sa prethodnim razmatranjima, sledeći kriterijumi:

- prisustvo matičnih stena u obodu i paleoreljefu basena;
- litofacijski kriterijum.

Osim toga, korišćen je i geološko-ekonomski faktor, kao bitan pokazatelj dosadašnjih saznanja o prisustvu istraženih ležišta i značajnijih pojava kaolinitiskih glina.

Prisustvo matičnih stena. Sastav matičnih stena je osnovni faktor koji utiče na stvaranje određenih minerala glina, naročito u korama raspadanja. Na bazi dosadašnjih istraživanja i proučavanja ležišta kaolinitiskih glina može se reći da na teritoriji Srbije izrazito kaolinitiske kore raspadanja nastaju samo na granitoidnim i dacito-andezitskim kompleksima. Erodovanjem i pretaložavanjem tih kora raspadanja formirana su ležišta vatrostalnih glina u Arandelovačkom i jugoistočnom delu Kolubarskog basena, kao i u neogenu Jadarske Lešnice. Raspadanjem gnajseva i pretaložavanjem tako nastalog materijala takođe mogu da nastanu vatrostalne kaolinitiske gline; kod nas je takav slučaj poznat samo kod ležišta Metriš, pri čemu je ležište bilo izuzetno malih dimenzija, što ne znači da gnajseve treba isključiti kao moguće matične stene.

Raspadanjem pre svega peščara (metapeščara), a u manjoj meri i sericit-hloritskih škriljaca i mikašista, stvaraju se, nakon pretaložavanja kore raspadanja, ležišta keramičkih glina (ležišta Vlašića i brajkovačkog horsta). Te gline odlikuju se poliminerlnim sastavom, u kome je dominantan kaolinit, praćen ilitom/liskunom i promenljivim količinama monmorionita i interstratifikovanog ilit-monmorionita.

Litofacijski kriterijum. U tercijarnim basenima Srbije generalno se izdvajaju tri tipa sedimenata:

- izrazito klastični (konglomerati, breče, peščari, različiti peskovi i gline);
- klastično-karbonatni (klastični sedimenti sa manjim procentom karbonata);
- karbonatno-klastični (laporci, laporovite gline, krečnjaci i dolomiti).

Analizom rezultata dosadašnjih istraživanja utvrđeno je da se ležišta kaolinitiskih glina na teritoriji Srbije stvaraju u okviru izrazito klastičnih formacija, nastalih pretaložavanjem postojećih kora raspadanja; pri tome najznačajnija ležišta kaolinitiskih glina nastaju u onim sedimentnim basenima (ili njegovim delovima) koji se nalaze u blizini matičnih stena, to jest kore raspadanja. I u okviru samih sedimentnih klastičnih formacija mogu se, prema perspektivnosti pronalaza ležišta kaolinitiskih glina, izdvojiti različite facije: marinske, jezerske, lagunske, deltne, močvarne, aluvijalne, deluvijalne, proluvijalne. Međutim, facijalni kriterijum je naročito važan kod prognozne ocene različitih delova određenog basena, jer zahteva dosta konkretnih podataka dobijenih kompleksnim geološkim, sedimentološkim, mineraloškim, geohemijskim i geofizičkim istraživanjima. Karbonatno-klastične, a naročito izrazito karbonatne sedimentne komplekse možemo tretirati kao slabo perspektivne za pronalaza ležišta kaolinitiskih glina. Potencijalnost klastično-karbonatnih formacija je kod nas nepoznata, pošto u njima nisu do sada otkrivena ležišta kaolinitiskih glina.

Geološko-ekonomski faktor. Geološko-ekonomski faktor, to jest prisustvo ležišta ili značajnijih pojava kaolinitiskih glina, značajan je zbog korišćenja analogije, i kvantitativnog je karaktera - veći broj poznatih i istraženih ležišta ili pojava povlači za sobom i veću perspektivnost basena ili dela basena u kome se nalaze.

Izdvajanje sedimentnih basena prema perspektivnosti otkrivanja ležišta kaolinitiskih glina vršeno je za teritoriju bivšeg SSSR. Tako Šabalin i Kirsanov (1984) izdvajaju sledeće kategorije pri prognoj oceni potencijalnosti pronalaženja sedimentnih ležišta vatrostralnih glina:

- sedimentne formacije u kojima su otkrivena komercijalna ležišta visokog kvaliteta sirovine;
- sedimentne formacije u kojima su zastupljena ležišta vatrostralnih glina malih razmera, sa slabijim ili nedovoljno izučanim kvalitetom sirovine;
- nedovoljno proučene sedimentne formacije sa aspekta pronalaženja vatrostralnih glina.

Gorbačov (1991) razmatra potencijalnost sedimentnih basena prema sledećim kategorijama:

- perspektivni, ograničeno perspektivni i slabo perspektivni.

Imajući u vidu veličinu teritorije Srbije (koja je najčešće manja od mnogih mineragenetskih oblasti u bivšem SSSR), kao i stepen geološke izučenosti obodnih stena i samih basena, usvojene su sledeće kategorije tercijarnih basena Srbije po perspektivnosti pronalaženja kaolinitiskih glina: 1. veoma perspektivni baseni; 2. perspektivni baseni; 3. nejasno perspektivni baseni; 4. slabo perspektivni baseni; 5. veoma slabo perspektivni baseni (tabela 4.1).

Kategorija perspektivnosti basena	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Prisustvo ležišta i pojava kaolinitiskih glina
Veoma perspektivni	Povoljan	Klastičan	Poznata ležišta
Perspektivni	Povoljan	Klastičan, klastično-karbonatan,	Poznate pojave
Nejasno perspektivni	Povoljan u delu oboda	Klastično-karbonatan, karbonatno-klastičan	Poznate pojave
Slabo perspektivni	Nepovoljan (osim lokalno)	Karbonatno-klastičan, klastično-karbonatan	Poznate pojave
Veoma slabo perspektivni	Nepovoljan	Karbonatno-klastičan i karbonatan	Nepoznato

Tabela 4.1: Kategorije tercijarnih basena Srbije prema perspektivnosti postojanja ležišta kaolinitiskih glina i kriterijumi njihove perspektivnosti.

U **veoma perspektivnim basenima** sastav matičnih stena je povoljan i često je poznata reliktna kora raspadanja. Sedimenti su izrazito klastičnog karaktera, i u njima su utvrđena ležišta kaolinitiskih glina, od kojih su mnoga u eksploataciji. Ležišta kaolinitiskih glina u ovim basenima predstavljaju sirovinsku bazu domaće vatrostralne i keramičke industrije, a potencijalne rezerve u njima trebalo bi da obezbede sirovinsku bazu za buduća vremena.

Perspektivni baseni takođe imaju povoljan sastav okolnih matičnih stena, a u pojedinim slučajevima postoje i reliktni kore raspadanja. Sedimenti su klastičnog ali i klastično-karbonatnog do karbonatno-klastičnog tipa, sa međusobnim smenjivanjem. U tim basenima za sada nisu poznate pojave kaolinitiskih glina, što je najverovatnije uslovljeno slabom istraženošću celokupnog profila sedimentnih naslaga. Perspektivne basene trebalo bi istraživati kada se proceni da postoji potreba za povećanjem proizvodnje kaolinitiskih glina.

Nejasno perspektivni baseni odlikuju se povoljnim sastavom matičnih stena u većem delu oboda, ali isto tako i nepovoljnim matičnim stenama u pojedinim delovima oboda basena. Karakter sedimenata je uglavnom klastično-karbonatan i karbonatno-klastičan, i najčešće slabo proučen, osim u najplićim delovima basena. Pojave kaolinitiskih glina su mestimično poznate. U nejasno perspektivnim basenima ne treba planirati istraživanje kaolinitiskih glina većih razmera, osim u slučaju da se dođe do novih podataka o prisustvu tih glina.

Slabo perspektivni baseni nemaju povoljan sastav okolnih matičnih stena, osim u pojedinim, prostorno ograničenim delovima basena. Od sedimenata preovlađuju karbonatno-klastični, ređe i klastično-karbonatni sedimenti. Kod ove kategorije basena mestimično su poznate lokalne pojave keramičkih glina, uz napomenu da su sve nedovoljno proučene.

Veoma slabo perspektivni baseni odlikuju se izrazito nepovoljnim sastavom obodnih matičnih stena (serpentiniti, karbonatne stene) i karbonatno-klastičnim sedimentima. Pojave kaolinitičkih glina u njima nisu poznate.

4.2. Opšta prognozna ocena resursa kaolinitičkih glina u sedimentnim basenima Srbije

Ocena potencijalnosti tercijarnih basena Srbije izvršena je po basenima u okviru određenih geološko-geografskih celina. Kod ocene potencijalnosti razmatrani su tercijarni baseni kao celine ili, izuzetno, pojedini veći delovi jednog basena sa različitim obodnim stenama ili različitim tipom sedimenata. Za detaljnu ocenu potencijalnosti svakog basena morali bi zasebno da se proučavaju različiti delovi basena zavisno od sastava matičnih stena oboda, kao i svaka litostratigrafska jedinica za sebe.

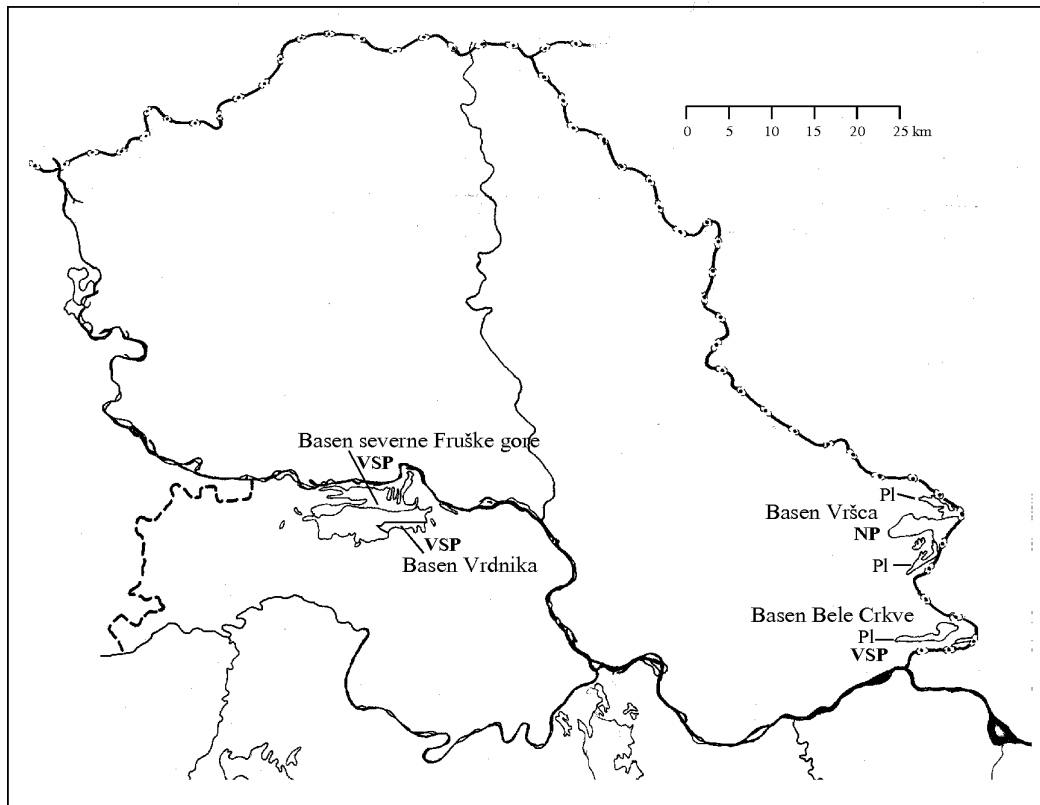
Baseni Vojvodine

Pod tercijarnim sedimentima Vojvodine podrazumevaju se delovi terena na kome ove tvorevine izbijaju na površinu; na ostalom području tercijar je pokriven debelim naslagama kvartara i neće se razmatrati.

Za najveći deo tercijara Vojvodine karakteristično je odsustvo kaolinitičkih glina, uslovljeno pre svega nepovoljnim sastavom matičnih obodnih stena, ali i karakterom sedimenata (tabela 4.2.). Nejasnu perspektivnost može da ima samo područje Vršca, jer je dosadašnjim istraživanjima utvrđeno postojanje značajnijih količina kvarc-feldspat-kaolinitičkih peskova u okolini Vršca.

Baseni sa otkrivenim tercijarom	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Kategorija perspektivnosti
Severna Fruška gora	Klastično-karbonatni fliš, krečnjaci, serpentiniti	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Vrdnik	Serpentiniti, krečnjaci, andeziti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Vršac	Gnajs-graniti, alb.-musk. škriljci	Klastično-karbonatni	Nejasno perspektivan
Bela Crkva	Sericit-hloritski i epidot-hloritski škriljci	Klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan

Tabela 4.2.: Baseni Vojvodine sa otkrivenim tercijarnim sedimentima i njihovim kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitičkih glina.



Slika 4.1.: Baseni Vojvodine sa otkrivenim tercijarnim tvorevinama na površini terena i njihovim kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina. NP - nejasno perspektivno, VSP - veoma slabo perspektivno.

Baseni severozapadne i centralne Srbije

U okviru tercijarnih tvorevina na području od Cera i Iverka na zapadu pa do Bukulje na istoku nalaze se sva ležišta kaolinitskih glina Srbije koja se danas eksploatišu.

U kategoriju veoma perspektivnih uvršćeni su sledeći baseni: Arandelovački, Kolubarski (južni deo), baseni brajkovačkog horsta, Vlašića i Jaderske Lešnice (tabela 4.3. i slika 4.2). Svi ovi baseni odlikuju se izrazito klastičnim sedimentima i prisustvom okolnih matičnih stena povoljnog sastava za procese supergene argilizacije (graniti, peščari, različiti škriljci i gnajsevi i dacitoandeziti). U svim tim basenima nalaze se ležišta kaolinitskih glina koja su u eksploataciji ili su, pak, detaljno istražena i spremna za eksploataciju.

Basen	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Kategorija potencijalnosti
Podrinjsko-posavski basen	Peščari, graniti, filiti, argilofiliti, krečnjaci	Klastični	Perspektivan
Posavsko-tamnavski basen	Peščari, argilofiliti, krečnjaci	Klastični, klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan (poznate pojave VKG)
Kolubarski basen (severni deo)	Klastično-karbonatni fliš	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Beogradsko-posavski basen	Klastično-karbonatni fliš, krečnjaci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan

Basen	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Kategorija potencijalnosti
Basen Jaderske Lešnice	Peščari, podređeno škriljci i granitoidi	Klastični	Veoma perspektivan
Basen Vlašića	Peščari, podređeno škriljci	Klastični	Veoma perspektivan
Kolubarski basen (južni deo)	Dacitoandeziti, peščari, škriljci, krečnjaci	Klastični	Veoma perspektivan
Brajkovački baseni	Peščari, ser.-hlor. škriljci, mikašisti i gnajsevi	Klastični	Veoma perspektivan
Arandelovački basen	Granitoidi, podređeno gnajsevi i mikašisti	Klastični	Veoma perspektivan
Jadarski basen	Krečnjaci, graniti, peščari, argilofiliti, filiti	Klastični, klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Brasinski basen	Krečnjaci, peščari, filiti, kvarciti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Rađevinski basen	Krečnjaci, kvarcni peščari, argilofiliti	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Valjevsko-mionički basen	Peščari, filiti, krečnjaci, argilofiliti, karbonatne stene, piroklastiti	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Slabo perspektivan
Belanovički (Kačerski) basen	Gnajsevi, alb.-hlor.-musk. škriljci, peščari, krečnjaci, klastično-karbonatni fliš	Klastični, klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan

Tabela 4.3.: Tercijarni baseni severozapadne i centralne Srbije i njihove kategorije perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina (VKG).

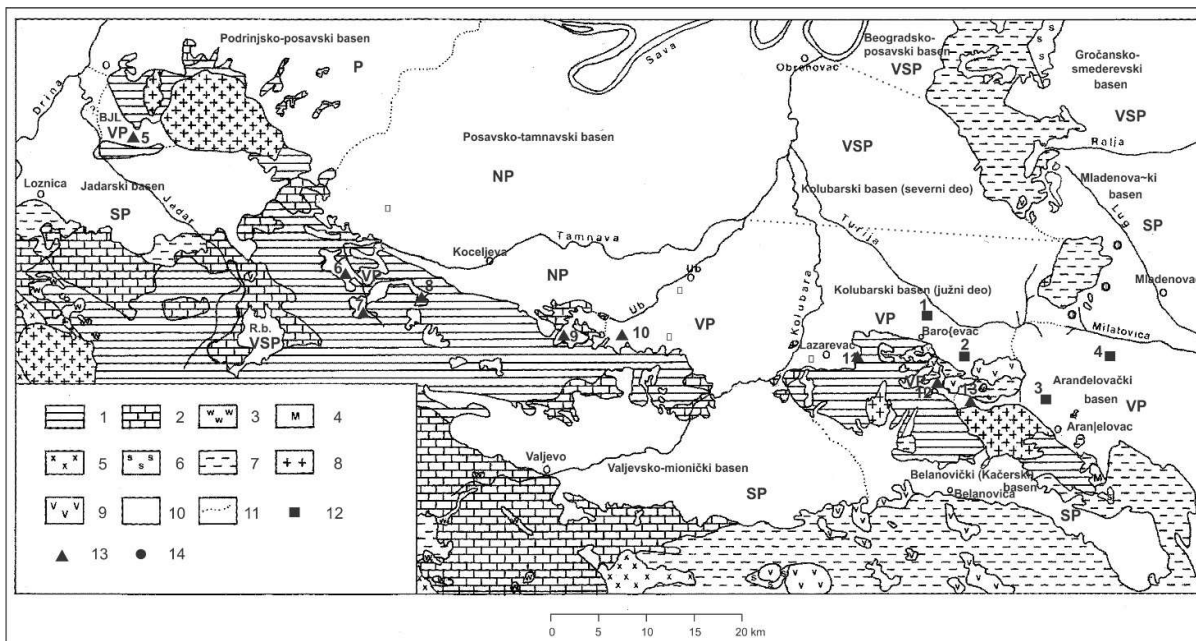
Pored veoma perspektivnih basena, na ovom području nalaze se i tercijarni baseni u kojima do sada nije utvrđeno prisustvo ležišta kaolinitskih glina (tabela 4.3).

U kategoriju perspektivnih basena spada Podrinjsko-posavski basen, koji nije uopšte istraživan, ali u svom južnom delu leži direktno preko granitoidnih stena Cerskog masiva i paleozojskih peščara sa retkim interkalacijama filita i argilofilita. Sedimenti Podrinjsko-posavskog basena su klastičnog karaktera, a odlikuju se relativno malom debljinom, naročito u južnom delu basena, zbog čega predstavljaju interesantno područje na kome je realno očekivati prisustvo kaolinitskih glina.

Nejasno perspektivan je Posavsko-tamnavski basen u kome do sada nisu otkrivena ležišta kaolinitskih glina, ali se u literaturi navode manje, slabo istražene pojave tih glina (Stangačilović, 1953).

Daleko niža perspektivnost ostalih tercijarnih basena tog područja posledica je različitih faktora:

- nepovoljnog sastava okolnih stena (Brasinski i Rađevinski basen, kao i veći deo Jaderskog, Valjevsko-mioničkog i Belanovičkog basena);
- nepovoljnog, uglavnom klastično-karbonatnog i karbonatno-klastičnog, sastava sedimenata zastupljenih u Rađevinskom, Brasinskom, delom Jaderskom, Valjevsko-mioničkom i Belanovičkom basenu, severnom delu Kolubarskog basena i Beogradsko-posavskom basenu.



Slika 4.2: Pregledna geološka karta tercijarnih basena severozapadne i centralne Srbije sa kategorijama perspektivnosti u pogledu pronalaska ležišta vatrostočno-keramičkih glina. VP - veoma perspektivan, P - perspektivan, NP - nejasno perspektivan, SP - slabo perspektivan, VSP - veoma slabo perspektivan. 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. permo-trijaske karbonatne stene; 3. trijaski vulkaniti; 4. mermeri; 5. dijabaz-rožnačka formacija; 6. serpentiniti; 7. kredni sedimenti; 8. granitoidne stene; 9. tercijarni vulkaniti; 10. neogeni sedimenti; 11. granice basena; 12. ležišta vatrostočnih glina; 13. ležišta i pojave keramičkih glina; 14. ležišta i pojave opekarskih glina. B.J.L. - basen Jaderske Lešnice; R.b. - Rađevinski basen. Ležišta i pojave vatrostočno-keramičkih glina: 1. Baroševac, 2. Rudovci, 3. Ćirinac, Vrbica, Lazine, 4. Košarno (a vatrostočne, b keramičke), 5. Savića mala (a vatrostočne, b keramičke), 6. ležišta Donjeg Crniljeva, 7. ležišta Gornjeg Crniljeva, 8. Miličinica, 9. Slatina (a masnije, b peskovite), 10. Boj brdo, 11. Dren (a masnije, b peskovite), 12. Kruševica, 13. Krušik.

U tabeli 4.4. dat je uporedni prikaz industrijskih tipova ležišta kaolinitičkih glina (sa najvažnijim ležištima) zavisno od sastava matičnih stena na kojima je bila razvijena kora raspadanja.

Baseni	Sastav matičnih stena	Industrijski tip gline	Važnija ležišta VKG
Arandelovački basen	Granitoidi, gnajsevi i mikašisti	Vatrostočne Keramičke	Vrbica, Ćirinac, Lazine Krušik, Košarno
Kolubarski basen (južni deo)	Dacito-andeziti i piroklastiti	Vatrostočne	Rudovci, Prkosava
	Dacito-andeziti i škrljci	Kaolinitičke	Baroševac
	Peščari, škrljci	Keramičke	Boj brdo
Baseni brajkovačkog horsta	Peščari, ser.-hlor. škrljci, mikašisti i gnajsevi	Keramičke	Dren, Kruševica, Progoreoci
Baseni Vlašića	Peščari, podređeno škrljci	Keramičke	Jovanovića brdo, Matića brdo, Bele vode, Slatina
Basen Jaderske Lešnice	Granitoidi, peščari, podređeno škrljci	Keramičko-vatrostočne	Savića mala

Tabela 4.4.: Uporedne karakteristike kaolinitičkih glina (VKG) iz ležišta u veoma perspektivnim basenima područja severozapadne i centralne Srbije.

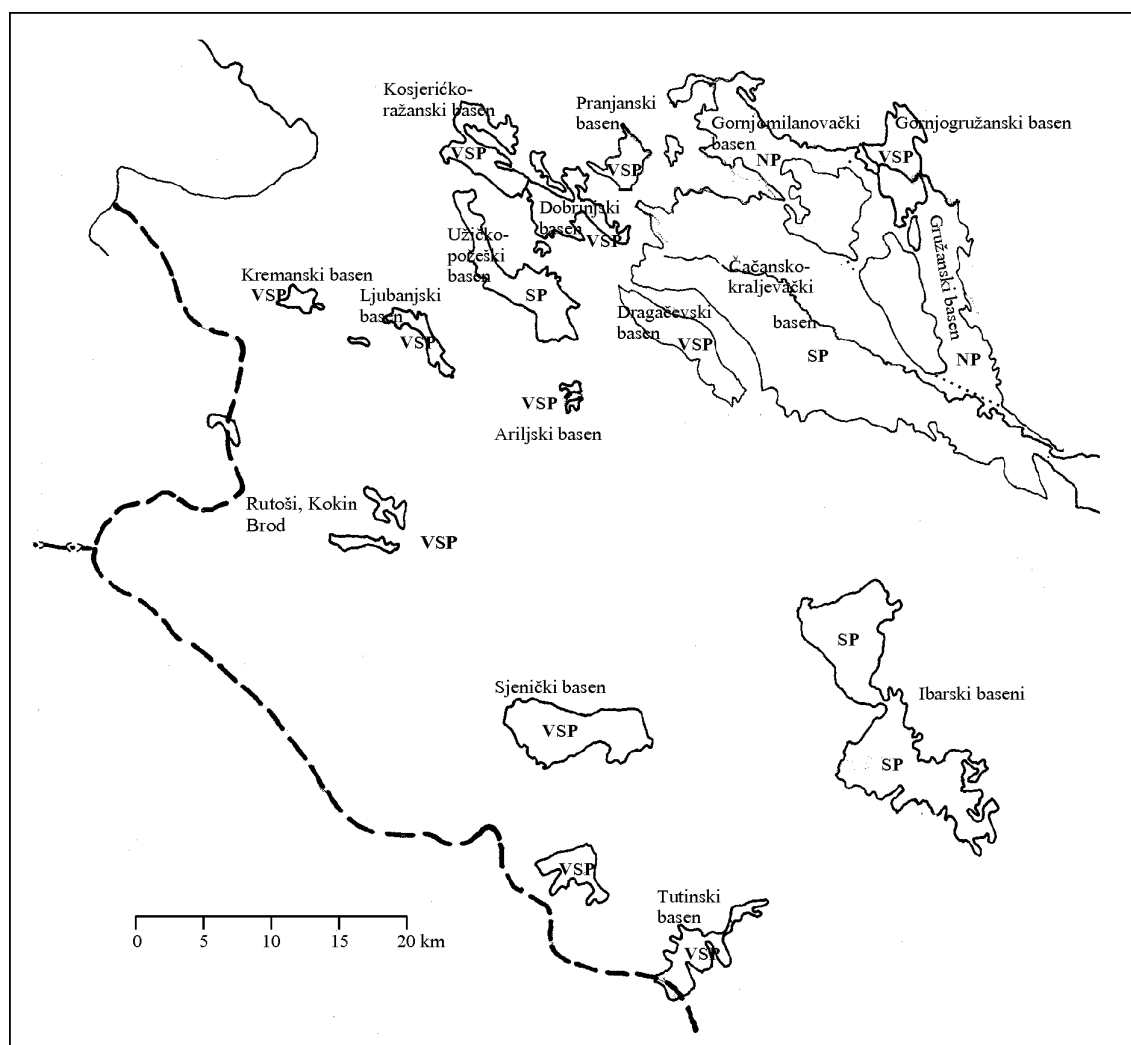
Baseni zapadne i jugozapadne Srbije

Većina basena zapadne i jugozapadne Srbije formirana je na paleoreljefu izgrađenom od stena nepovoljnih za kaolinizaciju - serpentinita, karbonatnih stena, dijabaza itd. (tabela 4.5.). Sedimenti tih basena su karbonatno-klastičnog i klastično-karbonatnog tipa, tako da je zbog svega toga njihova perspektivnost u pogledu pronalaženja ležišta kaolinitskih glina veoma slaba. Za razliku od ostalih basena, obodni delovi Gornjomilanovačkog i Gružanskog basena izgrađeni su mestimično od kiselih i intermedijarnih vulkanskih stena, peščara i sericit-hloritskih škriljaca, tako da su svrstani u kategoriju nejasno perspektivnih.

Basen	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenta	Kategorija perspektivnosti
Kosjeričko-ražanski basen	Krečnjaci, serpentiniti, peščari, laporci, dijabaz-rožnačka formacija	Klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Pranjanski basen	Serpentiniti, dijabaz-rožnačka formacija, krečnjaci i dolomiti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Dobrinjski basen	Krečnjaci, dijabaz-rožnačka formacija, dijabazi, ser. škriljci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Užičko-požeški basen	Filiti, peščari, argilošisti, krečnjaci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Dragačevski basen	Karbonatno-klastični fliš, krečnjaci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Gornjomilanovački basen	Ser.-hlor. škriljci, peščari, krečnjaci, serpentiniti, klastično-karbonatni fliš, kisel i intermedijarni vulkaniti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Gornjogružanski basen	Krečnjaci i serpentiniti	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Čačansko-kraljevački basen	Serpentiniti, krečnjaci, dijabazi, gabro, klastični fliš, kisel i intermedijarni vulkaniti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Gružanski basen	Kiseli i intermedijarni vulkaniti, peščari, laporci, krečnjaci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Kremanski basen	Serpentiniti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Ljubanjski basen	Krečnjaci, dolomiti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Ariljski basen	Metamorfisane subgrauvake, metamorfisani alevroliti i argilofiliti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Sjenički basen (i okolni manji baseni)	Krečnjaci, dijabaz-rožnačka formacija	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivni

Basen	Sastav matičnih stena	Karakter sedimentata	Kategorija perspektivnosti
Ibarski baseni	Serpentiniti, dijabaz-rožnačka formacija, karbonatno-klastični fliš, dacitoandeziti i piroklastiti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Tutinski basen	Krečnjaci, dijabaz-rožnačka formacija	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivni

Tabela 4.5.: Tercijarni baseni zapadne i jugozapadne Srbije i njihove kategorije perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina.



Slika 4.3.: Pregledna karta tercijarnih basena zapadne i jugozapadne Srbije sa kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina. NP - nejasno perspektivan, SP - slabo perspektivan, VSP - veoma slabo perspektivan.

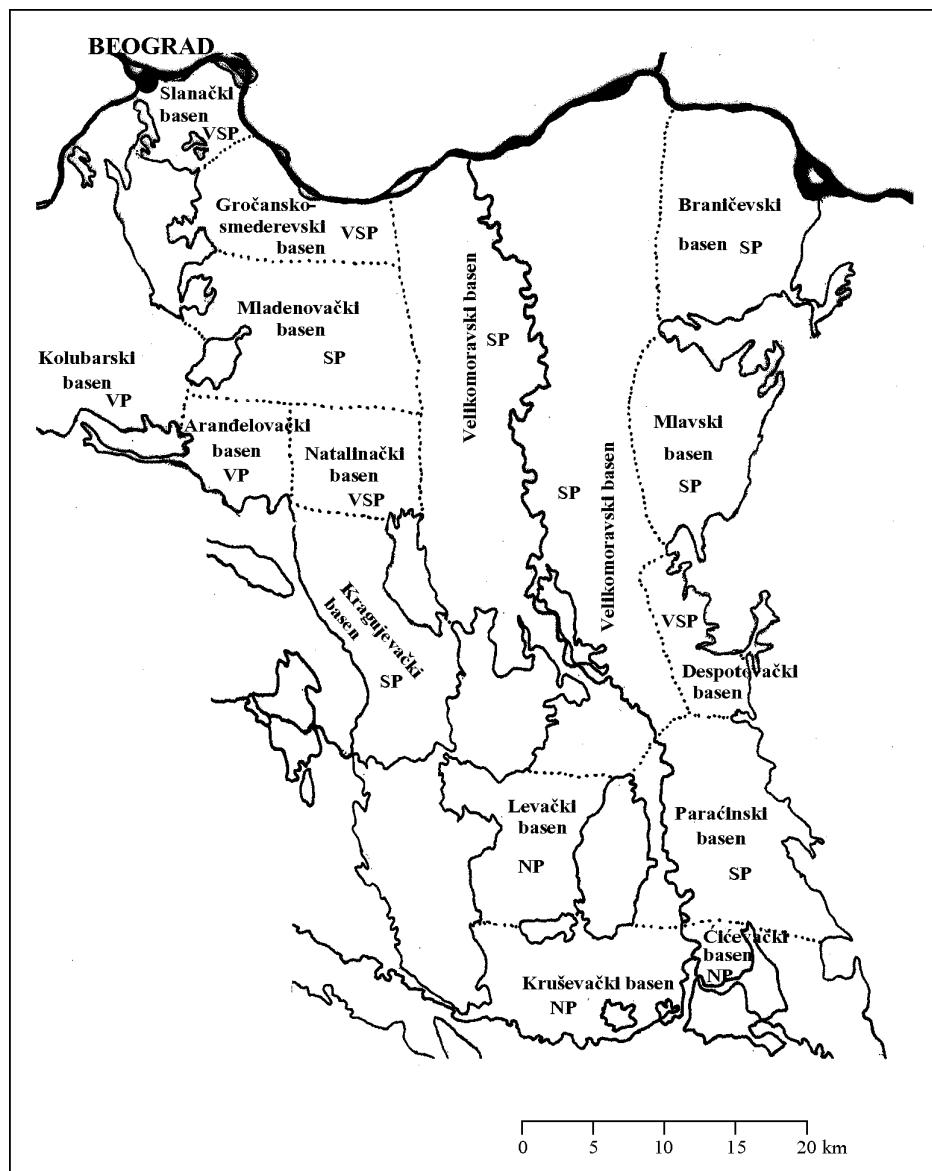
Baseni Podunavlja i Pomoravlja

Baseni Podunavlja i Pomoravlja generalno se odlikuju nepovoljnim sastavom obodnih stena, među kojima dominiraju krečnjaci, klastično-karbonatni fliš i mestimično različiti škriljci i peščari (tabela 4.6.). Sedimenti su klastično-karbonatnog i karbonatno-klastičnog tipa, uglavnom morskog,

brakičnog i kaspibrakičnog razvića. Stoga je i njihova perspektivnost u pogledu pronalaženja ležišta kaolinitskih glina slaba ili veoma slaba, osim Levačkog basena koji je svrstan u kategoriju nejasno perspektivnog.

Basen	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Kategorija perspektivnosti
Slanački basen	Krečnjaci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Gročansko-smederevski basen	Karbonatno-klastični fliš, serpentiniti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Mladenovački basen	Klastično-karbonatni fliš	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Natalinački basen	Krečnjaci, peščari, laporci, mikašisti, leptinoliti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Kragujevački basen	Krečnjaci, areniti, konglomerati, mikašisti, leptinoliti, glinci, dijabazi	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Velikomoravski basen	Gnajsevi, metaklastiti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Braničevski basen	Kiseli metavulkaniti, metapeliti i metapsamiti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Mlavski basen	Kiseli metavulkaniti, metapeliti i metapsamiti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Despotovački basen	Peščari, karbonatne stene	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Levački basen	Peščari, alevroliti, gabro, mikašisti, leptinoliti	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Paraćinski basen	Karbonatne stene, gnajsevi, alb.-musk.-biot. i ser. škriljci, metapeščari	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan

Tabela 4.6.: Tercijarni baseni Podunavlja i Pomoravlja i njihove kategorije perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina.



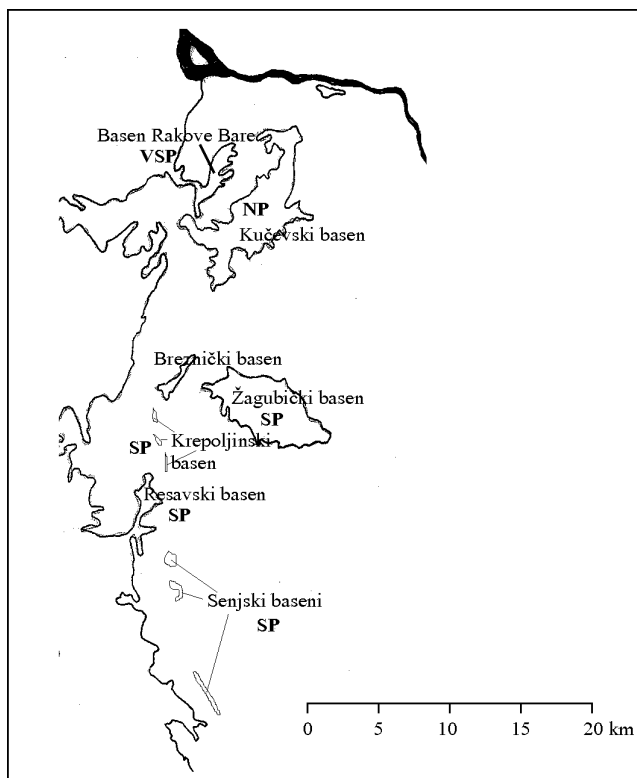
Slika 4.4.: Pregledna karta tercijarnih basena Podunavlja i Pomoravlja sa kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina. VP - veoma perspektivan, NP - nejasno perspektivan, SP - slabo perspektivan, VSP - veoma slabo perspektivan.

Baseni unutrašnjih Karpato-balkanida

Baseni unutrašnjih Karpato-balkanida (tabela 4.7.) spadaju u kategoriju slabo perspektivnih i veoma slabo perspektivnih basena za pronalaženje ležišta kaolinitskih glina usled nepovoljnog sastava obodnih stena (među kojima dominiraju karbonatne stene) i samih neogenih sedimenata. Izuzetak je jedino Kučevski basen, u kome se kaolinitskih glina mogu očekivati u delovima basena koji naležu na gnajs-granitni kompleks neresničkog masiva.

Basen	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Kategorija perspektivnosti
Basen Rakove bare	Krečnjaci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Kučevski basen	Graniti, gnajs-graniti, krečnjaci, hlor.-epid.-alb. škriljci, meta-vulkanogeno-sedimentne stene	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Breznički basen	Peščari, krečnjaci, andeziti	Klastično-karbonatni	Slabo perspektivan
Krepoljinski basen	Karbonatne stene, andeziti	Klastično-karbonatni	Slabo perspektivan
Žagubički basen	Leptinoliti, amfiboliti, alb.-biot. škriljci, krečnjak	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Slabo perspektivan
Resavski basen	Leptinoliti, amfiboliti, alb.-biot. škriljci, krečnjak	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Slabo perspektivan
Senjski baseni	Peščari, karbonatne stene	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan

Tabela 4.7.: Tercijarni sedimenti unutrašnjih Karpato-balkanida i njihove kategorije perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina.



Slika 4.5: Pregledna karta tercijarnih basena unutrašnjih Karpato-balkanida sa kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina. NP - nejasno perspektivan, SP - slabo perspektivan, VSP - veoma slabo perspektivan.

Baseni istočne i severoistočne Srbije

Obodne stene basena istočne i severoistočne Srbije uglavnom su nepovoljnog sastava za argilizaciju. Među obodnim stenama najzastupljenije su karbonatne stene, a zatim vulkaniti i znatno

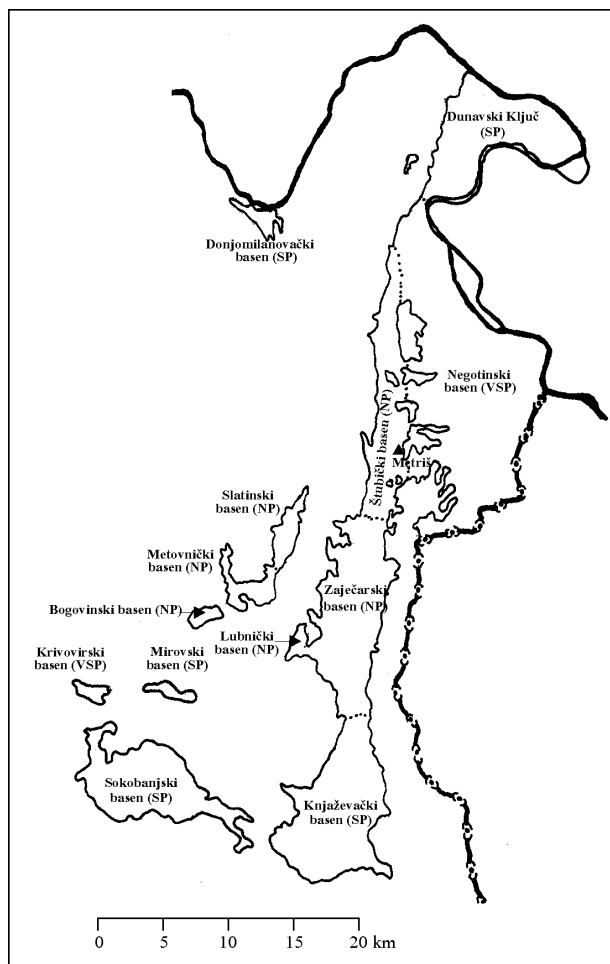
ređe graniti, različite vrste škriljaca, peščara i dr. (tabela 4.8.). Sedimenti su klastično-karbonatnog i karbonatno-klastičnog sastava.

Kao nejasno perspektivni izdvojeni su:

- Štubički basen, gde se mogu očekivati ležišta kaolinitskih glina u domenu otkrivenih gnajnskih kompleksa (tip ležišta Metriš);
- Slatinski, Metovnički, Bogovinski, Lubnički i Zaječarski, gde su ležišta kaolinitskih glina mogla da nastanu pretaložavanjem kore raspadanja vulkanskih stena. Ostali navedeni baseni spadaju u kategoriju slabo i veoma slabo perspektivnih basena sa aspekta pronalaženja kaolinitskih glina.

Baseni	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Kategorija perspektivnosti
Donjomilanovački basen	Gnajsevi, peščari, gabro, serpentiniti	Klastični, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Dunavski Ključ basen	Fliš, gnajsevi, hlorit-sericitski i aktinolitiski škriljci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Štubički basen	Gabro, gnajsevi, krečnjaci, leptinolit, graniti, serpentiniti, fliš	Klastični, klastično-karbonatni	Nejasno perspektivan (poznato ležište Metriš)
Negotinski basen	Fliš, krečnjaci	Klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Slatinski basen	Peščari, konglomerati, piroklastiti	Klastično-karbonatni	Nejasno perspektivan
Metovnički basen	Peščari, konglomerati, piroklastiti	Klastično-karbonatni	Nejasno perspektivan
Bogovinski basen	Krečnjaci, piroklastiti i andeziti	Klastično-karbonatni	Nejasno perspektivan
Krivovirski basen	Karbonatne stene, peščari	Klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Mirovski basen	Karbonatne stene, andeziti i piroklastiti	Klastično-karbonatni	Slabo perspektivan
Lubnički basen	Andeziti i piroklastiti	Klastično-karbonatni	Nejasno perspektivan
Zaječarski basen	Andeziti i piroklastiti, krečnjaci, peščari, laporci, škriljci, gnajs-graniti, gabro, dijabazi	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Knjaževački basen	Karbonatne stene, gnajs-graniti, gabro	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Sokobanjski basen	Karbonatne stene, peščari, albit-hlorit-sericitski škriljci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan

Tabela 4.8.: Tercijarni baseni istočne i severoistočne Srbije i njihove kategorije perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina.



Slika 4.6.: Pregledna karta tercijarnih basena istočne i severoistočne Srbije sa kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina. NP - nejasno perspektivan, SP - slabo perspektivan, VSP - veoma slabo perspektivan.

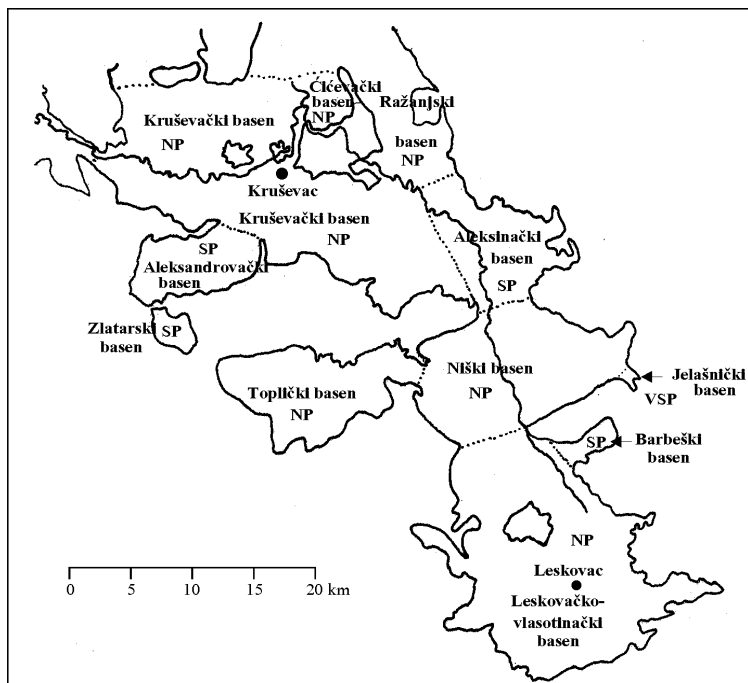
Baseni po obodu Srpsko-makedonske mase

Tercijarni baseni kojima su u obodu najvećim delom metamorfne stene Srpsko-makedonske mase (SMM), a manjim delom karbonatni ili karbonatno-klastični kompleksi, su veoma slabo izučeni; u njima su veoma retke dublje bušotine kojima bi se upoznao sastav sedimentata. Na osnovu postojećih podataka u nejasno perspektivne basene sa aspekta pronalaženja ležišta kaolinitskih glina svrstani su oni u kojima obodne stene predstavljaju metamorfiti SMM - gnajsevi, mikašisti, leptinoliti, kvarc-liskun-plagioklasni škriljci (tabela 4.9.). Ostali baseni pripadaju kategoriji slabo i veoma slabo perspektivnih basena.

Basen	Sastav matičnih stena	Karakter sedimentata	Kategorija perspektivnosti
Kruševački basen	Gnajsevi, kvarc-liskun-plagioklasni škriljci, krečnjaci, peščari, glinci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Aleksandrovački basen	Kvarc-liskun-plagioklasni škriljci, karbonatno-klastični fliš	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan

Zlatarski basen	Dijabazi, krečnjaci, kvarc-liskun-plagio-klasni škriljci, karbonatno-klastični fliš	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Čičevački basen	Leptinoliti, mikašisti, gnajsevi	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Ražanjski basen	Sericitski i albit-muskovit-biotitski škriljci, gnajsevi	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Aleksinački basen	Albit-sericitski i hlorit-epidotski škriljci, karbonatne stene	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Toplički basen	Gnajsevi, klastično-karbonatni fliš, leptinoliti i mikašisti, albitski, sericit-hloritski i aktinolitski škriljci, dijabazi	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Niški basen	Gnajsevi, migmatiti, hlorit-sericitski škriljci, peščari, krečnjaci	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Nejasno perspektivan
Jelašnički basen	Krečnjaci, peščari	Klastično-karbonatni, karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Leskovačko-vlasotinački basen	Gnajsevi, graniti, gnajs-graniti, sericit-hloritski i albit-hlorit-muskovitski škriljci	Klastični, klastično-karbonatni	Nejasno perspektivan
Barbeški basen	Hlorit-sericitski i kvarc-sericitski škriljci, peščari	Klastični, klastično-karbonatni	Slabo perspektivan

Tabela 4.9.: Tercijarni baseni oboda Srpsko-makedonske mase i njihove kategorije perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina.



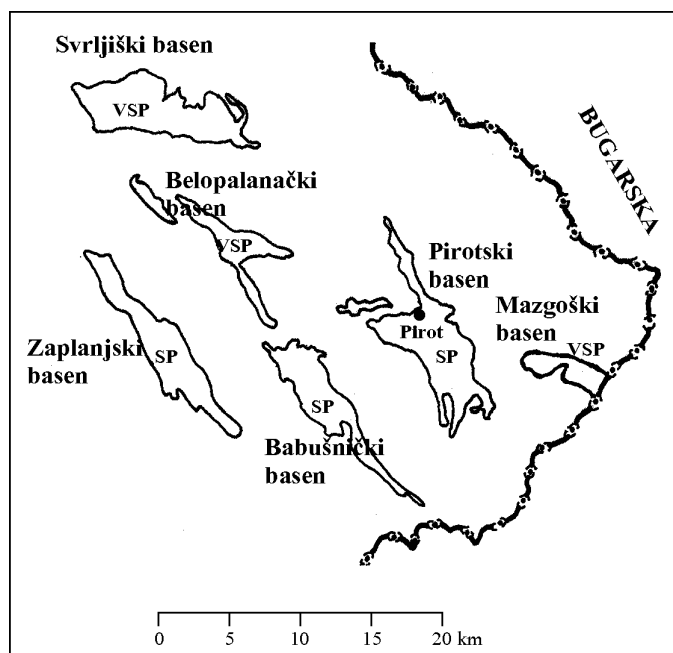
Slika 4.7: Pregledna karta tercijarnih basena oboda Srpsko-makedonske mase sa kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina. NP - nejasno perspektivan, SP - slabo perspektivan, VSP - veoma slabo perspektivan.

Baseni jugoistočne Srbije

Sastav obodnih stena kao i samih sedimenata u basenima JI Srbije uglavnom je nepovoljan. Stoga su svi ovi baseni uvršćeni u kategoriju slabo i veoma slabo perspektivnih (tabela 4.10.). Pojava keramičkih glina u lokalitetu Izvor blizu Pirota ukazuje na mogućnost pronalaženja manjih ležišta keramičkih glina, lokalnog ekonomskog značaja.

Baseni	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Kategorija perspektivnosti
Svrljiški basen	Krečnjaci, peščari	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Belopalanački basen	Krečnjaci	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Zaplanjski basen	Peščari, sericit-hloritski i muskovit-albit-hloritski škriljci, karbonatno-klastični fliš, krečnjaci	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Slabo perspektivan
Babušnički basen	Karbonatne stene, fliš, daciti	Karbonatno-klastični, klastično-karbonatni	Slabo perspektivan
Pirotski basen	Krečnjaci, latiti i piroklastiti	Klastično-karbonatni	Slabo perspektivan
Mazgoški basen	Krečnjaci, peščari, glinci	Klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Bosiljgradski basen	Krečnjaci, sericitski i sericit-hloritski škriljci, graniti	Klastični, klastično-karbonatni	Slabo perspektivan

Tabela 4.10.: Tercijarni sedimenti jugoistočne Srbije i njihove kategorije perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina.



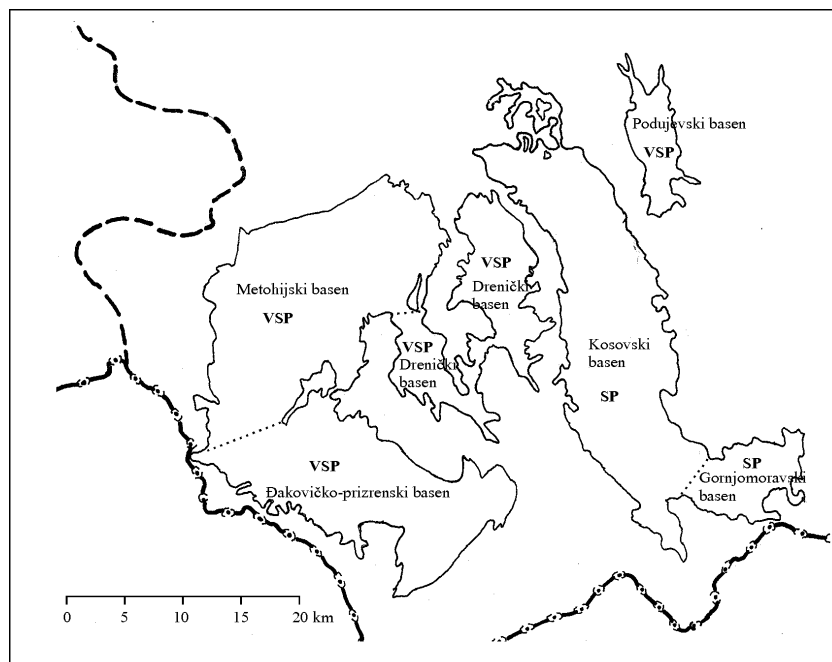
Slika 4.8: Pregledna karta tercijarnih basena jugoistočne Srbije sa kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina. SP - slabo perspektivan, VSP - veoma slabo perspektivan.

Baseni Kosovsko-metohijske kotline

Baseni Kosovsko-metohijske kotline generalno se odlikuju nepovoljnim petrografskim sastavom obodnih tvorevina, u kojima preovlađuju karbonatne stene, dijabaz-rožnačka formacija i različiti škriljci (tabela 4.11.). Pored toga, sedimenti su klastično-karbonatnog i karbonatno-klastičnog karaktera, što je sve uslovalo da se ovi baseni svrstaju u kategoriju veoma slabo perspektivnih basena. Izuzetak su samo Kosovski i Gornjomoravski basen, koji su izdvojeni kao slabo perspektivni, jer su u pojedinim delovima obodne stene povoljnog sastava za argilizaciju.

Baseni	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Kategorija perspektivnosti
Kosovski basen	Krečnjaci, serpentiniti, fliš, filiti, epidotski i sericitski škriljci, gnajsevi, kvarciti, dacitoandeziti i piroklastiti	Klastično-karbonatni i karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Gornjomoravski basen	Fliš, sericitski škriljci, dijabazi, trahiti, krečnjaci	Klastično-karbonatni i karbonatno-klastični	Slabo perspektivan
Podujevski basen	Krečnjaci	Klastično-karbonatni	Veoma slabo perspektivan
Drenički basen	Fliš, filiti, kvarciti, serpentiniti	Klastično-karbonatni i karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Metohijski basen	Fliš, serpentiniti, karbonatne stene, dijabaz-rožnačka formacija	Klastično-karbonatni i karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan
Đakovičko-prizrenski basen	Škriljci, dijabaz-rožnačka formacija, karbonatne stene, serpentiniti	Klastično-karbonatni i karbonatno-klastični	Veoma slabo perspektivan

Tabela 4.11.: Tercijarni sedimenti Kosovsko-metohijske kotline i njihove kategorije perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina.



Slika 4.9.: Pregledna karta tercijarnih basena Kosovsko-metohijske kotline sa kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina. SP - slabo perspektivan, VSP - veoma slabo perspektivan.

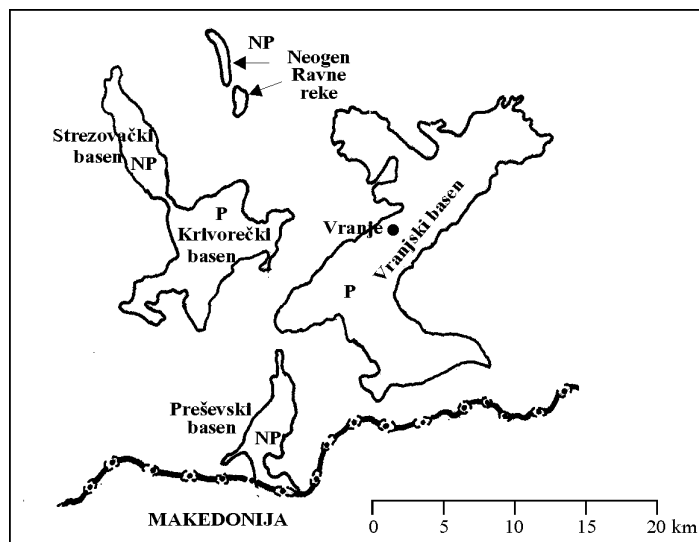
Baseni oko Bujanovačkog gnajs-granitnog kompleksa

Svi baseni ovog područja odlikuju se povoljnim sastavom obodnih matičnih stena, tim pre što su na mnogo mesta u okviru bujanovačkog gnajs-granitnog masiva otkrivena ležišta ili pojave hidrotermalnih kaolina ili kaolinitske kore raspadanja. Međutim, sastav sedimenata je nepovoljniji u odnosu na veoma perspektivne basene područja Cer-Vlašić-Bukulja jer su, pored klastita, u znatnoj meri zastupljeni i klastično-karbonatni i karbonatno-klastični sedimenti. Na osnovu dosadašnjih istraživanja, koja su mahom bila samo lokalnog karaktera i usmerena samo na jednu određenu sirovinu, otkrivena su ležišta bentonitskih i opekarskih glina, dok ležišta kaolinitskih glina nisu pronađena (mada treba naglasiti da nisu ni tražena).

Na osnovu činjenice da granitoidi i gnajs-graniti čine najveći deo oboda Vranjskog i Krivorečkog basena, isti su uvršćeni u kategoriju perspektivnih basena za pronalaženje ležišta kaolinitskih glina (tabela 4.12.). Obod Strezovačkog basena i neogena Ravne reke takođe je izgrađen od stena povoljnih za argilizaciju. Sedimenti su klastično-karbonatnog i karbonatno-klastičnog tipa, sa mestimičnim pojavama takvih sedimenata (magneziti, dolomiti, uljni glinci) koji ne ukazuju na prisustvo kaolinitskih glina. Međutim, i pored toga ova dva područja tretiraće se kao nejasno perspektivna zbog povoljnog sastava obodnih stena.

Baseni	Sastav matičnih stena	Karakter sedimenata	Kategorija perspektivnosti
Vranjski basen	Graniti, gnajsevi, gnajs-graniti, škriljci, mikašisti, dacito-andeziti i piroklastiti	Klastičan, klastično-karbonatan i karbonatno-klastičan	Perspektivan
Krivorečki basen	Graniti, gnajsevi, gnajs-graniti, mermeri, albitski, sericit-biotitski i hlorit-sericitski škriljci	Klastičan, klastično-karbonatan i karbonatno-klastičan	Perspektivan
Strezovački basen	Gnajsevi, andeziti i piroklastiti, mermeri, albitski, sericit-biotitski i hlorit-sericitski škriljci, peščari, krečnjaci	Karbonatno-klastičan i klastično-karbonatan	Nejasno perspektivan
Basen Ravne Reke	Gnajsevi, andeziti	Karbonatno-klastičan i klastično-karbonatan	Nejasno perspektivan
Preševski basen	Gnajsevi, škriljci, graniti	klastično-karbonatan i karbonatno-klastičan	Nejasno perspektivan

Tabela 4.12.: Tercijarni baseni oko Bujanovačkog gnajs-granitnog kompleksa i njihove kategorije perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina.



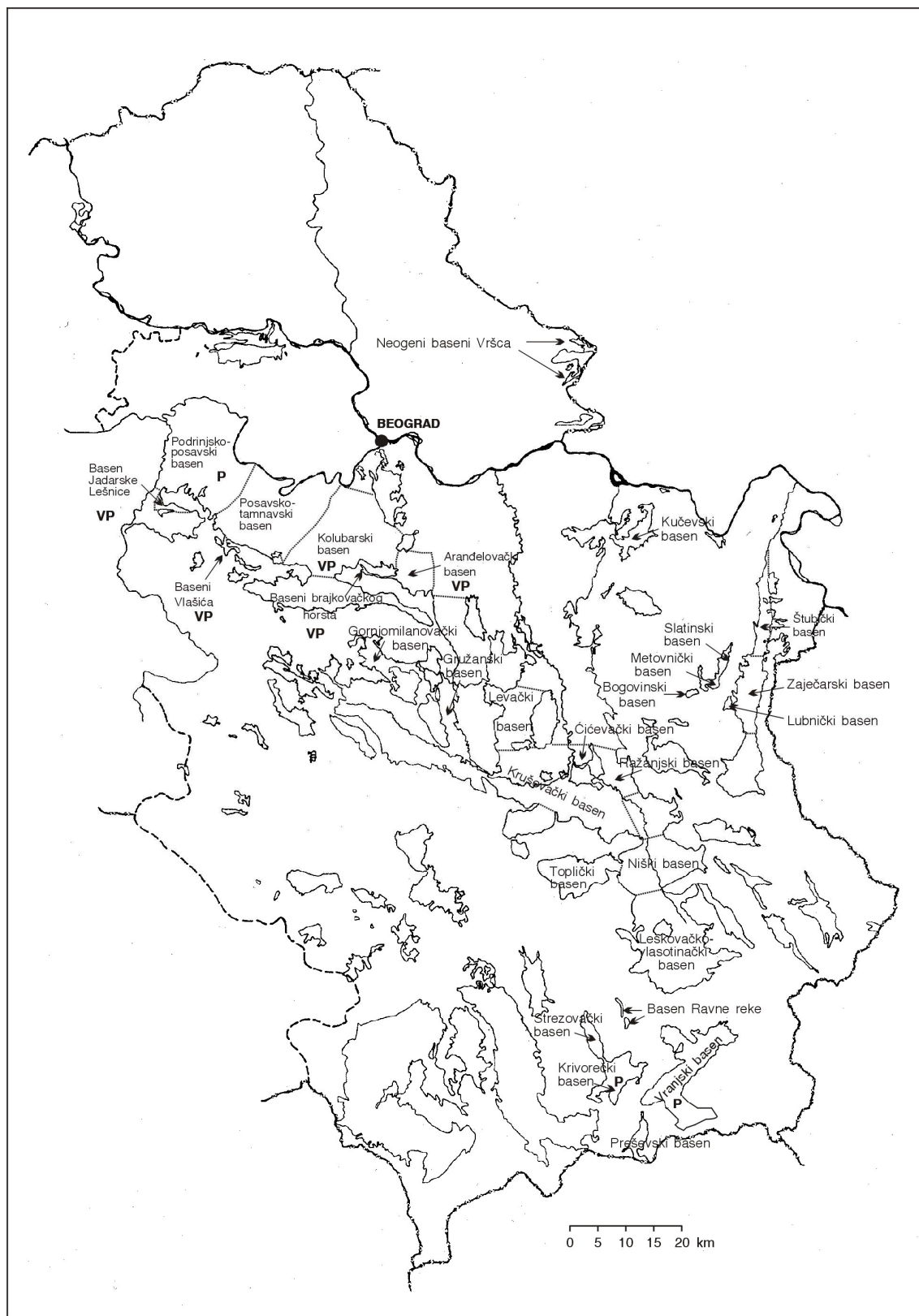
Slika 4.10: Pregledna karta tercijarnih basena sa oboda bujanovačkog gnajns-granitnog kompleksa sa kategorijama perspektivnosti u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina. P - perspektivan, NP - nejasno perspektivan, SP - slabo perspektivan, VSP - veoma slabo perspektivan.

* * *

Iz ovog pregleda potencijalnosti tercijarnih basena Srbije u pogledu postojanja ležišta kaolinitskih glina može se zaključiti da od ukupno 96 basena (ili većih delova jednog basena) samo 8 spada u kategoriju veoma perspektivnih i perspektivnih, dok u kategoriju nejasno perspektivnih spada 21 basen (tabela 4.13.). Ostalih 67 basena spada u kategorije slabo ili veoma slabo perspektivnih.

Veoma perspektivni baseni	Perspektivni baseni	Nejasno perspektivni baseni
Basen Jadranske Lešnice Baseni Vlačića Kolubarski basen (južni deo) Baseni brajkovačkog horsta Arandelovački basen	Podrinjsko-posavski basen Krivorečki basen Vranjski basen	Basen Vršca Posavsko-tamnavski basen Gornjomilanovački basen Gružanski basen Levački basen Kučevski basen Štubički basen Slatinski basen Metovnički basen Bogovinski basen Lubnički basen Zaječarski basen Kruševački basen Čičevački basen Ražanjski basen Toplički basen Niški basen Leskovačko-vlasotinački basen Strezovački basen Basen Ravne reke Preševski basen

Tabela 4.13.: Pregled veoma perspektivnih, perspektivnih i nejasno perspektivnih tercijarnih basena Srbije u pogledu postojanja kaolinitskih glina.



Slika 4.11.: Pregledna karta veoma perspektivnih, perspektivnih i nejasno perspektivnih tercijarnih basena Srbije. VP - veoma perspektivni baseni, P - perspektivni baseni. Nejasno perspektivni baseni su bez zasebne oznake sem naziva basena.

4.3. DETALJNA PROGNOZNA OCENA RESURSA KAOLINITSKIH GLINA U VEOMA PERSPEKTIVNIM I PERSPEKTIVNIM BASENIMA SRBIJE

4.3.1. Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u Arandjelovačkom basenu

4.3.1.1. Pregled geologije basena i razvića kaolinitskih glina

U geološkoj građi šire okoline Arandjelovačkog basena jasno se izdvajaju četiri osnovne strukturno-geološke celine (prema brojnim autorima Osnovne geološke karte SFRJ, listovi Obrenovac, Smederevo, Gornji Milanovac i Kragujevac): granitoidi Bukulje sa svojim kontaktnim omotačem i metamorfnim kompleksom, kredni sedimenti, tercijarni vulkaniti i piroklastiti, kao i neogeni sedimenti (sl. 4.12.). Prema autorima pomenutih geoloških karata dat je kratak prikaz tih tvorevina.

Granitoidi Bukulje čine južni obod Arandjelovačkog tercijarnog basena. Na osnovu strukturnih, teksturnih i petrohemijskih karakteristika izdvojeno je nekoliko varijeteta granita: normalno-zrnasti graniti, zona uklapanja i smenjivanja zrnastih i porfiroidnih granita i sitnozrni i aplitoidni graniti.

Normalno-zrnasti graniti razvijeni su pretežno u centralnim delovima masiva, porfiroidni varijeteti u južnim i jugoistočnim delovima masiva, a aplitoidni u severnim i severozapadnim delovima masiva. Za sve ove varijetete karakteristične su male varijacije u mineralnom i petrohemijskom sastavu. Mikroskopskim ispitivanjima utvrđeno je prisustvo kvarca, kiselog andezina, oligoklasa, kalijskog feldspata i biotita, uz podređeno učešće muskovita.

Od žičnih pratioca ustanovljeni su pegmatiti, aplitopegmatiti i apliti. Uglavnom su manjih dimenzija, a nešto su češći u severnim delovima masiva.

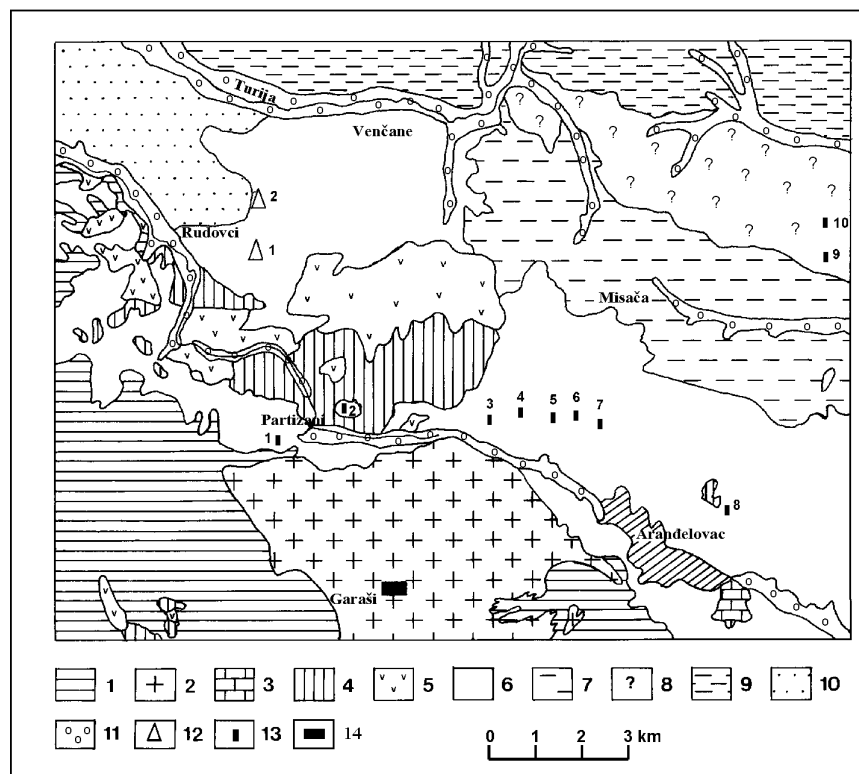
Pod uticajem granitoidne magme i postmagmatskih rastvora došlo je do intenzivnih kontaktno-metamorfnih promena, feldspatizacije i metasomatoze primarnih stena duž celog oboda granitoida Bukulje, pri čemu je stvoren oreol širine i do tri kilometra.

Krupnozrni (okcasti) gnajsevi su najbolje razvijeni na severnom i severozapadnom obodu granitoidnog masiva. Porfiroblastične su strukture, okcastog, amigdaloidnog ili trakastog sklopa. Izgrađeni su od albiklasa, kvarca, granata i andaluzita, a karakteristično je povećano prisustvo biotita i muskovita i odsustvo kalijskog feldspata.

Muskovit-biotitski škriljci čine uglavnom zapadni obod granitoidnog masiva. Struktura im je lepidoblastična, a sastoje se od kvarca, muskovita, biotita i retko plagioklasa. Mestimično sadrže andaluzit, silimanit i granat.

Sitnozrni gnajsevi i leptinolitni se javljaju na južnom i jugoistočnom obodu bukuljskog granitoida. Gnajsevi su izgrađeni od kvarca, mikrokлина, albiklasa, biotita i ređe muskovita, a struktura im je heteroblastična do granoblastična. Leptinolitni su makroskopski veoma slični gnajsevima, lepidoblastične su strukture i odlikuju se povećanim sadržajem feldspata. Značajnije pojave kornita zapažene su na istočnim padinama Bukulje. Zavisno od primarnog karaktera stena i stepena metamorfizma formirani su različiti tipovi kornita, a dominiraju amfibolski. Konstatovana je pojava povećanih količina mikrokлина i kvarca, prouzrokovana metasomatskim procesima.

Mermeri su najbolje otkriveni na Venčacu i pripadaju krajnjoj kontaktnometamorfnoj zoni u oreolu bukuljskog granitoida. Izdvojeni su kao zasebna jedinica pošto im je starost nepoznata, a nalaze se u tektonskom odnosu sa okolnim stenama. Interesantna je pojava makroskopski identičnih mermera u paleoreljefu ležišta vatrostalnih glina Lazine, severno od Bukulje.



Slika 4.12.: Pregledna geološka karta šireg područja Arandjelovačkog basena (prema OGK listovi Obrenovac, Smederevo, Gornji Milanovac i Kragujevac, dopunjeno). 1. Metamorfni kompleks Bukulje i Vagana; 2. Granitoidi Bukulje; 3. Mermeri Venčaca; 4. Kredni sedimenti; 5. Daciti, andeziti i piroklastiti; 6. Slatkovodni prebadenski sedimenti; 7. Marinski baden; 8. Donji sarmat (?); 9. Panon Kolubarskog i Mladenovačkog basena; 10. Pont Kolubarskog basena; 11. Aluvion; 12. Ležišta vatrostalnih glina Kolubarskog basena (1. Rudovci, 2. Prkosava); 13. Ležišta vatrostalnih i keramičkih glina Arandjelovačkog basena (1. Slatina, 2. Krušik, 3. Bukovik-Partizani, 4. Čirinac, 5. Vrbica, 6. Lazine, 7. Kapetanovo Polje-Rešetari, 8. Baljkovica, 9. Popovića Oranica, 10. Košarno); 14. Ležište kaolina Garaši.

Znatno manje su razvijene sledeće stene: skarnovi, metamorfisani krečnjaci i alevroliti, argilofiliti i metapeščari.

Na širem području Arandjelovca postoje dva tipa razvića krednih tvorevina: stragarski tip donjokredne starosti i flišni tip gornjokredne starosti. Stragarski tip razvića donje krede predstavljen je na području Arandjelovca masivnim krečnjacima barem-apta i albskim peščarima. Masivni do slojeviti krečnjaci otkriveni su na Risovači, jugoistočno od Arandjelovca. Krečnjaci su obično sive, ređe bele ili crvenkaste boje sa slabo izraženom kosom i horizontalnom laminacijom. Najčešći su biospariti sa brojnim ostacima faune karakteristične za sprudno razviće. Albski peščari sa retkim slojevima alevrolita leže preko krečnjaka barem-apta i takođe su utvrđeni na području Risovače. Izgrađeni su uglavnom od kvarca i zaobljenih zrna glaukonita i tamnomrke su boje.

Flišni tip razvića gornje krede ustanovljen je na severnom obodu Arandjelovačkog basena, zatim na nekoliko mesta u paleoreljefu istog basena, kao i na području Venčaca, i predstavljaju završnu litostratigrafsku jedinicu gornje krede. Ovi sedimenti izgrađeni su od srednjeznih do sitnozrnih peščara, alevrolita, peskovitih laporaca, ređe peskovitih krečnjaka ili listastih glinaca. Granice slojevitosti su dobro izražene, a u finoznim sedimentima česta je dobro izražena horizontalna laminacija. Odnos ovih flišnih sedimenata prema granitoidima i metamorfnim stenama Bukuljskog masiva uvek je tektonski.

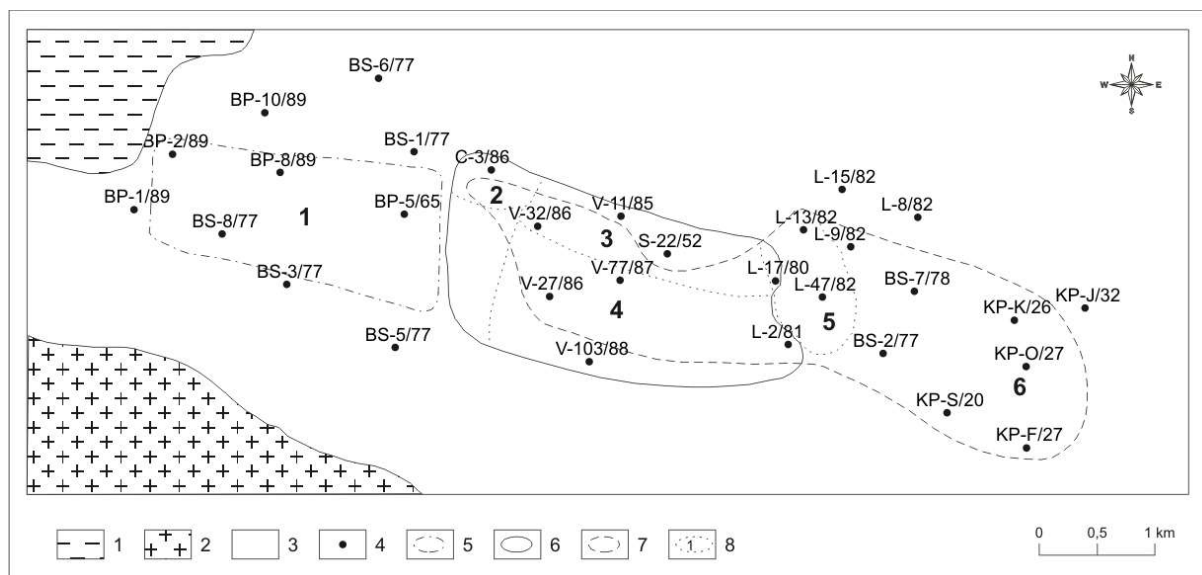
Vulkaniti su najrasprostranjeniji na području od Rudovaca do Misače, severno od Arandjelovačkog terciarnog basena. Izdvojeni su trahiandeziti, kvarclatitski ignimbriti, latiti i tufovi latitskog sastava, kao i vrlo retki kvarclatiti i daciti. Trahiandeziti se javljaju u vidu jedne veće izlivne mase severno od

Arandelovačkog basena, gde grade morfološki istaknute delove terena - visove Ostenjak, Kamalj, Medvednjak i druge. Najčešće su crvenkaste ili ljubičaste boje i hipokristalasto-porfirske strukture. Od fenokristala konstatovani su andezin, biotit, hornblenda i monoklinični piroksen. Kvarclatitski ignimbriti razvijeni su na području Žutog oglavka i Klještevica. Izgrađeni su od fragmenata relativno svežeg andezina, sanidina, kvarca, biotita i alterisanih monokliničnih piroksena. Struktura im je porfiroklastična. Sa ovim ignimbritima smenjuju se tufovi, a prelazi su postepeni.

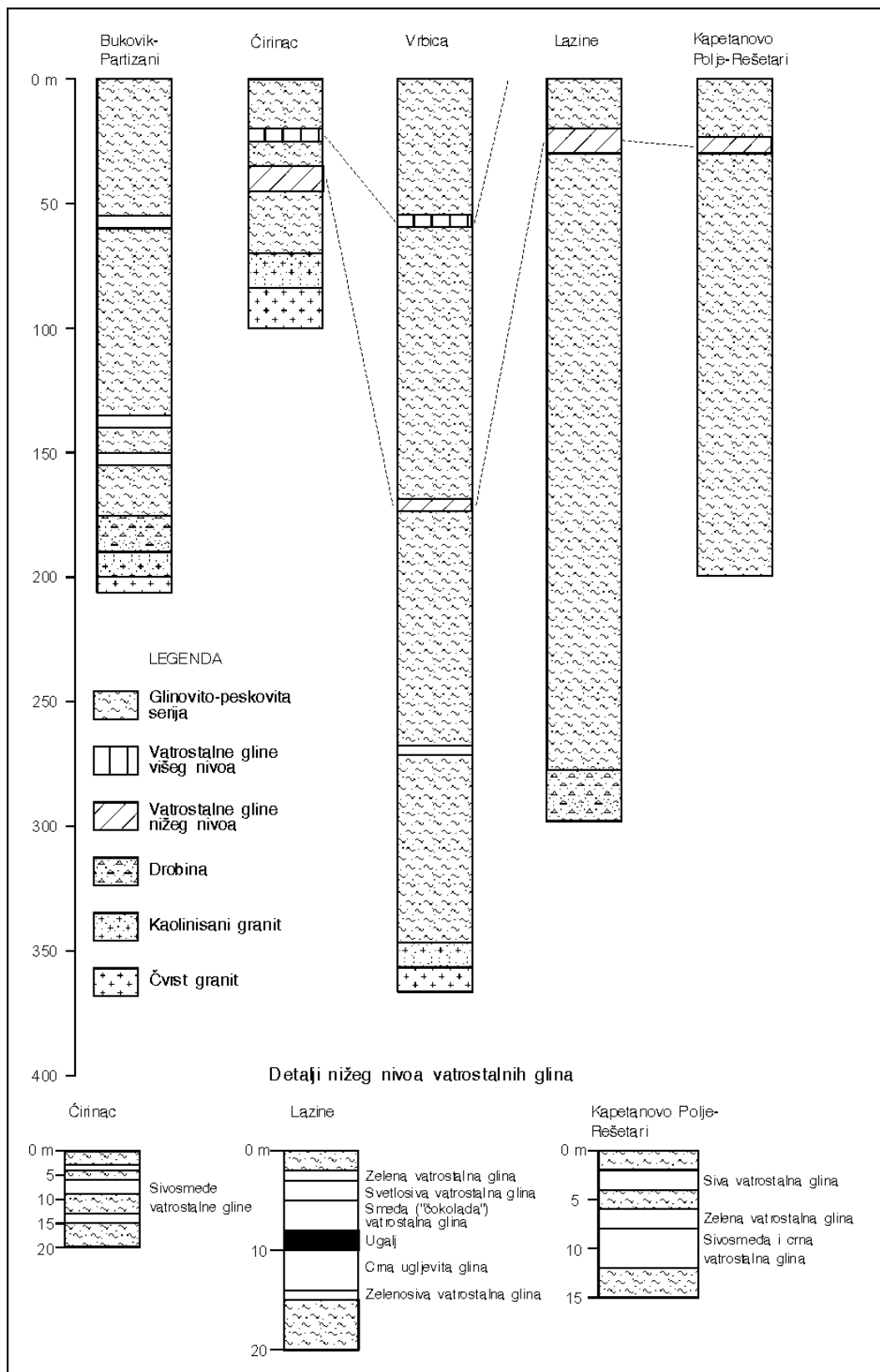
Neogeni sedimenti Arandelovačkog basena su helvet-donjotortonske (=prebadenske) starosti (Dolić, 1975/1976; Stevanović, 1977), a sastoje se od klastičnih tvorevina - peskovitih i šljunkovitih glina, glinovitih peskova, pretaloženog granitskog grusa, vatrostalnih i keramičkih glina. Fragmenti granita, škriljaca, kvarcita, i znatno manje peščara i krečnjaka, kao i sastav peskovitih sedimenata (kvarc, feldspat, liskun), ukazuju da je prinos materijala vršen uglavnom sa juga, to jest sa granitoidno-metamorfog kompleksa Bukulje. Starost sedimenata u severoistočnom delu basena, na području ležišta Košarno, ostala je neutvrđena, a prema Pavloviću (1980) odgovara, na osnovu analogije sa sličnim terenima, sarmatu.

U Arandelovačkom basenu vatrostalne gline su razvijene generalno u dva horizonta: donji horizont karakteriše se razvićem pretežno ugljevitih glina, a gornji horizont razvićem laminiranih glina. Keramičke gline formirane su, koliko je za sada poznato, u jednom horizontu, i to u zapadnom delu basena u okolini naselja Partizani, kao i u ležištu Košarno u severoistočnom delu basena.

Donji horizont vatrostalnih glina prostire se od ležišta Kapetanovo Polje - Rešetari na istoku do ležišta Vrbica na zapadu (sl. 4.13.). Na području ležišta Lazine i ležišta Kapetanovo Polje - Rešetari ovaj horizont mestimično izbija na površinu terena usled naknadnih tektonskih pokreta, dok se na području ležišta Vrbica nalazi na većoj dubini (sl. 4.14.).



Slika 4.13.: Prostiranje različitih tipova vatrostalnih glina u centralnom delu Arandelovačkog basena. 1. kredni fliš; 2. granitoidi Bukulje; 3. neogeni sedimenti; 4. bušotine; 5-7 prostiranje vatrostalnih glina: 5. peskovitih, 6. laminiranih višeg horizonta i 7. nižeg horizonta; 8. granice ležišta vatrostalnih glina: 1. Bukovik - Partizani, 2. Ćirinac, 3. Vrbica - reviri Vrbica i Švabinac, 4. Vrbica - revir Bukovik, 5. Lazine i 6. Kapetanovo Polje - Rešetari (Simić, 1995).



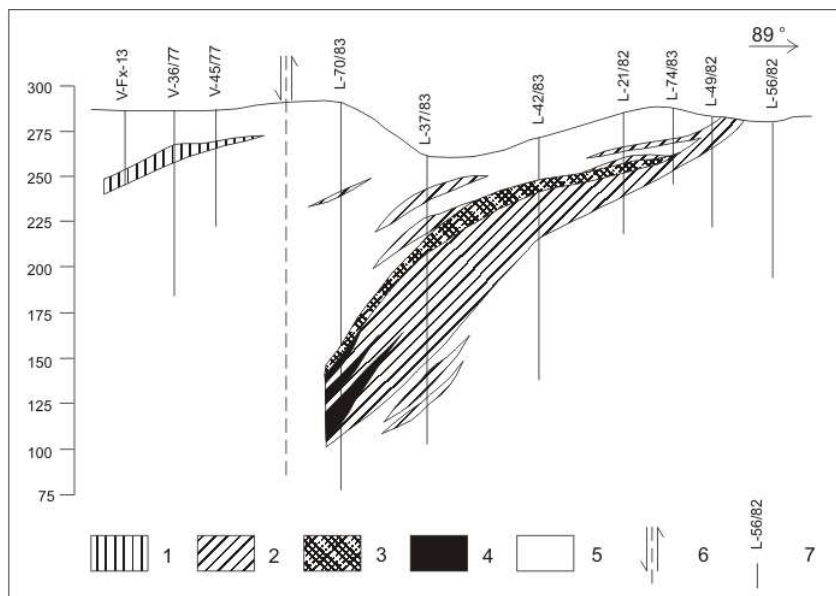
Slika 4.14.: Litološki stubovi ležišta vatrostalnih glina na području Bukovika sa izdvojenim detaljima nižeg nivoa vatrostalnih glina.

Osnovna karakteristika nižeg horizonta vatrostralnih glina jeste značajno prisustvo dispergovane organske materije, a mestimično i proslojaka i slojeva uglja. Osim crnih ugljevitih glina, u ovom horizontu se javljaju i druge, različite po boji, vrste glina - sive, smeđe, boje čokolade, zelene, koje nisu ugljevite ali neki put sadrže fragmente uglja. Česte promene u režimu sedimentacije uslovile su kako formiranje različitih varijeteta glina i njihovo međusobno smenjivanje, tako i proslojavanje vatrostralnih glina sa jalovim proslojcima - najčešće veoma peskovitim glinama, ali i slojevima uglja (tab. 4.16.).

Povlatna peskovito-glinovita serija	
Viši horizont	Niži horizont
Siva glina sa žutim ili crvenkastim laminacijama	Sivozelena glina
Sivoplava laminirana glina	Siva glina
Ugalj ili ugljevita glina	Ugljevita glina
Siva nevatrostralna glina	Ugalj
	Sivosmeđa tvrda glina
Podinska peskovito-glinovita serija	

Tabela 4.16.: Šematizovan potpuni profil višeg i nižeg horizonta vatrostralnih glina u Arandjelovačkom basenu.

Produktivni horizont Ležišta Lazine sastoji se od dva sloja vatrostralnih glina, koji najčešće predstavljaju jednu celinu ili su odvojeni tanjim proslojcima i sočivima peskovitih glina. Niži sloj se sastoji pretežno od ugljevitih i sivih glina sa fragmentima uglja, a njegova debljina varira uglavnom u granicama 1-10 m. Viši sloj vatrostralnih glina razvijen je naročito u severoistočnom i centralnom delu ležišta i dobrim delom je otkopan nekadašnjim površinskim kopom. Debljina ovog sloja iznosi najčešće 1-5 m, a samo izuzetno i više. Na slici 4.15. prikazan je karakterističan geološki profil, na kome se vidi da gline tonu ka jugozapadu usled snažnog postsedimentacionog rasedanja.

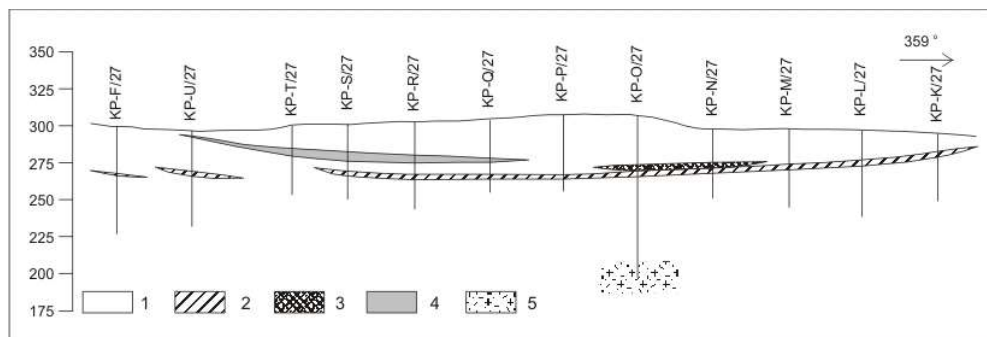


Slika 4.15.: Karakterističan geološki profil ležišta Lazine. 1. Laminirane vatrostralne gline višeg nivoa iz ležišta Vrbica; 2. vatrostralne gline nižeg nivoa ležišta Lazine; 3. tvrde zelene gline; 4. ugalj; 5. glinovito-peskovita serija; 6. rased; 7. bušotina.

Podina vatrostralnih glina sastoji se od sivozelenih do zelenih, veoma peskovitih glina u kojima se javlja jedan do tri horizonta sa zelenim do sivozelenim tvrdim masnim glinama sjajnog preloma, čija

je vatrostalnost oko 18-20 SK. U pojedinim bušotinama utvrđeni su tanki, do jednog metra debljine, proslojci sivih, mrkih ili zelenkastih glina vatrostalnosti do 27 SK. Povlatna serija izgrađena je od veoma peskovitih glina koje ponegde prelaze u glinovite peskove.

U ležištu Kapetanovo Polje se, prema podacima dosadašnjih istraživanja, nalazi jedan horizont sa različitim vrstama kaolinitskih glina (sl. 4.16).



Slika 4.16: Geološki profil ležišta Kapetanovo Polje. 1. Glinovito-peskovita serija; 2. ugljevit gline; 3. zelena masna glina; 4. siva masna glina; 5. kaolinisani granit.

Osnovnu sirovinu čini sloj sivomrke ili crne masne ugljevit gline, koji je razvijen u skoro celom ležištu sem krajnjih obodnih delova. Debljina ovog sloja je prilično ravnomerna i varira od 1 do 4 m, izuzetno do 10 m. Glina često sadrži manje ili više komada uglja, a ponegde se u njenoj neposrednoj podini nalazi i tanak sloj drvenastog uglja debljine do 0,3 m. U neposrednoj povlati sloja ugljevit gline razvijene su sivozelene ili zelene, najčešće veoma peskovite gline maksimalne debljine oko 7 m. U njima se retko nalaze mala sočiva masnih zelenih glina koje su u tom slučaju vatrostalne. Idući ka zapadnom, a naročito ka severnom obodu ležišta, ove gline postepeno prelaze u sivomrke pa čak i sivobeke masne gline maksimalne debljine takođe oko 7 m.

Viši horizont vatrostalnih glina razvijen je na području ležišta Vrbica i Ćirina (sl. 4.13. i 4.14.). Gline ovog tipa odlikuju se prisustvom vidljivih ljuspica muskovita (sericita) i izraženom laminacijom. Ovde treba naglasiti da se pod ležištem Vrbica podrazumevaju "ležišta", tj. reviri Vrbica, Švabinac i Bukovik, koji genetski predstavljaju jedno ležište, koje je tokom različitih etapa istraživanja dobijalo zasebne nazive.

Laminirane gline su stvorene u specifičnim uslovima kontinualne sedimentacije usled čega uvek formiraju jedan jasno izražen sloj. Njegovom nastanku prethodio je u centralnim delovima sedimentacionog basena močvarni stadijum razvića, kad je stvoren tanak sloj uglja. Karakteristična genetska crta glina ovog horizonta jeste prisustvo raznobojnih lamina. U nižim delovima horizonta smenjuju se svetlosive i sivoplave lamine, najverovatnije prouzrokovane različitim sadržajem organske materije. U višim delovima horizonta svetlosive gline sadrže žute ili ređe crvenkaste lamine, nastale usled povišenih koncentracija gvožđa.

Na području ležišta Vrbica razvijena su dva horizonta vatrostalnih glina - niži u kojem prevladavaju ugljevit gline i viši sa takozvanim laminiranim glinama (sl. 4.14.). Eksploatiše se samo horizont laminiranih glina. Ovi horizonti sa vatrostalnim glinama nalaze se u seriji izgrađenoj od peskovitih ili peskovito-šljunkovitih zelenih i sivozelenih glina, čiji su krupniji fragmenti takođe od materijala granitskog porekla - kvarca, feldspata i liskuna. Debljina ove serije je veoma promenljiva, od pedesetak metara u obodnim delovima ležišta do preko 350 metara u centralnom delu ležišta. Generalno, idući naviše zapaža se postepen prelaz od grubljih ka finijim sedimentima.

Niži horizont vatrostalnih glina razvijen je uglavnom u severnom i centralnom delu ležišta, pre svega u revirima Švabinac i Vrbica. Sastoji se od makroskopski različitih varijeteta vatrostalnih glina: sivih, sivozelenih, smeđih i crnih glina, uglavnom ugljevitih ili pak sa komadima ili i proslojcima uglja. Ove gline se često odlikuju povećanom tvrđinom i sjajnim prelomom. Za ovaj horizont vatrostalnih glina

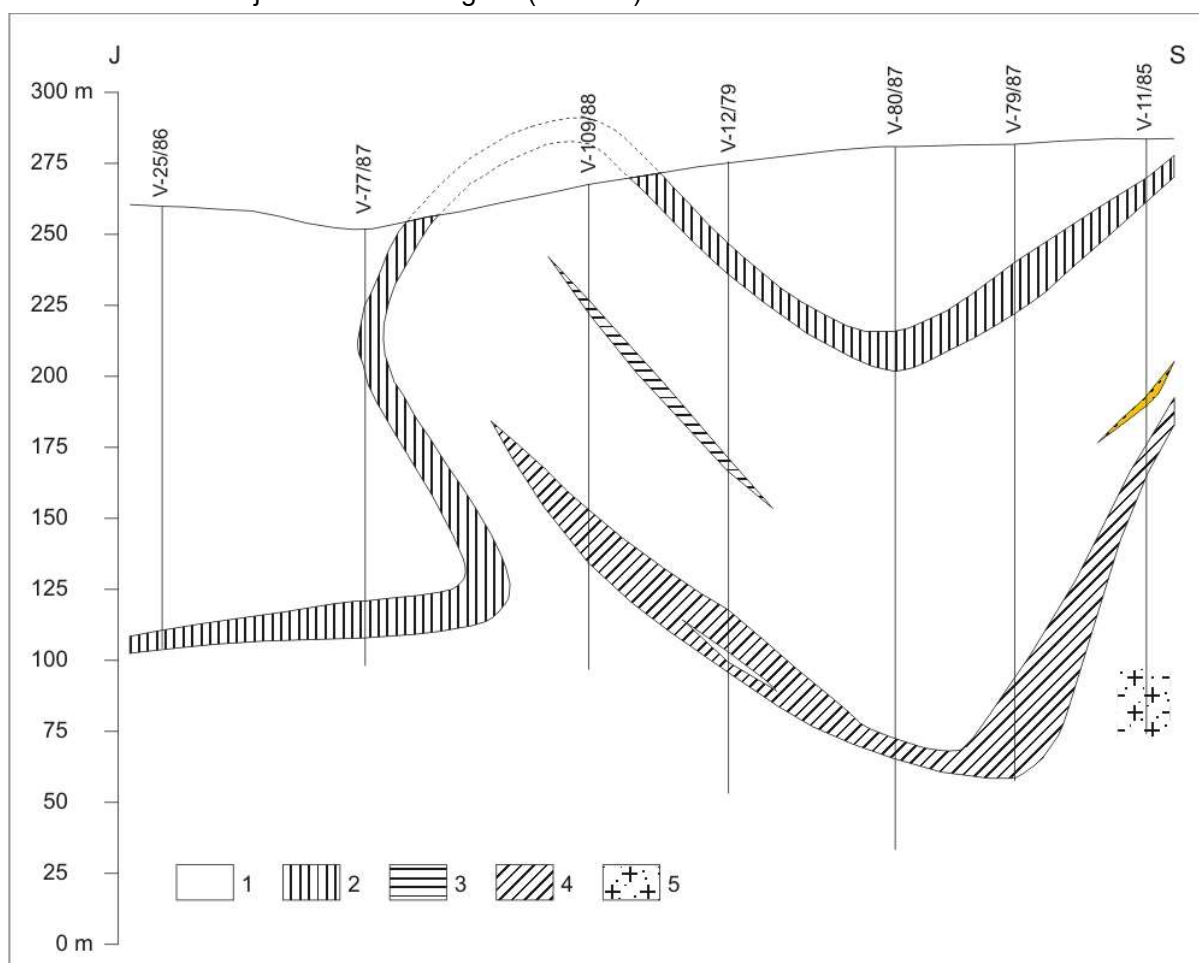
karakteristično je često smenjivanje različitih varijeteta glina na malom rastojanju, kao i proslojavanje sa peskovitim glinama.

Horizont sa laminiranim glinama sastoji se u donjem delu od svetlosivih glina sa tamnijim laminama, a u gornjem delu takođe od svetlosivih glina sa žutim, crvenkastim ili ljubičastim laminama.

Ispod ova dva horizonta vatrostalnih glina sa kontinuiranim rasprostranjenjem, u centralnom delu ležišta nalazi se još jedan složeni sloj vatrostalnih glina, koje makroskopski podsećaju na gline nižeg horizonta.

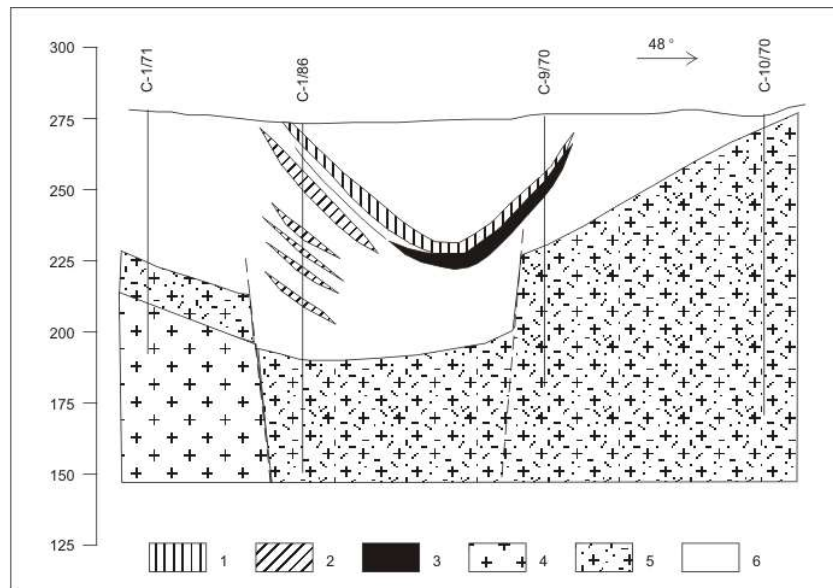
Iznad horizonta laminiranih glina javlja se mestimično jedan do dva sloja vatrostalnih glina slabijeg kvaliteta (vatrostalnosti oko 26 SK) i debljine oko jednog metra. Boja im je žutosiva ili crvenosiva usled većih primesa gvožđa, a razvijene su uglavnom u obodnim delovima ležišta. Povlatni delovi celog ležišta izgrađeni su pretežno od žutih, crvenkastih i sivih, retko i zelenih peskovitih i šljunkovitih glina sa čestim pojavama kvarcnog šljunka ili peskova.

Područje ležišta Vrbica karakteristično je po izuzetno razvijenoj postrudnoj tektonici, koja je u velikoj meri deformisala slojeve vatrostalnih glina (sl. 4.17.)



Slika 4.17.: Karakterističan geološki profil ležišta Vrbica. 1. Glinovito-peskovita serija; 2. laminirane gline; 3. vatrostalne gline lokalnog razvića; 4. ugljevit gline nižeg nivoa; 5. kaolinisani granit.

U ležištu Ćirinac razvijena su, kao i u Vrbici, dva horizonta vatrostalnih glina, ali se oni nalaze na malom međusobnom rastojanju (sl. 4.18.).



Slika 4.18.: Geološki profil ležišta Ćirinac. 1. Viši horizont laminiranih vatrostralnih glina, 2. vatrostralne gline nižeg horizonta, 3. ugljalj, 4. granit čvrst ; 5. granit kaolinisani, 6. glinovito-peskovita serija.

Niži horizont čine najčešće jedan do dva, a ponekad i više slojeva vatrostralnih glina tamnosive boje. Viši horizont odlikuje se jednim slojem sivožutih, sivoljubičastih ili sivoplavih laminiranih glina, ispod kojih se nalazi, naročito u centralnim delovima ležišta, sloj lignita ili ugljevitih glina debljine oko 2 metra. Između ova dva horizonta vatrostralnih glina nalaze se peskovite zelene ili sivozelene gline, a vrlo često i jedan do dva proslojka crnozelene vatrostralne gline sa proslojkom uglja debljine oko pola metra.

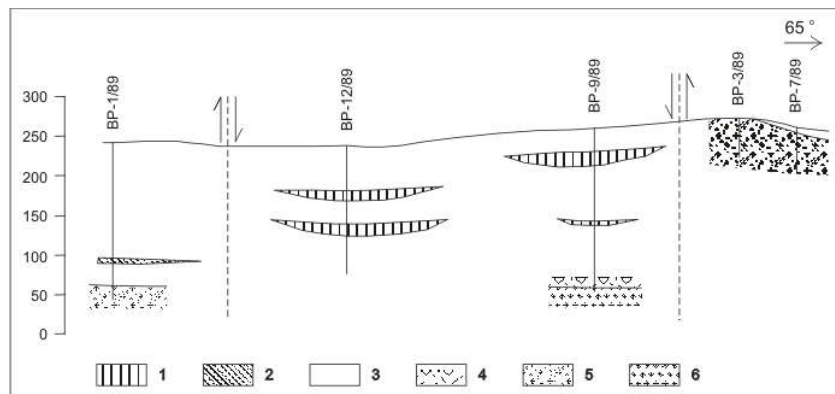
Sudeći po karakteru sedimenata, područje ovog ležišta je predstavljalo obodni deo basena, sa čestim oscilacijama nivoa dna, a verovatno je povremeno bilo odvojeno od ostalog dela basena. Podinska serija na području ležišta Ćirinac sastoji se od peskovito-glinovitog materijala uglavnom crvenožute, ređe svetlosive boje. Ova serija odlikuje se izrazitom heterogenošću materijala, sa čestim smenama glinovitih i peskovitih partija u kojima se zapažaju blokovi delimično kaolinisanog granita. Povlatni delovi ležišta izgrađeni su od peskovito-glinovitih sedimenata crvenožute boje sa jasnom dominacijom peskovite komponente. U ovim sedimentima lokalno je razvijen jedan tanji sloj sivožutih glina niske vatrostralnosti (oko 26 SK).

Na području ležišta Bukovik - Partizani nije formiran ni jedan od dva horizonta vatrostralnih glina; tamo se vatrostralne gline javljaju u vidu proslojaka ili sočiva u glinovito-peskovitoj seriji, bez neke izražene pravilnosti u razviću. Odlikuju se, osim većih količina peskovite komponente, pretežno šarenim izgledom - u osnovi sive gline prožete su žutom, crvenkastom i ljubičastom bojom, što je posledica visokog i neravnomerno raspoređenog sadržaja Fe_2O_3 .

U nižim delovima tog ležišta razvijena je serija zelenih i sivozelenih peskovitih glina koje često prelaze kako bočno tako i vertikalno u glinovite peskove. Vrlo su retki tanji proslojci niskovatrostralne zelenkaste gline, dok u centralnim delovima ležišta izgleda da postoji jedan horizont ugljevitih glina mrke boje i sjajnog preloma, ukupne debljine oko 5 m i sa tankim proslojkom uglja. U višim delovima ležišta ova glinovito-peskovita serija menja boju u žutocrvenu, i u njoj se nalaze sočiva vatrostralnih glina.

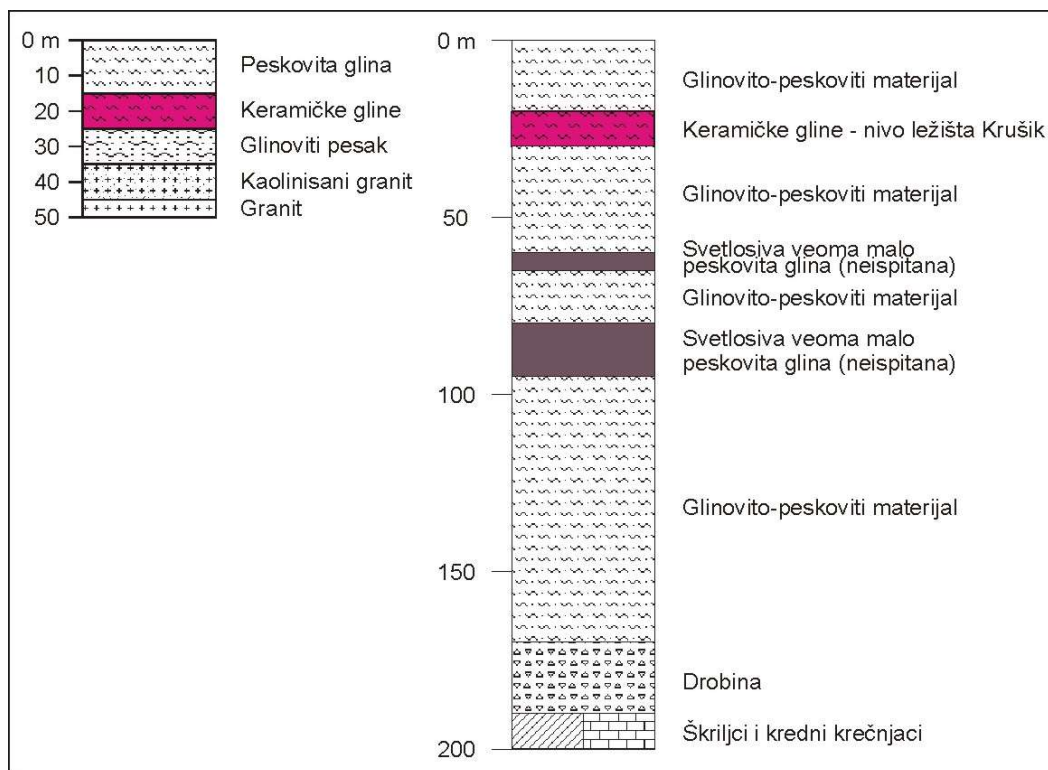
Vatrostralne gline ovog ležišta ne pokazuju, bar na sadašnjem stepenu istraženosti, kontinuirano razviće u vidu jasno izraženog sloja. One su često razdvojene proslojcima peskovitih glina ili se pak same javljaju u vidu brojnih proslojaka u osnovnoj masi peskovitih glina ili glinovitih peskova. Zbog toga su za sada izdvojena dva horizonta u kojima se nalaze vatrostralne gline (sl. 4.19.). Međutim, lokalno su utvrđeni slojevi vatrostralne gline debljine i do 10 m, što ukazuje na česte promene u

režimu sedimentacije, a takođe i tektonske poremećaje, tim pre što nema podataka o padnom uglu slojeva gline.

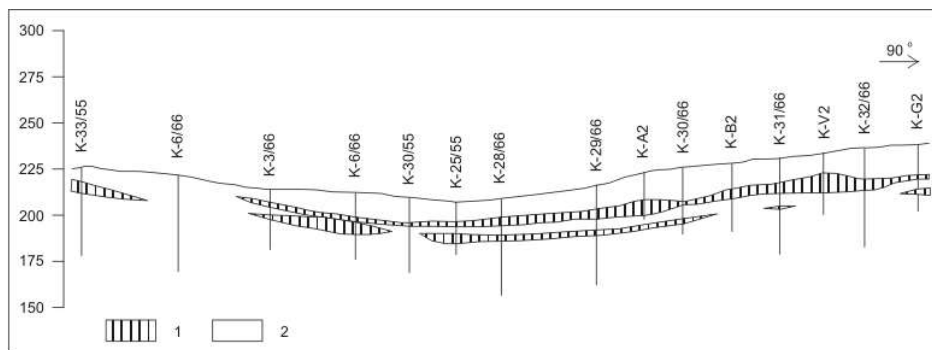


Slika 4.19.: Karakterističan geološki profil ležišta Bukovik-Partizani. 1. vatrostalne peskovite gline; 2. ugljevite gline; 3. glinovito-peskovita serija; 4. drobina; 5. granit kaolinisan; 6. granit čvrst.

Keramičke gline otkrivene su u ležištima Krušik i Slatina, a njihova osnovna odlika je visok prosečan sadržaj krupnijih frakcija, što je posledica slabije mehaničke diferencijacije materijala u toku sedimentacije. Zbog toga nije ni moglo da dođe do formiranja ekonomski značajnog sloja vatrostalnih gline, već samo sočiva pretežno keramičkih nevatrostalnih gline i veoma peskovitih gline ("kvarc-mase"). Ova sočiva se, međutim, javljaju u vidu jednog jasno izdvojenog horizonta (sl. 4.20 i 4.21.). Slojevi keramičke gline i kvarc-mase najčešće su debeli 0,5 do 2 metra, ređe i do 5 metara. U njihovoj povlati nalaze se raznobojne peskovite gline i glinoviti peskovi.



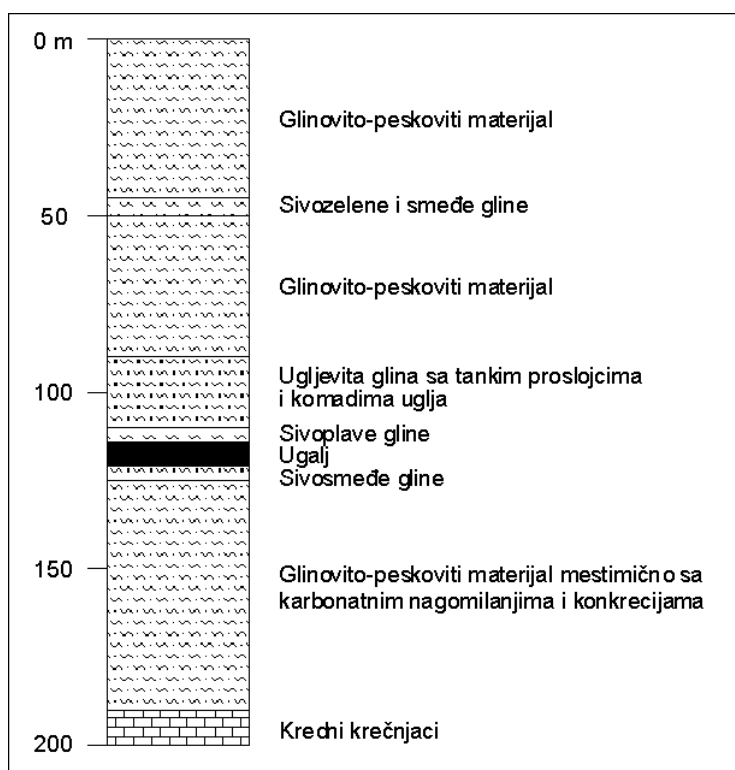
Slika 4.14.: Litološki stubovi ležišta keramičkih gline na području Partizana. Levo ležište Slatina, desno ležište Krušik.



Slika 4.21: Karakterističan geološki profil ležišta Krušik. 1. Nivo keramičkih glina; 2. peskovito-glinovita serija.

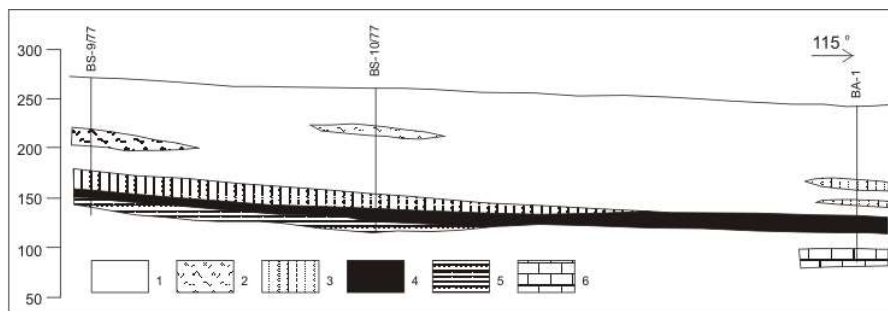
Ležište Baljkovica nalazi se u istočnom delu Aranđelovačkog basena, oko 2 km severoistočno od grada Aranđelovca. Zapadni i centralni deo ležišta Baljkovica karakteriše se razvićem ugljevito-glinovitog horizonta, koji se sastoji od jednog do šest ugljenih slojeva interstratifikovanih sa slojevima kaolinitske gline. Ugalj se javlja ili kao jedan sloj prividne debljine i do 15 m (nema podataka o padnom uglu), ili u vidu više tankih slojeva debljine oko 1 m. Utvrđeno je prisustvo i ksilitskog i zemljastog uglja, pri čemu zemljasti ugalj postepeno prelazi u veoma ugljevitu glinu.

Gline iz tog horizonta su makroskopski raznovrsne, i generalno se zapaža sledeća smena slojeva odozdo naviše: - sivosmeđe, mestimično ugljevite gline; - sivoplave, mestimično malo ugljevite gline; - sivomaslinaste, sivosmeđe i crne masne ugljevite gline.



Slika 4.22: Litološki stub ležišta Baljkovica.

Iznad ugljevito-glinovitog horizonta nalazi se, u seriji glinovito-peskovitih sedimenata Aranđelovačkog basena, jedan sloj sivomaslinastih ili sivosmeđih glina debljine 1-6 m, kao i tanak sloj uglja debljine oko 0,5 m.



Slika 4.23: Geološki profil ležišta Baljkovica. 1 Glinovito-peskovita serija; 2. sivomaslinaste i sivosmeđe gline, 3. ugljevite gline; 4. sivoplave i sivosmeđe gline; 5. uglalj; 6. kredni krečnjak.

Istočni deo ležišta Baljkovica pokazuje drugačije razviće. U glinovito-peskovitoj seriji sedimentata izostaje ugljeviti horizont, a samo u jednom nivou u višim delovima te serije zapaženi su komadići uglja ili tanak proslojak uglja. Ovde takođe odsustvuje i nivo sa glinama sivomaslinaste ili smeđe boje. Samo u jednoj bušotini konstatovano je tanko sočivo šarene laminirane vatrostalne gline i sive vatrostalne gline.

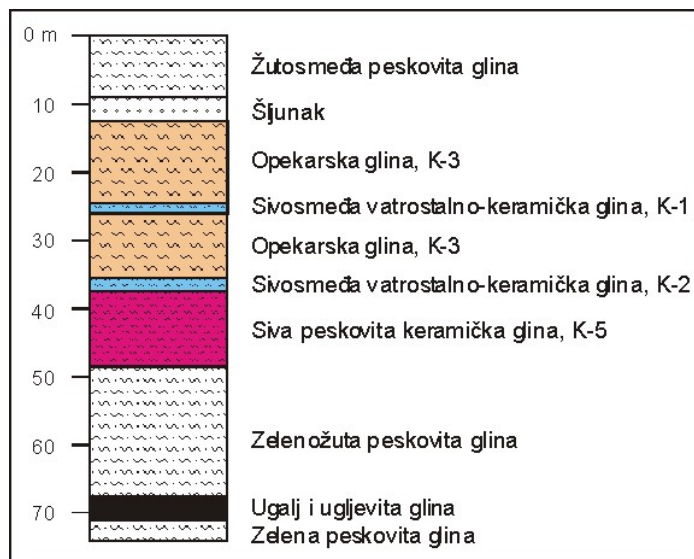
Po svojim geološkim i mineraloškim karakteristikama ugljevito-glinoviti horizont ležišta Baljkovica pokazuje veliku sličnost sa nižim horizontom (nivoom) vatrostalnih glina Arandjelovačkog basena. Međutim, njihovu sigurnu korelaciju otežava velika udaljenost ležišta Baljkovica od ležišta centralnog dela Arandjelovačkog basena.

Ležište keramičkih glina Popovića Oranica nalazi se oko 8 km severoistočno od Arandjelovca, a istraživano je 1966-1968. godine (Atanasković, 1968). Ležište nije više u eksploataciji zbog iscrpljenosti rezervi.

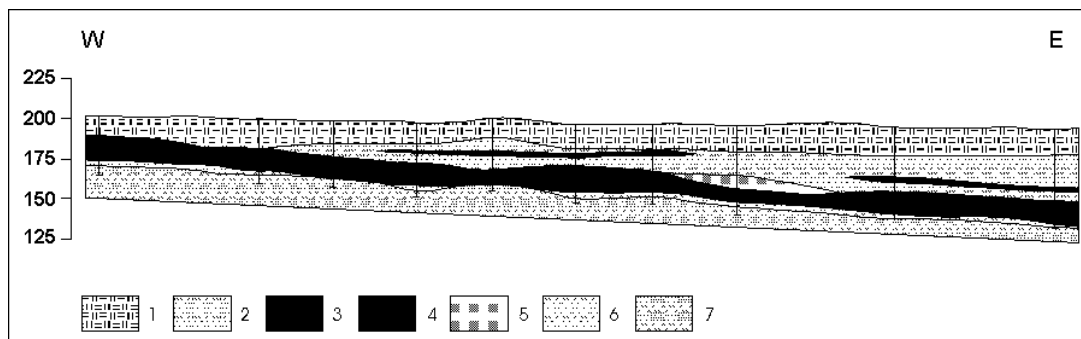
Horizont keramičkih glina ovog ležišta izgrađen je od sivoplavih i sivožutih masnih glina i sivih peskovitih glina. Prelazi između njih su neki put postepeni, a ponekad i jasno uočljivi. Ceo horizont, prosečne debljine oko 9 m, blago pada ka jugu. Debljina povlatnih sedimentata, koje se sastoje od žutih masnih i peskovitih glina, iznosi 6-19 m, prosečno oko 13 m. U podini se nalaze sivi i sivobeli kvarcni peskovi. Rezerve keramičkih glina iznosile su oko 800.000 tona. Glina je kaolinitsko-ilitskog tipa (prema podacima ranijih istraživanja), a sadrži znatnu količinu kvarca, kao i hlorit.

Ležište kaolinitskih glina Košarno nalazi se oko 9 km severoistočno od Arandjelovca i predstavlja severni nastavak ležišta Popovića Oranica. Ležište Košarno je istraživano 1977-1983 godine (Atanasković, 1983a), a zatim je istraživanje nastavljeno u periodu 1986-1989 godina, kad su ispitivane samo gline vatrostalnosti iznad 20/26 SK (Atanasković, 1989). Ležište Košarno nalazi se u eksploataciji.

Ležište Košarno sastoji se od jednog složenog horizonta kaolinitskih glina, koji je izgrađen od tri različita varijeteta glina (slike 4.24. i 4.25.). Najviši sloj kaolinitskih glina sadrži plastične gline sivosmeđe boje (komercijalni naziv K-1), prosečne debljine 2,40 m. Sledeći sloj predstavljen je takođe plastičnim sivosmeđim vatrostalno-keramičkim glinama (K-2) koje su često slabo ugljevite i sadrže mestimično fragmente uglja ili čak tanke proslojke uglja. Prosečna debljina ovog sloja kaolinitskih glina iznosi 2,54 m. Najniži sloj sastoji se od svetlosivih peskovitih keramičkih glina (K-5) prosečne debljine 12,28 m. Između ovih slojeva keramičkih i kaolinitskih glina nalaze se žute i sivožute opekarske gline (K-3), koje čine i neposrednu povlatu najvišeg sloja kaolinitskih glina (osim u delu ležišta gde neposrednu povlatu kaolinitskih glina čine kvartarne gline).



Slika 4.24: Karakterističan stub ležišta kaolinitskih glina Košarno (prema podacima Atanaskovića, 1989).



Slika 4.25.: Karakterističan geološki profil ležišta keramičko-vatrostalnih glina Košarno (prema podacima Atanaskovića, 1989). 1. Kvartarne žutosmeđe peskovite gline; 2. opekarske gline (K-3); 3. sivosmeđe kaolinitске gline (K-1 i K-2); 4. keramičke peskovite gline (K-5); 5. pesak; 6. žute i žutozelene peskovite gline; 7. zelene peskovite gline. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.

U podini sloja keramičkih glina (K-5) javljaju se zelene ili sivozelene peskovite gline, koje ponekad sadrže karbonatne konkekcije. U zapadnom i jugozapadnom delu ležišta u podinskim glinama (na oko 10-15 m ispod celog horizonta kaolinitskih glina) nalazi se ugljonosni horizont (sl. 4.13), koji se sastoji od dva tanja ugljena sloja, od kojih je viši deo do 1 m, a niži do 3.3 m (zajedno sa ugljevitom glinom).

U povlati horizonta kaolinitskih glina nalaze se kvartarne tvorevine - žutomrke masne gline sa karbonatnim i manganskim konkekcijama. Cela serija sedimenata pada ka I i JI pod uglom od 5 do 10°.

4.3.1.2. Rezultati proučavanja glina

Rezultati proučavanja mineralnog sastava glina Arandelovačkog basena, kao i njihovog hemizma i vatrostalnosti, koji predstavljaju osnovne parametre kvaliteta tih glina, veoma su značajni za tehnološke prognozne kriterijume, jer na osnovu njih može da se predvidi kakvi tehnološki tipovi glina mogu da se očekuju u Arandelovačkom basenu, to jest njegovim još neistraženim delovima.

Proučavanje glina Arandelovačkog basena obuhvatilo je ispitivanje mineralnog sastava glina i njihovih geohemijskih karakteristika na uzorcima koji su mogli da se prikupe iz ležišta u eksploataciji. Na uzorcima glina iz ležišta Bukovik-Partizani, Kapetanovo Polje-Rešetari i Slatina mineraloška

ispitivanja nisu vršena ni tokom istraživanja tih ležišta, tako da njihov mineralni sastav može samo da se procenjuje na bazi analogije sa sličnim glinama u drugim ležištima Arandelovačkog basena. Gline iz ležišta Baljkovica proučavao je Nikolić sa saradnicima (u Atanasković, 1978), a rezultati su ukratko prikazani jer nikakvih drugih podataka nema.

4.3.1.2.1. Mineralni sastav

Mineralni sastav glina iz ležišta **Baljkovica** određen je na osnovu ispitivanja rovnih uzoraka glina. Ispitani su uzorci ugljevite gline iz povlate ugljenog sloja, sivoplave i sivosmeđe gline iz podine ugljenog sloja, kao i sivomaslinaste i sivosmeđe gline iz viših delova neogene serije. Izdvajanje glinovite frakcije, njeno zasićivanje glicerinom ili etilen-glikolom, kao i žarenje, nisu vršeni.

Prema rendgenskom difraktogramu ugljevite gline predstavljaju praktično monomineralnu kaolinitsku glinu, u kojoj se nalaze minimalne količine kvarca. Razvučeni kaolinitski pikovi ukazuju na prisustvo halozita ili strukturno slabo uređenog kaolinita. Sivoplave i sivosmeđe gline iz podine ugljenog sloja najvećim delom su izgrađene takođe od kaolinita, uz koji se javljaju illit i kvarc u značajnoj količini.

Sivomaslinaste i sivosmeđe gline iz viših delova neogene serije sastoje se od kaolinita, kvarca, illita, kao i značajne količine 14Å minerala određenih kao hlorit i vermikulit (ista odredba je i na osnovu mikroskopskih ispitivanja metodom faznog kontrasta i tamnog polja). Međutim, mora se naglasiti da ovakve odredbe nisu pouzdane bez kompletnog proučavanja glinovite frakcije metodom rendgenske difrakcije, uz zasićenje glicerinom ili etilen-glikolom, i žarenje uzorka. Diferencijalno-termičke i termogravimetrijske analize pokazale su da svi uzorci sadrže i organsku materiju.

Mineralni sastav proučen je na reprezentativnim uzorcima kaolinitskih glina različitih varijeteta iz aktivnih ležišta Ćirinač, Lazine, Krušik i Košarno. Iz ležišta Ćirinač ispitan je mineralni sastav laminiranih vatrostalnih glina višeg nivoa i smeđih vatrostalnih glina nižeg nivoa. Iz ležišta Lazine proučen je po jedan uzorak svetlosivih, smeđih ("boje čokolade"), crnih ugljevitih glina i sivozelenih glina. Sve ove gline nalaze se u okviru istog horizonta vatrostalnih glina. Iz ležišta Krušik proučen je jedan uzorak keramičke gline. Iz ležišta Košarno proučeni su uzorci sivosmeđe vatrostalne gline (K-1 i K-2), kao i svetlosive peskovite gline (K-5). Na svim uzorcima vršene su analize metodom rendgenske difrakcije praha na rovnim uzorcima i glinovitoj frakciji, a pojedini uzorci ispitani su u infracrvenom delu spektra i diferencijalno-termičkim i termogravimetrijskim analizama. Rezultati analiza prikazani su u prilogu 1.

Rezultati proučavanja mineralnog sastava pokazali su da je kaolinit izrazito dominantan mineral u svim varijetetima glina. Od ostalih minerala najzastupljeniji je kvarc, čiji se sadržaj znatno smanjuje u glinovitoj frakciji. U glinama iz ležišta Krušik i Košarno (kvalitet K-5) utvrđeno je prisustvo nešto veće količine feldspata.

Na osnovu mineraloških i hemijskih analiza, kao i podataka proizvođača, procenjen je kvantitativni sastav tipičnih kaolinitskih glina Arandelovačkog basena, a rezultati su prikazani u tabeli 4.17. U tabeli 4.18 prikazan je procenjen kvantitativni mineralni sastav glinovite komponente ispitanih uzoraka kaolinitskih glina.

Iz tabela se vidi da su razlike u mineralnom sastavu skoro isključivo u međusobnoj različitoj zastupljenosti pojedinih minerala, kao posledica promenljivih depozicionih sredina i hidrodinamičkog režima procesa sedimentacije.

	Q	K	I	M	F	Lim	Ostalo
Bukovik, laminirane	17	63	10	1	3	4	2
Lazine, ugljevite	12	60	12	3	2	3	8
Arandelovački basen, sivosmeđe	16	60	14	3	2	3	2
Košarno, K-1+K-2	23	47	19	5	2	2	2

Košarno, K-5	45	28	13	3	8	2	1
Krušik, glina	24	38	12	7	13	3	3
Krušik, kvarc-masa	31	33	12	3	18	2	1

Tabela 4.17.: Kvantitativni mineralni sastav (u %) kaolinitičkih glina iz ležišta Arandelovačkog basena. Q - kvarc, K - kaolinit, I - ilit+liskun, M - monmorionit, F - feldspat, Lim - limonit.

	Q	K	I	M	F	Lim	Ostalo
Ćirinac, sivosmeđa glina	7	73	9	3		5	3
Ćirinac, laminirana glina	3	83	8	1		3	2
Lazine, svetlosiva glina	8	72	9	2	1	6	2
Lazine, smeđa glina	8	71	9	2	2	5	3
Lazine, crna ugljevit glina	4	78	6	1	1	4	6
Košarno, K-5	7	68	12	5		6	2
Krušik, keramička glina	7	64	16	6	2	3	2

Tabela 4.18.: Procenjeni kvantitativni mineralni sastav (u %) glinovite frakcije ispitivanih uzoraka kaolinitičkih glina. Q - kvarc, K - kaolinit, I - ilit/liskun, M - monmorionit, F - feldspat, Lim - limonit.

Ujednačen mineralni sastav glinovite frakcije (-0,005 mm) ukazuje na isti matični materijal od kojih su stvoreni minerali glina – koru raspadanja na granitoidnim stenama Bukulje. Varijacije u mineralnom sastavu rovnih uzoraka glina posledica je različitog međusobnog odnosa sadržaja minerala glina i krupnijih čestica kvarca i feldspata, kao posledica deponovanja u različitim sedimentacionim uslovima. Sadržaj organske materije u uzorcima smeđih i crnih glina prikazan je u koloni ostalo.

4.3.1.2.2. Hemijski sastav i vatrostalnost glina

Hemijski sastav vatrostalnih i keramičkih glina proučavan je tokom istraživanja ležišta na velikom broju uzoraka, tako da nije bilo potrebe da se ponovo rade. U tabeli 4.19. prikazane su prosečne vrednosti po ležištima, kao i vatrostalnost glina. Pri tome su, gde god je bilo moguće, zasebno obrađeni različiti varijeteti glina.

Na osnovu tih rezultata može se zaključiti sledeće:

1. Laminirane gline odlikuju se visokim sadržajem aluminije, koji kod sivožutih partija iznosi 27-30 %, a kod belih i sivoplavih varijeteta do 35 %; sadržaj Fe_2O_3 je takođe generalno visok, u proseku 2.5-4.0 %, osim kod sivoplavih i belih glina, gde varira od 1.6 do 2.0 %. Procenat alkalija varira od 1.5 do 2.1 %, što ukazuje na relativno malu zastupljenost liskuna/ilita i feldspata. Vatrostalnost glina iznosi 29/30 SK kod sivožutih, a 32/33 SK kod sivoplavih varijeteta (kod belih i do 34 SK).

2. Ugljevite gline nižeg nivoa iz ležišta Lazine i Vrbica takođe se odlikuju visokim sadržajem aluminije, povišenim količinama Fe_2O_3 i niskim procentom alkalija; ove vrednosti su, preračunate na paljeno stanje, veoma bliske vrednostima kod laminiranih glina. Visok procenat gubitka žarenjem ukazuje na značajno prisustvo organske materije. Gline iz ležišta Kapetanovo Polje odlikuju se povećanim količinama gvoždja, alkalija i zemnoalkalija, što je uslovalo njihovu smanjenu vatrostalnost.

	SiO ₂	¹ Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	GŽ	Σ	SK	Izvor:
Vrbica laminirana "specijal"	51.20	33.69	1.70	0.45	tr.	1.27		11.39	99.70	34	Stangačilović, 1951
Švabinac laminirana sivožuta	56.51	27.62	3.14	0.24	0.13	1.42	0.66	10.40	100.12	29/30	Nikolić, 1957
Bukovik laminirana	54.13	29.15	3.95	0.28	0.40	1.20	0.31	10.53	99.95	30/31	Atanasković, 1991

	SiO ₂	¹ Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	GŽ	Σ	SK	Izvor:
Ćirinac laminirana	55.24	28.81	2.69	0.94	0.23	1.26	0.30	10.58	100.05	31	Đelić, 1987
Lazine ugljevita	48.23	29.31	2.50	0.87	0.19	1.15	0.25	17.48	99.98	29/30	Atanasković, 1985
Bukovik ugljevita	49.10	28.80	2.88	0.42	0.58	1.01	0.37	16.77	99.93	30/31	Atanasković, 1991
Kapetanovo Polje ugljevita	50.46	28.72	3.63					14.27	97.08	26/27	Atanasković, 1986, 1987
Baljkovica ugljevita	42.28	² 27.44	5.21	0.46	0.37	0.83	0.12	³ 23.31	100.53	20/26	Atanasković, 1978
Ćirinac sivosmeđa	53.50	29.24	3.30	1.14	0.28	1.64	0.27	10.61	99.98	28/29	Đelić, 1987
Bukovik sivosmeđa	57.00	27.81	2.59	0.14	0.60	1.80	0.52	10.05	100.51	29	Atanasković, 1991
Lazine sivosmeđa	52.69	30.50	2.94	0.86	0.39	1.37	0.13	11.45	100.33	28	Atanasković, 1985
Kapetanovo Polje siva	54.62	28.51	3.84					9.82	96.79	26	Atanasković, 1986, 1987
Baljkovica sivosmeđa	45.96	⁴ 26.65	7.05	1.76	1.23	1.29	0.16	⁵ 15.10	99.70	20	Atanasković, 1978
Lazine sivozelena	56.07	26.84	2.76	1.07	0.16	2.06	0.61	10.18	99.75	27	Atanasković, 1985
Bukovik-Partizani	56.25	26.91	4.39					9.26	96.81	27	Atanasković, 1990
Krušik glina	60.92	23.25	2.95	0.42	1.48	3.31		6.87	99.50	20/26	Katalog Šamot, 1963
Krušik kvarc-masa	65.41	21.24	2.07	tr	0.54	3.94		6.55	99.95	17/18	Katalog Šamot, 1963
Slatina masna	54.19	27.75	4.64	0.72	0.89	1.98	0.38	8.93	99.48	27	Atanasković, 1966a
Slatina peskovita	57.89	25.21	4.79	0.55	0.84	1.89	0.23	7.59	98.99	19	Atanasković, 1966a
Košarno K-1	54.99	28.61	2.82	0.59	0.63	1.56	0.81	9.90	99.91		Atanasković, 1989
Košarno K-2	59.65	25.56	2.33	0.50	0.48	1.82	0.31	9.44	100.09		Atanasković, 1989
Košarno K-5	70.64	17.28	2.12	0.86	0.52	2.15	0.35	5.97	99.89		Atanasković, 1983

Tabela 4.19.: Prosečan hemijski sastav (u %) i vatrostalnost (SK) vatrostalnih i keramičkih glina iz ležišta Arandelovačkog basena. ¹ - Al₂O₃+TiO₂; ² –od toga 0.48 % TiO₂; ³ - uključuje 0.43 % S, 5.29 % organske materije, 4.37 % H₂O⁻ i 13.22 % H₂O⁺; ⁴ – od toga 0.47 % TiO₂; ⁵ - uključuje 0.19 % S, 1.35 % organske materije, 4.01 % H₂O⁻ i 9.55 % H₂O⁺.

3. Peskovite vatrostalne gline ležišta Bukovik - Partizani, kao i sive gline ugljevitog nivoa, karakterišu se promenljivim sastavom, što odgovara njihovom pretežno sočivastom karakteru razvića (u promenljivim sedimentacionim uslovima). Generalno sadrže veće količine silicije, Fe₂O₃ i alkalija, pa im je i vatrostalnost nešto niža, od 26 do 29 SK.

4. Keramičke gline i "kvarc-masa" ležišta Krušik sadrže znatno više silicije i alkalija od svih ostalih vrsta glina, a srazmerno tome i manje aluminije, tako da ne predstavljaju vatrostalnu sirovinu.

5. Ugljevite i sivosmeđe gline iz ležišta Baljkovica odlikuju se vrlo visokim sadržajem Fe₂O₃ koji iznosi 5.21-7.05 %.

Hemijski sastav glinovite frakcije (-0.005 mm) proučen je na uzorcima glina iz ležišta Ćirinac (sivosmeđe i laminirane gline), Lazine (svetosive, smeđe ("čokolada") i crne ugljevite gline, Košarno (K-5) i Krušik (glina), a rezultati analiza prikazani su u tabeli 4.20..

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	44.99	44.12	45.01	46.12	43.02	44.40	45.54
TiO ₂	0.56	0.66	0.80	0.60	0.40	0.54	0.46
Al ₂ O ₃	31.46	34.81	29.66	29.99	29.08	31.97	32.01
Fe ₂ O ₃	4.00	2.07	5.09	4.54	3.28	5.10	3.03
MnO	tr	tr	0.01	tr	tr	tr	tr
CaO	1.56	1.51	1.63	1.20	1.76	1.05	1.74
MgO	1.00	1.29	2.10	1.32	1.79	1.03	1.27
K ₂ O	0.80	0.55	0.62	0.83	0.44	1.00	1.75
Na ₂ O	0.11	0.11	0.08	0.22	0.11	0.14	0.17
Org. mat.	0.24	0.44	0.66	0.49	4.13	0.21	0.18
H ₂ O ¹¹⁰	4.29	1.94	3.26	3.53	3.98	4.47	4.26
H ₂ O ¹⁰⁰⁰	11.17	12.78	11.51	11.48	12.24	10.43	10.06
Ukupno	100.18	100.28	100.43	100.32	100.23	100.34	100.47

Tabela 4.20.: Hemijski sastav (%) glinovite komponente (-0.005 mm) ispitanih uzoraka glina. Ukupno gvožđe izraženo je kao Fe₂O₃. 1. Ćirinac, sivosmeđe gline; 2. Ćirinac, laminirane gline; 3. Lazine, svetlosive gline; 4. Lazine, smeđe gline ("boje čokolade"); 5. Lazine, crne ugljevit gline; 6. Košarno; 7. Krušik, keramička glina. Analitičar M. Kostić.

Sve ispitane gline pokazuju dosta ujednačen sadržaj silicije od oko 43-46 % i aluminije od 29 do 32 %, osim laminirane gline ležišta Ćirinac, u kojoj sadržaj Al₂O₃ dostiže blizu 35 %. Sadržaj alkalija, među kojima izrazito preovlađuje kalija, uglavnom je između 0.5 i 1 %, osim u glinama ležišta Krušik gde iznosi oko 1.9 % usled prisustva značajne količine ilita. Gvožđe se javlja u dosta visokim koncentracijama (3-5 %), osim u laminiranim glinama ležišta Ćirinac, gde njegov sadržaj iznosi oko 2 %.

4.3.1.2.3. Rezultati proučavanja glinovite komponente u sedimentima Arandjelovačkog basena i njihov značaj za prognozu ocenu

Proučavanje sastava glinovite komponente sedimenata Arandjelovačkog basena izvršeno je na dva raspoloživa geološka stuba. Prvi stub predstavlja rekonstrukciju vertikalnog profila centralnog dela Arandjelovačkog basena na području naselja Bukovik, urađenu na osnovu uzetih uzoraka sa otvorenih profila ležišta Lazine i Ćirinac (sl. 4.26.). Ovaj stub reprezentuje deo basena u kome se nalaze ekonomski najvažnija ležišta vatrostalnih glina. Drugi stub predstavlja bušotina B-2/96 koja se nalazi u zapadnom delu basena, između naselja Bukovik i Darosava (Partizani).

Mineralni sastav glinovite komponente oba stuba proučen je metodom rendgenske difrakcije praha na rovnim uzorcima i orijentisanim, zasićenim glicerinom i žarenim na 450 °C preparatima glinovite frakcije, a deo uzoraka je i hemijski analiziran. Na nekoliko uzoraka rovnih glina iz ležišta Ćirinac izvršene su DT i TG analize, kao i ispitivanja u infracrvenom delu spektra. Rezultati ovih ispitivanja dati su u prilogu.

Debljina (m)	Litologija	Opis sedimenata	Oznaka i mesto uzorka
10		Žutocrveni glinoviti pesak - povlata ležišta Ćirinac	
4		Laminirana vatrostralna glina (CLVG), ugljevita glina (C-1) i ugajl	• C-1
4		Sivozelena malo peskovita glina (C-2)	• C-2
20		Žutocrveni glinoviti pesak (C-5) sa nekoliko proslojaka sivozelenkastih glina (C-3, C-4, C-6)	• C-3 • C-4 • C-5 • C-6
3		Sivosmeđa vatrostralna glina (CSVG)	CSVG
5		Sivozeleni glin. pesak sa proslojkom sivozelene gline (C-7)	• C-7
20		Beli malo glinoviti pesak (C-8)- podina ležišta Ćirinac	• C-8
40		Sivozeleni glinoviti pesak (C-9)	• C-9
20		Sivobeli malo glinoviti pesak (L-1)- povlata ležišta Lazine	• L-1
5		Vatrostralne gline ležišta Lazine (LVG)	LVG
10		Sivožuti glinoviti pesak (L-2) - podina ležišta Lazine	• L-2

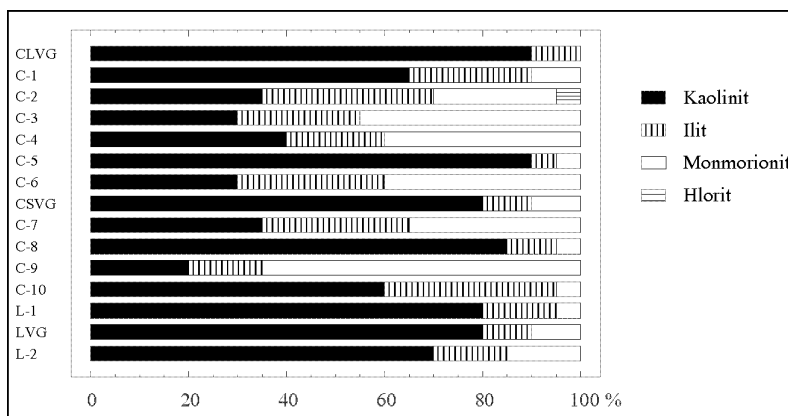
Slika 4.26.: Šematizovani stub centralnog dela Arandjelovačkog basena sa označenim mestima uzetih uzoraka iz ležišta Ćirinac i Lazine.

U mineralnom sastavu glinovite komponente donjeg dela prvog stuba (ležište Lazine) dominira kaolinit, praćen manjom količinom ilita i monmorionita (sl. 4.26., uzorci L-1 i L-2). Nasuprot tome, u debeloj seriji sivozelenog glinovitog peska (uzorak C-9), koji u stubu zauzima mesto između ležišta Lazine i Ćirinac, monmorionit je najzastupljeniji mineral, uz manje prisustvo kaolinita i ilita. Zatim se geološki stub malo komplikuje, jer se severni i južni deo ležišta Ćirinac znatno međusobno razlikuju prema tipu razvića sedimenata. U južnom delu ležišta razvijen je takozvani podinski ili niži nivo vatrostralnih glina, koji čini jedan ili više manjih sočiva vatrostralnih glina ograničenog prostiranja. Uz njih se mestimično nalaze i tanka sočiva sivozelenkastih glina, takođe veoma ograničenog prostiranja. Ceo niži nivo vatrostralnih glina nalazi se u seriji žutocrvenog glinovitog peska, dok se u njegovoj podini nalaze sivozelene glinoviti pesak i deblja serija belog, malo peskovitog peska. Glinovita komponenta vatrostralnih glina (oznaka CSVG na sl. 4.26.) sastoji se od dominantnog kaolinita, dok su ilit i monmorionit manje zastupljeni. Nasuprot tome, sivozelene gline (uzorci C-3, C-4, C-6 i C-7 na sl. 4.26.) izgrađene su najvećim delom od ilita i monmorionita, dok je prisustvo kaolinita relativno malo. Glinovita komponenta belog, malo glinovitog peska sastoji se, međutim, od izrazito dominantnog kaolinita, uz malo prisustvo ilita i neznatno monmorionita.

U severnom delu ležišta u tom delu stuba nema, međutim, ni jasno izdvojenog belog glinovitog peska, niti sočiva vatrostralnih i drugih glina. Umesto njih razvijena je serija žutocrvenih peskovitih

glina i glinovitog peska, u kojoj se nalaze krupni pretaloženi blokovi kaolina. U glinovitoj komponenti žutocrvenog peska kaolinit je izrazito dominantan mineral (uzorak C-5 na sl. 4.26.), dok se ilit i monmorionit nalaze u veoma maloj količini. U glinovitoj komponenti pretaloženih blokova kaolina (uzorak C-10) najzastupljeniji je takođe kaolinit. Sadržaj ilita je značajan, dok se monmorionit nalazi u veoma maloj količini. U sivozelenoj, malo peskovitoj glini (uzorak C-2), koja se nalazi u podini nivoa laminiranih vatrostalnih glina, dominantni su ilit i monmorionit, uz značajnu količinu kaolinita. Za te gline karakteristično je i prisustvo male količine hlorita.

Neposrednu podinu laminiranih vatrostalnih glina čini sloj uglja, umesto koga se (ređe i zajedno) mestimično nalazi sloj ugljevite gline (C-1). Ugljevita glina sastoji se od kaolinita, praćenog značajnom količinom ilita i malom monmorionita. U laminiranim vatrostalnim glinama (oznaka CLVG) kaolinit je izrazito dominantan mineral, a ilit se nalazi u maloj količini. Prisustvo monmorionita je u tragovima.



Slika 4.27.: Procenjeno procentualno učešće minerala glina u ispitivanim uzorcima iz ležišta Ćirinač i Lazine.

	CLVG	C-3	C-4	C-6	CSVG	C-7
SiO ₂	55.24	56.09	56.50	64.51	53.50	56.73
TiO ₂		0.56	0.58	0.60		0.62
Al ₂ O ₃	*28.81	25.13	25.62	18.98	*29.24	25.04
Fe ₂ O ₃	2.69	5.22	4.15	5.35	3.30	4.81
MnO		tr.	tr.	0.03		0.02
CaO	0.94	0.46	0.46	0.46	1.14	0.46
MgO	0.23	0.68	0.68	0.65	0.28	1.02
K ₂ O	1.26	2.25	2.00	2.15	1.64	2.60
Na ₂ O	0.30	0.32	0.25	0.39	0.27	0.30
H ₂ O ⁻		2.45	2.63	1.70		1.81
H ₂ O ⁺		7.22	7.57	5.42		6.92
G. Ž.	10.58				10.61	
Ukupno	100.05	100.38	100.44	100.24	99.98	100.33

Tabela 4.22.: Hemijski sastav (%) laminiranih vatrostalnih glina (CLVG) i sivosmeđih vatrostalnih glina (CSVG) iz ležišta Ćirinač, kao i proslojaka glina koje se javljaju uz njih (oznake uzoraka odgovaraju oznakama na stubu tog dela basena, sl. 4.26). Analize uzoraka sa oznakom CLVG i CSVG uzete su iz tabele 4.19; za ostale uzorke anal. S. Vuković. Ukupno gvožđe izraženo je kao Fe₂O₃. Oznaka * - Al₂O₃+TiO₂.

Hemijske analize vatrostalnih glina, kao i sivozelenih glina (tabela 4.22.), potvrđuju razlike u njihovom mineralnom sastavu.

U stubu bušotine B-2/96 najzastupljeniji sedimenti su peskovite gline i glinoviti peskovi, u kojima je utvrđeno nekoliko intervala sa tanjim sočivima masnijih glina (sl. 4.28. i 4.29.).

Dubina (m)	Litologija	Opis jezgra	Oznaka i mesto uzorka
17.5		Žute peskovite gline sa dosta oolita i sa fragmentima krednih sedimentata	• 1
33.3		Žute, žutomrke i sive peskovite gline	• 2 • 3
44.3		Sivi zaglinjen pesak	• 4
50.2		Zelenkasta peskovita glina	• 5
66.5		Slabo zaglinjen pesak mestimično sa šljunkom	• 6
70.0		Sivozelena peskovita glina	
79.0		Sivi krupnozrn pesak	
82.7		Zelena peskovita glina, pri kraju pesak	• 7
98.5		Sivozelene peskovite gline sa nekoliko intervala masnih glina; detalj 1	• 8
			• 9
			• 10
			• 11
107.5		Sivozeleni zaglinjen pesak	• 12
			• 13
			• 14
115.2		Sivozelene peskovite i masne gline	• 15
			• 16
			• 17
130.5		Sivozelene peskovite gline sa dva intervala masnih glina; detalj 2	• 18
			• 19
			• 20
			• 21
			• 22
			• 23
167.3		Sivi do sivozeleni zaglinjen pesak sa fragmentima slabo alterisanih granita	• 24
			• 25
			• 26
			• 27
			• 28
			• 29

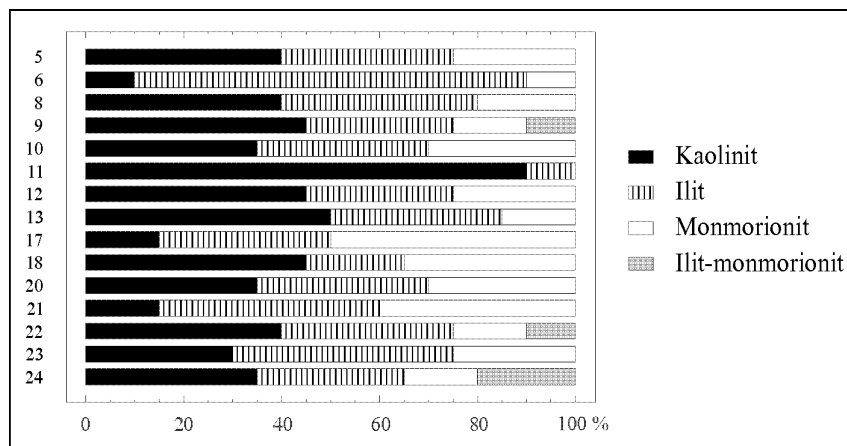
Slika 4.28.: Šematizovani stub bušotine B-2/96 sa naznačenim mestima uzimanja uzoraka.

Od ukupno 29 uzetih uzoraka, mineralni sastav je proučen na 15 odabranih uzoraka metodom rendgenske difrakcije praha, a na 5 karakterističnih uzoraka izvršene su i hemijske analize.

82.7		Zelena peskovita glina, pri kraju intervala pesak	. 7	Detalj 1
84.7		Tamnosiva ugljevita masna glina, prvih 0.3 m peskovita	. 8	
86.4		Sivozelena peskovita glina		
87.8		Šljunak		
89.3		Zelena peskovita glina		
90.6		Tamnosiva ugljevita masna glina	. 9	
93.0		Sivozelena peskovita glina		
96.1		Siva masna glina	.10	
98.5		Tamnosiva ugljevita masna glina, pri kraju intervala 0.5 m peskovita	.11	
100.0		Sivozelen zaglinjen pesak	.12	
115.2		Zelena masna do malo peskovita glina	. 17	
116.7		Tamnosiva ugljevita masna glina	. 18	
			. 19	
		Sivozelena peskovita glina	. 20	
127.0			. 21	
129.0		Siva masna glina	. 22	
131.0		Zelena peskovita glina	. 23	

Slika 4.29.: Detalji stuba bušotine B-2/96 sa proslojcima masnih glina.

Za razliku od stuba iz ležišta Ćirinač i Lazine, u glinovitoj komponenti sedimenata bušotine B-2/96 najzastupljeniji su ilit i monmorionit, dok je kaolinit podređen (sl. 4.30.). U tri ispitana uzorka utvrđeno je i prisustvo manje količine interstratifikovanih minerala glina tipa ilit-monmorionit. Jedini izuzetak u celom stubu je uzorak tamnosive ugljevite masne gline (oznaka Ar-11), čija se glinovita komponenta sastoji od izrazito dominantnog kaolinita i male količine ilita. Interesantno je istaći da od ukupno 6 intervala sa masnim glinama, kaolinit dominira samo u jednom, dok su u ostalim uzorcima najzastupljeniji ilit i monmorionit.



Slika 4.30.: Procenjeno procentualno učešće minerala glina u ispitivanim uzorcima iz bušotine B-2/96.

Hemijske analize (tabela 4.23.) potvrđuju dobijeni mineralni sastav glinovite komponente, jer se jasno zapaža razlika kod uzorka Ar-11, koji se odlikuje izrazito višim sadržajem Al_2O_3 i H_2O^+ , kao i nižim sadržajem silicije, alkalija i magnezije.

	Ar-10	Ar-11	Ar-17	Ar-22	Ar-23
SiO_2	59.47	45.61	54.26	56.42	59.42
TiO_2	0.55	0.75	0.63	0.63	1.21
Al_2O_3	21.98	34.39	21.05	22.33	19.94
Fe_2O_3	4.39	3.71	5.77	3.84	4.81
MnO	0.04	0.08	0.05	0.04	0.04
CaO	0.72	0.92	1.11	1.41	0.93
MgO	0.91	0.58	1.54	0.89	1.52
K_2O	3.00	1.00	2.52	2.65	2.65
Na_2O	1.31	0.26	0.48	1.25	0.62
H_2O^-	2.53	0.48	5.77	3.15	3.69
H_2O^+	5.52	12.60	7.25	7.83	5.55
Ukupno	100.42	100.38	100.43	100.44	100.38

Tabela 4.23: Hemijski sastav (%) glina iz bušotine B-2/96 (analitičari M. Kostić i V. Stojanović). Ukupno gvožđe izraženo kao Fe_2O_3 .

Iz rezultata proučavanja glinovite komponente iz dva stuba Aranđelovačkog basena može se zaključiti sledeće:

1. Glinovita komponenta na području centralnog dela basena (ležišta Ćirinac i Lazine) izgrađena je pretežno od kaolinita, što se naročito odnosi na glinovito-peskovite serije u kojima se nalaze viši i niži nivo vatrostalnih glina. Između te dve izrazito kaolinitonosne serije sedimenata nalazi se debela serija sivozelenog glinovitog peska, u čijoj glinovitoj komponenti dominiraju monmorionit i ilit.
2. U okviru kaolinitonosne serije sedimenata u ležištu Ćirinac mestimično je konstatovano prisustvo nekoliko tanjih sočiva monmorionitsko-ilitskih glina sa podređenim sadržajem kaolinita.
3. Glinovita komponenta u zapadnom delu basena, na području bušotine B-2/96, izrazito je polimineralnog karaktera, u čijem sastavu dominiraju ilit i monmorionit, dok je kaolinit manje zastupljen. Interstratifikovani minerali glina tipa ilit-monmorionit nalaze se u nekoliko uzoraka u manjoj količini.

4.3.1.3. Analiza prognoznih kriterijuma resursa kaolinitiskih glina Arandelovačkog basena

4.3.1.3.1. Prognozni kriterijumi raspadanja

Pošto su klimatski, tektonski i geomorfološki prognozni kriterijumi za šire područje Arandelovačkog basena ujednačeni, najveća pažnja biće posvećena najvažnijim prognoznim kriterijumima, to jest petrološkom i geohemijskom. Ovi kriterijumi biće uporedo razmatrani kroz analizu matičnih stena i procesa koji su doveli do stvaranja minerala glina.

Primarni izvori minerala glina

Sigurno dokazan i apsolutno najznačajniji primarni izvor minerala glina u sedimentima Arandelovačkog basena je kora raspadanja na granitoidima Bukulje. Ostali mogući izvori minerala glina su gnajsevi i škrijlci iz kontaktnog omotača Bukulje.

I Granitoidi Bukulje

Geološke karakteristike i zonalnost kore raspadanja na granitoidu Bukulje

Granitoidni masiv Bukulje predstavlja matičnu stenu na kojoj je formirana kaolinska kora raspadanja, čijim je kasnijim pretaložavanjem stvoren čitav niz ležišta sedimentnih kaolinitiskih glina u Arandelovačkom tercijarnom basenu. Nakon kraćeg prikaza granitoida Bukulje i ležišta kaolina Garaši, razmotriće se proces kaolinizacije granita.

Granitoidni masiv Bukulje, koji je danas otkriven na površini od oko 40 km², sastoji se uglavnom od srednjozrnih i sitnozrnih biotitskih i biotit-muskovitskih granitmonconita hipidiomorfno-zrnaste strukture. U severnom obodnom delu masiva preovlađuju sitnozrni i aplitoidni varijeteti, a u južnom porfiroidni, dok se u centralnom delu masiva nalazi jedna zona sa krupnozrnim granitima. U širem SZ obodnom području granitoidni masiv pokazuje nešto sitnozrniju strukturu i nešto alkalniji sastav, uporedo sa povećavanjem sadržaja muskovita i kalijskih feldspata i sporadičnim razvićem grajzena što, prema Divljanu i Cvetiću (1991), ukazuje na intenzivne procese alkalno-silicijske metasomatoze.

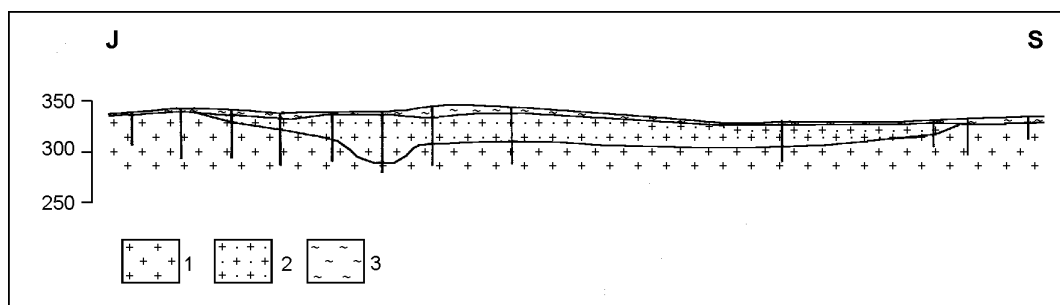
Granitoidi Bukulje su uglavnom ujednačenog mineralnog sastava, sa sledećim osnovnim mineralima: kvarc, plagioklasi, kalijski feldspati, biotit i muskovit. Osnovne razlike u mineralnom sastavu ogledaju se u odnosu biotita i muskovita, pa se prema tome i izdvajaju biotitski i dvoliskunski graniti. Prema Jelenkoviću (1991) kvarc i K-feldspati su zastupljeniji u dvoliskunskim, a plagioklasi u biotitskim granitima. Isti autor navodi i sledeće vrste hidrotermalnih alteracija: silifikaciju, albitizaciju, grajzenizaciju, sericitizaciju, hloritizaciju, argilizaciju (u okviru rasednih zona), hematitizaciju i karbonitizaciju, dok za limonitizaciju i kaolinizaciju smatra da su površinskog (supergenog) karaktera.

Na južnim padinama Bukulje nalazi se ležište kaolina Garaši, koje je otkriveno početkom sedamdesetih godina (Mihajlović, Prokić 1973), a zatim detaljno istraživano do 1986. godine (Atanasković 1983c, 1986b).

Ležište kaolina Garaši odlikuje se neravnomernim stepenom alteracije primarnog granita, kao i prisustvom mestimično veoma brojnih kvarcnih žica i znatno ređe pegmatita i aplita. U severnom delu zapadnog revira utvrđeno je, pored kaolina, i prisustvo kaolinitiskih glina, što ukazuje na prirodno "šlemovanje" kaolina i deponovanje fine glinovite frakcije u udubljenjima paleoreljefa. Kaolin sa dubinom prelazi u neizmenjene granite. Boja kaolina je promenljiva, od bele do žućkaste, ređe crvenkaste ili ljubičaste. Debljina kaolina dostiže do 90 m u rasednim zonama, a prosečna debljina iznosi oko 30-35 m. Sadržaj koncentrata kaolina frakcije -0.063 mm (na kojoj su vršene delimične i kompletne hemijske analize i ispitivanja vatrostalnosti) iznosi oko 30 % (Atanasković, 1983c). Međutim, ti podaci odnose se na debljinu "produktivnog kaolina". Naime, prilikom istraživanja ležišta Garaši nisu izdvajane različite zone kore raspadanja po vertikali. Razdvajanje produktivnog i neproduktivnog kaolina izvršeno je prema vatrostalnosti frakcije $-0,063\text{ mm}$, pri čemu je minimalna vatrostalnost koncentrata produktivnog kaolina iznosila 26 SK. Na kompozitnim uzorcima

produktivnog kaolina vršena su mineraloška ispitivanja i kompletne hemijske analize. Prilikom kartiranja bušotina često nije mogao makroskopski da se izdvoji produktivni od neproduktivnog kaolina, dok je neki put neproduktivni kaolin označavan kao kaolinisani granit nižeg stepena alteracije (Atanasković, 1983c i 1986b).

Pošto je postojanje različitih zona sa karakterističnim mineralnim sastavom u vertikalnom profilu kaolinskih kora raspadanja bitan kriterijum za razmatranje njihove geneze, izvršeno je, na osnovu podataka iz bušotina sa jednog istražnog profila, vertikalno izdvajanje produktivnog i neproduktivnog kaolina, pri čemu se jasno uočavaju dve zone kore raspadanja (sl. 4.39.).



Slika 4.39.: Geološki profil ležišta kaolina Garaši (prema podacima Atanaskovića, 1986b). 1. Slabije kaolinisani granit (niža zona); 2. kaolin (viša zona); 3. zemljište i sedimentni nanos. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.

Zone kore raspadanja u potpunom profilu	Zone kore raspadanja na Bukulji (debljina)	Osnovni minerali
Kaolinska zona		
Zona alkalnih kaolina	Viša zona (30 m)	Kvarc, kaolinit, K-feldspat
Ilitsko-monmorionitska zona	Niža zona (20 m)	Kvarc, feldspati, liskuni, ilit, monmorionit, kaolinit
Zona dezintegracije	Nije nabušena	Primarni minerali, malo minerala glina
Neizmenjena stena		Kvarc, feldspati, liskuni

Tabela 4.24.: Šematski prikaz predpostavljenog položaja više i niže zone kore raspadanja na Bukulji u odnosu na potpuni teoretski profil kore raspadanja.

Kao što se iz tabele 4.24. vidi, viša zona kaolinske kore raspadanja u ležištu Garaši odgovara zoni alkalnih kaolina u potpuno razvijenom profilu kaolinske kore raspadanja.

Mineralni sastav više zone je detaljnije proučen i biće u daljem tekstu prikazan, dok za nižu zonu nema podataka o mineralnom sastavu niti su rađene kompletne hemijske analize. Stoga su za njihovo razdvajanje mogli da posluže samo podaci delimičnih hemijskih analiza i ispitivanja vatrostalnosti, čije su prosečne vrednosti po zonama u okviru jednog karakterističnog istražnog profila prikazane u tabeli 4.25.

	Viša zona	Niža zona
SiO ₂	53.96	58.52
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	29.14	24.93
Fe ₂ O ₃	2.64	2.78
CaO+MgO+K ₂ O+Na ₂ O	5.24	8.52
G.ž.	9.02	5.25

SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (mol.)	3.14	3.98
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ (mol.)	17.29	14.05
Al ₂ O ₃ /CaO+MgO+Na ₂ O+K ₂ O	5.56	2.93
Vatrostalnost, SK	30	16/17
Sadržaj frakcije <0,063 mm	30.31	19.58

Tabela 4.25: Prosečan hemijski sastav (u %) više i niže zone kore raspadanja u ležištu Garaši na osnovu prosečnih vrednosti delimičnih hemijskih analiza po bušotinama jednog istražnog profila (obrađeno prema podacima Atanaskovića, 1986b).

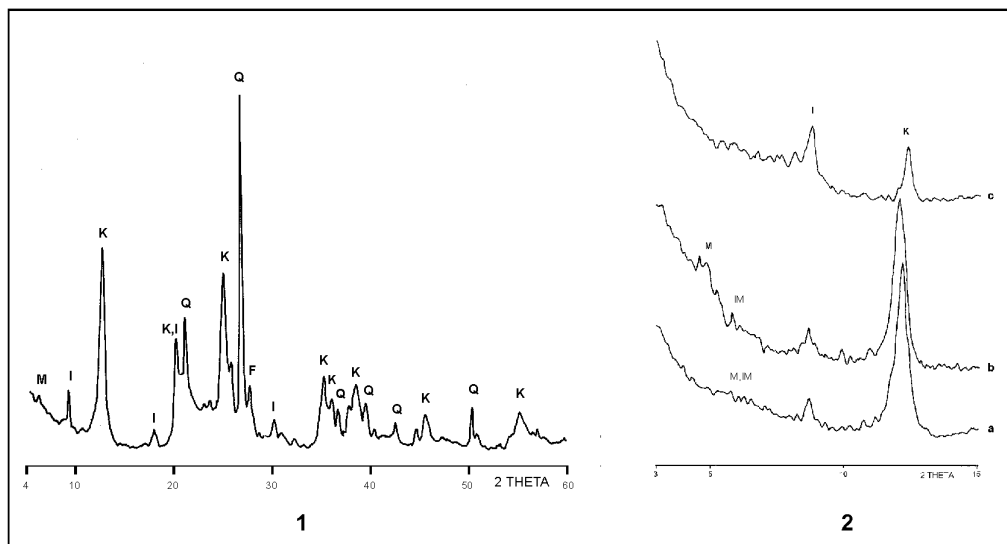
Ovi podaci, iako nepotpuni, ukazuju na postojanje dve potpuno različite zone kore raspadanja. Po svom mineralnom sastavu viša zona predstavlja kaolinitsku zonu kore raspadanja. Niža zona je najverovatnije ilitsko-kaolinitsko-monmorionitskog sastava, sa visokim sadržajem alkalija. Niske vrednosti gubitka žarenjem indiciraju povećano prisustvo feldspata, a snižen sadržaj aluminije ukazuje na manju količinu kaolinita, što se uz skoro nepromenjen sadržaj Fe₂O₃ odražava i na veoma nisku vatrostalnost koncentrata kaolina iz niže zone, koja u prikazanom profilu iznosi oko 16/17 SK.

Kaolin više zone sastoji se od kvarca, feldspata, muskovita, biotita, kaolinita i halozita, ilita, amorfnih hidroksida gvožđa i vermikulita u tragovima (Maksimović i Nikolić, 1978), dok Atanasković (1983c) navodi, na osnovu proučavanja Nikolića, i prisustvo hlorita, ali ne i hidroksida gvožđa. Jović i saradnici (1993) proučavali su mineralni sastav glinovite frakcije kaolina. Uzorak 3-1 potiče iz najvišeg dela proučenog profila visine oko 6 m, a uzorak 3-19 iz najnižeg dela istog profila.

U glinovitoj frakciji kaolinit je izrazito dominantan mineral, dok se kvarc i ilit javljaju u malim količinama. Feldspat se nalazi u tragovima u frakciji -0,005 mm, a u frakciji -0,002 mm ga nema. Na difraktogramu uzorka 3-19 primećuju se tragovi monmorionita, a indicirano je i prisustvo halozita u tragovima.

Proučavanje ova dva uzorka pokazalo je da je mineralni sastav kaolina na ispitivanom profilu veoma ujednačen, uz nešto veći sadržaj monmorionita u uzorku iz nižeg dela profila. To, međutim, može da bude i posledica različite veličine čestica ispitivanih uzoraka, jer je poznato da se monmorionit koncentriše u najfinijim frakcijama gline.

U ležištu kaolina Garaši javljaju se mestimično i tipične sedimentne kaolinitske gline, nastale prirodnim taloženjem finijih čestica gline u manjim udubljenjima paleoreljefa. Rendgenski difraktogram rovnog uzorka gline pokazao je povećano prisustvo kaolinita u odnosu na rovni kaolin, i smanjen sadržaj kvarca i naročito feldspata. Takođe je vidljivo i prisustvo tragova monmorionita. Na difraktogramima tretiranih preparata izdvojene glinovite frakcije (sl. 4.40.) jasno se vidi da je kaolinit izrazito dominantan mineral, uz koji se nalazi i manja količina ilita. Na difraktogramu preparata zasićenog glicerinom uočava se prisustvo male količine monmorionita i interstratifikovanog minerala tipa ilit-monmorionit.



Slika 4.40.: Rendgenski difraktogram ravnog uzorka (1) i glinovite frakcije (2) kaolinitičke gline iz ležišta Garaši. K - kaolinit, I - ilit/liskun, M - monmorionit, IM - interstratifikovani ilit-monmorionit, Q - kvarc, F - feldspat.

Raspadanje granitoida Bukulje

Procesu raspadanja granitoida Bukulje bili su podvrgnuti pre svega feldspati, a zatim delom i biotit i muskovit, dok je kvarc ostao svež. Raspadanje se vršilo prvenstveno pod dejstvom meteorskih, slabo mineralizovanih voda. Brzina raspadanja primarne stene zavisila je od makro- i mikropukotina, kao i prisustva raseda ili rasednih zona. Pored toga, proces raspadanja bio je potpomognut prisustvom organskih kiselina i ugljen-dioksida, koji su zajedno sa vodom dolazili u dodir sa primarnim mineralima granita. Raspadanje granitoida Bukulje odvijalo se u sredini sa generalnim pH vrednostima između 5 i 9 pošto je to područje u kojem je Al_2O_3 komponenta nerastvorna, a SiO_2 komponenta relativno malo rastvorna.

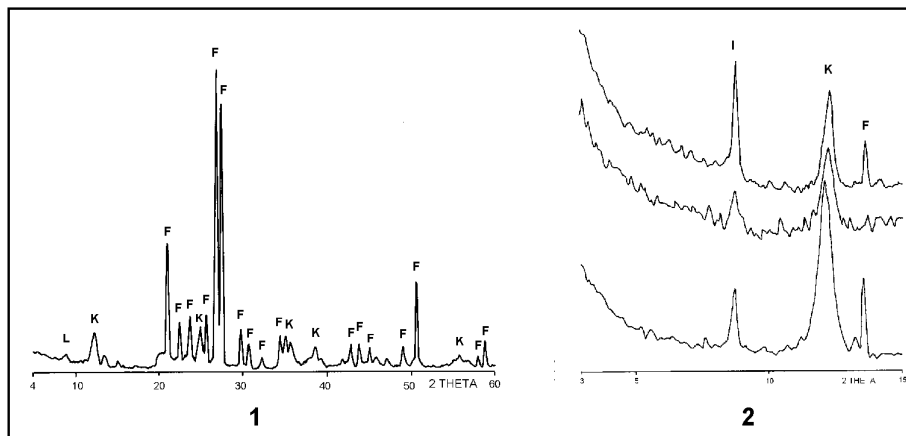
U svežem granitu Bukulje plagioklasi dominiraju nad kalijским feldspatima, dok se u kaolinu nalazi pretežno K-feldspat. Prema ispitivanjima Knežević-Đorđević i saradnika (1993), kalijški feldspat iz biotitskih granita sadrži oko 10 % albiske komponente, dok je plagioklas u granitima predstavljen oligoklasom i/ili andezinom. Po tome se može zaključiti da su plagioklasi uglavnom raspadnuti, dok je albit iz ortoklasa najverovatnije ostao relativno svež. U rovnom kaolinu biotit preovlađuje nad muskovitom i znatno je transformisan (Nikolić i dr., 1978). Prema istim autorima, deo kaolinita i halozita vezan je za skeletne transformisane agregate feldspata, odakle nije mogao da bude oslobođen prilikom izdvajanja različitih granulometrijskih frakcija, što negativno utiče na iskorišćenje koncentrata kaolina. Sadržaj ilita se smanjuje u sitnijim frakcijama kaolina, što ukazuje da je bar jednim delom nastao mehaničkim usitnjavanjem i transformacijom muskovita.

Poharc-Logar i Logar (1990) utvrdili su, proučavajući kaolinisane granite Pločnika (severne padine Bukulje kod mesta Partizani), da se kaolinit i haložit javljaju kao jedini produkti alteracije K-feldspata.

Raspadanje granita Bukulje proučavala je i L. Nikolić (1978), ali na drugom lokalitetu na profilu ukupne debljine 2 m. Stoga ostaje otvoreno pitanje da li se radi o istovremenom procesu kaolinizacije kao i u ležištu Garaši, ili je tu možda reč o dosta mlađoj kori raspadanja, čiji se produkti u tom slučaju ne mogu u potpunosti korelisati sa starijom korom raspadanja. Isti autor navodi sericitizaciju feldspata, naročito plagioklasa, koju smatra prvom fazom alteracije feldspata, dok vermikulit, koji se javlja u malim količinama, predstavlja krajnji produkt raspadanja biotita kroz međufazu izgrađenu od interstratifikovanih minerala.

S obzirom na značaj raspadanja feldspata kao osnovnog materijala za stvaranje minerala glina, proučen je jedan uzorak raspadnutog feldspata iz pretaloženog bloka kaolinisanog granita koji se nalazio u ležištu vatrostalnih glina Ćirinac u Arandjelovačkom basenu. Uzorak feldspata nije potpuno

čist, već sadrži mehaničke primese liskuna i glinovitog materijala, koji nisu mogli u potpunosti da se odstrane usled velikog stepena alteracije uzorka. Sa difraktograma rovnog uzorka (sl. 4.41) zapaža se da je kaolinit najzastupljeniji mineral glina, dok se liskun (pretežno biotit pošto se odlikuje samo baznim pikom na oko 10 Å) javlja u tragovima. Na difraktogramu glinovite frakcije takođe se vidi da je kaolinit najzastupljeniji mineral, a praćen je ilitom. To potvrđuje da je kaolinit dominantan produkt raspadanja feldspata, barem u danas najvišoj sačuvanoj zoni kore raspadanja.



Slika 4.41: Rendgenski difraktogram raspadnutog feldspata iz bloka kaolinisanog granita iz ležišta Ćirinac u Aranđelovačkom basenu. 1. rovní uzorak, 2. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom, c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, L - liskun/ilit, F - feldspat.

Krajnji produkt raspadanja primarnih minerala iz granitoida Bukulje, pre svega feldspata a u manjoj meri i biotita i muskovita, predstavlja kaolinit, koji je izrazito dominantan mineral glina (frakcija kaolina -0,044 mm sadrži oko 80 % kaolinita i oko 10 % ilita od minerala glina). Osim kaolinita, stvorene su i male količine ilita, dok se monmorionit nalazi u tragovima. Ponovo treba naglasiti da se sve ovo odnosi samo na najvišu, kaolinitsku zonu kore raspadanja.

Upoređujući mineralni sastav svežeg granita i rovnog kaolina u ležištu Garaši može se zaključiti sledeće:

1. Najveći deo plagioklasa pretvoren je u kaolinit, dok je samo deo kiselih plagioklasa ostao neizmenjen. Što se tiče K-feldspata, jedan deo je takođe pretvoren u kaolinit, deo je ostao neizmenjen, pri čemu je jedan deo feldspata samo načet kaolinizacijom.
2. Biotit je delimično izmenjen, pri čemu su stvoreni kaolinit i limonit; muskovit je znatno manje alterisan u odnosu na biotit.
3. Kvarc je ostao neizmenjen.

U nižoj zoni, čiji mineralni sastav nije proučavan, može se pretpostaviti da je na račun plagioklasa stvoren monmorionit, K-feldspata ilit i kaolinit, a biotita vermikulit ili kaolinit, s tim što nije isključeno da je naknadno proces argilizacije mogao da se nastavi u pravcu kaolinizacije.

Upoređujući raspadanje primarnih minerala iz granitoida Bukulje sa podacima o raspadanju primarnih minerala koje daju različiti autori (tabela 4.26), može se zaključiti da je u osnovi slično, s tim što je proces raspadanja granitoida Bukulje bio nešto slabijeg intenziteta, to jest dobar deo primarnih minerala ostao je neizmenjen ili samo delimično izmenjen.

Primarni mineral	Minerali glina	Lokalitet
Plagioklasi	kaolinit (viša zona) monmorionit (niža zona)	Bukulja
K-feldspati	kaolinit, ilit (viša zona) ilit, kaolinit (niža zona)	
Biotit	Kaolinit (viša zona) Vermikulit, kaolinit (niža zona)	
Muskovit	Kaolinit (viša zona)	
K-feldspati	Kaolinit	Čekin, Fin'ko, Samotoin, 1974
Oligoklas	Halojzit	
Andezin, labrador	Monmorionit, kaolinit	
Muskovit	Kaolinit	
Feldspati	Kaolinit	Belorusija (Levyh, 1988)
Biotit	Kaolinit	
Biotit (sporija cirkulacija rastvora)	Hidrobiotit - vermikulit- kaolinit	
Muskovit	Kaolinit	
Amfiboli, pirokseni	Fe-monmorionit - Al-monmorionit - kaolinit	Ukrajina (Rusko, 1976)
Feldspati	Kaolinit	
Muskovit	Kaolinit	
Biotit	Monmorionit, kaolinit	
K-feldspati	Kaolinit	Tardy et al., 1973
Plagioklasi	Kaolinit	
Biotit	Kaolinit	

Tabela 4.26: Produkti raspadanja primarnih minerala granitoida Bukulje i drugih granitoida (prema različitim autorima).

Da od biotita može da nastane kaolinit relativno dobrog kvaliteta pokazuju proučavanja Melke i Valina (1974), koji su prikazali delimičnu alteraciju biotita uz stvaranje kaolinita. Alteracija se odvija po liskama biotita, tako da se unutar zrna nekadašnjeg svežeg biotita smenjuju biotit i kaolinit. U tabeli 4.27. prikazan je prosečan hemijski sastav biotitskih i kaolinitskih partija.

	Tamne (biotitske) partije	Svetle (kaolinitске) partije
SiO ₂	34.09	42.18
TiO ₂	1.42	0.90
Al ₂ O ₃	18.38	32.93
Fe ₂ O ₃	20.35	4.34
MgO	3.97	2.56
CaO	0.03	0.07
Na ₂ O	-	-
K ₂ O	7.71	1.28

Tabela 4.27.: Prosečan hemijski sastav biotitskih i kaolinitskih partija (Melka i Valin, 1974).

Hemizam raspadanja granita Bukulje razmotriće se preko podataka hemijskih analiza svežeg granita, rovnog kaolina i koncentrata kaolina različitih frakcija (tabela 4.28.).

	1	2	3	4
SiO ₂	72.70	70.11	51.04	48.14
TiO ₂	0.23			0.38
Al ₂ O ₃	15.05	18.33	31.60	34.14
Fe ₂ O ₃	2.02	2.01	2.56	2.50
CaO	1.72	0.80	0.61	0.22
MgO	0.58	0.57	0.51	0.58
K ₂ O	4.14	2.50	2.22	1.00
Na ₂ O	3.09	1.44	0.89	0.06
H ₂ O ¹¹⁰	0.12			
H ₂ O ¹⁰⁰⁰	0.56			
H ₂ O (G.Ž.)		4.26	10.56	12.98
Ukupno	100.21	100.02	99.99	100.00

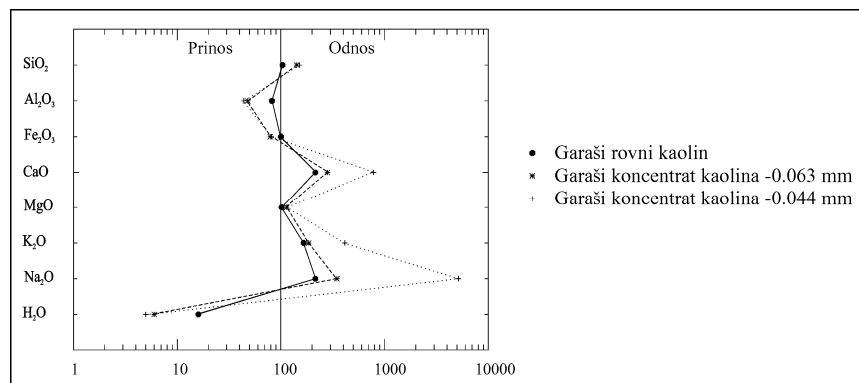
Tabela 4.28.: Hemijski sastav (u %) granita Bukulje, rovnog kaolina i koncentrata kaolina iz ležišta Garaši. 1 - Biotitski granit (Đorđević-Knežević i dr., 1993); 2 - rovni kaolin; 3 - koncentrat kaolina -0,063 mm (istočni revir); 4 - koncentrat kaolina -0,044 mm (2-4 prema Atanaskoviću, 1983c). Iz analize svežeg granita nisu prikazane vrednosti za MnO i P₂O₅ jer nemaju sa čim da se uporede, a ukupno gvožđe prikazano je kao Fe₂O₃.

Iz tabele 4.28. može se videti da razlike u hemijskom sastavu svežeg granita i rovnog kaolina ukazuju na značajne promene u mineralnom sastavu kaolina. Najznačajnije razlike u hemizmu granita i kaolina ogledaju se u izraženom smanjenju sadržaja alkalija (naročito Na₂O) i kalcije, dok se sadržaj magnezije povećava. Sve to posledica je raspadanja feldspata i stvaranja minerala glina, pre svega kaolinita. Zbog toga dolazi i do povećanja sadržaja aluminije i H₂O. Sadržaji silicije i Fe₂O₃ neznatno se smanjuju.

Hemijska analiza koncentrata kaolina frakcije -0,063 mm pokazuje da dolazi do izrazitog smanjenja sadržaja silicije zbog izdvajanja kvarca u krupnijim frakcijama. Srazmerno tome raste sadržaj aluminije i vode kao posledica koncentracije kaolinita. Smanjenje sadržaja alkalija je znatno niže u odnosu na promene svež granit - rovni kaolin, što znači da je dobar deo feldspata ostao u ovoj klasi koncentrata kaolina. Sadržaj Fe₂O₃ se znatno povećava i govori nam da se gvožđe nalazi uglavnom u vidu limonita i koncentriše u finijim frakcijama kaolina. Sadržaj zemnoalkalija je relativno malo smanjen.

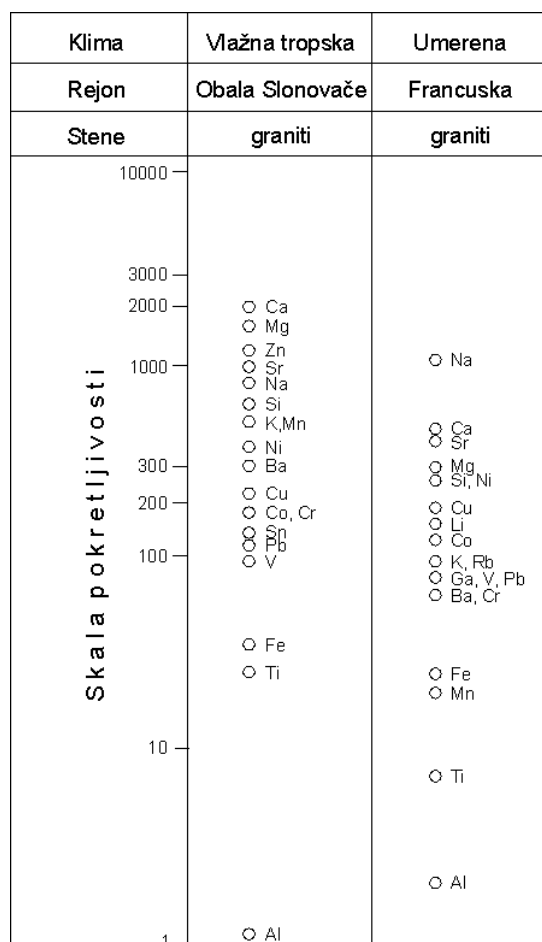
Kod koncentrata kaolina frakcije -0,044 mm ponovo dolazi do izrazitog smanjenja sadržaja alkalija i CaO usled izdvajanja feldspata; ilit je u ovoj frakciji najzastupljeniji kalijski mineral. Ostale promene ogledaju se u neznatnom smanjenju sadržaja silicije i odgovarajućem povećanju sadržaja aluminije i vode, dok se sadržaj gvožđa skoro ne menja.

Promene hemijskog sastava od svežeg granita do koncentrata kaolina prikazane su i preko dijagrama relativnog prinosa i odnosa pojedinih oksida (sl. 4.42).



Slika 4.42: Dijagram relativnog prinošenja i odnošenja (prema Garrels & Mackenzie, 1971) pojedinih oksida u kaolinu i koncentratima kaolina ležišta Garaši u odnosu na svež granit.

Na prikazanom dijagramu potvrđuje se izražena koncentracija Al_2O_3 i H_2O i nešto slabija Fe_2O_3 , dok je najveće izluživanje Na_2O i CaO , a nešto manje K_2O i MgO . To je u saglasnosti sa teorijskim geohemijskim karakteristikama Ca, Na, Mg i K. Ukoliko se uporedi relativna mobilnost pojedinih komponenti pri raspadanju granita Bukulje sa podacima koje navode Tardy et al. (1975), vidi se da je najslabija primeru raspadanja granita Francuske u umerenim klimatskim uslovima (sl. 4.43). To takođe potvrđuje relativno nizak stepen alteracije granita Bukulje.



Slika 4.43: Relativna pokretljivost elemenata pri raspadanju granita (prema Lelong et al. 1976).

Raspadanje granita Bukulje ispitano je i preko karakterističnih koeficijenata i indeksa raspadanja (tabela 4.29). Proučeni su svi koeficijenti i indeksi raspadanja stena koji se koriste u praksi (Jović, 1992), a kao najpogodniji su se pokazali sledeći: PI, WI, CIA i Ki. Takođe su korišćeni i odnosi Al_2O_3/K_2O+Na_2O i Al_2O_3/Fe_2O_3 .

Vrednosti indeksa PI i WI, kao i koeficijenta Ki opadaju sa povećanjem stepena alteracije stene, dok vrednosti indeksa CIA i odnosa Al_2O_3/K_2O+Na_2O rastu sa stepenom alteracije stene. Vrednost odnosa Al_2O_3/Fe_2O_3 prema dobijenim rezultatima raste sa stepenom alteracije granita.

	Svež granit	Rovni kaolin	Kaolin -0.063 mm	Kaolin -0.044 mm
PI	88	86	72	69
Ki	8.2	6.5	2.7	2.4
WI	69	38	30	11
CIA	54	74	86	96
Al_2O_3/K_2O+Na_2O	1.6	3.6	8.2	28.9
Al_2O_3/Fe_2O_3	11.7	14.3	19.3	21.4

Tabela 4.29: Koeficijenti i indeksi raspadanja granita i kaolina Bukulje na osnovu podataka hemijskih analiza iz tabele 4.28.

Indeks PI i koeficijent Ki pokazuju da je ispiranje (odnošenje) silicije tokom raspadanja granita i stvaranja kaolina vrlo malo. Indeksi WI i CIA i odnos Al_2O_3/K_2O+Na_2O svedoče, međutim, da je izluživanje alkalija i zemnoalkalija tokom stvaranja kaolina vrlo značajno. Isti indeksi, koeficijenti i odnosi pokazuju da u izdvojenim frakcijama kaolina dolazi do izrazitog izdvajanja silicije (kvarca) i alkalija (pretežno iz feldspata). Međutim, izdvajanje silicije između dve frakcije kaolina dosta je malo, ali je zato smanjenje sadržaja alkalija veoma izraženo, što se najbolje vidi preko odnosa Al_2O_3/K_2O+Na_2O . Odnos Al_2O_3/Fe_2O_3 pokazuje da je u procesu raspadanja granita Bukulje stepen koncentracije aluminije viši u odnosu na stepen koncentracije Fe_2O_3 , a isti trend se zapaža i u izdvojenim frakcijama kaolina.

II Gnajsevi Bukulje

Drugi primarni izvor minerala glina, i to u znatno podređenom obimu, mogla je da bude kora raspadanja na gnajsevima.

Prema ispitivanjima Divljana (1961), gnajsevi na području Arandjelovca sastoje se od oko 29 % kvarca, 31 % mikroklina, 35 % kiselih plagioklasa i oko 4 % biotita. Prosečan hemijski sastav tri uzorka gnajsa (Divljan, 1961) prikazan je u tabeli 4.30. Iz tabele se vidi da su gnajsevi malo bogatiji silicijom a siromašniji aluminijom i gvožđem u odnosu na granite Bukulje. Po tome bi čak predstavljali povoljniju matičnu stenu za kaolinizaciju. Međutim, njihovo relativno malo današnje rasprostranjenje objašnjava potencijalno mali udeo tog materijala u sedimentima Arandjelovačkog basena.

SiO ₂	75.32	CaO	0.69
TiO ₂	0.20	K ₂ O	4.58
Al ₂ O ₃	13.29	Na ₂ O	4.20
Fe ₂ O ₃	0.55	CO ₂	0.12
FeO	0.79	H ₂ O	0.64
MnO	0.07	Ukupno	100.56
MgO	0.11		

Tabela 4.30: Prosečan hemijski sastav gnajseva (u %) Bukulje (Divljan, 1961).

S obzirom na sličan mineralni i hemijski sastav gnajseva i granita Bukulje može se reći da bi i produkti sinhronne kore raspadanja bili slični, pa su i svi procesi koji su se, eventualno, dešavali u hipotetičkoj kori raspadanja na gnajsevima bliski onima u granitima. Ukoliko u basenu i ima minerala glina poreklom iz gnajseva, bilo bi veoma teško dokazati da li su baš iz kore raspadanja gnajseva ili granita.

III Škriljci

Različiti škriljci koji se nalaze u jugoistočnom obodu Arandjelovačkog basena mogli su da predstavljaju jedan od izvora minerala glina. Međutim, odsustvo ilita (koji je inače karakterističan sastojak glina nastalih raspadanjem škriljaca) u glinama ležišta Baljkovica, ne ide u prilog škriljcima kao matičnom materijalu. Osim toga, paleoreljef i deo oboda jugoistočnog dela Arandjelovačkog basena čine krečnjaci donje krede, što je takođe jedna od činjenica koja ne ukazuje na škriljce kao izvor minerala glina.

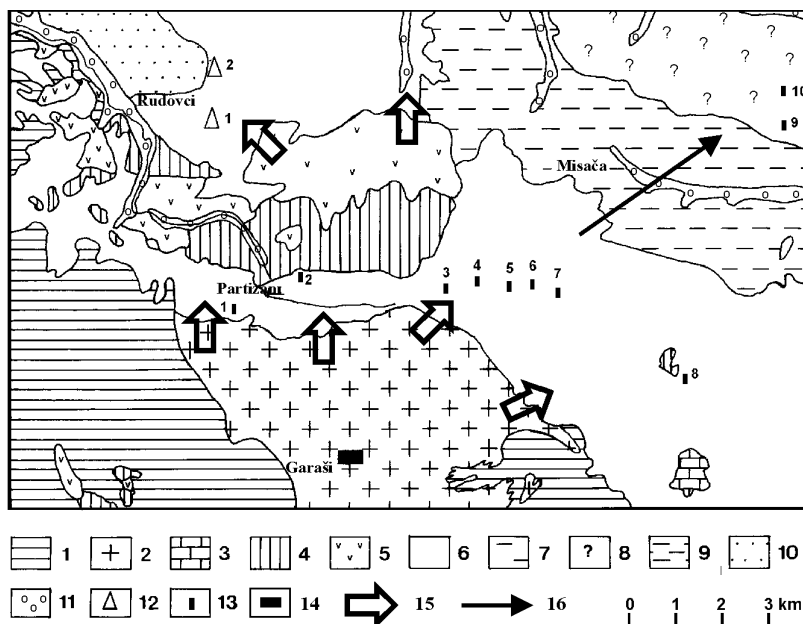
4.3.1.3.2. Prognozni sedimentološki kriterijumi

4.3.1.3.2.1. Litofacijalni kriterijumi

Mobilizacija i transport materijala kore raspadanja na Bukulji odvijali su se prvenstveno pod dejstvom sile gravitacije - klišenjem i odronjavanjem ogromnih masa nevezanog ili slabo vezanog materijala kore raspadanja, izazvanog tektonskim pokretima. Drugi agens mobilizacije i transporta glinovitog materijala kore raspadanja bila je voda.

Smer pretaložavanja primarnog materijala

Na osnovu podataka dugogodišnjeg istraživanja sedimenata Arandjelovačkog basena utvrđeno je da praktično sav materijal vodi poreklo od stena granitoidnog masiva Bukulje, dok je udeo materijala poreklom iz krednih sedimenata zanemarljiv (nešto je češći u kvartarnim naslagama).



Slika 4.44.: Smer pretaložavanja kore raspadanja u Arandjelovački basen. 1. Metamorfni kompleks Bukulje i Vagana; 2. Granitoidi Bukulje; 3. Krečnjaci donje krede; 4. Gornjokredni fliš; 5. Daciti, andeziti i piroklastiti; 6. Slatkovodni prebadenski sedimenti; 7. Marinski baden; 8. Donji sarmat (?); 9. Panon Kolubarskog i Mladenovačkog basena; 10. Pont Kolubarskog basena; 11. Aluvion; 12. Ležišta vatrostalnih glina Kolubarskog basena (1. Rudovci, 2. Prkosava); 13. Ležišta kaolinitskih glina Arandjelovačkog basena (1. Slatina, 2. Krušik, 3. Bukovik-Partizani, 4. Ćirinac, 5. Vrbica, 6. Lazine, 7. Kapetanovo Polje-Rešetari, 8. Baljkovica, 9. Popovića

Oranica, 10. Košarno); 14. Ležište kaolina Garaši, 15. Smer erodovanja kore raspadanja i prinosa materijala u basen; 16. Pretpostavljeni smer naknadnog pretaložavanja materijala u basenu.

Stepen i brzina erozije

Da je masiv Bukulje znatno erodovan ukazuje činjenica da je danas ceo severni deo granitoida Bukuljen predstavljen svežim sitnozrnim granitima, sa kojih je odneta cela nekadašnja kora raspadanja. Step en erozije masiva Bukulje bio je veoma veliki, s obzirom na količinu deponovanog materijala kako u Aranđelovačkom, tako i u Belanovičkom basenu. Debljinu erodovane zone masiva Bukulje detaljno je proučavao Jelenković (1991) i procenio na 300-400 m, što predstavlja sasvim realan red veličine.

U narednoj tabeli prikazani su osnovni parametri stepena erozije i transporta kore raspadanja.

Površina granitoida Bukulje	40 km ²
Procenjena debljina erodovanog materijala	300 m
Ukupna zapremina erodovanog materijala	1,2*10 ¹⁰ m ³
Procenjena debljina kore raspadanja	
- zona alkalnih kaolina	30 m
- ilitsko-monmorionitska zona	20 m
Zapremina kore raspadanja	
- zona alkalnih kaolina	1,2*10 ⁹ m ³
- ilitsko-monmorionitska zona	0,8*10 ⁹ m ³
Ukupna zapremina erodovanog materijala u Aranđelovački basen (1/2 ukupne zapremine)	0,6*10 ¹⁰ m ³
Sadržaj kaolina u kori raspadanja	
- zona alkalnih kaolina	20 %
- ilitsko-monmorionitska zona	15 %
Količina glinovite komponente iz zone alkalnih kaolina erodovana u Aranđelovački basen	240.000.000 m ³ (480.000.000 t)
Količina glinovite komponente iz ilitsko-monmorionitske zone erodovana u Aranđelovački basen	120.000.000 m ³
Procenjena zapremina Aranđelovačkog basena (u delu sa klastičnim sedimentima)	0,5*10 ¹⁰ m ³
Do sada utvrđene i procenjene rezerve VKG u Aranđelovačkom basenu	35.000.000 t
Procenat rezervi VKG u odnosu na ukupne količine kaolinita iz zone alkalnih kaolina u Aranđelovačkom basenu	oko 7 %

Tabela 4.31: Parametri stepena erozije i transporta kore raspadanja u Aranđelovački basen.

Kao što se iz tabele vidi, dobijeno je dosta dobro slaganje ukupne količine erodovanog materijala sa Bukulje i zapremine dela Aranđelovačkog basena sa klastičnim sedimentima (to jest do marinskih badenskih sedimenata Misače i Orašca, u kojima provlađuju laporci i laporovite gline. Razliku od oko 0,1*10¹⁰ m³ predstavlja naknadno erodovani materijal sa Bukulje, kao i sekundarno pretaložavanje iz starijih u mlađe sedimente.

Što se tiče brzine erodovanja materijala, nju je teško pouzdano kvantifikovati. Douglas (1992, iz Curtis i Douglas 1994), prikazuje pretpostavljenu brzinu spiranja rekama zavisno od tektonskih karakteristika područja. Tako je za područja sa tektonskom aktivnošću i slabo vezanim glinovitim stenama brzina erozije rekama procenjena na oko 1000 t/km² za godinu dana, a za tektonski pasivne

oblasti 50-100 t/km² za godinu dana. Ukoliko to primenimo na područje Bukulje, uz generalizaciju da se to odnosi na celokupnu eroziju, red veličina za vreme spiranja varira od oko 100.000 godina u slučaju izrazite tektonske aktivnosti, do oko 300.000 godina. Ukoliko se uzme u obzir da je bilo i prekida u tektonskoj aktivnosti, kao i u samoj eroziji, to ukupno vreme može da se poveća na oko milion godina, što je opet sa aspekta geološkog vremena veoma brz proces. To se slaže sa mišljenjem Curtis & Douglas (1994), prema kojima se tektonika nekog područja menja u periodu 0,1-1 milion godina.

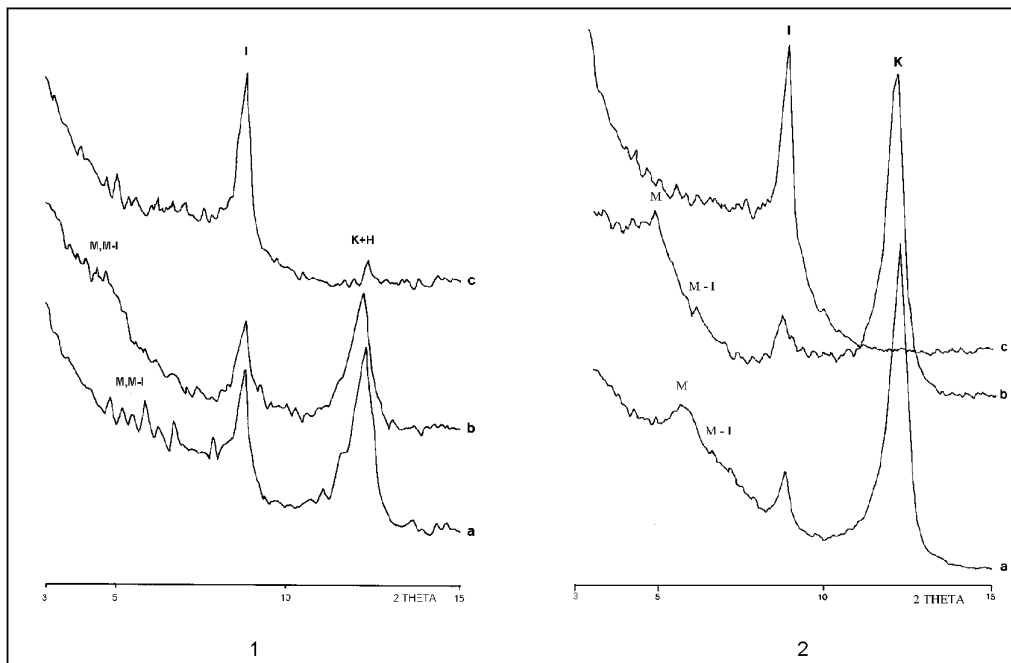
Diferencijacija materijala tokom transporta i deponovanja i stvaranje ležišta glina

Kao što je već naglašeno, mineralni sastav kaolinitskih glina zavisi od mineralnog sastava matične stene, to jest kaolinske kore raspadanja formirane na njoj. Poredeći mineralni sastav kaolina iz ležišta Garaši na Bukulji sa mineralnim sastavom kaolinitskih glina u ležištima Arandelovačkog basena može se lako zaključiti da je veoma sličan (tabela 4.32.). I u jednim i u drugim kaolinit je dominantan mineral glina, praćen manjom količinom ilita i vrlo malom monmorionita. Monmorionit, ilit i interstratifikovani minerali glina (inače vrlo retki u glinama Arandelovačkog basena) potiču najverovatnije iz niže zone kore raspadanja na Bukulji, čije je prisustvo indicirano na osnovu proučavanja profila ležišta kaolina Garaši. Za niže zone kaolinske kore raspadanja karakteristični su upravo ilit i monmorionit, koji se stvaraju u uslovima slabijeg izluživanja alkalijskih, zemnoalkalijskih i silicijevih.

	Kvarc	Feldspat	Liskun/ililit	Kaolinit
Garaši, rovni kaolin	40	24	10	23
Garaši, kaolin -0.063 mm	8	14	12	63
Garaši, kaolin -0.044 mm	8	1	9	77
Pločnik, kaolinski pesak	49	20	17	8
Košarno, K-5	45	8	13	28
Krušik, jako peskovita glina	31	18	12	33
Krušik, glina	24	13	12	38
Bukovik, laminirane gline	17	3	10	63
Lazine, ugljevit gline	12	2	12	60

Tabela 4.32: Procenjen mineralni sastav kaolina i kaolinitskih glina Arandelovačkog basena.

Da je mineralni sastav glina uglavnom nasleđen iz kore raspadanja najbolje pokazuje poređenje mineralnog sastava glinovite frakcije kaolinskih peskova ležišta Pločnik i keramičkih glina ležišta Krušik. Ova dva ležišta nalaze se na međusobnom rastojanju od oko jednog kilometra. U mineralnom sastavu glinovite komponente kaolinskih peskova iz ležišta Pločnik kaolinit je dominantan mineral, ali je i učešće ilita veoma visoko (sl. 4.45.), dok se monmorionit i interstratifikovani mineral glina tipa ilit-monmorionit javljaju u tragovima. Mineralni sastav glinovite frakcije keramičkih glina iz ležišta Krušik potpuno je isti, ali su kvantitativni odnosi drugačiji (sl. 4.45.). Kaolinit je izrazito dominantan mineral glina, ali je zato učešće ilita znatno smanjeno, dok je prisustvo monmorionita i interstratifikovanog ilita-monmorionita povećano. To potvrđuje već pominjanu činjenicu da su čestice ilita krupnije od čestica kaolinita, što bi ukazivalo da je dobar deo ilita nastao mehaničkim raspadanjem liskuna, pre svega muskovita.



Slika 4.45.: Rendgenski difraktogrami glinovite frakcije iz ležišta kaolinskog peska Pločnik (1) i ležišta keramičkih glina Krušik (2). a - orijentisani netretirani preparat glinovite frakcije; b - preparat zasićen glicerinom; c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/liskun, M - monmorionit, IM - interstratifikovani ilit-monmorionit, H - halojzlit.

Ispitivanje glinovite komponente dva kompletna stuba prikazana u ranijem tekstu, pokazalo je, međutim, da materijal koji je erodovan sa masiva Bukulje nije bio istog sastava. Većina autora koji proučavaju gline (Petrov, 1967, 1988; Kužvar i Neužil, 1972; Šabalin i Kirsanov, 1984; Očenaš i dr., 1984; Šamanina, 1985; Samama, 1989; Šamli (Chamley), 1989; Dombrovski (Dombrowski), 1993) smatra da su minerali glina u sedimentnim basenima, a naročito u slatkovodnim sredinama, izrazito terigenog karaktera. To dovodi do zaključka da proces raspadanja primarnih stena masiva Bukulje nije bio uvek isti na lokalnom nivou (u okviru samog masiva), niti je njegov intenzitet bio jednak. Naime, kaolinit je karakterističan za koru raspadanja granita, i to naročito za njene najviše delove. Nasuprot tome, ilit i monmorionit su, uz kaolinit, tipični minerali nižih delova kore raspadanja, u kojima je izlučivanje alkalija i zemnoalkalija znatno slabije izraženo. Pored toga ilit je karakterističan za pretežno fizičko raspadanje primarnih stena u uslovima tektonski aktivnih područja sa brзом erozijom i sedimentacijom alterisanog materijala. Sastav glinovite komponente dva proučena geološka stuba potvrdio je na posredan način i zaključak o postojanju dve različite zone u vertikalnom profilu ležišta kaolina Garaši na južnim padinama Bukulje, o čemu je diskutovano u delu ovog rada gde se opisuje proces raspadanja granita Bukulje.

Deo Arandjelovačkog basena u kome se nalazi bušotina B-2/96 izgrađen je od materijala koji, verovatno, vodi poreklo iz nižih delova kore raspadanja pošto su dominantni minerali ilit i monmorionit. Na niži stepen kaolinizacije granita na tom području oboda basena ukazuje i mineralni sastav glina iz ležišta Krušik, koje se nalazi zapadno od bušotine B-2/96, u kojima je povišeno prisustvo ilita i monmorionita u odnosu na vatrostatne gline centralnog dela Arandjelovačkog basena. Niži stepen alteracije materijala sa tog područja vidi se i iz sledeće tabele na kojoj su prikazani koeficijenti i indeksi raspadanja.

	Ar-10	Ar-11	Ar-17	Ar-22	Ar-23
PI	80	67	78	79	80
Ki	4.6	2.3	4.4	4.3	5.1
WI	42	15	33	40	35
CIA	77	92	79	75	78
Al ₂ O ₃ /(K ₂ O+Na ₂ O)	4.1	22.7	6.0	4.5	5.1
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	7.8	14.5	5.7	9.1	6.5

Tabela 4.33: Koeficijenti i indeksi raspadanja glina iz bušotine B-2/96 (na osnovu hemijskih analiza iz tabele 4.23.).

Na području ležišta Lazine i Ćirinac situacija je drugačija. Serija sedimenata na području ležišta Lazine (podina i povlata nivoa vatrostalnih glina), u kojima izrazito dominira kaolinit, i makroskopski i prema mineralnom sastavu podseća na koru raspadanja u ležištu kaolina Garaši na Bukulji, s tim što je tokom transporta materijala nestala struktura primarne stene. Prema tome, očigledno je da su sedimenti na području ležišta Lazine proizvod pretaložavanja viših delova kore raspadanja, a sam nivo vatrostalnih glina nastao je u uslovima mirne sedimentacije glinovitih čestica u jezersko-močvarnoj sredini.

Sastav glinovite komponente u sivozelenom glinovitom pesku, koji se nalazi između kaolinitonosnih serija ležišta Lazine i Ćirinac, i u kome od minerala glina dominira monmorionit (uz manje količine illita i kaolinita), ukazuje na pretaložavanje nižih delova kore raspadanja, slično kao i na području bušotine B-2/96. Nakon relativno ujednačenog perioda sedimentacije, tokom kojeg je nastala serija pomenutog sivozelenog glinovitog peska, dolazi do promena u uslovima sedimentacije na području ležišta Ćirinac i deponovanja heterogene glinovito-peskovite serije čiji su osnovni članovi (prema količini materijala) žutocrveni glinoviti pesak i peskovita glina, pretaloženi blokovi kaolina i beli, malo glinoviti pesak; u tim sedimentima nalaze se dva nivoa vatrostalnih glina, kao i tanji proslojci nevatrostalnih glina. Glinovito-peskovita serija ležišta Ćirinac nastala je u kontinentalnoj sredini, u uslovima proluvijalne sredine, na šta ukazuje heterogenost serije (od skoro čistih peskova do skoro čistih vatrostalnih masnih glina, uključujući sve moguće prelaze između njih), kao i pretaloženi blokovi kaolina, a materijal vodi poreklo iz viših delova kore raspadanja. Nastanak vatrostalnih glina oba nivoa može se objasniti kasnijim ispiranjem najfinije glinovite frakcije iz sedimenata i njenog deponovanja u lokalnim depresijama. Pri tome se ne sme isključiti mogućnost sekundarnog hemijskog raspadanja (kaolinizacije) pretaloženog sedimentnog materijala u subaerskim uslovima, kako to za pojedina sedimentna ležišta glina navode Kužvar i Neužil, 1972; Očenaš i dr., 1984; Dombrowski (Dombrowski), 1993.

Pojave nekoliko tanjih slojeva i manjih sočiva sivozelenih glina polimineralnog sastava, u kojima dominiraju illit i monmorionit, verovatno je posledica prinosa materijala iz nižih delova kore raspadanja. Razlike u sastavu glina sa tog područja jasno se vide iz tabele 4.34., u kojoj su prikazani koeficijenti i indeksi raspadanja.

	CLVG	C-3	C-4	C-6	CSVG	C-7
PI	75	77	77	83	74	77
WI	16	25	22	25	20	29
CIA	89	87	88	83	87	86
Ki	3.3	3.8	3.7	5.8	3.1	3.8
Al ₂ O ₃ /(K ₂ O+Na ₂ O)	15.5	8.5	9.9	6.4	13.2	7.6
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	16.8	7.5	9.7	5.6	13.9	8.1

Tabela 4.34.: Koeficijenti i indeksi raspadanja glina iz ležišta Ćirinac.

U toku procesa pretaložavanja kore raspadanja sa granita Bukulje došlo je do mehaničke diferencijacije čestica različite veličine. Zavisno od dužine i karaktera transporta i lokalnih uslova sedimentacije stvorili su se različiti varijeteti kaolinitskih glina, sa promenljivim sadržajem peskovite frakcije.

Prilikom prikaza Arandelovačkog basena rečeno je da se u centralnom delu basena generalno izdvajaju dva nivoa sa karakterističnim tipovima vatrostalnih glina: niži nivo koji se odlikuje razvićem pretežno ugljevitih glina, i viši nivo sa specifičnim laminiranim glinama. Na području Darosave stvoreni su kaolinski peskovi u ležištu Pločnik, kao i keramičke gline u ležištima Slatina i Krušik. Kod sela Stojnik u severoistočnom delu Arandelovačkog basena obrazovano je naše najveće ležište kaolinitskih glina Košarno. Sem toga, u ležištu Bukovik-Partizani do sada je utvrđeno prisustvo vatrostalnih glina koje su mineraloški i hemijski još uvek veoma slabo proučene, ali se po svojim sedimentološkim i morfološkim karakteristikama razlikuju i od vatrostalnih glina susednog ležišta Ćirinac, i od keramičkih glina ležišta Krušik.

Kaolinski peskovi ležišta Pločnik deponovani su u okviru deluvijalno-proluvijalne serije sedimenata koji se nalaze neposredno uz obod basena, a delimično zahvataju i najniže obronke Bukulje. Materijal iz ove serije transportovan je na kratkom rastojanju, od nekoliko stotina metara do jednog kilometra. Ti sedimenti predstavljaju direktno pretaloženu koru raspadanja, i za njih je karakteristično da je deo glinovite frakcije iz sedimenata ispran tokom transporta. Slične po uslovima stvaranja su peskovite keramičke gline u ležištu Slatina, kod kojih se ipak zapaža izvesna preraspodela materijala nakon sedimentacije, jer se u lokalnim depresijama delimično koncentrisala finija glinovita frakcija.

Sedimenti u ležištima Krušik, Ćirinac, Vrbica, Lazine i Kapetanovo polje stvarani su u proluvijalnim, jezerskim i močvarnim facijama, sa dužinom transporta od oko 2 km. Za sedimente ovih ležišta karakteristične su lokalne promene sedimentacionih uslova, sa oplićavanjem i produblivanjem basena i povremenim razvojem močvara, što je uslovalo stvaranje različitih varijeteta kaolinitskih glina.

Osnovna karakteristika nižeg nivoa vatrostalnih glina Arandelovačkog basena jeste značajno prisustvo dispergovane organske materije, a mestimično i proslojaka i slojeva uglja. Osim crnih ugljevitih glina koje su dominantne po količini, u ovom nivou se javljaju i druge po boji različite vrste glina - sive, smeđe, boje čokolade i zelene, koje nisu ugljevite, ali neki put sadrže fragmente uglja, što ukazuje na povremeno isušivanje vodenih površina i na razaranje i pretaložavanje slojeva uglja. Ugljevite gline, bogate organskom materijom, nastale su u mirnim močvarnim uslovima sa kontinuiranom sedimentacijom finih pelitskih čestica, dok su se krupnije frakcije sedimenata taložile samo u obodnim delovima močvara. Krupna frakcija ugljevitih glina pokazuje specifičan sastav, u kome od teških minerala dominiraju gvožđeviti minerali (magnetit, hematit, limonit, pirit), a u lakoj frakciji fragmenti organska materija, uz vrlo malo prisustvo kvarca i feldspata.

Na slične uslove sedimentacije, kao i isti matični materijal od kojih su nastale ugljevite gline ukazuju i odnosi sadržaja $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ i $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$. Ti odnosi pokazuju bliske vrednosti kod ležišta Vrbica i Lazine, pa i Kapetanovo Polje, dok je glina iz ležišta Baljkovica izuzetak po veoma niskom sadržaju alkalija. Međutim, treba reći da je to podatak samo jedne analize, tako da ne predstavlja reprezentativni uzorak. Međutim, odnos $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ primetno opada idući od ležišta Lazine ka jugoistoku basena, i to pre svega zbog porasta sadržaja gvožđa u glinama iz ležišta Kapetanovo Polje, a naročito Baljkovica. Interesantno je da su svi varijeteti glina iz nižeg nivoa ležišta Baljkovica obogaćeni gvožđem, što ukazuje na specifičnosti u razvoju tog dela basena i moguće prisustvo autigenih minerala nosilaca gvožđa.

Ostale navedene vrste vatrostalnih glina ovog nivoa formirane su u uslovima oscilacija nivoa vodenog stuba, kao i pojačanog terigenog prinosa krupnijih čestica. Česte promene u režimu sedimentacije uslovile su kako formiranje različitih varijeteta glina i njihovo međusobno smenjivanje, tako i proslojavanje vatrostalnih glina sa jalovim proslojcima - najčešće veoma peskovitim glinama, ali i slojevima uglja. Promene režima sedimentacije odražavaju se i kroz iste odnose $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ i $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$, koji su dosta varijabilni, što je i razumljivo jer se radi o glinama koje se javljaju u tankim slojevima, bez mogućnosti precizne korelacije na većem prostoru. Za ležište Bukovik-Partizani karakterističan je nizak odnos $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$, usled visokog sadržaja oksihidroksida gvožđa

u glinama, čija je boja obično sivožuta, sivocrvena ili sivoljubičasta sa karakterističnim pegama. U ležištu Krušik gline sadrže znatne količine feldspata, što se odražava na nizak odnos Al_2O_3/K_2O+Na_2O , kao i visok odnos SiO_2/Al_2O_3 .

Laminirane vatrostralne gline višeg nivoa stvorene su u specifičnim uslovima kontinualne sedimentacije usled čega uvek formiraju jedan jasno izražen sloj. Vrlo retko i samo u obodnim delovima ležišta Ćirinac zapažena je pojava proslojaka peskovitih glina unutar sloja laminiranih vatrostralnih glina. Nastanku sloja laminiranih glina prethodio je u centralnim delovima sedimentacionog basena močvarni stadijum razvića kada je stvoren tanak sloj uglja ili ugljevitih glina. Karakteristična genetska crta glina ovog nivoa jeste prisustvo raznobojnih lamina. U nižim delovima nivoa smenjuju se svetlosive i sivoplave lamine, najverovatnije prouzrokovane različitim sadržajem organske materije, dok u višim delovima nivoa svetlosive gline sadrže žute ili ređe crvenkaste lamine, izgrađene od minerala gvožđa (limonit, hematit, siderit), kao i manje količine kvarca, kaolinita i liskuna (Simić i dr., 1999).

Odnosi SiO_2/Al_2O_3 i Al_2O_3/K_2O+Na_2O kod laminiranih glina u ležištima Ćirinac i Vrbica veoma su slični, što je posledica istog matičnog materijala i fizičkih uslova sedimentacije. Međutim, velike razlike u odnosu Al_2O_3/Fe_2O_3 ukazuju na promene u režimu sedimentacije. Ovde treba naglasiti da markantan sloj laminirane gline, koji se jasno izdvaja od okolnih sedimenata, nije uniforman što se tiče međusobnog kvantitativnog odnosa sastojaka - krupnijih čestica kvarca, liskuna i feldspata i minerala glina (kaolinita). Viši deo sloja odlikuje se većim sadržajem krupnijih frakcija a manjim kaolinita, uz prisustvo brojnih lamina bogatih gvožđem. Nasuprot tome, donji deo sloja sadrži više kaolinita, a manje krupnijih čestica, dok lamine bogate gvožđem uglavnom odsustvuju. U tabeli 4.35. prikazani su karakteristični odnosi za viši i niži deo sloja laminiranih glina u ležištu Ćirinac.

Viši deo sloja		Niži deo sloja	
Komponente	Sadržaj (%)	Komponente	Sadržaj (%)
SiO ₂	61,58	SiO ₂	54,01
Al ₂ O ₃	25,18	Al ₂ O ₃	31,06
Fe ₂ O ₃	1,86	Fe ₂ O ₃	1,98
G.Ž.	8,69	G.Ž.	10,99
Odnosi		Odnosi	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	4.15	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	2.95
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	21.21	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	24.57

Tabela 4.35.: Hemizam i karakteristični odnosi u laminiranim glinama ležišta Ćirinac (Simić 1998, dopunjeno).

Upoređujući geološku građu ležišta Ćirinac i Vrbica i prosečne debljine sloja laminirane gline (Ćirinac oko 2 m, Vrbica (revir Bukovik) oko 5 m, može se zaključiti da je sedimentacija laminiranih glina počela u isto vreme u oba ležišta, koja su verovatno predstavljala dve bliske lokalne depresije. Međutim, sedimentacija je prvo prestala u ležištu Ćirinac, dok su se u ležištu Vrbica i dalje stvarale laminirane gline, i to viši deo sloja sa povećanim sadržajem krupnije frakcije i šarenim gvožđevitim laminama.

Zapadno od ležišta Vrbica zapažaju se promene u razviću slojeva glina. Na području ležišta Bukovik-Partizani nije formiran ni jedan od ova dva nivoa vatrostralnih glina; tamo se vatrostralne gline javljaju u vidu proslojaka ili sočiva u glinovito-peskovitoj seriji, bez neke izražene pravilnosti u razviću. Odlikuju se, osim većih količina peskovite komponente, pretežno šarenim izgledom - u osnovi sive gline prožete su žutom, crvenkastom i ljubičastom bojom, što je posledica visokog i neravnomerno raspoređenog sadržaja Fe₂O₃. Verovatno je područje ovog ležišta predstavljalo obodni deo nekadašnje sedimentacione sredine, za koje je bilo karakteristično često smenjivanje uslova deponovanja glinovitog materijala.

Keramičke gline formirane su u ležištu Krušik, a njihova osnovna odlika jeste visok prosečan sadržaj krupnijih frakcija kao posledica slabije mehaničke diferencijacije materijala u toku sedimentacije. Usled toga nije ni moglo da dođe do formiranja ekonomski značajnog sloja vatrostalnih glina, već samo sočiva pretežno keramičkih glina i veoma peskovitih glina ("kvarc-mase"). Ova sočiva se, međutim, javljaju u vidu jednog jasno izdvojenog nivoa (Simić, 1992), čija je superpoziciona paralelizacija sa nivoima vatrostalnih glina centralnog dela Arandelovačkog basena za sada nemoguća zbog nedovoljne istraženosti njihovog međuprostora.

Sedimentološki procesi imali su, kao što se vidi, presudan značaj za formiranje različitih varijeteta kaolinitskih glina, nastalih erozijom i transportom i deponovanjem kaolinske kore raspadanja. U idealizovanom slučaju ti varijeteti kaolinitskih glina čine jedan niz od kaolinskih peskova, s jedne strane, do visoko plastičnih vatrostalnih glina, s druge strane (tabela 4.36.). Kao osnova za ovakvo izdvajanje varijeteta kaolinitskih glina poslužila je klasifikacija kaolinitonosnih sedimenata koju je prikazao Bristow (1980), a koja je ovde modifikovana i dopunjena. Radionova (1988), kao i Gorbačov i Vasjanov (1984) takođe ističu da su sekundarni kaolini i vatrostalne gline članovi jedinstvenog genetskog niza, koji se međusobno razlikuju prema kvantitativnom sadržaju minerala.

Varijetet gline	Tipično ležište	Sadržaj gline, %	Sadržaj Q+F, %	Sredine stvaranja
Kaolinski pesak	Pločnik	~ 25	~ 70	Deluvijalno-proluvijalna
Peskovita keramička glina	Krušik	~ 50	~ 45	Jezerska
Keramička glina	Krušik	~ 60	~ 35	Jezerska
Vatrostalna glina	Košarno (K-1+K-2)	~ 70	~ 25	Jezersko-močvarna
Laminirana vatrostalna glina	Bukovik	~ 75	~ 20	Jezerska
Sivosmeđa vatrostalna glina	Lazine, Ćirinac	~ 75	~ 20	Jezersko-močvarna
Ugljevita vatrostalna glina	Lazine	~ 80	~ 15	Močvarna

Tabela 4.36.: Varijeteti kaolinitskih glina nastalih u toku procesa erodovanja i pretaložavanja kaolinske kore raspadanja u sedimentima Arandelovačkog basena. Q - kvarc, F - feldspat.

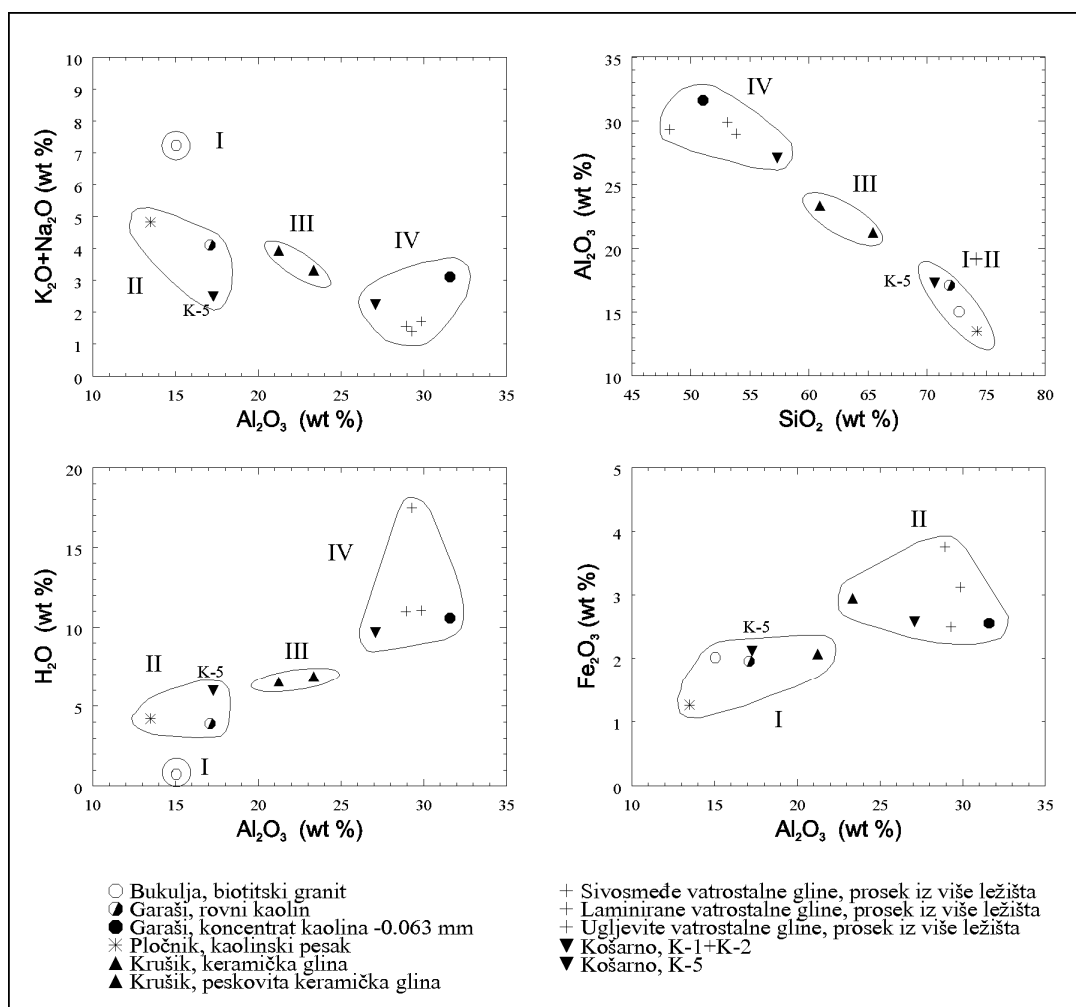
Iz tabele se vidi kako sadržaj gline postepeno raste od kaolinskih peskova do visoko plastičnih (masnih) vatrostalnih glina, dok u isto vreme opada sadržaj kvarca i feldspata. Liskun je ovde tretiran kao glina, jer se prilikom transporta i sedimentacije ponaša slično mineralima glina i zadržava čak i u najfinim laminiranim glinama. Iz tabele se takođe vidi da je najveća razlika u mineralnom sastavu između kaolinskih peskova i peskovitih keramičkih glina, što je posledica različite geneze. Naime, kaolinski peskovi u genetskom pogledu predstavljaju prelaz između tipičnih rezidualnih kaolina kore raspadanja i tipičnih sedimentnih ležišta glina. Kaolinski peskovi nastaju transportovanjem materijala kore raspadanja na veoma kratkom rastojanju i često u njima čak dolazi do smanjenja sadržaja glinovite komponente u odnosu na rezidualne kaoline usled ispiranja čestica gline, što je slučaj kod ležišta Pločnik.

Hemijski sastav članova ovog sedimentnog niza prikazan je u tabeli 4.37.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	74.22	65.41	60.92	57.32	53.10	54.13	48.23
Al ₂ O ₃	13.51	21.24	23.25	27.09	29.87	29.15	29.31
Fe ₂ O ₃	1.26	2.07	2.95	2.58	3.12	3.95	2.50
CaO	1.68	tr.	0.42	0.55	1.00	0.28	0.87
MgO	0.61	0.54	1.48	0.56	0.34	0.40	0.19
K ₂ O	3.56	*3.94	*3.31	1.69	1.51	1.20	1.15
Na ₂ O	1.27			0.56	0.20	0.31	0.25
H ₂ O (G.Ž.)	4.21	6.55	6.87	9.67	11.03	10.53	17.48

Tabela 4.37.: Hemijski sastav (u %) kaolinskog peska i karakterističnih varijeteta kaolinitičkih glina iz ležišta Aranđelovačkog basena nastalih pretaložavanjem kore raspadanja sa granitoidnog masiva Bukulje. 1. Pločnik, kaolinski pesak (Atanasković, 1984); 2. Krušik, peskovite keramičke gline (kvarc-masa); 3. Krušik, keramičke gline; 4. Košarno, kaolinitičke gline; 5. Sivosmeđe gline Aranđelovačkog basena; 6. Laminirane gline Aranđelovačkog basena i 7. Ugljevite gline Aranđelovačkog basena.

Ako se uporedi hemizam produkata raspadanja granita Bukulje i hemizam kaolinitičkih glina Aranđelovačkog basena, uočavaju se određene zakonitosti (sl. 4.46.).



Slika 4.46.: Dijagrami sadržaja osnovnih oksida u svežem granitu, kaolinu, kaolinskom pesku i vatrosto-keramičkim glinama Arandelovačkog basena (prema podacima hemijskih analiza iz tabela 4.12 i 4.21).

Na dijagramima sadržaja $Al_2O_3 - (K_2O + Na_2O)$, $Al_2O_3 - SiO_2$ i $Al_2O_3 - H_2O$ (H_2O je izražena kao gubitak žarenjem) izdvajaju se četiri polja. Polje I predstavlja svež granit, koji se odlikuje niskim sadržajem aluminije (oko 15 %) i malom vrednošću gubitka žarenjem (manje od 1 %), i visokim sadržajem silicije (oko 73 %) i alkalija (oko 7 %). U polje II padaju rovni kaolin ležišta Garaši, kaolinski pesak ležišta Pločnik i peskovite keramičke gline Košarno (K-5), za koje je takođe karakterističan nizak sadržaj aluminije (13-17 %) i visok silicije (70-74 %), dok je sadržaj alkalija smanjen na 2-5 %, a vrednost gubitka žarenjem znatno je povišena, na oko 4-6 %. Na dijagramu $Al_2O_3 - SiO_2$ polja I i II predstavljaju jednu celinu. U polje III padaju peskovite keramičke gline i keramičke gline ležišta Krušik, koje se odlikuju povećanim količinama aluminije (21-24 %) i gubitka žarenjem (6-7 %) u odnosu na rovni kaolin i kaolinski pesak polja II, dok je sadržaj silicije smanjen na 60-66 % a alkalija na 3-4 %. U polje IV padaju vatrostoalne gline Arandelovačkog basena i koncentrat kaolina <0,063 mm. Sadržaj Al_2O_3 u njima se dosta povećava u odnosu na gline III polja i varira u granicama 27-32 %, kao i vrednost gubitka žarenjem koji iznosi 9-12 % (anomalna vrednost G.Ž. od oko 17 % kod ugljevitih glina ležišta Lazine posledica je visokog sadržaja organske materije). Sadržaj SiO_2 opada na 48-58 %, a alkalija na oko 1-2 %. U ovom polju po povišenom sadržaju alkalija (oko 3 %) odstupa koncentrat kaolina <0,063 mm.

Na dijagramu $Al_2O_3 - Fe_2O_3$ izdvajaju se, međutim, samo dva polja. U polje I padaju svež granit, rovni kaolin, kaolinski pesak i peskovite keramičke gline ležišta Krušik i Košarno, a odlikuju se nižim sadržajem aluminije (13-22 %) i Fe_2O_3 (1-2 %). U polje II spadaju keramičke gline ležišta Krušik, vatrostoalne gline Arandelovačkog basena i koncentrat kaolina <0,063 mm, kod kojih sadržaj aluminije iznosi 23-32 %, a sadržaj Fe_2O_3 2-4 %. Ovakav odnos aluminije i gvožđa potpuno je logičan, jer se oba oksida koncentrišu u finijim glinovitim frakcijama.

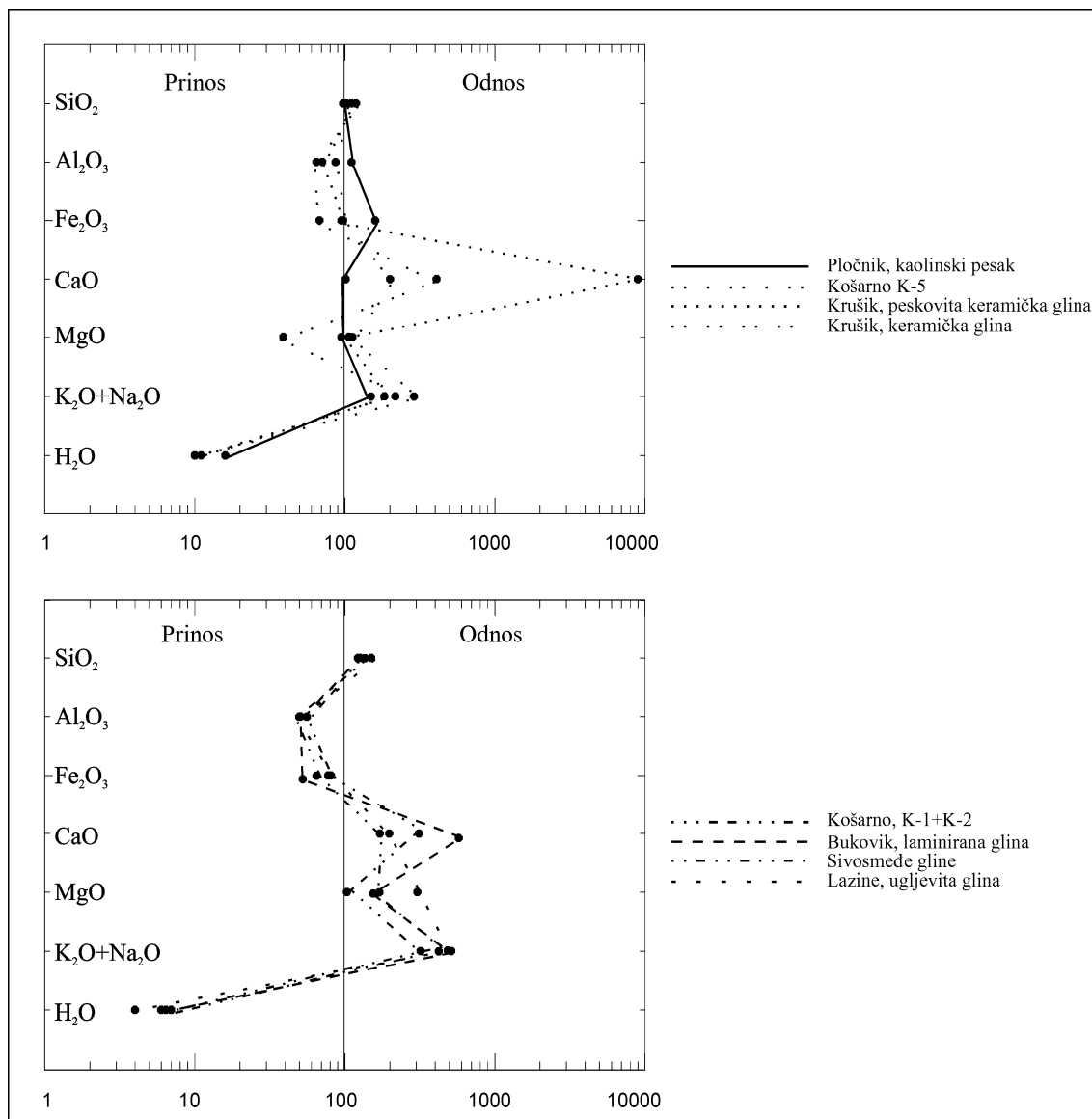
Promene u hemizmu kaolinitičkih glina Arandelovačkog basena odrazile su se i u vrednostima karakterističnih indeksa i koeficijenata raspadanja (tabela 4.38.), u kojoj su prikazane i njihove vrednosti za svež granit i kaolin zbog upoređenja).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PI	88	87	90	83	80	77	74	74	73
WI	69	40	48	35	33	22	18	15	15
CIA	54	74	60	83	84	88	89	93	90
Ki	8.2	7.1	9.3	5.2	4.5	3.6	3.0	3.2	2.8
Al_2O_3 / Alkalije	1.6	3.4	2.3	5.0	6.5	9.8	15.2	16.1	17.7
Al_2O_3 / Fe_2O_3	11.7	13.7	16.8	16.1	12.3	16.5	15.1	12.5	19.9

Tabela 4.38.: Koeficijenti i indeksi raspadanja granita i kaolina Bukulje, kaolinskog peska i kaolinitičkih glina Arandelovačkog basena. 1. Svež granit; 2. Garaši, rovni kaolin; 3. Pločnik, kaolinski pesak; 4. Krušik, peskovite keramičke gline; 5. Krušik, keramičke gline; 6. Košarno, kaolinitičke gline; 7. Arandelovački basen, sivosmeđe gline; 8. Arandelovački basen, laminirane gline; 9. Arandelovački basen, ugljevite gline.

Dobijene vrednosti ovih indeksa, koeficijenata i odnosa u potpunosti odgovaraju već iznetim konstatacijama o promeni hemizma tokom transporta i sedimentacije. Jedino se za odnos Al_2O_3 / Fe_2O_3 može reći da je dosta promenljiv i ne pokazuje neke zakonitosti.

Promene hemizma tokom transporta materijala kaolinske kore raspadanja i stvaranja ležišta kaolinitičkih glina Arandelovačkog basena prikazane su i preko dijagrama relativnog prinošenja i odnošenja oksida (sl. 4.47.).



Slika 4.47.: Dijagram relativnog prinošenja i odnošenja (prema Garelsu i Mekenziju, 1971) pojedinih oksida u kaolinskom pesku i vatrostalno-keramičkim glinama Arandelovačkog basena u odnosu na svež granit.

Na ovim dijagramima vidi se da u toku diferencijacije sedimentnog materijala dolazi do koncentrisanja Al_2O_3 , H_2O i Fe_2O_3 , dok se SiO_2 postepeno odnosi, što je posledica izdvajanja kvarca u krupnijim frakcijama, a kaolinita i limonita u finijim. Sadržaj alkalija i CaO takođe se postepeno smanjuje zbog izdvajanja feldspata u krupnijim frakcijama. Sadržaj MgO se takođe smanjuje, ali je intenzitet njegovog odnošenja dosta promenljiv, najverovatnije zavisno od prisustva biotita u sedimentima.

Jedino odstupanje u ovim trendovima jeste u slučaju kaolinskih peskova, kod kojih je primetno odnošenje Al_2O_3 i Fe_2O_3 , dok se SiO_2 relativno vrlo malo prinosi, što je posledica ispiranja finijih čestica gline tokom vrlo kratkog transporta materijala.

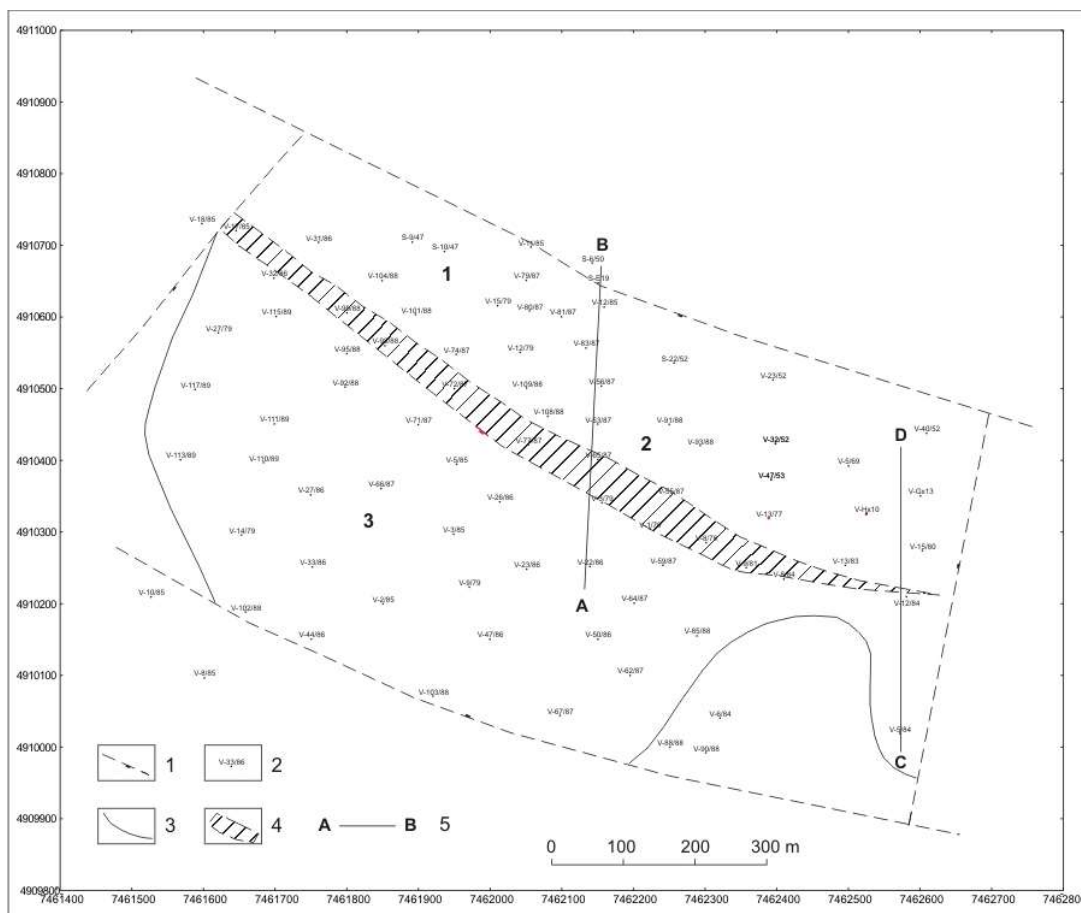
Postsedimentacione promene

Arandelovački basen karakteriše se izraženom postsedimentacionom tektonikom, koja je naročito izražena duž južnog oboda basena, ka granitoidnom masivu Bukulje i okolnim metamornim stenama. Rasedna tektonika odrazila se i na morfološke karakteristike oba nivoa vatrostalnih glina

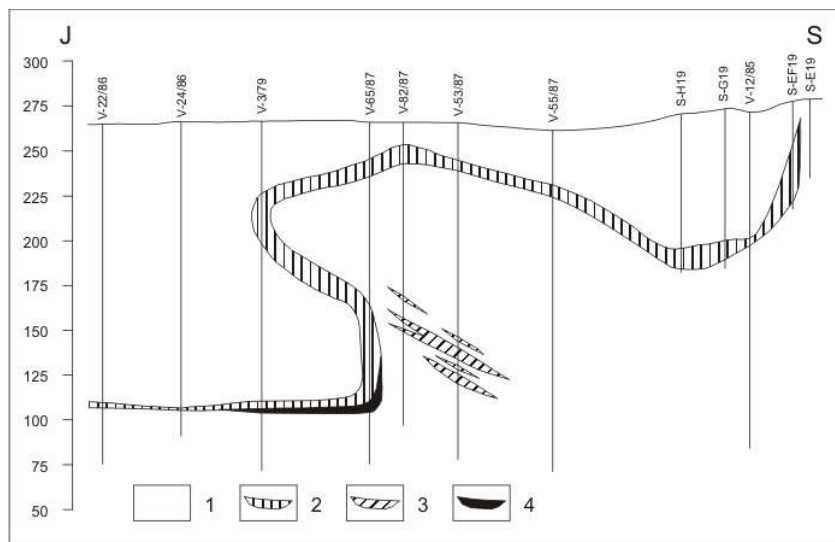
u ležištima Lazine, Vrbica i Ćirinac. Za primer postsedimentacionih kretanja uzeto je ležište Vrbica jer su tu deformacije najizraženije.

Litološkom i morfostrukturnom analizom nivoa vatrostalnih glina utvrđeno je da su u pojedinim delovima ležišta vatrostalne gline višeg i nižeg nivoa, koje se inače nalaze na međusobnom vertikalnom rastojanju od 50-100 m, dovedene u približno isti hipsometrijski položaj. Pored toga, jedan te isti nivo laminiranih vatrostalnih glina je usled rasedanja presečen i relativno spušten za oko 100 m.

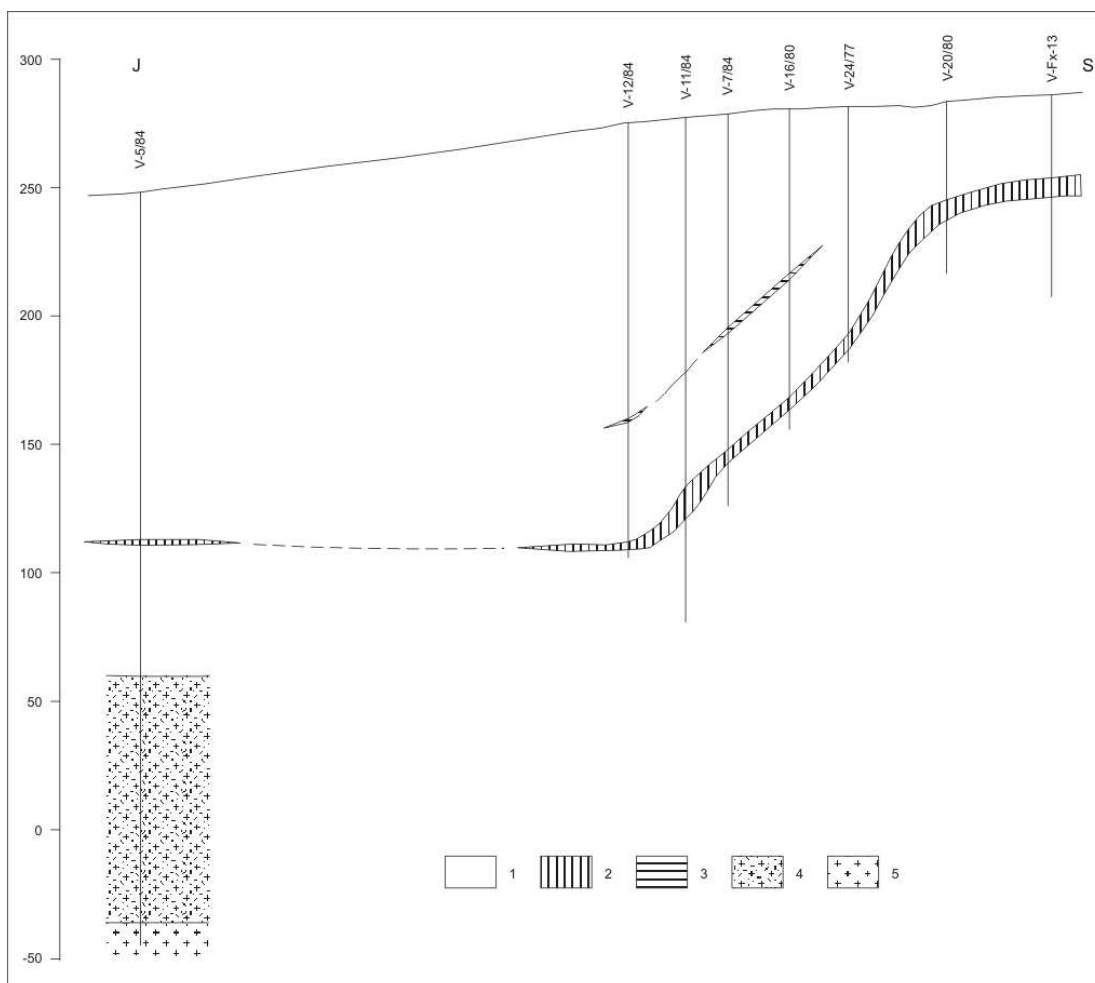
Osnovnu tektonsku strukturu koja kontroliše današnju morfologiju oba nivoa vatrostalnih glina predstavlja rasedna zona pružanja SZ-JI (sl. 4.48.), duž koga je jugozapadni deo ležišta (revir Bukovik) relativno spušten, a nivoi vatrostalnih glina zadržali su svoj subhorizontalni položaj (Simić 1992). S druge strane, severoistočni deo ležišta (reviri Švabinac i Vrbica) zadobili su oblik antiklinale i sinklinale (sl. 4.49.), pri čemu je teme antiklinale mestimično erodovano.



Slika 4.48.: Pregledna karta ležišta Vrbica sa osnovnim strukturnim elementima. 1. Rased; 2. istražne bušotine; 3. granica prostiranja sloja laminiranih glina; 4. rasedna zona; 5. položaj prikazanih profila.



Slika 4.49.: Profil ležišta Vrbica sa prikazanim deformacijama sloja laminiranih glina. 1. Glinovito-peskovita serija; 2. laminirane gline višeg nivoa; 3. vatrostalne gline nižeg nivoa; 4. ugalj.

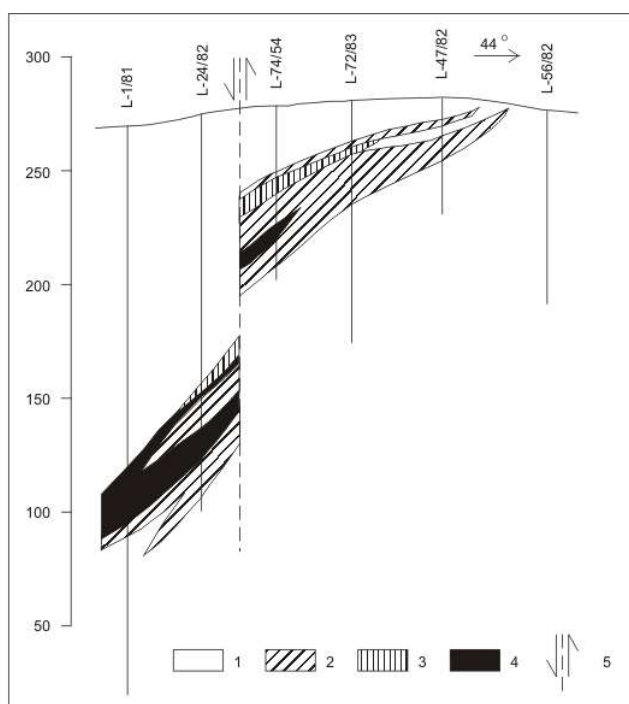


Slika 4.50: Profil istočnog dela ležišta Vrbica. Sloj nije prekinut, već samo ponire ka jugu. 1. Glinovito-peskovita serija; 2. laminirane vatrostalne gline, 3. tanka sočiva vatrostalne gline; 4. kaolinisani granit; 5. svež granit.

Stepen deformacija duž reversnog raseda nije isti u celom ležištu. Kretanje je bilo najslabije u krajnjem istočnom delu ležišta i odražava se kroz poniranje nivoa vatrostalnih glina (sl. 4.50). Idući ka severozapadu, skok duž reversnog raseda iznosi oko 100 m. Usled velike plastičnosti vatrostalnih glina, česti su slučajevi da slojevi uopšte nisu raskinuti, već samo izduženi, zadebljani ili prevrnuti.

Padni uglovi nivoa vatrostalnih glina duž severoistočne granice ležišta iznose najčešće 75-85°, što ukazuje na postojanje raseda sa znatnim skokom. Antiklinalni deo ležišta može da bude posledica bilo postojanja raseda slabijeg intenziteta, bilo povlačenja celokupnog nivoa pokretima duž glavnog reversnog raseda.

Slično ležištu Vrbica, i u ležištu Ćirinac zapažaju se isti elementi postsedimentacione tektonike, kao i u ležištu Lazine, s tim što u ležištu Lazine deformacije zahvataju niži nivo vatrostalnih glina.



Slika 4.51: Zona prekidanja slojeva glina u ležištu Lazine. 1. Glinovito-peskoviti materijal; 2. sivosmeđe i ugljevite vatrostalne gline; 3. zelene vatrostalne gline; 4. ugalj; 5. rased; 6. bušotine.

4.3.1.3.2.2. Stratigrafski kriterijumi

Period kaolinizacije granitoida Bukulje i pretaložavanja kore raspadanja

Paleogeografski uslovi i vreme kaolinizacije granitoida Bukulje ostaju, i pored svih proučavanja, delimično nesigurni i nejasni, što je posledica otvorenih pitanja starosti granitoida Bukulje i sedimenata Arandelovačkog basena, kao i brzine stvaranja kore raspadanja.

Starost granitoida Bukulje iznosi, prema rezultatima izotopskih analiza, između 15 i 20 miliona godina za dvoliskunske granitoide (Deleon i dr., 1965; Deleon, 1969; Knežević-Đorđević i dr., 1993), i oko 27 miliona godina za biotitski granit (Knežević-Đorđević i dr. 1993). Prema istim autorima prva faza granitoida Bukulje formirana je pre oko 27-30 miliona godina, dok je u periodu od pre oko 16-18 miliona godina izvršeno utiskivanje dvoliskunskih i aplitoidnih granita i delimično izdizanje ranije stvorenih granitoidnih masa.

Starost sedimenata Arandelovačkog basena ostala je do danas nedovoljno dokumentovana, s obzirom na skoro potpuno odsustvo ostataka faune u ekonomski najznačajnijem delu basena - području od Arandelovca na istoku do Darosave na zapadu.

Stangačilović (1969) smatra da ležište Krušik kod Partizana pripada jezerskom srednjem miocenu (=prebadenu). Dolić (1975/1976) izdvaja na području Aranđelovačkog basena slatkovodne sedimente helvet-donjeg tortona (=prebadena), marinskog tortona (=badena), brakičnog sarmata i oslađenog brakičnog pontona, kao i jezerski panon. Rasprostranjenje marinskih naslaga badena pouzdano je utvrđeno, kao i starijih jezerskih sedimenata koji leže ispod njih. Međutim, područje od Baljkovice na istoku do Bukovika na zapadu (a verovatno i dalje ka Darosavi), u kome se nalaze ekonomski najznačajnija ležišta kaolinitskih glina autor tretira kao jezerski miocen panonske starosti. Za područje sela Stojnika, gde se nalazi ležište Košarno, isti autor smatra da verovatno pripada sarmatu.

Pavlović (1980) izdvaja sedimente Aranđelovačkog basena kao slatkovodni srednji miocen (=prebaden), dok za deo basena oko Stojnika smatra da pripada sarmatu, mada je sarmat paleontološki dokumentovan samo u jednom lokalitetu južno od Velike Ivanče i nije sigurno da li pripada Aranđelovačkom ili Mladenočačkom basenu. Dimić (1980) navodi, na osnovu palinoloških analiza, da vatrostralne gline ležišta Lazine po starosti odgovaraju srednjem miocenu (=prebadenu). Maksimović i Nikolić (1978) navode da ležište Garaši (tada poznato pod nazivom "Bare") pripada kori raspadanja paleogene starosti.

Ukoliko se usvoji mišljenje da je najveći deo Aranđelovačkog basena u neposrednoj blizini masiva Bukulje prebadenske starosti, što odgovara periodu starijem od 16 miliona godina, onda nastaju određene protivrečnosti. Između vremena formiranja granitoida Bukulje (pre 30-27 i 18-16 miliona godina) i perioda sedimentacije (starije od 16 miliona godina) nije bilo vremena za formiranje kore raspadanja, naročito ako se uzme u obzir da je postojao i omotač od starijih stena u egzokontaktu granitoida Bukulje, koji je morao da bude erodovan pre početka procesa kaolinizacije granitoida.

Brzine formiranja različitih kora raspadanja još uvek su nedovoljno proučene, jer ih je veoma teško pouzdano utvrditi. Lelong et al. (1976) navode, koristeći radove svojih prethodnika, da je za stvaranje jednog metra kore raspadanja u tropskim i umerenim vlažnim zonama potrebno 50.000-200.000 godina; Samama (1989) navodi brzinu hemijskog raspadanja od 7 mm za 1.000 godina u uslovima zrelog reljefa, a samo 1 mm u uslovima nezrelog reljefa. Međutim, Petrov (1967) smatra da je za stvaranje kore raspadanja debljine 100 m potrebno samo 1 milion godina, dok Kužvar i Neužil (1972) navode da se za 1 milion godina stvara 10-100 m kore raspadanja.

Veoma velika brzina stvaranja kore raspadanja koju pretpostavlja Petrov (1967) proističe iz proračuna po kome se za 100 godina formira 1 cm zemljišta; međutim, stvaranje 100 m debele kore raspadanja ne može da se odvija istom brzinom kao i stvaranje 1 m zemljišta, pa je prema tome i brzina formiranja kore raspadanja koju navodi Petrov suviše velika.

Realna procena brzine stvaranja kore raspadanja debljine oko 50 m (što je slučaj na Bukulji), uzimajući u obzir podatke svih navedenih autora, iznosi oko 5 miliona godina. Donja granica mogla bi da se spusti do 3 miliona godina u uslovima optimalnih klimatskih, petroloških, tektonskih i geomorfoloških faktora kaolinizacije, što je, međutim, malo verovatno s obzirom na sastav kore raspadanja.

Prema tome, postoji nekoliko alternativa u pogledu perioda kaolinizacije granitoida Bukulje:

1. Kaolinizacija je zahvatila samo stariju fazu granitoida Bukulje u periodu mlađem od 27 miliona godina, dok mlađa faza granitoida Bukulje koja je kasnije utisnuta nije kaolinisana u većoj meri;
2. Ukoliko su sedimenti Aranđelovačkog basena stvarani posle badena (to jest mlađi od 13 miliona godina), kaolinizacija je mogla da zahvati i stariju i mlađu fazu granitoida Bukulje;
3. Izotopna starost granitoida Bukulje ne odgovara njegovoj apsolutnoj starosti, i u tom slučaju kaolinizacija je mogla da se odvija u donjem miocenu a eventualno i u gornjem oligocenu.

Međutim, s obzirom na celokupnu geološku građu tog područja, može se pretpostaviti da se kaolinizacija odvijala tokom gornjeg oligocena i donjeg miocena. Kao što je već rečeno, u tom periodu vladali su najpovoljniji klimatski uslovi za kaolinizaciju. S druge strane, u ležištu kaolina Mostine u vulkanogenim stenama SZ od Aranđelovca, kaolinizacija se odvijala najkasnije tokom

donjeg miocena, pošto je kaolin prekriven badenskim sedimentima srednjeg miocena. To se slaže sa pretpostavkom Maksimovića i Nikolića (1978) o paleogenoj kori raspadanja na području Šumadije, uz mogućnost da se kaolinizacija odvijala i u starijem miocenu. Proučavanja Gilga (2000) pokazuju da se kaolinizacija granita u Bavarskoj (Nemačka) odvijala takođe u periodu srednji oligocen - srednji miocen.

4.3.1.3.2.3. Paleogeografski kriterijumi

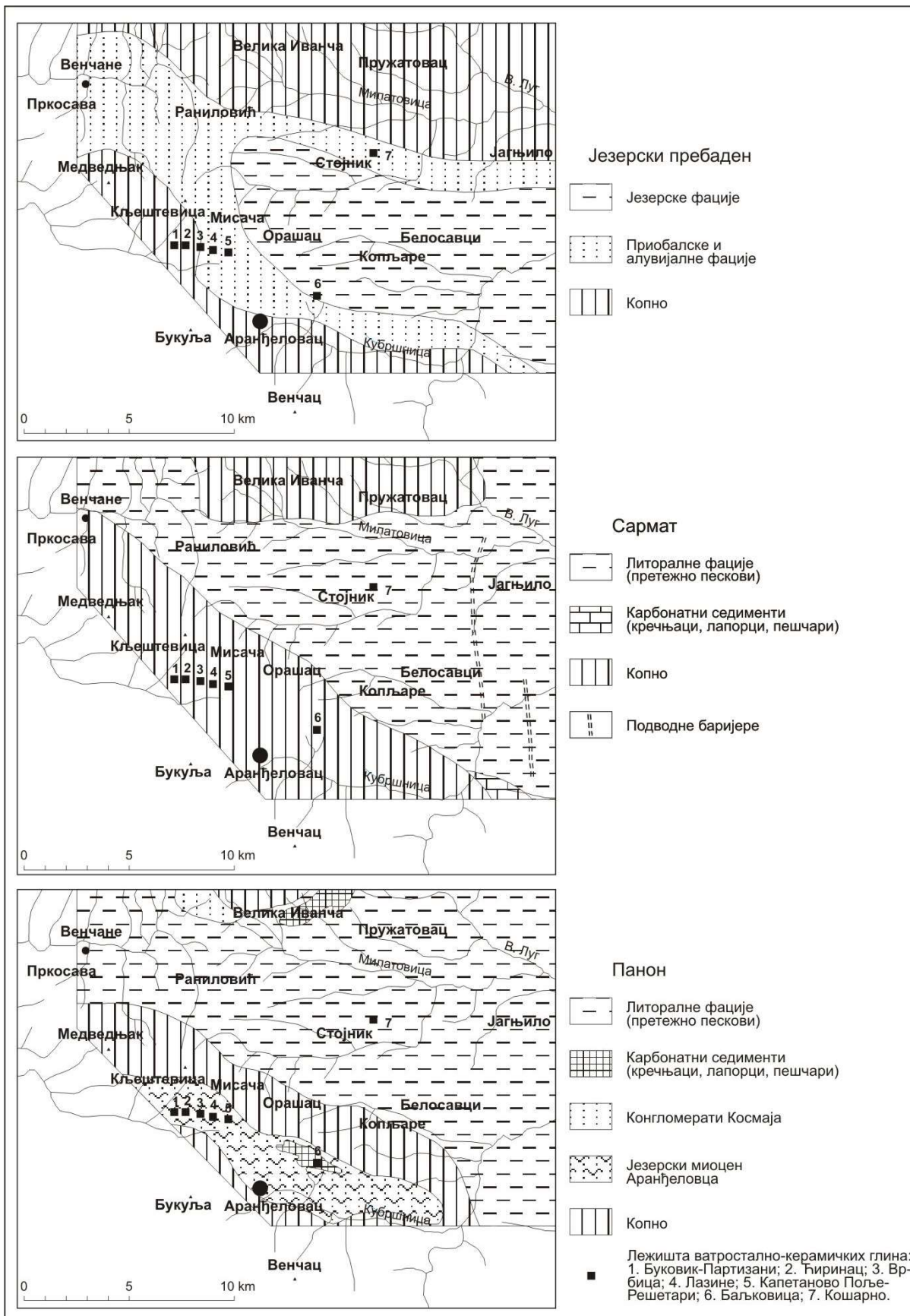
Sve što je rečeno o nesigurnoj odredbi starosti sedimenata Arandjelovačkog basena važi i za paleogeografsku situaciju na tom području. Na slici 4.52. prikazana je paleogeografska skica dela Arandjelovačkog basena tokom prebadena, sarmata i panona, kada je bilo moguće da dođe do stvaranja ležišta kaolinitičkih glina.

Naime, jedino što se sa sigurnošću može reći je da ležišta kaolinitičkih glina nisu poznata u okviru marinskih badenskih sedimenata, čije je rasprostranjenje detaljno utvrđeno na području Arandjelovačkog basena.

Ukoliko posmatramo skicu rasprostranjenja jezerskih prebadenskih sedimenata, vidimo da se skoro sva ležišta kaolinitičkih glina nalaze unutar priobalskih i aluvijalnih facija. To bi se moglo prihvatiti za ležišta okoline Bukovika (ležišta Bukovik-Partizani, Ćirinac, Vrbica, Lazine i Kapetanovo polje-Rešetari) koje karakteriše dosta promenljiv režim sedimentacije gledano u celini, to jest česta smena kontinentalnih, jezerskih i močvarnih faza u razvoju basena. Međutim, na području ležišta Baljkovica sastav i karakteristike sedimenata ukazuju na tipičan jezerski karakter, povremeno sa razvićem močvare i formiranjem ugljenog sloja.

Ležište Košarno teško da je moglo da bude stvoreno u prebadenu, jer bi u tom slučaju primarni materijal u sedimentima priobalsko-aluvijalnih facija morao da vodi poreklo sa tvorevina kosmajskog kopna. Međutim, svi dosadašnji rezultati proučavanja kaolinitičkih glina iz ležišta Košarno ukazuju na granitoidne stene Bukulje kao matični materijal za stvaranje kaolinita i drugih minerala glina u tom ležištu. Na osnovu toga može se pretpostaviti da su kaolinitičke gline iz ležišta Košarno nastale tokom sarmata, pretaložavanjem materijala poreklom iz kore raspadanja na Bukulji. Još uvek je nepoznato koji je tačno bio pravac paleotransporta tog materijala, zbog relativno velikog rastojanja od oko 8 km između ležišta Košarno i ležišta kaolinitičkih glina Bukovika, a ceo međuprostor je potpuno neistražen sa aspekta glina.

Ukoliko se prihvati mišljenje da su kaolinitičke gline Arandjelovačkog basena (područje Bukovika) panonske starosti, to bi značilo da su stvarane u okviru jezerskih sedimenata. Prema Doliću (1975/1976), severna granica basena tokom panona bila je od krednih sedimenata, vulkanita i piroklastita Žutog Oglavka i starijih sedimenata miocena. Međutim, prema dosadašnjim podacima, materijal u sedimentima basena vodi poreklo skoro isključivo od granita, dok je udeo materijala poreklom iz flišnih tvorevina gornje krede praktično zanemarljiv. Ni to nije nemoguće objasniti, ukoliko su sedimenti kredne starosti bili prekriveni miocenskim tvorevinama tokom početnih stadijuma formiranja i ispunjavanja Arandjelovačkog basena, to jest u periodu jezerskog prebadena. Ne treba takođe ni gubiti iz vida činjenicu da područje od Bukovika na zapad takoreći nije ni ispitivano sa paleogeografskog aspekta, pre svega zbog odsustva fosilnih ostataka koji bi sigurno dokumentovali starost tih naslaga. Iz tog razloga, i paleogeografsku skicu Dolića (1975/1976) treba prihvatiti kao dragoceni prilog poznavanju Arandjelovačkog basena, ali sa mogućnostima izmena u pogledu prostiranja pojedinih facija.



Slika 4.52.: Paleogeografske skice dela Arandelovačkog basena tokom prebadena, sarmata i panona (prema Doliću, 1975/1976, dopunjeno).

4.3.1.3.3. Tehnološki kriterijumi

Na osnovu analize mineralnog sastava, hemizna i vatrostalnosti kaolinitskih glina Arandelovačkog basena, može da se zaključi sledeće:

U ležištima Arandelovačkog basena osnovni industrijski tip glina predstavljaju vatrostalne gline, i to kako podtip vatrostalnih glina za paljenje, tako i podtip vatrostalnih veznih glina. Od keramičkih glina postoje sva tri podtipa, i to visokoaluminijske, srednjoaluminijske i niskoaluminijske gline.

Za Arandelovački basen treba, međutim, naglasiti i karakterističnu činjenicu da taj basen raspolaže širokim spektrom potencijalnih mineralnih sirovina za keramičku industriju, koja nisu predmet ove disertacije. To su pre svega kaolinski peskovi ležišta Pločnik, zatim kvarc-feldspatski peskovi iz ležišta Lazine (Simić, 1999), kao i druge različite prirodne mešavine kvarca i feldspata sa manjim ili većim sadržajem kaolinita u finim frakcijama.

U tabeli 4.39. dat je pregled industrijskih tipova i podtipova glina čije se otkrivanje može prognozirati za područje Arandelovačkog basena.

Industrijski tip gline	Industrijski podtip gline	Osnovni minerali glina	Sporedni minerali	Tipično ležište	Primedba
Vatrostalne	Visokovatrostalne za paljenje	Kaolinit	Kvarc, organska materija	Lazine	SK 29-33
	Srednjovatrostalne za paljenje	Kaolinit	Ilit, kvarc, organska materija	Košarno K-1 i K-2	SK 26-29
	Visokovatrostalne vezne	Kaolinit	Kvarc	Vrbica, Ćirinac	SK 29-33, Fe ₂ O ₃ > 3 %
	Srednjovatrostalne vezne	Kaolinit	Kvarc, muskovit,	Vrbica, Ćirinac	SK 26-29 Fe ₂ O ₃ < 3 %
	Niskovatrostalne vezne	Kaolinit	Ilit, kvarc, feldspat	Krušik "glina"	SK 20/26
Keramičke	Visokoaluminijske	Kaolinit	Kvarc	Vrbica, Ćirinac	> 30 % Al ₂ O ₃ < 3 % Fe ₂ O ₃
	Srednjoaluminijske	Kaolinit	Kvarc, feldspat, ilit	Krušik "glina", Krušik "KM"	20-25 % Al ₂ O ₃
	Niskoaluminijske	Kaolinit	Kvarc, feldspat, ilit	Košarno K-5	< 20 % Al ₂ O ₃

Tabela 4.39.: Prognozni industrijski tipovi i podtipovi kaolinitskih glina u Arandelovačkom basenu.

4.3.2. Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u istočnom delu Kolubarskog basena i basenima Brajkovačkog horsta

Na području Kolubarskog basena nalazi se nekoliko ležišta vatrostalnih i keramičkih glina, i to uglavnom u njegovom jugoistočnom delu. U zapadnom delu Kolubarskog basena javljaju se, međutim, pretežno opekarske gline, kao i keramičke gline. Zbog razlika u razviću glina na područjima istočno i zapadno od reke Kolubare, kao i različitog matičnog materijala od koga su nastali minerali glina, ova područja analiziraće se odvojeno.

Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina prikazana je zajedno za ova dva područja zbog toga što matični materijal od koga vode poreklo minerali glina potiče najvećim delom od metamornog kompleksa Brajkovačkog horsta. Samo vatrostalne kaolinitske gline iz ležišta Rudovci, Prkosava i,

verovatno, Baroševac, vode poreklo od kore raspadanja na vulkanskim stenama područja Žutog Oglavka.

4.3.2.1. Pregled geologije basena, razvića kaolinitskih glina i rezultata proučavanja glina

Metamorfne tvorevine razvijene između Lazarevca i Partizana predstavljaju, prema Filipoviću i Rodinu (1980), kontaktno-metamorfne produkte brajkovačkog granodiorita u kojima su, prema stepenu metamorfizma, izdvojene sledeće jedinice:

- Liskunski škriljci i sericitski kvarciti javljaju se uglavnom u neposrednom kontaktu sa brajkovačkim intruzivom, a izgrađeni su od sitnozrnih agregata kvarca, biotita, muskovita, ređe plagioklasa. Korniti su konstatovani samo u nekoliko lokaliteta, a sastoje se od kvarca, feldspata i biotita.
- Sericitsko-hloritski škriljci i metapeščari javljaju se na većoj udaljenosti od intruziva i najrasprostranjeniji su metamorfiti tog područja. Sericitski i sericit-hloritski škriljci sastoje se od veoma sitnozrnog kvarca, sericita, hlorita, ređe sericitisanog plagioklasa. Metapeščari su makroskopski veoma slični sericitskim škriljcima, a izgrađeni su od sitnih zrna kvarca i sericita. Albitski škriljci su sastavljeni od sitnih liski muskovita, hlorita, kvarca i albita.
- Filiti i metamorfisani alevroliti predstavljaju slabo metamorfisane tvorevine, izgrađene od kvarca, sericitskih traka, hlorita i malo biotita.

Od krednih sedimenata najrasprostranjeniji je senonski fliš peščarsko-alevrolitskog sastava debljine do 300 m; senonski laporoviti krečnjaci i laporci, kao i cenoman-turonski peskoviti krečnjaci, znatno manje su zastupljeni.

Od vulkanskih stena dominiraju fenoandeziti, koji se prostiru od sela Kruševice ka severoistoku. Fenoandeziti su najčešće ljubičaste ili crvenkaste boje, a izgrađeni su od plagioklasa, biotita, hornblende i monokliničnog piroksena, dok je kvarc redak. Osnovna masa je mikrokristalasta, a sastoji se od plagioklasa, K-feldspata, kvarca i bojenih sastojaka.

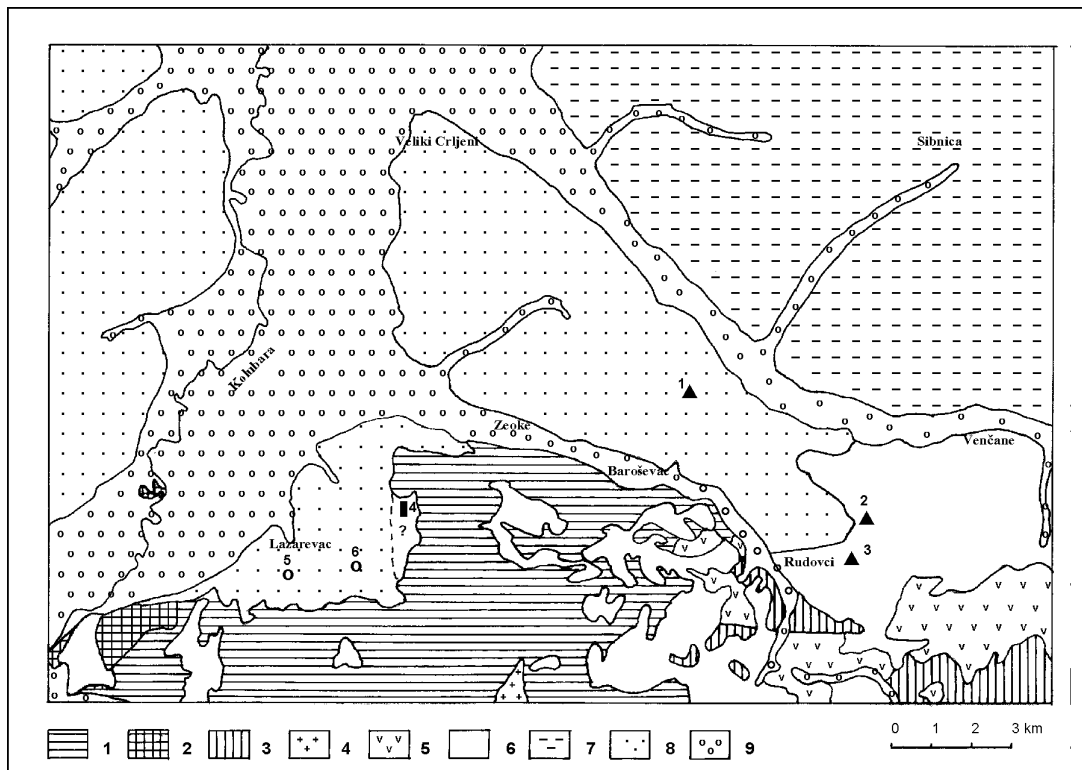
Fenodaciti se javljaju u vidu manjih pojava, proboja ili konkordantnih žica u metamorfitima; sastoje se od kvarca, plagioklasa, biotita, amfibola i ređe monokliničnog piroksena. Osnovna masa izgrađena je od plagioklasa, K-feldspata, kvarca i bojenih sastojaka.

Kvarclatiti se, slično fenodacitima, javljaju u vidu brojnih konkordantnih žica ili proboja u metamorfnom kompleksu; izgrađeni su od fenokristala plagioklasa (često sericitisanog), kvarca, sanidina i biotita. Osnovna masa je relativno krupnozrna i sastoji se od kvarca, delimično sericitisanog plagioklasa, K-feldspata i biotita.

Latiti se javljaju u vidu manjih masa i verovatno predstavljaju najmlađe vulkanske tvorevine; u oblasti Kruševice smenjuju se sa horizontalnim slatkovodnim srednjomiocenskim sedimentima. Vulkanska aktivnost je bila višefazna, pri čemu je prvi izliv bio najdeblji (oko 55 m), a konstatovana su još tri izliva debljine 3-8 m. Fenokristale latita čine opacitirani biotit, monoklinični pirokseni i kvarc.

4.3.2.1.1. Istočni deo Kolubarskog basena

U jugoistočnom delu Kolubarskog basena nalaze se značajna ležišta vatrostralnih i keramičkih glina - Rudovci i Baroševac, kao i delimično istraženo ležište Prkosava (sl. 4.53.).



Slika 4.53.: Pregledna geološka karta jugoistočnog dela Kolubarskog basena i basena Brajkovačkog horsta (prema OGK list Obrenovac, sa dopunama). 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. trijaski krečnjaci i peščari; 3. kredni fliš - peščari i alevroliti; 4. graniti; 5. dacito-andeziti i tufovi; 6. prebadenski slatkovodni sedimenti; 7. sarmat i panon Kolubarskog basena; 8. pont i kvartar Kolubarskog basena; 9. aluvion.

▲ Ležišta vatrostalnih glina: 1. Baroševac, 2. Prkosava, 3. Rudovci; ■ Ležište keramičkih glina: 4. Dren; ○ Ležišta opekarskih glina: 5. Šušnjar, 6. Lukavički potok.

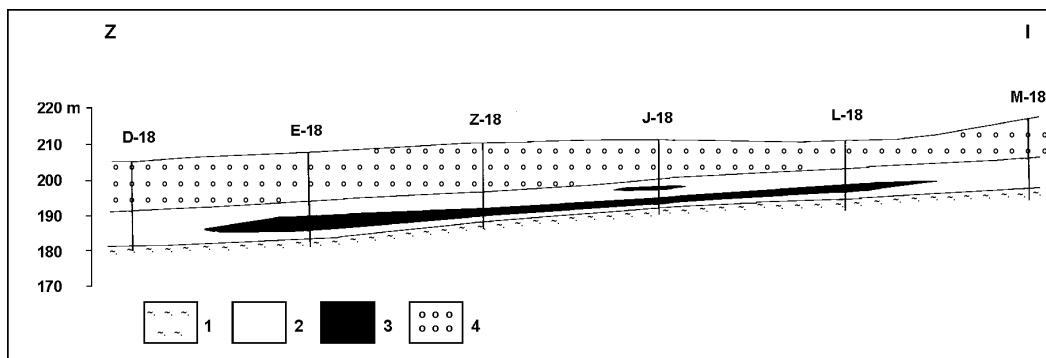
Istočno od Lazarevca detaljno je istraženo ležište keramičkih glina Dren, kao i ležišta opekarskih glina Lukavički potok i Šušnjar. S obzirom na to da se gline ležišta Dren razlikuju i po svom mineralnom sastavu i po geološkim uslovima stvaranja od glina iz okoline Lazarevca, Rudovca i Baroševca, prikazane su uz ostala ležišta i pojave glina na području brajkovačkog horsta.

Ležište Rudovci

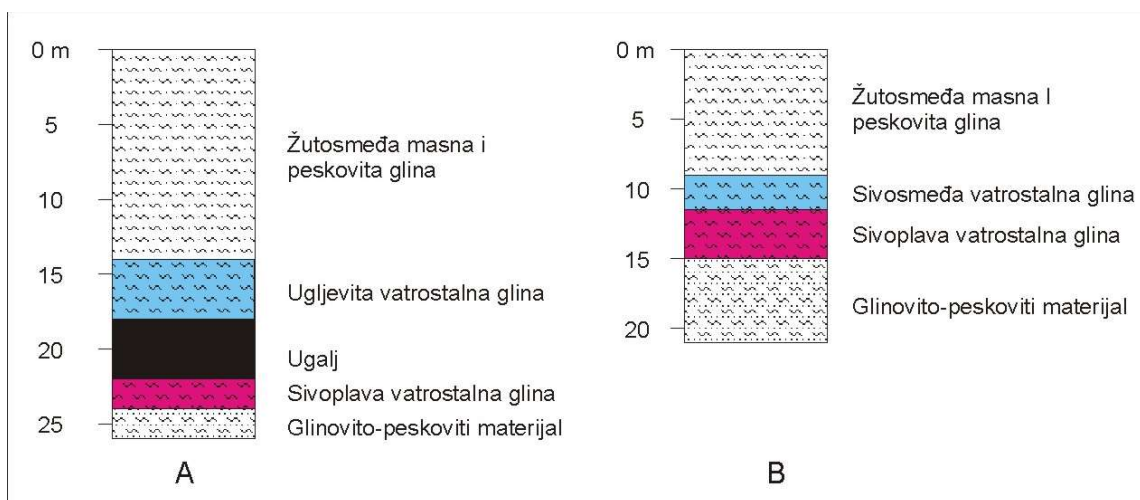
Ležište Rudovci je najdetaljnije istraženo ležište vatrostalnih glina u Kolubarskom basenu (Atanasković i Rajković, 1957), i jedino je u stalnoj eksploataciji skoro pedeset godina. U ležištu se nalazi nekoliko makroskopski različitih vrsta glina, pri čemu je generalni profil sloja sledeći: superpoziciono su najstarije sivoplave masne gline, iznad koje leže sivosmeđe (šarene), mestimično ugljevitite gline, koje ka severu i zapadu prelaze u crne ugljevitite gline (sl. 4.54. i 4.55). Sa crnim ugljevitim glinama preslojava se ugalj, koji predstavlja sastavni deo sloja ugljevitih glina. U povlati vatrostalnih glina nalaze se kvartarni šljunkovi i peskovite i masne žutosmeđe gline.

Podinski sedimenti na području ležišta Rudovci debeli su do 200 m, a sastoje se od peskovitih i liskunovitih glina, koje u nižim delovima serije sadrže valutke kvarca i drobinski materijal izgrađen od komada kvarca, peščara, škriljaca i retko dacita (sl. 4.56.).

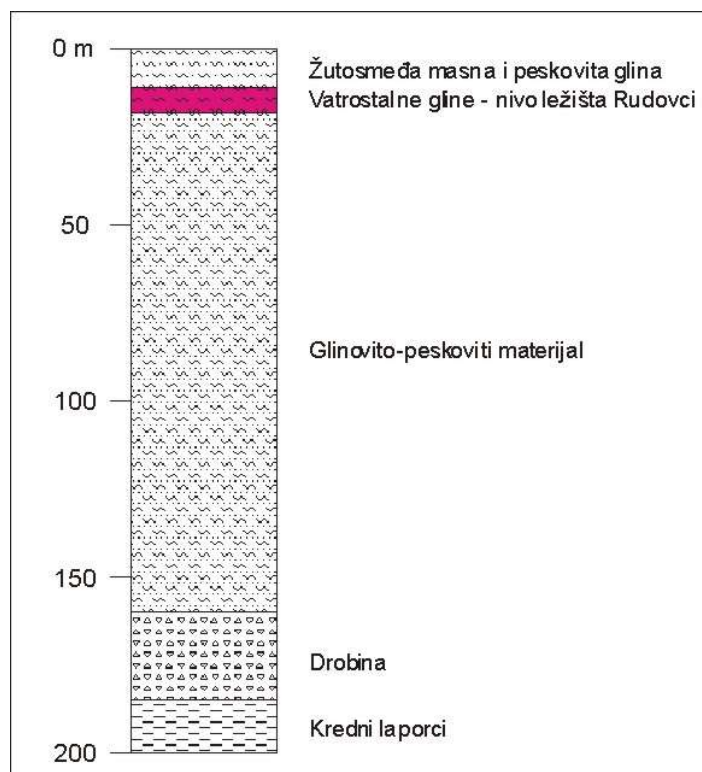
Prema starijim podacima (Atanasković i Rajković, 1957; Stangačilović 1953), u vatrostalnim glinama ležišta Rudovci kaolinit je dominantan mineral, s tim što rezultati rendgenskih analiza ukazuju na strukturno neuređeni tip kaolinita. Od ostalih sastojaka najzastupljeniji je kvarc, zatim feldspati i male količine biotita i muskovita, kao i organska materija.



Slika 4.54.: Karakterističan profil ležišta vatrostalnih glina Rudovci (prema podacima Atanaskovića i Rajkovića, 1957). 1. Peskovite podinske gline; 2. vatrostalne gline; 3. uglj i veoma ugljevite gline; 4. povlatne masne i peskovite gline, D-18 - bušotine. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.



Slika 4.55.: Karakteristični detalji nivoa vatrostalnih glina ležišta Rudovci (prema podacima Atanaskovića i Rajkovića, 1957). A - zapadni deo ležišta, B - istočni deo ležišta.



Slika 4.56.: Litološki stub Kolubarskog basena na području ležišta vatrostalnih glina Rudovci (prema podacima Atanaskovića i Rajkovića, 1957).

Za detaljnija proučavanja mineralnog sastava uzeta su dva uzorka vatrostalnih glina iz ležišta Rudovci. Prvi uzorak predstavlja slabije ugljevitu glinu sivosmeđe boje, a drugi uzorak crnu, veoma ugljevitu glinu. Proučavanja mineralnog sastava vršena su na glinovitoj frakciji (-0,005 mm). Ispitivanja su obuhvatila rendgensku analizu praha i analizu u infracrvenom delu spektra. Rezultati ispitivanja dati su u prilogu.

Rezultati proučavanja mineralnog sastava pokazali su da ja kaolinit uzrazito dominantan mineral u oba varijeteta glina. Od ostalih minerala glina utvrđeno je prisustvo monmorionita u malim količinama, a u jednom uzorku i hlorita. Ilit se nalazi u tragovima. Od ostalih minerala najzastupljeniji je kvarc, dok se feldspati nalaze u veoma maloj količini.

Prosečan hemijski sastav i vatrostalnost glina iz ležišta Rudovci prikazan je u tabeli 4.40.

Vatrostalne gline ležišta Rudovci odlikuju se visokim sadržajem aluminije (29-34 %) i srazmerno tome nižim sadržajem silicije (47-52 %), što potvrđuje dominantno učešće minerala kaolinitne grupe. Karakterističan je i nizak prosečni sadržaj alkalija, koji varira od 0,5 do 1,5 %. Sadržaj Fe_2O_3 je dosta ujednačen, od 1,8 do 2,6 %. Povišene vrednosti za gubitak žarenjem kod nekih varijeteta gline ukazuju na značajnije prisustvo organske materije. Prosečna vatrostalnost glina iz ležišta Rudovci iznosi 29-33/34 SK zavisno od varijeteta gline.

Proučavanje hemijskog sastava glinovite frakcije (-0,005 mm) izvršeno je na dva uzorka vatrostalne gline iz ležišta Rudovci (tab. 4.40.). Proučeni su isti uzorci na kojima su vršena mineraloška ispitivanja.

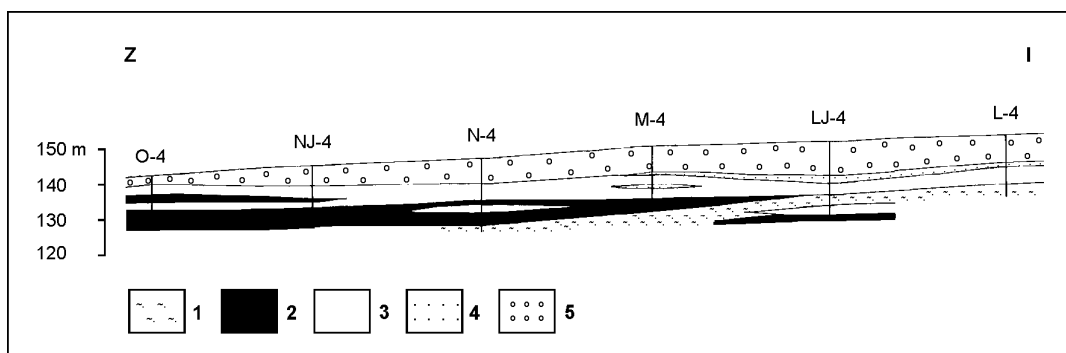
	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	47.13	48.91	48.80	51.60	47.96	43.87	43.12
TiO ₂	0.53	0.47	0.10	0.40		1.00	0.80
Al ₂ O ₃	31.45	32.86	34.63	32.28	*29.05	31.88	30.41
Fe ₂ O ₃	2.36	2.49	2.23	2.57	1.80	2.71	2.67
MnO						-	0.02
CaO	0.84	0.63	tr.	tr.	1.12	1.67	2.11
MgO	0.75	0.79	0.76	0.26	0.50	1.11	1.36
K ₂ O	1.06	0.89	0.56	0.72	1.48	0.62	0.59
Na ₂ O						0.11	0.11
Org.mat.						1.72	1.78
H ₂ O ⁻						4.44	5.22
H ₂ O ⁺						11.76	12.07
G.Ž.	16.06	13.27	12.90	12.15	17.79		
Ukupno	100.18	100.31	99.98	99.98	99.70	100.48	100.46
SK	30/31	32	33/34	32/33	29		

Tabela 4.40.: Prosečan hemijski sastav (u %) i vatrostalnost (SK) glina iz ležišta Rudovci. 1. ugljevita glina; 2. sivoplava glina (obe prema Atanaskoviću i Rajkoviću 1957); 3. G-I-V; 4. G-II-V (obe prema katalogu Šamota); 5. G-II-V (prema Milojeviću i dr., 1995). Analize 3-5 predstavljaju komercijalne vrste glina koje su se eksploatisale (3, 4) ili se još uvek eksploatišu (5). Analize glinovite frakcije: 6. sivosmeđa glina i 7. crna ugljevita glina. Analitičar M. Kostić. * Al₂O₃+TiO₂.

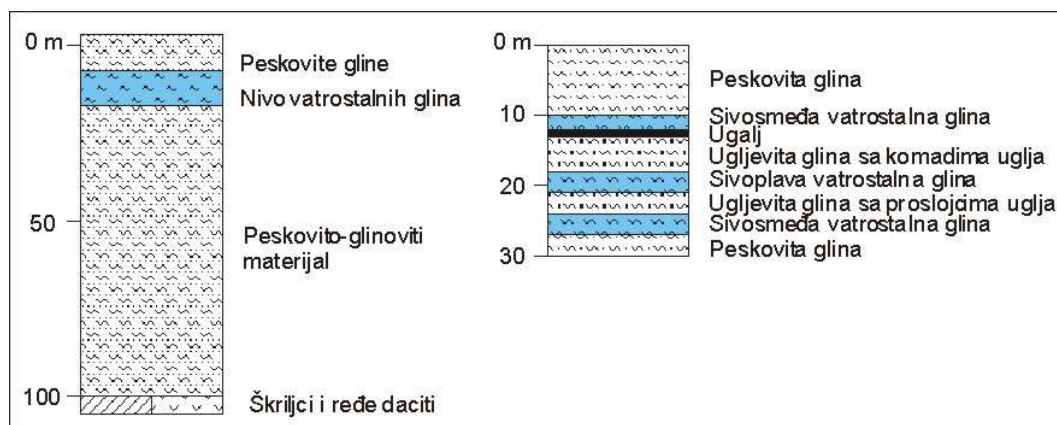
Sadržaj aluminije je visok (30,41 i 31,88 %) a silicije srazmerno nizak (43,12 i 43,87 %). Alkaliije se javljaju u niskim koncentracijama (oko 0,7 %), a sadržaj Fe₂O₃ od oko 2,7 % ukazuje na njegovu delimičnu koncentraciju u finijim frakcijama. Povećane vrednosti CaO i MgO kao i H₂O⁻ (4,44 i 5,22 %) posledica su prisustva monmorionita, koji je dokazan mineraloškim proučavanjem uzoraka.

Ležište Baroševac

U ležištu Baroševac razvijene su makroskopski iste vrste glina kao i u ležištu Rudovci - sivoplave, koje su uglavnom i ispitivane, i tamnosmeđe i crne ugljevite gline sa fragmentima uglja. Geološke karakteristike ležišta i tehnološke osobine glina prikazao je Atanasković (1959); međutim, o mineralnom sastavu glina nema nikakvih podataka, niti o poreklu materijala od kojeg je formirano ležište. Na slikama 4.57. i 4.58. prikazani su karakterističan profil i litološki stub sa detaljem sloja vatrostalne gline iz ležišta Baroševac.



Slika 4.57.: Karakterističan profil ležišta vatrostalnih glina Baroševac (prema podacima Atanaskovića, 1958). 1. Peskovite gline; 2. ugalj; 3. vatrostalne gline; 4. pesak; 5. kvartarne peskovite gline. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.



Slika 4.58.: Litološki stub Kolubarskog basena na području ležišta vatrostralnih glina Baroševac (1) i detalj sloja vatrostralnih glina istog ležišta (2), sve prema podacima Atanaskovića (1958, 1980a, 1983b).

Vatrostralne gline ležišta Baroševac odlikuju se, prema hemizmu (tabeli 4.41.), nešto nižim sadržajem aluminije (oko 30 %) i višim silicije (oko 52 %) u odnosu na gline iz ležišta Rudovci, kao i povećanim sadržajem alkalija (2,39 %) i oksida gvožđa (3,44 %). Niže vrednosti gubitka žarenjem ukazuju na nešto manju ukupnu količinu minerala glina u rovnoj glini. Smanjene vrednosti aluminije i povećane alkalija ukazuju na značajnije prisustvo illita u mineralnom sastavu glina. Prosečna vatrostralnost glina iz ležišta Baroševac iznosi 27/28 SK.

SiO ₂	52.16
TiO ₂	0.51
Al ₂ O ₃	30.01
Fe ₂ O ₃	3.44
CaO	0.72
MgO	0.70
K ₂ O+Na ₂ O	2.39
G.Ž.	10.23
Ukupno	100.16
SK	27/28

Tabela 4.41.: Prosečan hemijski sastav (u %) i vatrostralnost (SK) gline iz ležišta Baroševac (prema Atanaskoviću, 1958).

Početkom osamdesetih godina vršena su istraživanja šire okoline ležišta Baroševac (koje je u međuvremenu zatrpano jalovinom iz eksploatacionog kopa polja "D" Kolubarskog basena). Kako podaci iz izveštaja (Atanasković, 1980a, 1983b) uopšte nisu obrađeni, niti su rađena mineraloška ispitivanja, može se samo reći da je kvalitet glina dosta promenljiv, sa vatrostralnošću koja varira od ispod 20 SK do 31 SK; debljina glina je najčešće do 5 m, izuzetno i do 30 m, a debljina uglja do 35 m (bez podataka o padnim uglovima). Debljina neogenih sedimenata na širem području ležišta dostiže do 100 m, a u paleoreljefu se nalaze škriljci i dacit. Gline sadrže dosta alkalija, a prema Atanaskoviću nastale su, najverovatnije, od materijala dacitskog porekla.

Ležište Prkosava

Ležište vatrostralnih glina Prkosava nalazi se severno i severozapadno od ležišta Rudovci. U ovom ležištu se takođe javljaju sivoplave, smeđe (boje čokolade) i crne, ugljevite gline, koje se često preslojavaju sa peskovitim glinama; ukupna debljina vatrostralnih glina je do 5 m, samo izuzetno 20-30 m (bez podataka o padnim uglovima). U zapadnom delu ležišta karakteristično je prisustvo

ugljenog sloja debljine do 20 m (Atanasković, 1983b; 1984b; 1985a; 1986a), ali takođe bez podataka o padnom uglu. Sivoplave masne gline su najkvalitetnije gline u ležištu, a njihova vatrostalnost dostiže 33 SK. Za razliku od njih, gline koje se javljaju u povlati ugljenog sloja, a generalno posmatrano i gline u okviru ugljenog sloja, nisu vatrostalne, mada su mestimično utvrđeni tanji proslojci vatrostalnih glina (SK 29-30) u nižim delovima ugljenog sloja. Mineralni sastav glina nije ispitivan, niti su podaci o ležištu obrađeni, tako da samo može da se konstatuje da su hemijski sastav glina, kao i njihova vatrostalnost, dosta promenljivi.

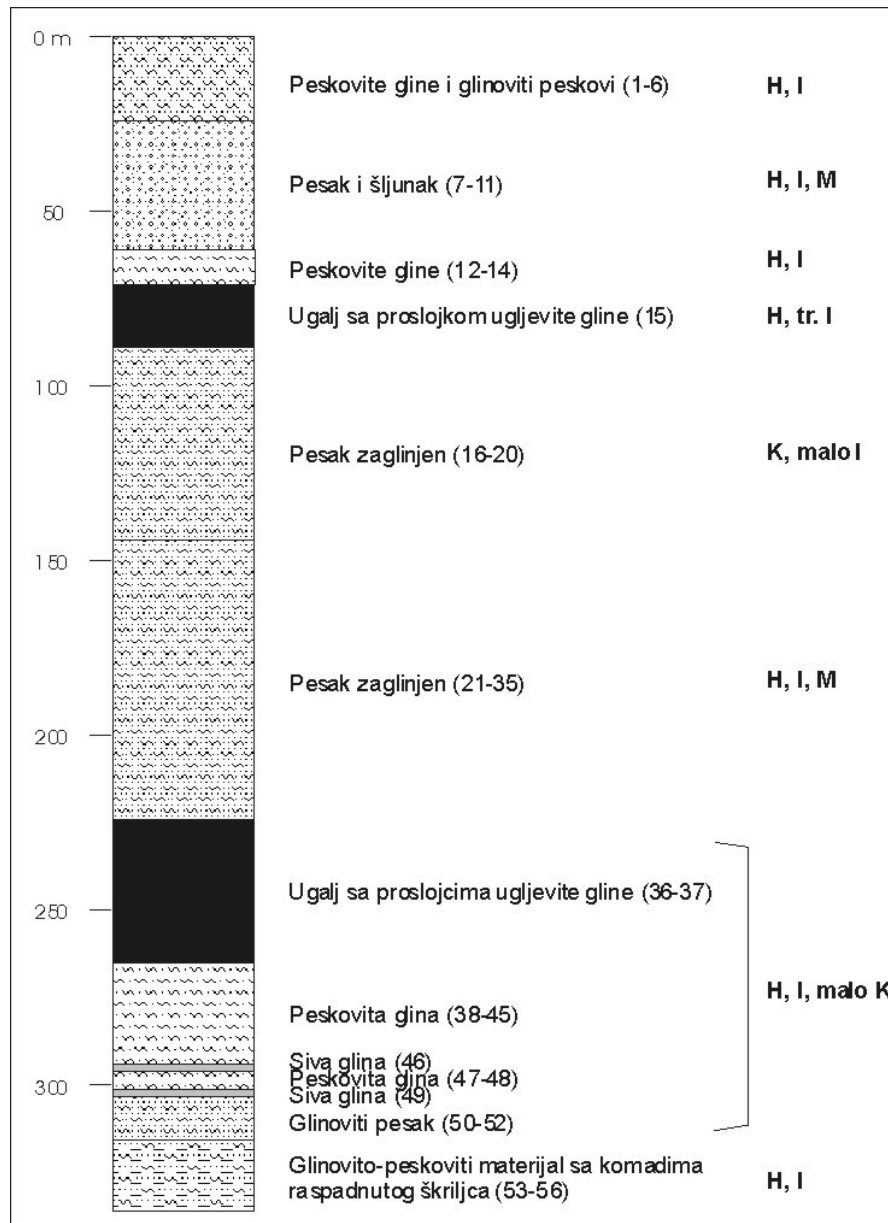
Vatrostalne gline ležišta Prkosava istraživane su i ranije, ali izgleda na drugom lokalitetu (Knežević, 1968).

Ugljonosno polje "B"

U ugljonosnom polju "B" Kolubarskog basena javljaju se u povlatnim sedimentima glavnog ugljenog sloja sivoplave keramičke gline, koje se povremeno i u manjoj količini eksploatišu. Iz ovog sloja ispitan je mineralni sastav gline metodom rendgenske difrakcije praha. Rovni uzorak gline sadrži kao glavne minerale kaolinit, ilit/liskun, kvarc i monmorionit, dok se feldspat javlja u maloj količini. Iako je kaolinit dominantan mineral glina, ukupna količina ilita i monmorionita u odnosu na kaolinit je dosta visoka, kao i sadržaj gvožđa, što objašnjava znatno nižu vatrostalnost ovih glina u odnosu na gline ležišta Rudovci.

Ugljonosno polje "C"

Mineralni i hemijski sastav glinovite frakcije (-0,002 mm) proučavala je Poharc-Logar (1979) na uzorcima iz bušotine Dj-57/75, koja se nalazi u ugljonosnom polju "C" Kolubarskog basena. Proučavan je ceo vertikalni profil bušotine, i to svaki pojedinačni uzorak metodom infracrvene spektroskopije, a zatim su na kompozitnim uzorcima, izdvojenim na osnovu sličnosti IC dijagrama, vršene analize rendgenskom difrakcijom praha i hemijske analize. Sastav minerala glina dat je na profilu bušotine (sl. 4.59.), uz primedbu da prisustvo halozita nije potvrđeno SEM analizama, već je određeno isključivo na osnovu izgleda IR dijagrama.



Slika 4.59.: Litološki stub Kolubarskog basena na području Zeoka (bušotina Dj-57/75). Minerali glina prema podacima Poharc-Logar (1979). U zagradi su dati brojevi uzoraka koji su analizirani. H - halloisit, K - kaolinit, I - illit, M - monmorionit.

Rezimirajući mineralni sastav glinovite komponente celog profila bušotine Dj-57/75 može se reći da su najzastupljeniji minerali glina iz kaolinitne grupe (halloisit i kaolinit). Illit je takođe zastupljen u velikoj meri osim u najvišim delovima profila (uzorci 1-6) i u ugljevit glini povlatnog ugljenog sloja (uzorak 15). Za pojedine intervale (uzorci 7-11 i 21-35) karakteristično je prisustvo 14Å minerala, čiji se sastav ne može sa sigurnošću prihvatiti kao monmorionitski pošto nisu vršena rendgenska proučavanja zasićenih i žarenih uzoraka glinovite komponente.

Ležište Lukavički potok

Ležište Lukavički potok nalazi se oko 2,5 km JI od železničke stanice Lazarevac (Atanasković, 1971). Keramičko-opekarske gline se javljaju u jednom nivou, koji čine sivoplave masne i peskovite gline, sivosmeđe i smeđe ("čokolada") gline, a retko i crne masne gline sa tankim proslojcima uglja. Prosečna debljina celog nivoa keramičko-opekarskih glina iznosi 9,6 m. U njihovoj neposrednoj

povlati nalaze se sivožute peskovite gline debljine do 6 m, za koje autor smatra da mogu da se koriste kao opekarska sirovina. U povlati opekarskih glina nalaze se kvartarni šljunkovi debljine oko 3 m, a podinu celog nivoa keramičko-opekarskih glina čine veoma glinoviti kvarcni peskovi i peskovite gline. Rezerve keramičko-opekarskih glina iznose oko 1.400.000 tona.

Keramičko-opekarske gline odlikuju se, kao i ostale gline ovog područja, visokim sadržajem alkalija, ali i većim procentom gvožđa (tab. 4.42.), tako da njihova boja nakon pečenja varira od sive do crvene. Vatrostalnost ovih glina je niska, a samo izuzetno dostiže do 28 SK.

SiO ₂	58.83
Al ₂ O ₃	23.06
Fe ₂ O ₃	4.49
CaO	0.74
MgO	1.44
K ₂ O	2.77
Na ₂ O	0.48
G.Ž.	8.11
Ukupno	99.92

Tabela 4.42.: Prosečan hemijski sastav (u %) keramičko-opekarskih glina iz ležišta Lukavički potok (Atanasković, 1971).

Ležište Šušnjar

U blizini sela Šušnjar kod Lazarevca nalaze se pojave smeđe i ugljevite masne gline (Atanasković, 1966). Na osnovu podataka iz četiri bušotine utvrđeno je da su te gline male debljine, ograničenog prostiranja i niske vatrostalnosti, tako da je dalje istraživanje prekinuto. Hemijski sastav tih glina (izvršene su svega tri analize) prikazan je u tabeli 4.43. Kao i kod ostalih glina sa ovog područja karakterističan je visok sadržaj alkalija usled prisustva većih količina ilita/liskuna. Srednji sadržaj aluminije iznosi oko 24 %, a Fe₂O₃ oko 1,8 %.

Na području sela Šušnjar, ali na drugom lokalitetu (u neposrednoj blizini Lazarevca), istraženo je i ležište opekarskih glina, koje je proučavao Jovović (1980). Iako se ne navodi izgled rovnih glina, može se pretpostaviti da se radi o kvartarnim glinama jer se prostiru od same površine terena do dubine od 16 do 20 m.

U mineralnom sastavu ovih glina (koji je proučavan samo metodom faznog kontrasta u mikroskopu) najzastupljeniji mineral je kvarc, dok se liskuni i feldspati nalaze u manjim koncentracijama. Od minerala glina, koji čine oko 20 % ukupne mase rovne sirovine, dominantni su halozit i kaolinit, dok je ilit dosta podređen. Prisustvo monmorionita nije utvrđeno.

	1	2
SiO ₂	56.76-68.48	61.20
TiO ₂	oko 0.85	0.62
Al ₂ O ₃	22.18-26.31	17.12
Fe ₂ O ₃	1.18-2.49	4.84
FeO		1.80
MnO		0.06
CaO	oko 0.16	0.84
MgO	0.60-2.42	0.85
K ₂ O	3.06-3.37	2.54
Na ₂ O	0.19-0.56	0.82

H ₂ O ¹¹⁰		2.57
H ₂ O ¹⁰⁰⁰		6.34
G.Ž.	4.20-6.27	
Ukupno		99.60

Tabela 4.43.: Hemijski sastav (u %) keramičkih i opekarskih glina ležišta Šušnjar.

1. Keramičke gline (Atanasković, 1966); 2. opekarske gline (Jovović, 1980).

Opekarske gline ležišta Šušnjar odlikuju se visokim sadržajem silicije, alkalija i naročito gvožđa (tabela 3.19), dok je učešće aluminije malo.

* * *

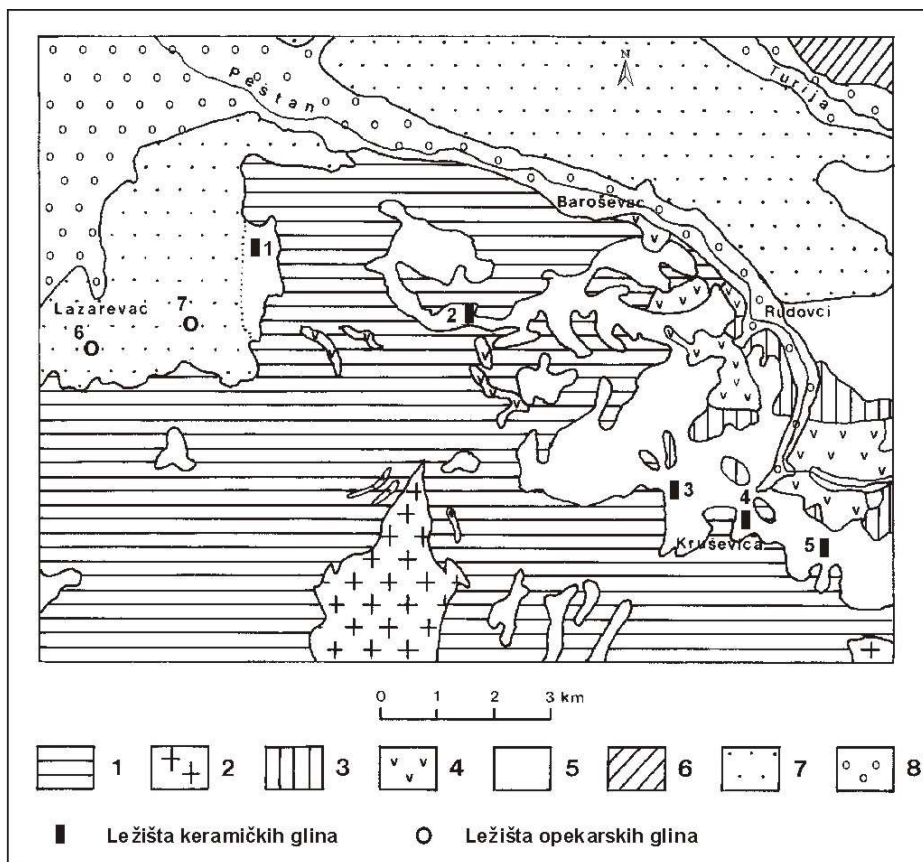
Na ostalim područjima istočnog dela Kolubarskog basena nisu utvrđene pojave niti ležišta vatrostalnih ili keramičkih glina, već samo opekarskih glina (Zlatković i Marković, 1984; Atanasković, 1980a).

4.3.2.1.2. Baseni Brajkovačkog horsta

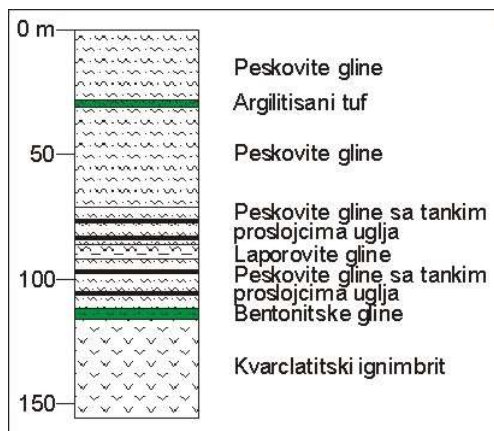
Na području brajkovačkog horsta (od Lazarevca na zapadu do naselja Partizani na istoku) nalazi se nekoliko većih ili manjih tercijskih basena, koji su sa severa, zapada i juga ograničeni metamorfnim stenama, a sa severoistoka i istoka sedimentima kredne starosti i vulkanitima (sl. 4.60.). U većini od tih basena nalaze se ležišta ili pojave keramičkih glina.

Šire područje Kruševice predstavlja najveći basen u okviru navedenog područja i odlikuje se kompletnijim razvićem neogenih sedimenata u odnosu na ostale, znatno manje basene. Samim tim on je i nešto više proučen, pre svega zahvaljujući manjim pojavama uglja (Karović i Dolić, 1985).

Najstariji sedimenti u tom basenu su helvetske (prebadenske) starosti i sastoje se od klastično-karbonatnih tvorevina koje mestimično prelaze u relativno čistije karbonatne sedimente. Razvijene su na veoma malom području severno od sela Kruševice. Klastično-karbonatne tvorevine odlikuju se velikom promenljivošću granulometrijskog sastava, i predstavljene su peskovitim, laporovitim, ugljevitim i ređe masnim glinama, peskovima i alevrolitima, kao i tanjim proslojcima bentonita u nižim delovima serije (sl. 4.61.). Karbonatni sedimenti sastoje se uglavnom od laporaca, laporovitih krečnjaka i, sasvim izuzetno, dolomit-magnezita (Dolić i dr., 1974). Karbonatna komponenta u klastitima potiče uglavnom od konkrecija ili fosilne faune. Terigenu komponentu čine zrna uglastog do poluzaobljenog kvarca (često sa undulatornim pomračenjem) i odlomci škrljaca i metapeščara. Od ostalih minerala česta su sosiritisana i karbonatisana zrna feldspata, epidot, metalni mineral i amfibol. Učešće materijala poreklom iz krednih sedimenata i vulkanita je podređeno. Glinovita komponenta je monmorionitska i monmorionitsko-ilitska (određena na osnovu DTA i metodom bojenja). Maksimalna debljina ove serije je oko 120 m.



Slika 4.60.: Pregledna geološka karta područja brajkovačkog horsta (prema OGK list Obrenovac, sa dopunama). 1. Metamorfni kompleks Vagana i Lazarevca; 2. granitoidi Bukulje i Brajkovca; 3. gornjokredni fliš; 4. daciti, andeziti i piroklastiti; 5. slatkodvodni prebadenski sedimenti brajkovačkog horsta; 6. sarmat i panon Kolubarskog basena; 7. pont i kvartar Kolubarskog basena; 8. aluvion. Ležišta i pojave keramičkih glina: 1. Dren; 2. Bistrica; 3. Trbušnica; 4. Kruševica; 5. Progoreoci. Ležišta opekarskih glina: 6. Šušnjar; 7. Lukavički potok.



Slika 4.61.: Karakteristični litološki stub basena Kruševica (prema podacima Karovića i Dolića, 1985).

Superpoziciono mlađe tvorevine predstavljaju jezerski klastični sedimenti helvet-tortonske (= prebadenske) starosti, koji su najbolje razvijeni duž južnog oboda basena. Sastoje se od peskovitih i alevritskih glina, keramičkih glina, različitih alevrita, peskova, šljunka i detritusa od metamorfita. Sadržaj karbonatne komponente je veoma nizak, a poreklo materijala je iz obodnih metamorfita. Procenjena debljina ovih naslaga je oko 50-100 m. Spiranje materijala sa kopna vršeno je brzim, verovatno sezonskim, proluvijalnim tokovima, tako da uz kratak transport nije bilo omogućeno bolje

sortiranje klastične komponente. Samo u kratkotrajnim fazama smirivanja hidrodinamičke aktivnosti, dolazilo je do taloženja čistijih keramičkih glina.

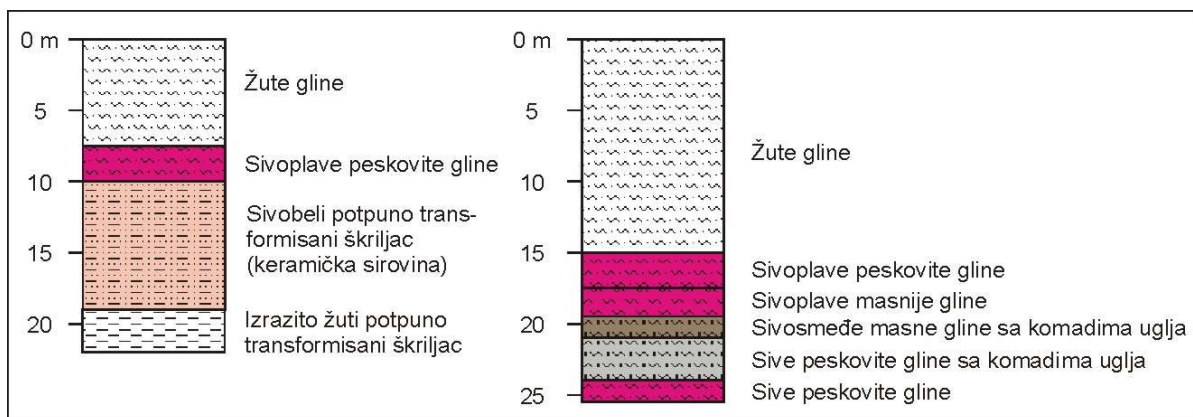
U ostalim depresijama ovog područja razvijena je, kako izgleda, samo klastična serija.

Ležište Dren

Ležište keramičkih glina Dren nalazi se oko 3 km severoistočno od Lazarevca, u blizini istoimenog sela. Gline iz ovog ležišta korišćene su još pre II svetskog rata za izradu takozvanog "trgovačkog" šamota, to jest niskovatrostalnih šamotnih opeka. Povremeno se, i u malim količinama, vršila eksploatacija ovih glina sve do 1981. godine za potrebe preduzeća "Kolubara-Građevinar" (za proizvodnju niskovatrostalnog šamota) i "Keramika" iz Mladenovca za proizvodnju građevinske keramike.

Prvi podaci o geološkim karakteristikama ležišta i mineraloškim osobinama glina nalaze se u radovima Vasiljevića (1953) i Lupibereze (1954). Ležište Dren istraživali su Atanasković (1963, 1983) i Živkov i dr. (1986).

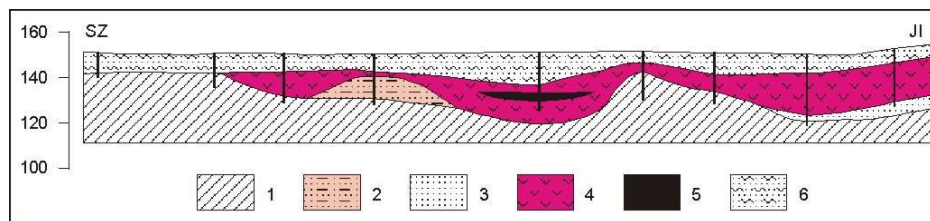
Keramička glina se javlja u vidu jednog nivoa prosečne debljine do 9 m, koji čine sivoplave, uglavnom peskovite, ređe i masne gline koje se međusobno često smenjuju (sl. 4.62.); mestimično su razvijene i ugljevit gline debljine do 0,6 m, kao i sivosmeđe peskovite gline sa komadima uglja, čija debljina iznosi do 4 m. Deo ležišta predstavlja i autohtona kora raspadanja, to jest sasvim raspadnuti škriljci. Najveće koncentracije masnijih varijeteta keramičkih glina nalaze se u lokalnim depresijama u paleoreljefu (sl. 4.63.).



Slika 4.62: Tipični litološki stubovi ležišta keramičkih glina Dren.

Podinu ležišta čine sive i žute peskovite gline ili raspadnuti škriljci. Povlatni sedimenti, debljine 1-25 m (prosečno oko 10 m), predstavljeni su žutomrkim masnim ili peskovitim glinama, a ponegde i šljunkovima.

Prema ispitivanjima Nikolića (u Atanasković, 1983) keramičke gline ovog ležišta sastoje se od mešavine kaolinita, hidroliskuna i halozita, uz prisustvo kvarca, feldspata i male količine vermikulita. Međutim, u pojedinim uzorcima nalaze se i 14 Å minerali kao i interstratifikovani mineral najverovatnije tipa ilit-smektit. Minerali glina su nastali raspadanjem paleozojskih škriljaca koji čine obod depresije.



Slika 4.63.: Karakterističan profil ležišta keramičkih glina Dren. 1. Škriljci; 2. kaolinisani škriljci; 3. glinoviti pesak; 4. sivoplave keramičke gline; 5. ugljevite gline i gline sa komadima uglja; 6. povlatne masne ili peskovite gline. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.

Hemijski sastav keramičkih glina iz ležišta Dren prikazan je u tabeli 4.44.

	1	2	3	4
SiO ₂	61.79	68.01	74.74	51.28
TiO ₂	1.03	1.11	0.26	
Al ₂ O ₃	23.63	19.01	14.10	31.56
Fe ₂ O ₃	2.30	1.77	2.21	3.38
MnO		tr	0.01	
CaO	0.69	0.57	0.53	0.98
MgO	0.42	0.32	0.03	1.75
K ₂ O		2.41	2.33	
Na ₂ O	3.38	0.30	0.16	
SO ₃		0.25	tr	
CO ₂			0.18	
Org.mat.		0.45	0.39	
H ₂ O ⁻		2.05	0.99	
H ₂ O ⁺	6.61	4.25	4.32	9.88
Ukupno	99.95	100.50	100.25	98.83
SK		16		34

Tabela 4.44.: Prosečan hemijski sastav (u %) i vatrostalnost keramičkih i vatrostalnih glina iz ležišta Dren: 1. južni deo ležišta (Atanasković, 1963); 2. severni deo ležišta (Atanasković, 1983); 3. šire područje ležišta (Živkov i dr., 1986); 4. kvalitetnije partije ležišta (Lupibereza, 1954, prosek iz dve analize).

U ležištu su, međutim, postojale i kvalitetnije partije glina čija je vatrostalnost iznosila i do 34 SK (Lupibereza, 1954), mada je ta vrednost dosta visoka za prikazan hemijski sastav.

Rezerve keramičkih glina iz severnog dela ležišta iznose oko 1.500.000 tona (Atanasković, 1983), a južnog dela oko 350.000 tona (Atanasković, 1963).

U blizini ležišta Dren nastavljena su i kasnije istraživanja keramičkih glina (Živkov i dr., 1986). Peskovite keramičke gline javljaju se u vidu jednog do dva sloja ukupne debljine 6,5-13,8 m. Procenjene rezerve sirovine iznose oko 500.000 tona. Prema istim autorima glina je ilitsko-kaolinitskog tipa sa značajnim količinama halozita i monmorionita. Od ostalih minerala najviše je zastupljen kvarc, kao i manje količine feldspata i liskuna. Prosečan hemijski sastav glina prikazan je takođe u tabeli 4.43.

Bistrica

Ležište keramičkih glina Bistrica nalazi se kod istoimenog sela, oko 5 km istočno od Lazarevca, u koritu Bojanskog potoka. Ležište je istraženo sa 10 bušotina, a rezerve su procenjene na oko 7.000.000 tona (N.N., 1955). Keramičke gline se nalaze u jednom nivou debljine 1-4 m. Glina je bele ili sivobeke boje sa vidljivim ljuspicama liskuna, niskim sadržajem Fe_2O_3 (do 1,5 %) i belom bojom pečenja (Atanasković, 1966). Drugih podataka o kvalitetu glina nema.

Kruševica

Keramičke gline sivoplave boje nalaze se na više mesta u okolini Kruševice. Korišćene su za izradu polukiselih šamotnih opeka (Stangačilović, 1953), a početkom pedesetih godina i u "Keramici" iz Mladenovca za građevinsku keramiku (Atanasković, 1966).

Postojeći podaci o mineralnom sastavu keramičkih glina okoline Kruševice dosta su oskudni. Stangačilović (1953) navodi od minerala glina samo kaolinit, uz koji se kao primese javljaju kvarc, feldspati, liskuni, hlorit i akcesorni minerali. Stangačilović (1969) u istim glinama navodi sledeće minerale glina: ilit, kaolinit i monmorionit, uz ostale mehaničke primese.

Kako bi se preciznije utvrdio mineralni sastav pre svega glinovite frakcije keramičkih glina iz okoline Kruševice izvršena su proučavanja rendgenskom difrakcijom praha na jednom uzorku tih glina. Na osnovu difraktograma rovnog uzorka gline najzastupljeniji su ilit/liskun i kvarc. U značajnoj količini javlja se i kaolinit, dok je sadržaj feldspata dosta niži. Prisustvo monmorionita u tragovima određeno je na difraktogramu preparata zasićenog glicerinom.

Hemijski sastav glina koje su povremeno eksploatisane prikazan je u tabeli 4.45.

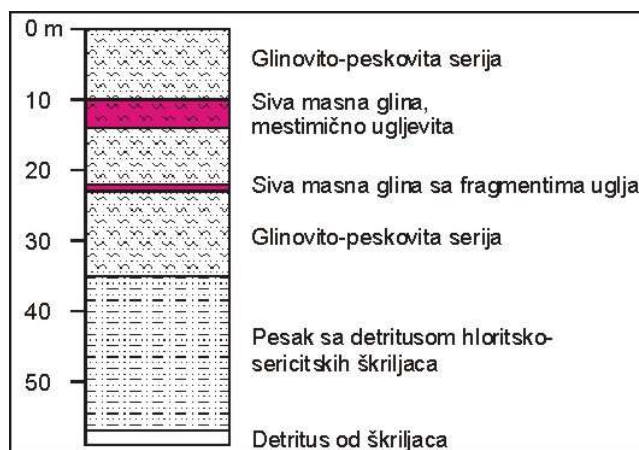
	1	2
SiO_2	58.39- 67.45	67.04
Al_2O_3	21.72- 26.74	21.50
Fe_2O_3	1.78- 3.55	2.17
CaO	0.73- 1.60	0.31
MgO	0.49- 0.96	1.03
$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	0.64	3.04
G.Ž.	6.31- 9.60	4.91
Ukupno		100.00

Tabela 4.45.: Hemijski sastav (u %) keramičkih glina iz ležišta Kruševica
1. Stangačilović (1953); 2. Katalog "ŠAMOT"-a (1963).

Hemijski sastav glina iz ležišta Kruševica koji navodi Stangačilović (1953) nikako ne odgovara ni tipičnom hemijskom, a ni mineralnom sastavu glina stvaranih u depresijama brajkovačkog horsta. Ukupan sadržaj alkalija od svega 0,64 % ukazuje na to da je analizirani materijal uziman iz najkvalitetnijih delova sloja, pa se neće koristiti za dalja razmatranja.

Trbušnica

Keramičke gline utvrđene su blizu Trbušnice, oko 2 km zapadno od Kruševice u bušotini KT-1 (Karović i Dolić, 1985). Gline se javljaju u vidu dva sočiva debljine 1-4 m (sl. 4.64.).



Slika 4.64.: Stub bušotine KT-1 sa položajem keramičkih glina (prema Karoviću i Doliću, 1985).

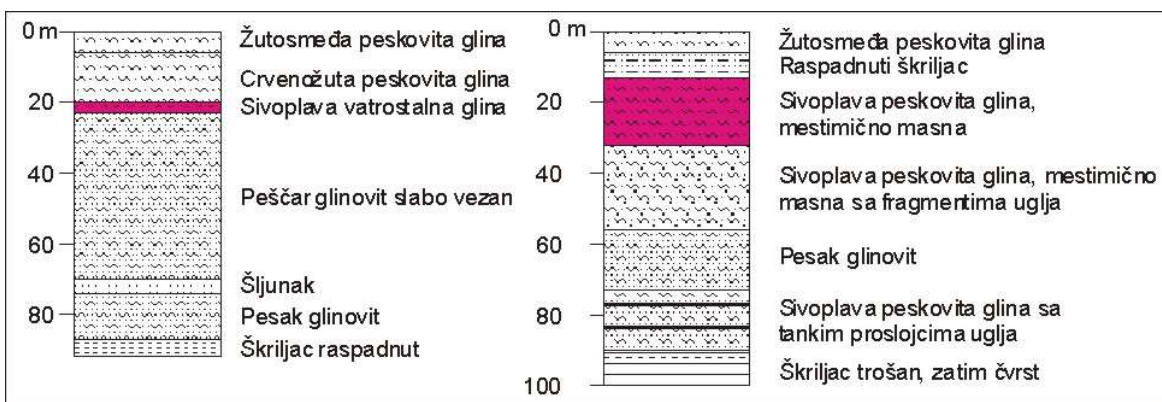
Prema istim autorima gline su izgrađene od kaolinita (sa halojzitom) i ilita, kvarca i feldspata, dok je liskun konstatovan samo u tragovima. Hemijski sastav tih glina prikazan je u tabeli 4.46.

	1	2	3
SiO ₂	48.31	44.56	63.40
TiO ₂	0.55	0.62	0.48
Al ₂ O ₃	31.19	28.91	20.68
Fe ₂ O ₃	4.01	5.00	2.43
CaO	0.38	1.43	tr.
MgO	0.66	0.04	2.78
K ₂ O	2.34	2.15	2.00
Na ₂ O	0.57	0.57	0.68
SO ₃	0.25	0.44	0.31
CO ₂	-	1.25	-
Org.mat	0.14	1.02	0.14
H ₂ O ¹¹⁰	2.34	2.56	1.27
H ₂ O ¹⁰⁰⁰	9.54	11.41	5.86
Ukupno	100.28	99.96	100.03

Tabela 4.46.: Hemijski sastav keramičkih glina iz bušotine KT-1 (okolina Trbušnice).
1. Masnije gline; 2. ugljevite gline; 3. peskovite gline (analitičar M. Kostić).

Progoreoci

Na području Progorelaca, oko 3 km zapadno od mesta Darosava, istraživane su keramičke gline (Atanasković, 1980), koje se javljaju u peskovito-glinovitoj seriji (sl. 4.65.). U nižim delovima neogena serija, čija maksimalna utvrđena debljina iznosi \approx 90 m, leži preko raspadnutih škriljaca, ređe metapeščara ili krednih laporovitih peščara.



Slika 4.65.: Karakteristični stubovi neogenih sedimenata sa područja Progorelaca (prema podacima Atanaskovića, 1980).

Keramičke gline su sivobeke i sivoplave boje, mestimično prošarane žutom bojom. Debljina masnijih intervala gline dostiže do 4 m. Samo u jednoj bušotini utvrđen je sloj vatrostalne gline sivoplave boje sa laminacijama. U nekoliko bušotina nalaze se fragmenti uglja, ređe i tanki proslojci uglja, u intervalima debljine i preko 20 m, što znači da su na nešto širem području Progoreoca povremeno vladali močvarni uslovi, omogućavajući nakupljanje organske materije od koje je kasnije stvoren uglj.

Mineralni sastav glina nije ispitivan tokom ranijih istraživanja, već su samo vršene delimične hemijske analize i određivana je vatrostalnost. U tabeli 4.47. prikazan je tipičan hemijski sastav različitih vrsta glina i raspadnutih škrljaca.

	1	2	3	4	5
SiO ₂	57.05	59.11	70.32	64.35	51.34
Al ₂ O ₃	27.06	25.36	18.41	20.39	23.96
Fe ₂ O ₃	2.39	2.61	2.69	5.39	12.78
G.Ž.	8.14	7.32	5.48	6.86	9.96
Ukupno	94.64	94.40	96.90	96.99	98.04
SK	27	16	16	15	12/13

Tabela 4.47.: Delimične hemijske analize različitih varijeteta glina iz ležišta Progoreoci (sračunato prema podacima Atanaskovića, 1980). 1. Vatrostalna sivoplava glina sa laminacijama; 2. masnije keramičke gline; 3. peskovite keramičke gline; 4. opekarske gline; 5. raspadnuti škrljaci - kora raspadanja.

Masnije keramičke gline, a naročito vatrostalne, odlikuju se nešto većim sadržajem aluminije (kaolinita), dok je sadržaj Fe₂O₃ u proseku 2,4-2,6 %. Međutim, niske vrednosti gubitka žarenjem, kao i dosta visok sadržaj alkalija i zemnoalkalija (procenjen kao razlika do 100 % u analizama), upućuje i na značajno prisustvo minerala nosioca kalije - ilita/liskuna i feldspata.

Peskovite keramičke gline odlikuju se visokim količinama kvarca, a crvene i žute opekarske gline povećanim procentom Fe₂O₃. Raspadnuti škrljaci - kora raspadanja (prema Atanaskoviću, 1980, zaglinjeni materijal sa strukturom škrljaca) odlikuje se izrazito visokim sadržajem Fe₂O₃.

4.3.2.2. Analiza prognoznih kriterijuma resursa kaolinitskih glina u istočnom delu Kolubarskog basena i basenima Brajkovačkog horsta

4.3.2.2.1. Prognozni kriterijumi raspadanja

Prognozna ocena resursa kaolinitičkih glina u istočnom delu Kolubarskog basena i basenima Brajkovačkog horsta prikazana je zajedno pošto najveći deo glinovite komponente u oba basena vodi poreklo od istih matičnih stena - različitih škrljaca i metaklastita. Jedini izuzetak su vatrostalne gline u ležištima Rudovci i Prkosava, a verovatno i Baroševac, koje vode poreklo od vulkanogenih stena.

Primarni izvori glina

Primarni izvori minerala glina u ležištima basena Brajkovačkog horsta i istočnog dela Kolubarskog basena jesu kore raspadanja na različitim škrljcima i metaklastitima, kao i vulkanogenim stenama.

Geološke karakteristike i zonalnost kore raspadanja na škrljcima i metaklastitima

Od škrljaca na području Brajkovačkog horsta utvrđeni su: liskunski, sericitsko-hloritski i albitski škrljci i filiti, a od metaklastita metapeščari i metaalevroliti.

Liskunski škrljci izgrađeni su od sitnozrnih agregata kvarca, biotita, muskovita i ređe plagioklasa, a sericitsko-hloritski škrljci sastoje se od veoma sitnozrnog kvarca, sericita, hlorita, ređe sericitsanog plagioklasa. Metapeščari su makroskopski veoma slični sericitskim škrljcima, a izgrađeni su od sitnih zrna kvarca i sericita. Albitski škrljci su sastavljeni od sitnih liski muskovita, hlorita, kvarca i albita. Filiti i metamorfisani alevroliti su slabo metamorfisane tvorevine, izgrađene od kvarca, sericitskih traka, hlorita i malo biotita.

Pošto do danas na području brajkovačkog horsta (od Lazarevca na zapadu do Darosave na istoku), nisu otkrivene značajnije pojave kaolinske kore raspadanja, to nije bilo moguće proučiti njihov mineralni sastav. Međutim, na postojanje nekadašnje regionalno razvijene kore raspadanja ukazuje ne samo čitav niz ležišta i pojava kaolinitičkih glina u sedimentima okolnih basena, već i mestimično konstatovane (prilikom istražnih radova) pojave alterisanih stena, to jest kore raspadanja. Njihov značaj za genezu sedimentnih ležišta kaolinitičkih glina nije bio pravovremeno uočen, tako da nisu dalje proučavane. Tako je na području ležišta keramičkih glina Dren kod Lazarevca utvrđeno da deo sirovine predstavljaju "in situ" alterisani škrljci, koji se odlikuju niskim sadržajem Fe_2O_3 od oko 1,5 %. Na području ležišta Progoreoci u jednoj od bušotina utvrđeni su raspadnuti škrljci koji predstavljaju koru raspadanja bogatu gvožđem (sadržaj Fe_2O_3 je 12-13 %). Pošto nikakve mineraloške analize nisu rađene ni na jednom od navedenih uzoraka, može se reći da već sama razlika u sadržaju Fe_2O_3 ukazuje na različite uslove raspadanja (različitu zonu kore raspadanja), a možda i na drugačije matične stene, koja je u oba slučaja definisana uopštenim terminom škrljac.

O eventualnoj zonalnosti kore raspadanja na škrljcima i metaklastitima Brajkovačkog horsta teško je govoriti. Mineralni sastav kaolinitičkih glina u basenima Brajkovačkog horsta i Kolubarskog basena (koje vode poreklo od navedenih matičnih stena) je, prema raspoloživim podacima, dosta ujednačen, a osnovni minerali glina su kaolinit i ilit. Prisustvo monmorionita kao indikatora niže zone kore raspadanja je vrlo malo, što bi značilo da je niža (ilitsko-monmorionitska) zona slabije razvijena. Međutim, kod sedimenata Kolubarskog basena zapaža se (mada treba naglasiti da su ispitivanja uglavnom preliminarog karaktera i uglavnom nedovoljna za neke sigurne zaključke) da sa udaljavanjem od oboda basena opada sadržaj kaolinita, a raste sadržaj monmorionita, što može da bude posledica selektivne diferencijacije prilikom transporta i sedimentacije minerala glina. Zajedničko pojavljivanje kaolinita i ilita u svim ležištima kaolinitičkih glina i istočnog dela Kolubarskog basena (ponovo naglašavamo da se to ne odnosi na ležišta Rudovci, Prkosava i Baroševac) ukazuje na razvoj jedne kaolinitičko-ilitske zone kore raspadanja koja bi u potpunom profilu kore raspadanja (definisano u opštem genetskom modelu ležišta kaolinitičkih glina) odgovarala zoni alkalnih kaolina i gornjim delovima ilitsko-monmorionitske zone koja obično sadrži značajan udeo kaolinita. Ispod te zone bila je razvijena ilitsko-monmorionitska zona kore raspadanja.

Karakteristično je da se u ležištu Dren direktno ispod kaolinisanih škrljaca nalaze čvrsti neizmenjeni škrljci, bez prelazne zone dezintegracije. Odsustvo zone dezintegracije na kori raspadanja liskunskih škrljaca navodi i Petrov (1967).

U tabeli 4.48. šematski je prikazana pretpostavljena zonalnost kore raspadanja na škriljcima i metaklastitima Brajkovačkog horsta.

Zone kore raspadanja u potpunom profilu	Zone kore raspadanja na škriljcima i metaklastitima Brajkovačkog horsta	Osnovni minerali
Kaolinska zona		
Zona alkalnih kaolina	Kaolinitsko-ilitska	Kaolinit, ilit, kvarc
Ilitsko-monmorionitska zona	Ilitsko-monmorionitska	Ilit, monmorionit, kvarc, malo feldspata
Zona dezintegracije	Odsustvuje	
Neizmenjena stena		Kvarc, liskuni, hlorit, feldspati

Tabela 4.48.: Šematski prikaz pretpostavljene zonalnosti kore raspadanja na škriljcima i metaklastitima Brajkovačkog horsta u odnosu na potpuni teoretski profil kore raspadanja.

Raspadanje primarnih minerala u škriljcima i metaklastitima

Raspadanje primarnih minerala iz škriljaca i metaklastita odvijalo se po sledećoj pretpostavljenoj šemi (tabela 4.49.).

Primarni mineral	Minerali glina
Muskovit	Kaolinit, ilit (viša zona) Ilit (niža zona)
Biotit	Kaolinit Vermikulit, kaolinit (niža zona)
Plagioklasi	Kaolinit (viša zona) Monmorionit (niža zona)
Sericit	Ilit
Hlorit	Kaolinit

Tabela 4.49.: Pretpostavljena šema raspadanja primarnih minerala i stvaranje minerala glina u kori raspadanja Brajkovačkog horsta.

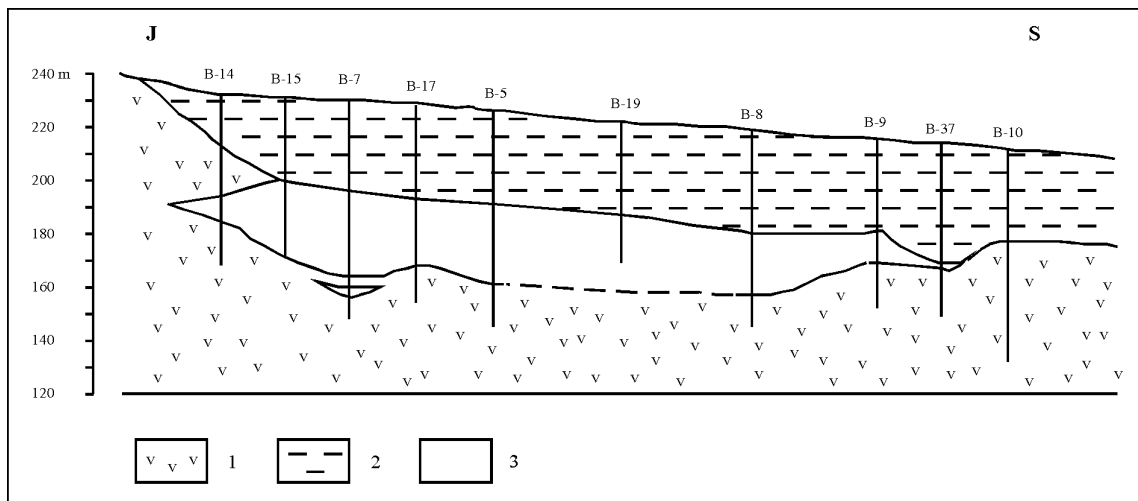
Geološke karakteristike i zonalnost kore raspadanja na vulkanitima i piroklastitima

Prema Filipoviću i Rodinu (1980) u jugoistočnom i istočnom obodu Kolubarskog basena od vulkanogenih stena najzastupljeniji su fenoandeziti, koji su izgrađeni od plagioklasa, biotita, hornblende i monokliničnog piroksena, dok je kvarc redak. Osnovna masa je mikrokristalasta, a sastoji se od plagioklasa, K-feldspata, kvarca i bojenih sastojaka.

Međutim, prema Pavloviću (1989) na području Žutog Oglavka i Klještevica zastupljeni su kvarclatitski ignimbriti, koji se sastoje od plagioklasa, kvarca, biotita i piroksena. Sa ignimbritima se smenjuju tufovi, a prelazi su postepeni.

Na postojanje nekadašnje kore raspadanja na vulkanitima ukazuju dva podatka: prvi je ležište kaolina Mostine kod Kamenitog Oglavka, severozapadno od Arandjelovca, a drugi je pojava raspadnutog dacita u bušotini R-IV/55 koja se nalazi jugoistočno od ležišta Rudovci. U toj bušotini raspadnuti dacit utvrđen je na dubini od 20 m, i kroz njega je bušeno 17,8 m, kada je bušenje završeno. S obzirom da raspadnuti dacit nije analiziran, ukratko ćemo se osvrnuti na pomenuto ležište kaolina Mostine.

Ležište kaolina Mostine istraženo je sa oko 40 bušotina (Atanasković, 1965), pri čemu je utvrđeno da se javlja u vidu kore raspadanja nastale na dacitskim tufovima (slika 4.66).



Slika 4.66: Profil kroz ležište kaolina Mostine (prema podacima Atanaskovića, 1965). 1 Vulkaniti i tufovi; 2. neogeni sedimenti; 3. kaolin. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.

Oskudna mineraloška ispitivanja pokazala su da je kaolinit izrazito dominantan mineral glina, a da je ilit zastupljen u maloj količini. U pojedinim probama utvrđeno je prisustvo alunita, što ukazuje na delovanje hidrotermalnih rastvora u periodu pre početka površinskog raspadanja. U tabeli 4.50 prikazan je hemijski sastav kaolina iz ležišta Mostine.

	1	2
SiO ₂	48.68	52.16
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	28.29	30.01
Fe ₂ O ₃	1.92	3.44
FeO	1.04	
CaO	1.07	0.72
MgO	tr.	0.70
K ₂ O	3.05	2.39
Na ₂ O	1.00	
G.Ž.	15.11	10.23
Ukupno	100.16	99.65

Tabela 4.50: Hemijski sastav (u %) kaolina iz ležišta Mostine. 1. Kompozitni uzorak, 2. prosek iz analiza po bušotinama. (Prema podacima Atanaskovića, 1965).

Na osnovu raspoloživih podataka ne može se govoriti o zonalnosti kore raspadanja. Prema rezultatima istražnog bušenja u ležištu kaolina Mostine razvijena je samo jedna zona kore raspadanja, koja bi odgovarala zoni alkalnih kaolina. Niža, ilitsko-monmorionitska zona i zona dezintegracije kore raspadanja nisu razvijene u tom ležištu. Međutim, to ne mora da znači da na nekom drugom lokalitetu nisu bile razvijene i te zone kore raspadanja.

Da vatrostalne gline iz ležišta Rudovci i Prkosava (koja u suštini predstavljaju jedno ležište bez geološke granice) vode poreklo od kaolinisanih vulkanita odavno je poznato (Stangačilović, 1951). Međutim, poreklo materijala od kojeg su stvorene gline ležišta Baroševac je diskutabilno, pošto mineralni sastav tih glina nije proučavan prilikom istraživanja ležišta. Prosečni sadržaj alkalija u ležištu Baroševac viši je od prosečnog sadržaja alkalija u ležištu Rudovci, ali niži od srednjeg

sadržaja alkalija u glinama nastalim raspadanjem škrljaca i metaklastita, što može da ukaže na mešovito poreklo minerala glina. U široj okolini ležišta konstatovane su pojave dacita u paleoreljefu basena, mada se mora naglasiti da je najveći deo kako paleoreljefa tako i oboda tog dela basena izgrađen od škrljaca. Za razmatranje porekla minerala glina iz ležišta Baroševac važna je i činjenica da pojedini delovi ležišta sadrže malu količinu alkalija, oko 1-1.5 %, što je veoma blisko glinama iz ležišta Rudovci. Realna je mogućnost da gline ležišta Baroševac vode poreklo od kore raspadanja vulkanita, a da delovi ležišta sa povišenim sadržajem alkalija imaju nešto više feldspata.

Raspadanje primarnih minerala u vulkanitima i piroklastitima

Raspadanje primarnih minerala iz fenoandezita i kvarclatitskih ignimbrita odvijalo se po sledećoj pretpostavljenoj šemi (tabela 4.51).

Primarni mineral	Minerali glina
Plagioklas	Kaolinit
Biotit	Kaolinit
Hornblenda	Monmorionit - kaolinit
Piroksen	Monmorionit - kaolinit
K-feldspat iz osnovne mase	Kaolinit, ilit

Tabela 4.51.: Pretpostavljena šema raspadanja primarnih minerala i stvaranje minerala glina u kori raspadanja vulkanogenih stena na području jugoistočnog i istočnog oboda Kolubarskog basena.

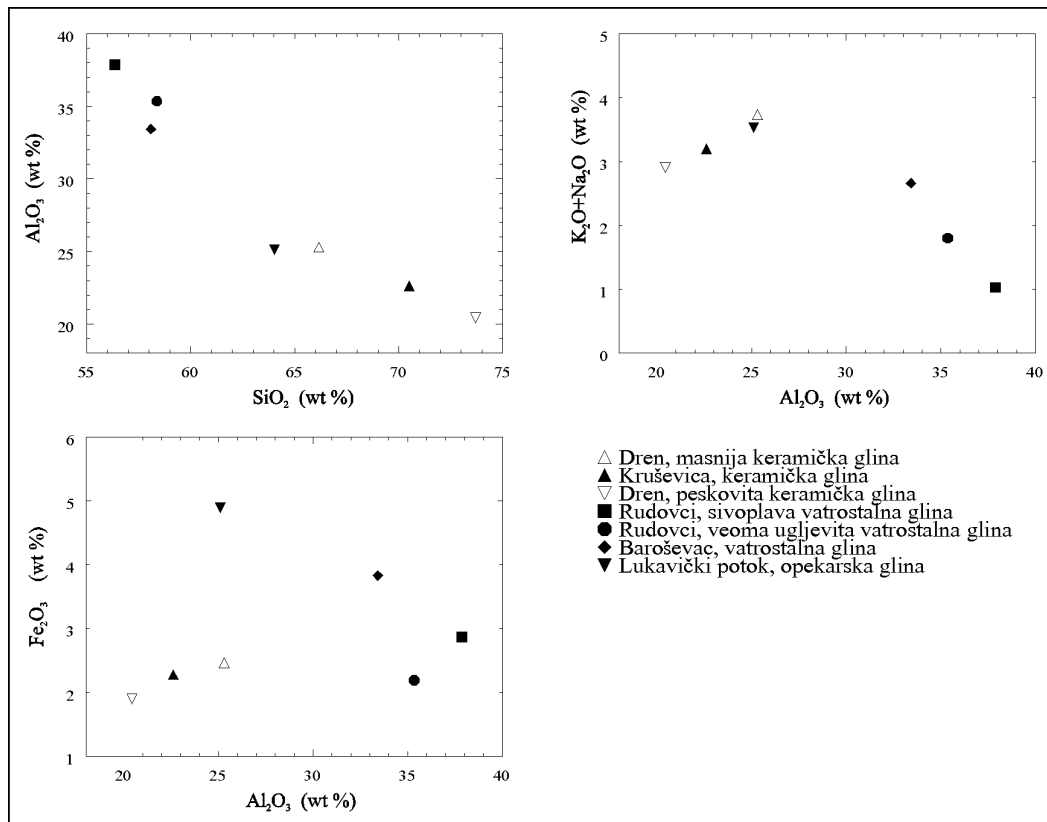
Razlike u sastavu matičnih stena i njihov uticaj na novostvorene minerale glina veoma lepo su se odrazile ne samo kroz mineralni sastav, već i kroz hemizam glina.

U tabeli 4.52. prikazan je hemijski sastav tipičnih varijeteta kaolinitskih glina iz ležišta istočnog dela Kolubarskog basena i basena brajkovačkog horsta, a na slici 4.67. ilustrovan je sadržaj karakterističnih hemijskih komponenti kaolinitskih glina (preračunato na paljeno stanje).

Na slici 4.67 zapaža se da hemijski sastav odražava mineralni sastav i različito poreklo minerala glina. Gline nastale raspadanjem vulkanita izrazito su kaolinitskog sastava, dok su gline nastale raspadanjem škrljaca i metaklastita kaolinitsko-ilitskog sastava, a odlikuju se i znatno višim sadržajem kvarca, što je verovatno posledica prisustva kvarca u matičnim stenama.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	48.91	47.96	52.16	61.79	68.01	67.04	58.83
TiO ₂	0.47		0.51	1.03	1.11		
Al ₂ O ₃	32.86	*29.05	30.01	23.63	19.01	*21.50	*23.06
Fe ₂ O ₃	2.49	1.80	3.44	2.30	1.77	2.17	4.49
CaO	0.63	1.12	0.72	0.69	0.57	0.31	0.74
MgO	0.79	0.50	0.70	0.42	0.32	1.03	1.44
K ₂ O	0.89	1.48	2.39	3.38	2.41	3.04	2.77
Na ₂ O					0.30		0.48
G.Ž.	13.27	17.79	10.23	6.61	7.00	4.91	8.11
Ukupno	100.31	99.70	100.16	99.95	100.50	100.00	99.92

Tabela 4.52: Hemijski sastav (%) vatrostalnih i keramičkih glina istočnog dela Kolubarskog basena i basena brajkovačkog horsta. 1. Rudovci, sivoplava glina (prema Atanaskoviću i Rajkoviću, 1957); 2. Rudovci, veoma ugljevita glina (Milojević i dr., 1995); 3. Baroševac (prema Atanaskoviću, 1958); 4. Dren, masnije keramičke gline (Atanasković, 1963); 5. Dren, peskovite keramičke gline (Atanasković, 1983); 6. Kruševica (Katalog Šamota, 1963); 7. Lukavički potok (Atanasković, 1971). x - $Al_2O_3+TiO_2$.



Slika 4.67: Karakteristični odnosi sadržaja osnovnih hemijskih komponenti (preračunato na paljeno stanje) u varijetetima glina sa područja istočnog dela Kolubarskog basena i brajkovačkog horsta (prema podacima iz tabele 4.27).

Geneza kaolinitskih glina Kolubarskog basena i brajkovačkog horsta razmatrana je i preko karakterističnih indeksa raspadanja (tabela 4.53), koji su jasno ilustrovali razliku u glinama nastalim raspadanjem vulkanita, s jedne strane, i škriljaca i metaklastita, s druge strane.

	1	2	3	4	5	6	7
PI	70	73	73	80	84	83	79
WI	11	17	24	32	26	29	34
CIA	94	89	88	83	82	85	82
Ki	2.5	2.8	2.9	4.4	6.1	5.3	4.3
$Al_2O_3/(K_2O+Na_2O)$	34.1	18.1	11.6	6.3	6.1	6.5	6.1
Al_2O_3/Fe_2O_3	20.7	25.2	13.7	16.1	16.8	15.5	8.0

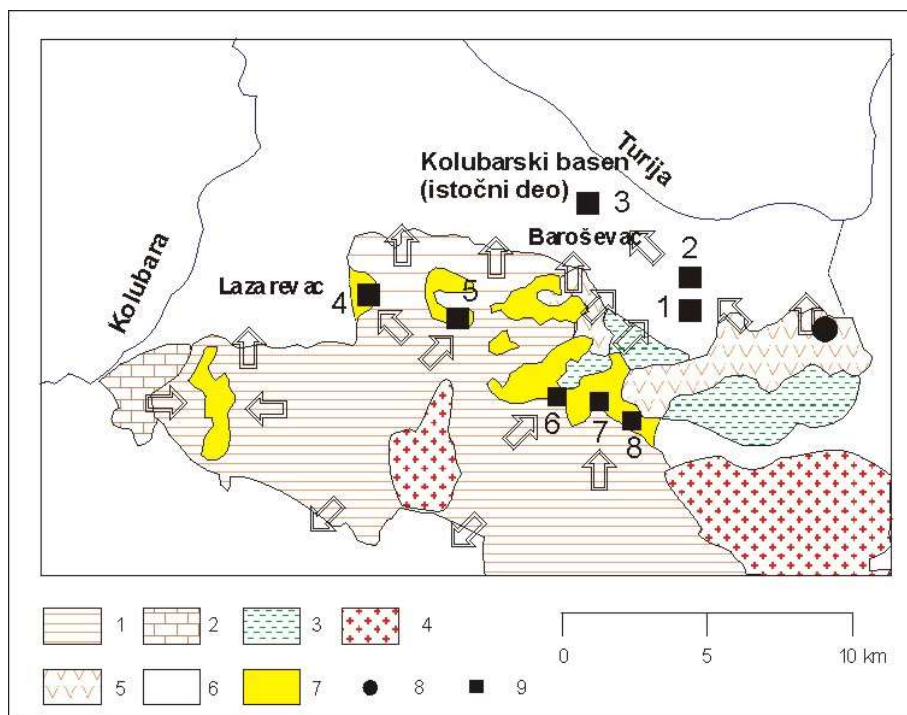
Tabela 4.53: Koeficijenti i indeksi raspadanja kaolinitskih glina sa područja Kolubarskog basena i brajkovačkog horsta. 1. Rudovci, sivoplava glina; 2. Rudovci, veoma ugljevita glina; 3. Baroševac; 4. Dren, masnije keramičke gline; 5. Dren, peskovite keramičke gline; 6. Kruševica; 7. Lukavički potok.

4.3.2.2.2. Prognozni sedimentološki kriterijumi

4.3.2.2.1. Litofacijalni kriterijumi

Mobilizacija i transport materijala iz kore raspadanja odvijali su se prvenstveno pod dejstvom vode, dok je dejstvo sile gravitacije bilo znatno slabije nego u slučaju Arandelovačkog basena, s obzirom na mnogo slabije tektonske pokrete na području Brajkovačkog horsta.

Pravac pretaložavanja materijala kore raspadanja sa područja Brajkovačkog horsta bio je sa visova u lokalne depresije, kao i ka severu, u Kolubarski basen (sl. 4.68).



Slika 4.68.: Pregledna geološka karta tercijarnih basena brajkovačkog horsta i istočnog dela Kolubarskog basena sa pretpostavljenim smerovima (označeno strelicama) paleotransporta glinovitog materijala iz kora raspadanja. 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. permo-trijaske karbonatne stene; 3. kredni sedimenti; 4. granitoidne stene; 5. tercijarni vulkaniti; 6. neogeni sedimenti; 7. Baseni brajkovačkog horsta; 8. ležište kaolina Mostine, 9. ležišta i pojave kaolinitskih glina: 1. Rudovci, 2. Prkosava, 3. Baroševac, 4. Dren, 5. Bistrica, 6. Trbušnica, 7. Kruševica, 8. Progoreoci.

Dužina i pravac transporta raspadnutog materijala bili su veoma promenljivi na ovom području. U ležištu Dren deo materijala kratko je transportovan, do 500 m, a dobar deo ležišta predstavlja nekadašnju koru raspadanja pretaloženu u lokalnim depresijama u paleoreljefu (što se jasno vidi na profilu u delu teksta gde je prikazano ležište Dren). Pravac spiranja materijala bio je sa severa, severoistoka i istoka, a kod ležišta Lukavički potok sa juga, jugoistoka i istoka. Dužina transporta kod istog ležišta iznosila je 1-2 km. Na području Bistrice, Trbušnice i Kruševice materijal je transportovan na manjim rastojanjima, do jednog kilometra, a s obzirom na današnji izgled neogenih basena može se reći da je materijal prinošen sa svih strana u sedimentacionu sredinu.

Prilikom obrazovanja ležišta Rudovci i Prkosava materijal je transportovan sa jugoistoka i istoka, a dužina transporta iznosila je od nekoliko stotina metara do tri kilometra u odnosu na današnji obod basena. Prinos materijala do ležišta Baroševac bio je sa juga i jugoistoka, a dužina transporta 2,5-3,5 km, a možda i više.

Ležišta keramičkih glina na području brajkovačkog horsta formirana su pre svega u aluvijalno-proluvijalnim sedimentacionim sredinama, a ređe u deluvijalno-proluvijalnim i jezersko-močvarnim sredinama. Nasuprot tome, ležišta kaolinitskih glina u jugoistočnom delu Kolubarskog basena

nastala su u slatkovodnim lagunama (možda i u marinskim priobalskim sredinama), vrlo često uz slojeve uglja.

Na području istočnog dela Kolubarskog basena i basena brajkovačkog horsta nije moguće izdvajanje takvog sedimentološkog niza ležišta sa različitim varijetetima kaolinitskih glina kao što je to slučaj u Arandelovačkom basenu i basenima Vlašića. To je posledica različitog porekla minerala glina, ali i znatno slabije istraženosti basena, a samim tim i manjeg broja ležišta kaolinitskih glina.

Postsedimentacione promene

Postsedimentacione promene u ležištima kaolinitskih glina na području basena Brajkovačkog horsta i Kolubarskog basena su slabo izražene, i uglavnom se ogledaju kroz eroziju pojedinih delova ležišta. Karakterističan primer za to je ležište Rudovci, gde su potoci tokom kvartara erodovali delove ležišta, ostavljajući direktno na vatrostralnoj glini sloj šljunka, ili pak potpuno presekli ceo sloj vatrostalne gline.

4.3.2.2.2. Stratigrafski kriterijumi

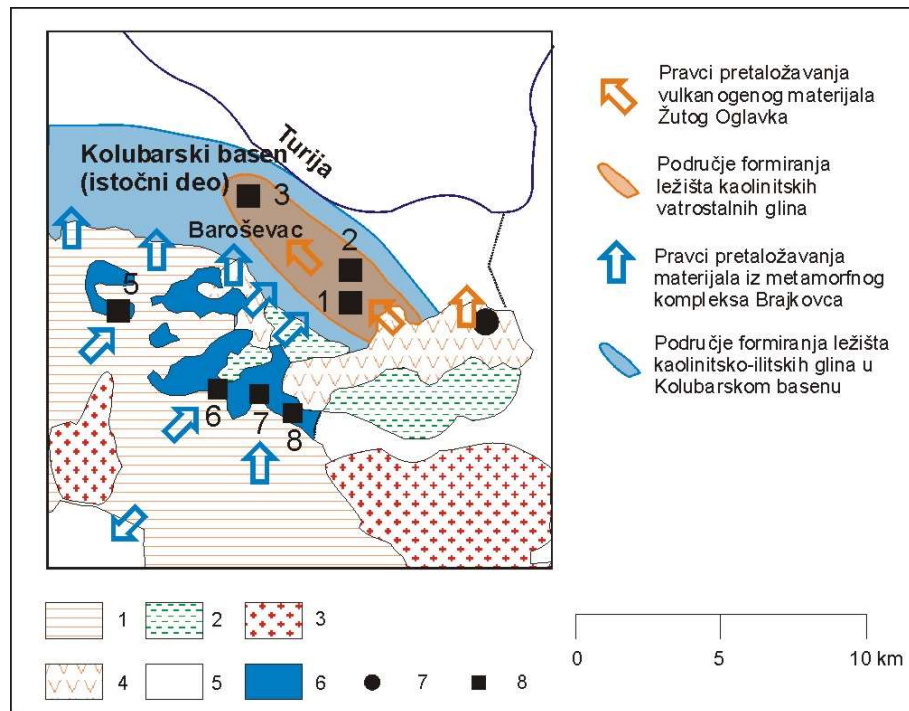
Period kaolinizacije matičnih stena i pretaložavanja kore raspadanja

Kaolinizacija na području Brajkovačkog horsta i na vulkanogenim stenama Žutog Oglavka odvijala se, kao i na području Bukulje, u periodu gornji oligocen-donji miocen. S obzirom da je starost sedimentnih naslaga u basenima na području Brajkovačkog horsta određena kao prebadenska, to jest mlađi donji miocen, to i starost kore raspadanja mora da bude veća. I kora raspadanja na Žutom Oglavku je sigurno donjomiocenska, pošto kaoline ležišta Mostine prekrivaju badenski sedimenti.

4.3.2.2.3. Paleogeografski kriterijumi

Paleogeografski uslovi koji su vladali na području Brajkovačkog horsta u periodu stvaranja ležišta kaolinitskih glina odgovarali su jednom tipičnom jezerskom sistemu, istina sa značajnim promenama sedimentacionih sredina, od kontinentalnih deluvijalno-proluvijalnih i aluvijalnih facija, do jezersko-močvarnih facija.

Formiranje različitih mineraloških i tehnoloških tipova kaolinitskih glina u istočnom delu kolubarskog basena zavisilo je, međutim, od matičnih stena od kojih su nastali minerali glina. Na području Rudovaca ustanovljeno je (Simić, neobjavljeni podaci) da glinovita komponenta podinskih i povlatnih sedimenata (u odnosu na nivo vatrostalnih glina) predstavlja mešavinu kaolinita i ilita, sa malim količinama smektita. Nasuprot tome, vatrostalne gline ležišta Rudovci odlikuju se izrazitom dominacijom kaolinita, skoro potpunim odsustvom ilita, kao i malim prisustvom smektita. Poreklo minerala glina u ležištu Rudovci je dvojako: vatrostalne gline nastale su od vulkanogenog materijala Žutog Oglavka, dok je glinovita komponenta iz njihove podine i povlate poreklom od materijala nastalog alteracijom metamorfnog kompleksa Brajkovačkog horsta. Prostiranje vatrostalnih glina tipa Rudovci zavisi znači direktno od paleogeografskih uslova koji su vladali tokom depozicije, to jest pravaca iz kojih je prinošen materijal. Na slici 4.69. prikazana je paleogeografska skica područja jugoistočnog dela kolubarskog basena (šireg područja Rudovaca).



Slika 4.69.: Paleogeografska skica jugoistočnog dela Kolubarskog basena. 1. Metamorni kompleks Vagana i Lazarevca; 2. gornjokredni fliš; 3. granitoidi Bukulje i Brajkovca; 4. daciti, andeziti i piroklastiti; 5. pont i kvartar Kolubarskog basena; 6. slatkovodni prebadenski sedimenti brajkovačkog horsta; 7. ležište kaolina Mostine; 8. Ležišta i pojave vatrostralnih (1. Rudovci, 2. Prkosava, 3. Baroševac) i keramičkih gлина (5. Bistrica; 6. Trbušnica; 7. Kruševica; 8. Progoreoci.)

4.3.2.2.3. Tehnološki kriterijumi

Na osnovu analize mineralnog sastava, hemizna i vatrostalnosti kaolinitskih gлина Kolubarskog basena i basena Brajkovačkog horsta, može da se zaključi sledeće:

U ležištima Kolubarskog basena osnovni industrijski tip gлина predstavljaju vatrostalne gline, i to podtip vatrostralnih gлина za paljenje. Podtip vatrostralnih veznih gлина nije otkriven u Kolubarskom basenu.

Od keramičkih gлина postoje sva tri podtipa, i to visokoaluminijske, srednjoaluminijske i niskoaluminijske gline.

Za Kolubarski basen treba, međutim, naglasiti i karakterističnu činjenicu da taj basen raspolaže širokim spektrom potencijalnih mineralnih sirovina za keramičku industriju, nažalost potpuno neistraženih, i to na području ugljunosnih polja "B" i "C". Te gline odlikuju se crvenom bojom pečenja, što zahteva drugačiju tehnologiju proizvodnje keramike.

U tabeli 4.54. dat je pregled industrijskih tipova i podtipova gлина čije se otkrivanje može prognozirati za područje Kolubarskog basena i basena Brajkovačkog horsta.

Industrijski tip gline	Industrijski podtip gline	Osnovni minerali glina	Sporedni minerali	Tipično ležište	Primedba
Vatrostalne	Visokovatrostalne za paljenje	Kaolinit	Kvarc, organska materija	Rudovci	SK 29-33
	Srednjovatrostalne za paljenje	Kaolinit	ilit, kvarc, organska materija	Baroševac, Prkosava	SK 26-29
Keramičke	Visokoaluminijske	Kaolinit	Kvarc	Rudovci sivoplave, Prkosava sivoplave	> 30 % Al_2O_3 < 2,5 % Fe_2O_3
	Srednjoaluminijske	Kaolinit, ilit	Kvarc, ilit, feldspat, monmorionit	Lukavički potok, polja "B" i "C"	> 4 % Fe_2O_3
		Kaolinit, ilit	Kvarc	Dren	20-25 % Al_2O_3 , < 2,5 % Fe_2O_3
Niskoaluminijske	Kaolinit, ilit	Kvarc	Dren	< 20 % Al_2O_3	

Tabela 4.54.: Prognozni industrijski tipovi i podtipovi kaolinitskih glina u Kolubarskom basenu i basenima Brajkovačkog horsta.

4.3.3. Prognozna ocena resursa kaolinitiskih glina u basenima Vlašića, Jaderske Lešnice, Posavsko-podrinjskom, Posavsko-tamnavskom i zapadnom delu Kolubarskog basena

4.3.3.1. Pregled geologije basena i razvića kaolinitiskih glina

4.3.3.1.1. Baseni Vlašića

Neogeni baseni na Vlašiću čine zasebnu sedimentacionu celinu, koja ne predstavlja deo Posavsko-tamnavskog sedimentnog basena, iako se često tako tretira. Ti baseni izgrađeni su isključivo od klastičnih sedimenata - peskova, peskovitih i šljunkovitih glina, u kojima se nalaze slojevi i sočiva keramičkih glina.

Publikovanih radova o glinama ovog područja veoma je malo: Stangačilović (1969, 1970); Milićević i dr. (1986); Radosavljević i dr. (1994). Keramičke i opekarske gline na širem području Crniljeva istraživali su: Petrović (1961-1987), Živković i Antonijević (1975), Radosavljević (1986), Panić i Milićević (1987-1989), Zečević i Radivojević (1991), i drugi. Keramičke gline ležišta Slatina i šire okoline istraživali su Đorđević (1960), Stangačilović (1964), Jurašinović (1973, 1979), Milivojević (1981). Keramičke gline ležišta Čučuge pominje samo Čirić (1980).

U publikovanim radovima uglavnom se tretira starost sedimenata u kojima se javljaju ležišta glina, uz generalni osvrt na njihov hemijski i mineralni sastav (Stangačilović, 1969, 1970), ili se prikazuju osnovne karakteristike ležišta glina na osnovu rezultata geoloških istraživanja (Milićević i dr., 1986, Radosavljević i dr., 1994). Detaljnija proučavanja mineralnog sastava keramičkih glina iz ležišta ovog područja do sada nisu vršena.

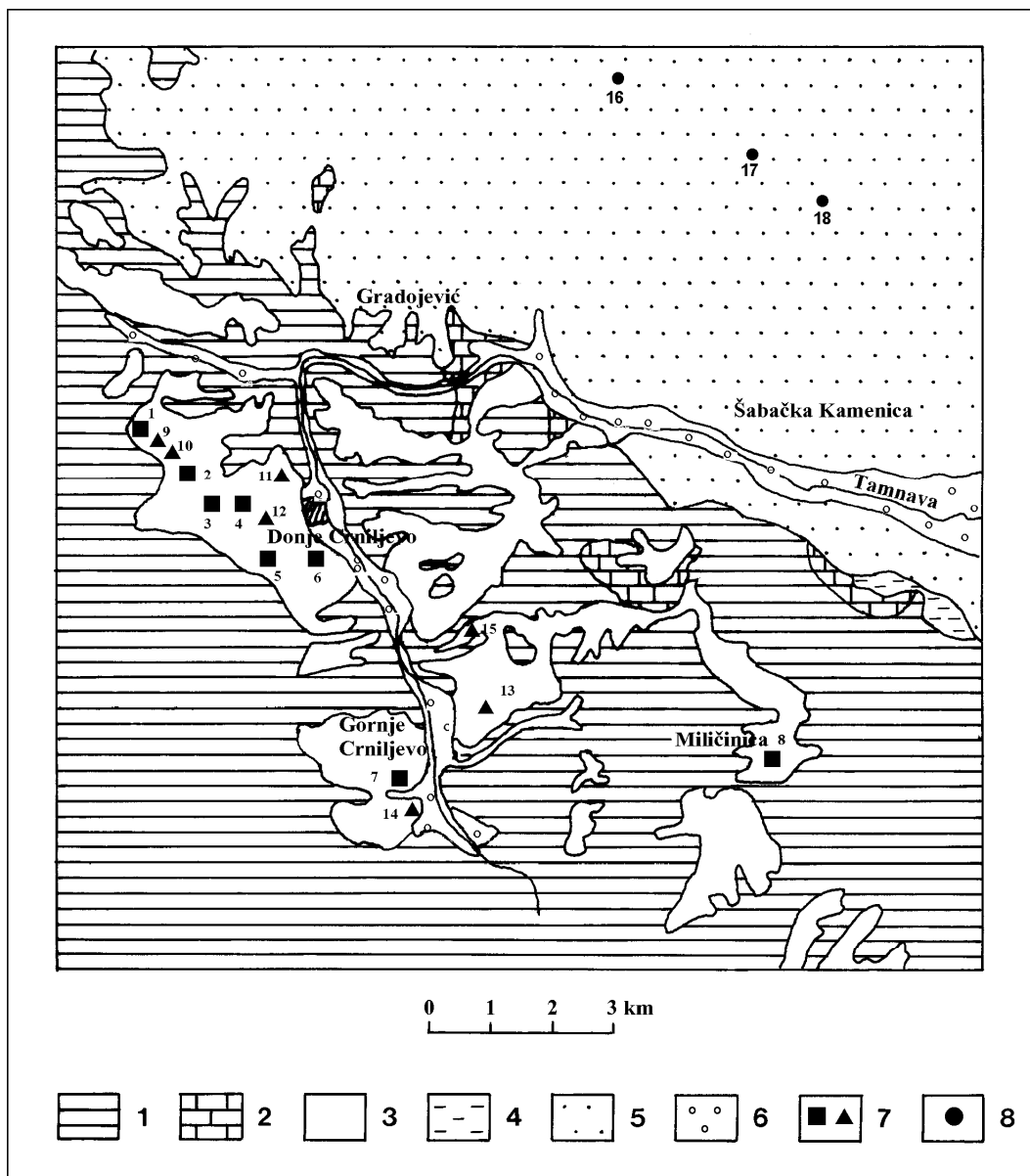
Minerali glina iz ležišta u basenima Vlašića vode poreklo iz nekadašnje kore raspadanja razvijene na pretežno klastičnim, mestimično slabije metamorfovanim, stenama devon-karbonske starosti (sl. 4.70.).

Prema Simiću (1938), peščari su najrasprostranjenije stene ovog paleozojskog kompleksa, a u njima se javljaju sočiva argilošista, filita, konglomerata i krečnjaka. Peščari se uglavnom sastoje od kvarca, jače ili slabije alterisanog plagioklasa, obezbojenog i hloritisanog biotita i akcesornih minerala (Filipović i dr., 1973). Od fragmenata stena najzastupljeniji su kvarciti, rožnaci, filiti, sericit-hloritski škriljci, peščari i retko rekristalisali krečnjaci, mermeri i gnajsevi. Od magmatskih stena utvrđeni su komadi granitoida i intermedijarnih efuziva. Cement peščara je uglavnom sericitsko-silicijski.

Argilošisti i filiti su izgrađeni od sericita, hlorita i kvarca, intimno izmešanih, ređe i od liski obezbojenog biotita i grafita. Na području Donjeg i Gornjeg Crniljeva u obodu neogenih depresija nalaze se liskunoviti peščari sa proslojcima argilošista, filita i krečnjaka, čija je starost određena kao karbon-perm (Veselinović, 1955).

U neogenim basenima Vlašića generalno su razvijena tri industrijska tipa glina: plastične keramičke gline, peskovite keramičke gline i opekarske gline.

Plastične keramičke gline javljaju se u okolini Donjeg Crniljeva, zatim kod sela Miličinice i Slatine. U eksploataciji su ležišta Jovanovića brdo, Matića brdo i Bele Vode kod Donjeg Crniljeva, Miličinica i Slatina (JZ od Uba); na području Donjeg Crniljeva nalaze se i ležišta Burovica, Damjanovića brdo, Zbegovi i Stare Kuće, kao i brojne pojave tih glina: Bukor, Stražijevac, Latkovac, Momirovača, Nedići, Šumice, Ostojića brdo, Cvejića Mala, Livade, Oglađenovac. U ležištima Brezaci, Kisela Voda i pojavi Ramnava, kod Gornjeg Crniljeva, razvijene su uglavnom peskovite keramičke gline svetle boje pečenja.



Slika 4.70.: Pregledna geološka karta šire okoline Donjeg i Gornjeg Crniljeva (prema OGK list Vladimirci, sa dopunama). 1. Paleozojski peščari i škriljci; 2. permotrijaski karbonatni kompleks; 3. neogeni baseni Vlašića; 4. jezerski sedimenti helveta; 5. neogen Posavsko-tamnaskog basena; 6. aluvijalne tvorevine; 7. ležišta i pojave keramičkih glina; 8. ležišta i pojave opekarskih glina.

Ležišta keramičkih glina: 1. Burovica, 2. Matića brdo, 3. Bele Vode, 4. Stare Kuće, 5. Jovanovića brdo, 6. Zbegovi, 7. Brezaci i Kisela Voda, 8. Miličinca.

Pojave keramičkih glina: 9. Ostojića brdo, 10. Livade, 11. Stražijevac, 12. Latkovac, 13. Rekave, 14. Ramnava, 15. Kranjani.

Ležišta opekarskih glina: 16. Kaona, 17. Kozarica

Pojave opekarskih glina: 18. Rankovići, Pantelići, Jači brdo, Vasići, Jasike, Zeljića Mala.

Za sva istraživana ležišta karakteristično je slično razviće keramičkih glina: osnovna sirovina su plastične ili peskovite keramičke gline, čija boja varira od sivobele do tamnosive ili boje čokolade (Jovanovića brdo); u okviru tih glina javlja se, u ležištima duž zapadnog oboda depresija, markantan

nivo tamnih, veoma ugljevitih glina, koje često prelaze u ugalj. Idući ka centralnim delovima neogenih depresija ugljevite gline, kao i ugalj isklinjavaju.

Opekarske gline na celom području Vlašića nalaze se u povlaci keramičkih glina, ređe se i proslojavaju sa njima. Uglavnom su žute i crvene boje, a prilikom pečenja dobijaju crvenu ili tamnosmeđu boju.

U podini i povlaci keramičkih i opekarskih glina javljaju se raznobojni kvarcni peskovi, neki put zaglinjeni i šljunkoviti, kao i raznobojne peskovite i šljunkovite gline. U okolini Donjeg i Gornjeg Crniljeva peskovi su uglavnom slabog kvaliteta, dok u ležištima Slatina i Čučuge predstavljaju kvalitetnu sirovinu koja se eksploatiše.

Keramičke gline zauzimaju u okviru pojedinih područja jedan određeni hipsometrijski nivo (tabela 4.55.). Međutim, slojevi i sočiva unutar takvih nivoa pokazuju manje razlike u položaju, što može da bude posledica nedovoljne istraženosti pojedinih ležišta po dubini, lokalnih variranja sedimentacionih uslova u periodu formiranja ležišta glina, ali i naknadnih tektonskih pokreta.

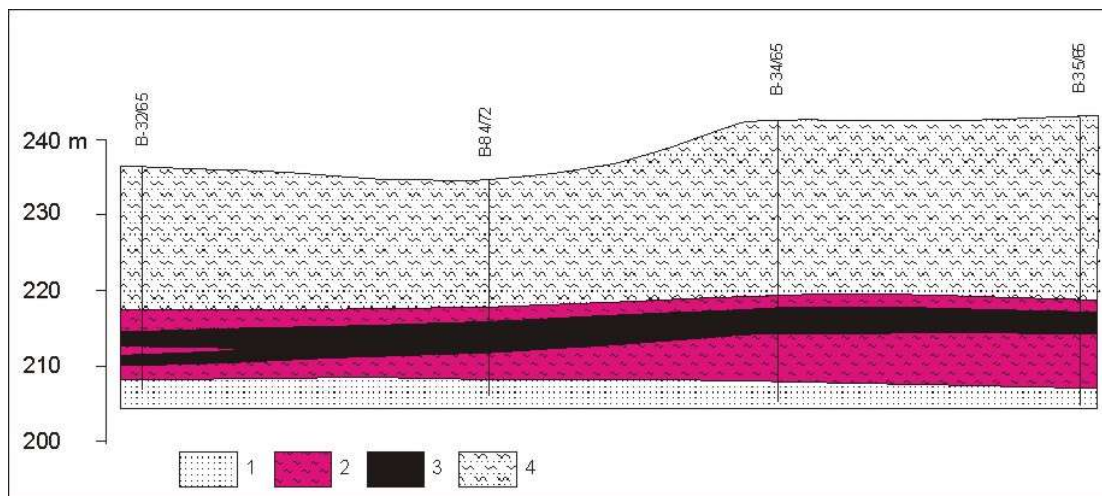
Područje	Hipsometrijski nivoi slojeva keramičkih i opekarskih glina
Donje Crniljevo	200 - 240 m
Gornje Crniljevo	175 - 235 m
Slatina i Čučuge	160 - 190 m

Tabela 4.55.: Hipsometrijski nivoi slojeva keramičkih i opekarskih glina iz ležišta i pojava u basenima Vlašića.

Ležište Jovanovića brdo

Ležište keramičkih glina Jovanovića brdo otkriveno je početkom šezdesetih godina, a u eksploataciji se nalazi od 1973. godine. Ležište je istraživano u više navrata (Petrović, 1966, 1973, 1987; Živković i Antonijević, 1975), a ukupne količine keramičkih glina iznosile su oko 3.000.000 tona, dok su ukupne rezerve opekarskih glina takođe iznosile oko 3.000.000 tona.

Osnovnu sirovinu u ležištu predstavljaju keramičke gline, koje se javljaju kao dva varijeteta - sivobeke i tamne, i pod tim nazivom isporučuju na tržište. Ukupna debljina keramičkih glina varira od 4 do 16 m, a prosečna debljina je oko 9 m. Unutar ovog nivoa mestimično se nalaze proslojci i tanji slojevi jalovinskih peskovitih glina, kao i crnih veoma ugljevitih glina sa ugljem (sl. 4.71.). Debljina ovih proslojaka varira od 0,3 do 3,0 m.



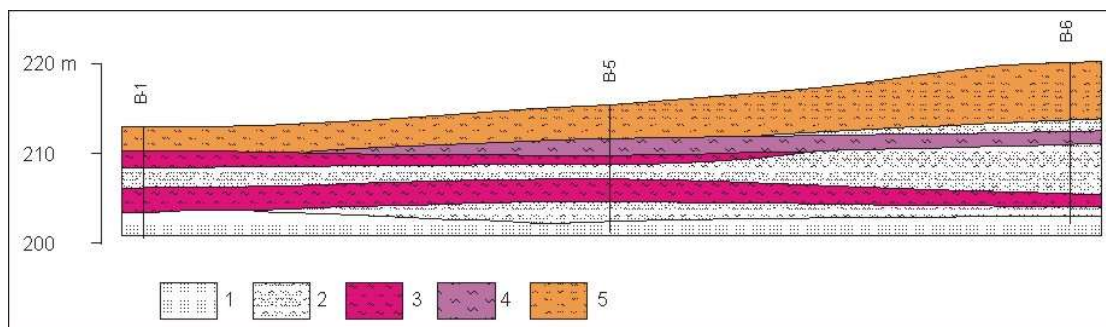
Slika 4.71.: Karakterističan profil ležišta keramičkih glina Jovanovića brdo (prema podacima istražnih bušotina). 1. Peskovi; 2. keramičke gline; 3. uglj i jako ugljevite gline; 4. masne i peskovite opekarske gline. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.

Povlatu keramičkih glina čine peskovite sivožute i crvenkaste gline, čiji se kvalitetniji delovi koriste kao opekarska sirovina. Debljina opekarskih glina iznosi 5-32 m, a prosečna je oko 14 m.

Ležište Matića brdo

Prvi istražni radovi, kao i eksploatacija veoma malog obima, započeli su na području ležišta Matića brdo još za vreme II svetskog rata. Detaljno istraživanje ležišta obavljeno je u periodu 1961-1968. godine (Petrović, 1968), a kontinuirana eksploatacija keramičkih glina otpočela je 1963. godine, i trajala do 1973. godine, kada su te gline otkopane. Danas se u ovom ležištu eksploatišu samo opekarske gline.

Keramičke gline ležišta Matića brdo bile su razvijene u dva sloja prosečne debljine oko 8 m (sl. 4.72.). Njihovu povlatu činile su peskovite opekarske gline debljine 3-15 m. Ukupne rezerve keramičkih glina iznosile su oko 400.000, a opekarskih oko 500.000 tona.

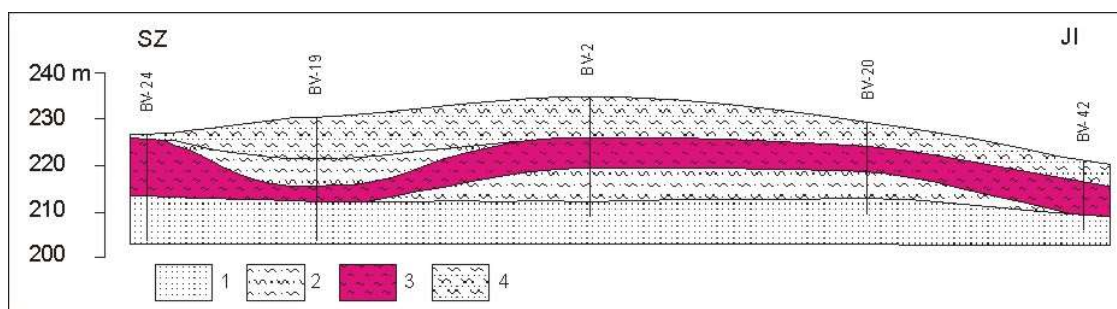


Slika 4.72.: Karakterističan profil ležišta keramičkih glina Matića brdo (prema podacima istražnih bušotina). 1. Glinoviti peskovi; 2. peskovite gline; 3. svetlosive keramičke gline; 4. ljubičaste masne gline; 5. opekarske gline. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.

Ležište Bele Vode

Ležište Bele Vode otkriveno je 1977. godine, a istraženo 1983-1984. godine (Petrović, 1984a). Ležište se nalazi u eksploataciji.

Keramičke gline sivobeke boje javljaju se u vidu jednog sloja debljine 1,5-13,8 m, prosečno oko 5,9 m (sl. 4.73.). Njihovu povlatu čine peskovite opekarske gline debljine 2-17 m (srednje oko 6,6 m). Rezerve keramičkih i opekarskih glina iznose po 1.000.000 tona.



Slika 4.73.: Karakterističan profil ležišta keramičkih glina Bele Vode (prema podacima istražnih bušotina). 1. Glinoviti peskovi; 2. peskovite gline; 3. svetlosive keramičke gline; 4. opekarske gline. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.

Ležište Stare Kuće

Ležište Stare Kuće predstavlja nastavak ležišta Bele Vode, a istraživano je 1985-1988. godine (Panić i Milićević, 1989a).

Sivobeke keramičke gline razvijene su u jednom sloju debljine od 2 do 9 m, prosečno oko 6,6 m. Njihova povlata sastoji se od peskovito-šljunkovitih glina debljine 6-30 m (uglavnom 18-26 m). Procenjene rezerve keramičkih glina iznose oko 200.000 tona.

Ležište Burovica

Ležište Burovica otkriveno je 1961. godine, a istraženo do 1966. godine (Petrović, 1967). Dodatno istraživanje ležišta obavljeno je 1980. i 1987. godine, kada su pored keramičkih glina istražene i opekarske gline (Petrović, 1982a; Panić i Milićević, 1988a).

Keramičke gline u ležištu Burovica predstavljene su sivobelim, sivim i tamnosmeđim ugljevitim varijetetima. U okviru nivoa keramičkih glina, čija debljina iznosi od 2 do 8 m (prosečno 4 m), nalaze se tanki proslojci peskovitih glina ili lignita. Debljina povlatnih opekarskih glina varira od 6 do 15 m, prosečno oko 10 m. Rezerve keramičkih glina iznose oko 200.000 tona, a opekarskih oko 1.000.000 tona.

Ležište Zbegovi

Ležište Zbegovi otkriveno je 1982. godine, a istraženo 1985. godine (Radosavljević, 1986).

Keramičke gline sivobeke boje javljaju se u vidu sočiva debljine 2-15 m. U centralnom delu ležišta nalazi se unutar tog sočiva proslojak opekarske gline sa povećanim sadržajem gvožđa. Povlatu sočiva keramičkih glina čine peskovite i šljunkovite gline slabog kvaliteta. Rezerve keramičkih glina iznose oko 570.000 tona.

Ležište Miličinica

Ležište Miličinica nalazi se kod istoimenog sela, a glina se koristi od 1961. godine. Ležište je istraživao Stangačilović 1964-1965. godine i Petrović (1975).

Keramičke gline sivobeke boje javljaju se u vidu manjeg sočiva debljine 0,8-13,1 m, prosečno oko 5,5 m. U povlati se nalaze raznobojne peskovite gline, crne i ljubičaste masne gline sa organskom materijom. Ukupna debljina ovih naslaga iznosi 1,0-4,4 m, a prosečno oko 1,7 m. Rezerve keramičkih glina ovog ležišta iznosile su ukupno oko 260.000 tona.

Ležište Rekave

Ležište keramičkih glina Rekave nalazi se kod Kranjana, na području Miličnice, i istraživano je 1989. godine (Milićević, 1990).

Keramičke gline sivobeke i sivoružičaste boje javljaju se u vidu sočiva debljine 4-8 m. Povlatni sedimenti, debljine 3-9 m, predstavljeni su opekarskim glinama i nekvalitetnim peskovitim glinama i peskovima.

Ležište Brezaci

Ležište Brezaci istraživano je 1986-1987. godine (Panić i Milićević, 1988b). Sivobeke keramičke gline javljaju se u vidu sočiva, mestimično sa proslojcima peskova i peskovitih glina debljine 0,3-2 m, ređe i do 5 m. Prosečna debljina sočiva u ležištu iznosi oko 15 m. Povlatu čine crvenožute opekarske gline, čija prosečna debljina u delu ležišta sa rezervama A i B kategorije iznosi 5,2 m, a u delu ležišta sa rezervama C₁ kategorije 13.2 m. Ukupne rezerve keramičkih glina iznose oko 3.500.000 tona.

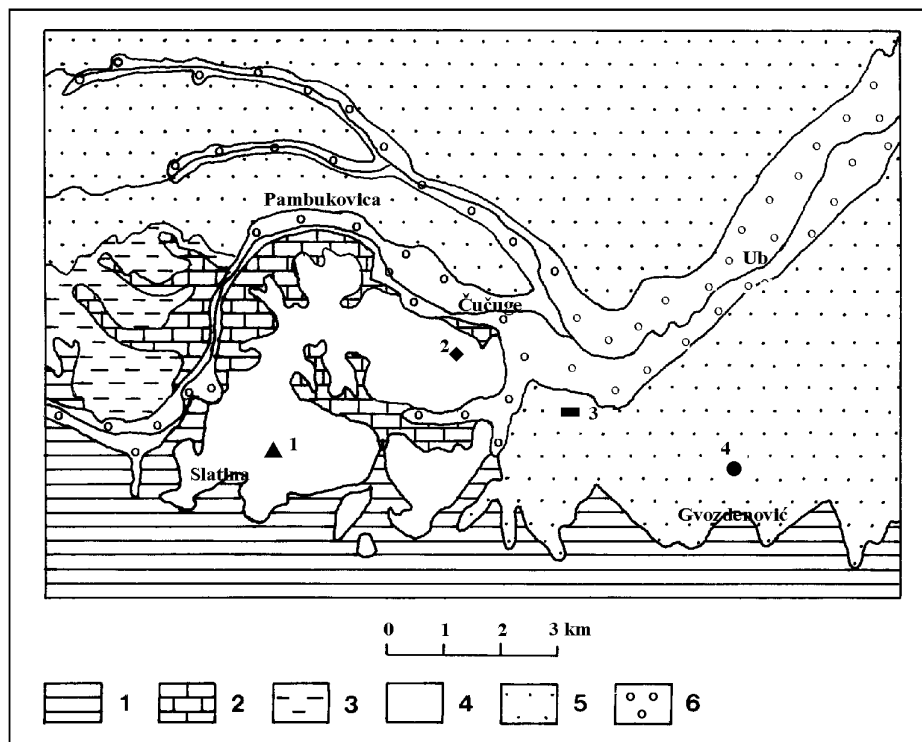
Ležište Kisela Voda

Ležište Kisela Voda istraživano je u periodu 1984-1987. godine (Panić i Milićević, 1988a) i predstavlja južni nastavak ležišta Brezaci.

Keramičke gline se javljaju u vidu sloja debljine 1-5 m, prosečno oko 4 m. U njihovoj povlati nalaze se tamnomrke ili žute peskovite gline, pogodne za opekarsku industriju. Rezerve keramičkih glina iznose oko 1.800.000 tona.

Ležište Slatina

Keramičke gline sa područja Slatine (oko 15 km jugozapadno od Uba, slika 4.74.) bile su poznate još u prošlom veku pod nazivom kaolin (Antula, 1900). Sistematsko istraživanje ovog ležišta otpočelo je, međutim, tek 1953. godine, i otada traje, sa prekidima, do kraja osamdesetih godina. Ležište se sastoji od tri fizički odvojena rudna tela ("ležišta") i to: Slatina I+II, Slatina III i Slatina IV.



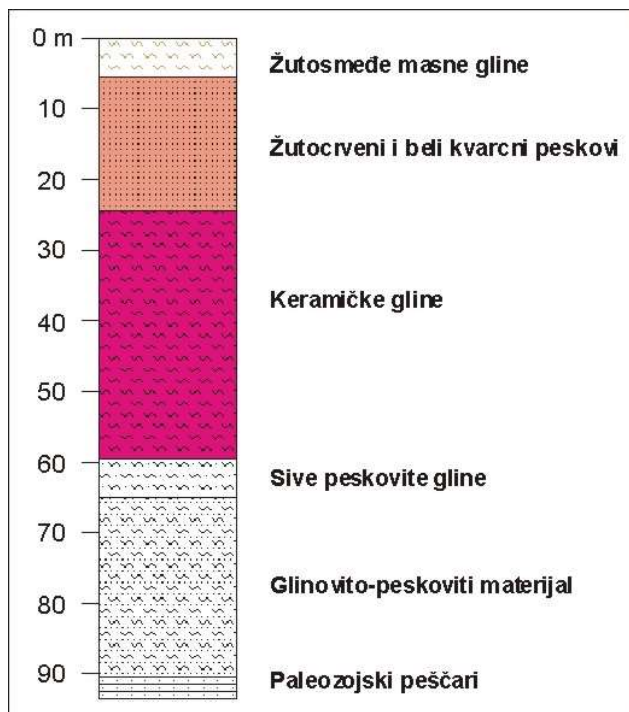
Slika 4.74.: Pregledna geološka karta šire okoline Slatine kod Uba (prema OGK list Vladimirci, sa dopunama). 1. Paleozojski peščari i škriljci; 2. permotrijaski karbonatni kompleks; 3. jezerski sedimenti helveta; 4. neogeni baseni Vlašića; 5. neogen Posavsko-tamnavskog i Kolubarskog basena; 6. aluvijalne tvorevine.

Ležišta i pojave glina: 1. Ležište keramičkih glina Slatina, 2. Ležište opekarskih glina Čučuge, 3. Ležište keramičko-opekarskih glina Boj brdo-Dokmir i 4. pojava opekarskih glina Gvozdencović.

Rudno telo Slatina I+II jedino je koje sadrži kvalitetne keramičke gline. U njemu je otvoren i površinski kop Slatina na kome se eksploatišu kvarcni pesak i keramička glina. Rudno telo Slatina III sadrži vanbilansnu keramičku glinu čiji kvalitet ne omogućava njeno korišćenje bez oplemenjivanja kvalitetnijim keramičkim glinama. U rudnom telu Slatina IV keramičke gline nisu razvijene. Na slici 4.75. prikazan je karakterističan stub ležišta Slatina I+II.

U ležištu Slatina I+II javljaju se, ispod različitih varijeteta povlatnog kvarcnog peska, sledeći tipovi glina (Jurašinović, 1973): viskoplastične limonitisane opekarske gline (komercijalni naziv PKG-0), ispod kojih leže plastične ugljevite gline (PKG-1) i vatrostalne gline, takođe ugljevite (PKG-2V); ispod njih se nalaze svetlosive plastične (PKG-2) i srednje plastične (PKG-2S) keramičke gline; ispod njih prostiru se limonitisane keramičke gline (PKG-3) ili tamnosive ugljevite gline sa tanjim slojevima uglja ili komadima uglja. U podini serije keramičkih glina nalaze se peskovito-šljunkovite gline. Rezerve keramičkih glina prema novijim podacima iznose oko 4.800.000 tona.

U ležištu kvarcnog peska Čučuge (oko 3 km severno od ležišta Slatina) keramičke gline nisu poznate, mada ih pominje Čirić (1980); istražene su jedino opekarske gline (PKG-Č).

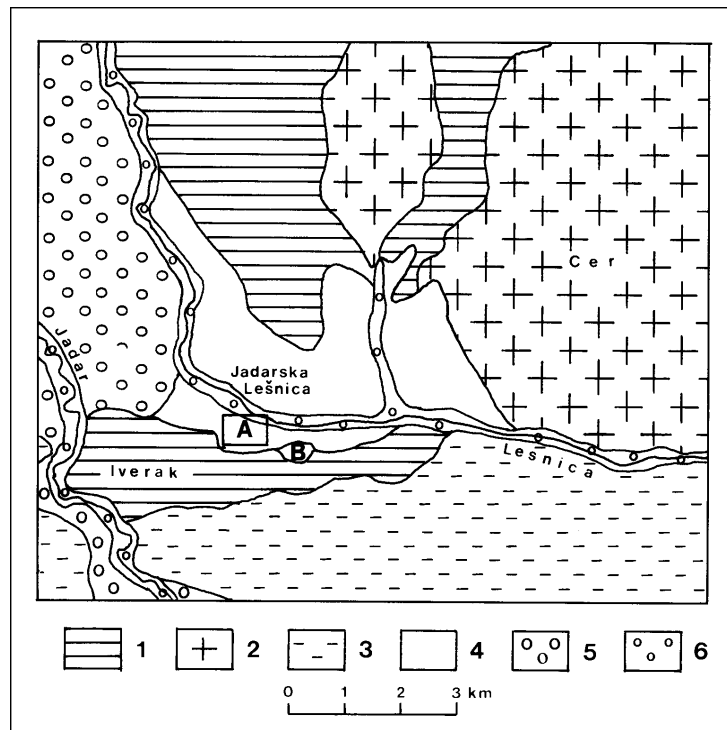


Slika 4.75.: Karakterističan stub ležišta keramičkih glina Slatina kod Uba.

4.3.3.1.2. Basen Jaderske Lešnice

Na području Jaderske Lešnice, na severnim padinama Iverka, odavno su poznate pojave kaolinisanih granita i vatrostalnih glina. Međutim, na listu Zvornik Osnovne geološke karte nijedna od ovih pojava nije naneta, iako su oba lokaliteta bila poznata, pa čak i ucrtana na karti Antonovića i Todorovića (1961). Kaolinisani granit, u okviru koga se nalazi i ležište kaolina Beli Majdan, javlja se u vidu manjeg proboja, veličine oko 1 km², unutar devon-karbonskog metamorfnog kompleksa Iverka; ležište kaolinitičkih glina Savića mala nalazi se, prema OGK list Zvornik, delom u terasnim sedimentima, a delom na paleozojskim stenama, iako debljina sedimenata na tom području prelazi 70 m.

Šire područje Jaderske Lešnice izgrađeno je od granitoida, devon-karbonskih peščara i metamorfita i neogenih sedimenata Jaderskog basena, Pocerine i Jaderske Lešnice (sl. 4.76.).



Slika 4.76.: Pregledna geološka karta šireg područja Jaderske Lešnice (prema OGK list Zvornik, sa dopunama). 1. metamorfne stene; 2. granitoidni masivi Cera i Stražanice; 3. badenski sedimenti Jaderskog basena; 4. slatkovodni neogen Jaderske Lešnice; 5. terasni sedimenti; 6. aluvijalne tvorevine; A - ležište kaolinitskih glina Savića Mala; B - ležište kaolina Beli Majdan.

Prve sistematske podatke o cerskom granitoidnom masivu dao je Urošević (1899); petrološke karakteristike i genezu proučavala je Knežević (1962), a takođe i Divljan sa saradnicima (1978), kao i Knežević-Đorđević sa saradnicima (1993).

Cerski masiv izgrađen je u osnovi od biotit-hornblenda kvarcmonconit-granodiorita (Divljan i dr., 1978), koji su najrasprostranjeniji u istočnom delu masiva. Na Stražanici se javljaju uglavnom biotitski plagiograniti, a u zapadnom i južnom delu masiva razvijeni su dvoliskunski graniti. Graženi se mestimično nalaze u južnom delu masiva (Filipović i dr., 1973; Mojsilović i dr., 1977), a sastoje se kvarca i muskovita sa sporadičnim koncentracijama kasiterita. Aplitoidne žice i mase, kao i pegmatitske žice, rasprostranjene su uglavnom u kvarcmonconit-granodioritima, pri čemu su najveće koncentracije aplitskih masa na samom istočnom obodu masiva. Dok su prema Knežević (1962) granitoidi Cera i Stražanice dva nezavisna masiva različite starosti, Divljan i saradnici (1978) smatraju da je granitoid Stražanice najverovatnije sastavni deo cerskog masiva. Na području granitoidnog masiva Cera utvrđene su sledeće vrste metasomatskih promena (Divljan i dr., 1978): biotitizacija, muskovitizacija, feldspatizacija (kalijska i natrijska), turmalinizacija i sericitizacija; površinska alteracija stena na području masiva je, prema mišljenju istraživača koji su radili na tom terenu, veoma slaba sa aspekta formiranja značajnijih masa kaolina (Stangačilović, 1955a; Antonović, 1984).

Devon-karbonski kompleks javlja se u zapadnom obodu cerskog i stražaničkog masiva, kao i u zapadnom delu Iverka. Sastoji se od peščara sa sočivima argilošista i filita, i retkim proslojcima krečnjaka. Peščari su izgrađeni od kvarca, ortoklasa, albita ili kiselog oligoklasa, muskovita i malo biotita; vezivna masa je sericitsko-hloritskog sastava, bogata oksidima i hidrosidima gvožđa. Argilošisti se sastoje od minerala glina, kvarca, sericita, hlorita, organske materije, oksida i hidroksida gvožđa.

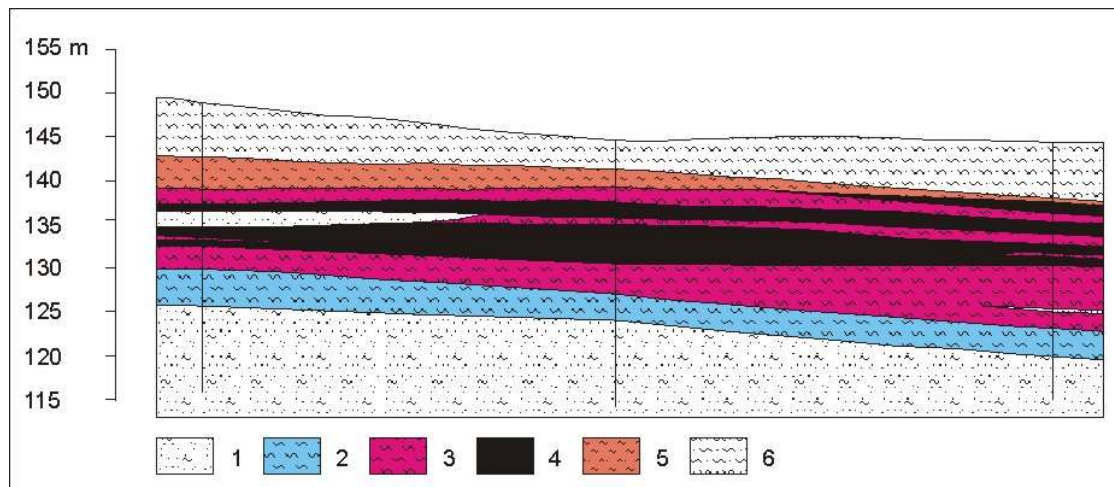
Ležište Savića mala

Erodovani materijal sa Cera i obodnih paleozojskih kompleksa istaložen je uglavnom u Jaderskom basenu, a u manjoj meri i duž severnog i severoistočnog oboda Cera, kao i u basenu Jaderske Lešnice. Pojave kaolinitiskih glina poznate su jedino u basenu Jaderske Lešnice.

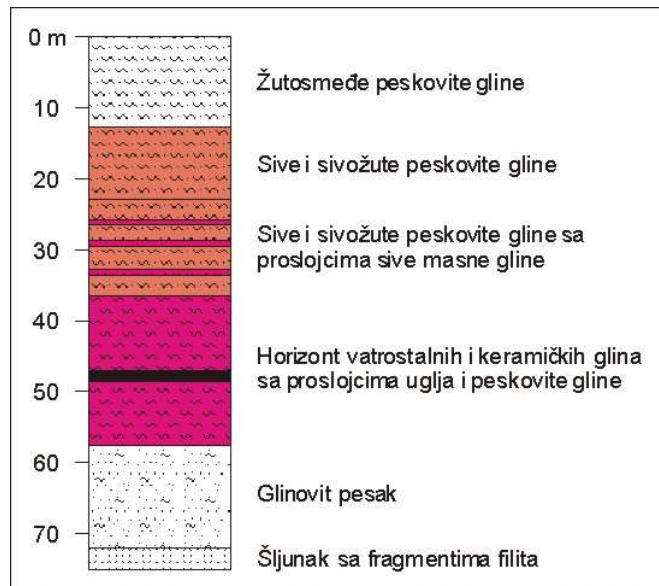
Na području Jaderske Lešnice nalazi se delimično istraženo ležište kaolinitiskih glina Savića mala. Antonović i Todorović (1961) navode da se sa područja severnog oboda paleozojskog kompleksa Iverka koriste gline za proizvodnju vatrostralnih opeka. Ležište je istraživano uglavnom tokom osamdesetih godina (Atanasković, 1976; Petrović, 1983, 1984; Panić i Milićević, 1987, 1988, 1989).

Opekarske, keramičke i vatrostralne gline sa ugljem javljaju se unutar glinovito-peskovite serije čija maksimalna dosad utvrđena debljina dostiže 75 m. Ova, u odnosu na sedimente jaderskog basena, specifična serija sa kvalitetnim glinama izdvojena je već na karti Antonovića i Todorovića (1961), koji je smatraju jedinstvenom na tom području; njena starost ostala je neodređena zbog nedostatka fosila. Sedimente desne obale Lešnice, predstavljene crvenkastim, žutim i sivim glinama, kvarcnim peskovima, šljunkovima i konglomeratima, isti autori tretiraju kao mlađe od badenskih, najverovatnije gornjopliocenske ili kvartarne starosti. Međutim, pojave vatrostralnih i keramičkih glina kod sela Joševa, Gornjeg i Donjeg Dobrića ukazuju na isti tip sedimentata koji je razvijen na području ležišta Savića mala, a koji mogu da budu i stariji od badena, tj. da pripadaju jezerskom slatkovodnom donjem miocenu. U podini neogenih sedimentata utvrđene su metamorfne stene i kaolinisani daciti (Atanasković, 1976).

U ležištu Savića mala razvijene su tri komercijalne vrste glina generalno sledećeg profila (sl. 4.77.): u najvišim delovima nalaze se opekarske gline, a ispod njih vatrostralne i keramičke gline (Panić i Milićević, 1989); keramičke i vatrostralne gline se ponekad smenjuju u profilu, mada su keramičke gline generalno vezane za niže delove ležišta. Opekarske gline su žutocrvene ili sive boje, a sve se odlikuju crvenom bojom pečenja. Javljaju se u vidu nekoliko slojeva debljine 3-13 m, između kojih se nalaze glinovito-peskoviti sedimenti.



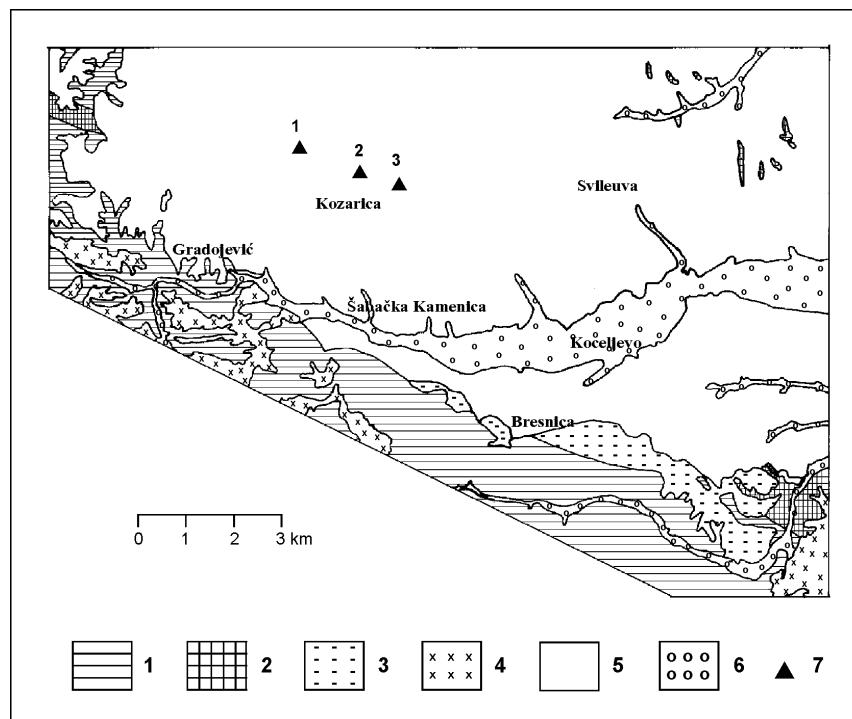
Slika 4.77.: Karakterističan geološki profil ležišta Savića mala (prema Paniću i Milićeviću, 1989). 1. glinoviti pesak; 2. keramičke gline; 3. vatrostralne gline; 4. ugalj; 5. opekarske gline i 6. žutosmeđe peskovite gline. Horizontalna i vertikalna razmera je ista.



Slika 4.78.: Litološki stub ležišta kaolinitskih glina Savića Mala (prema fondovskim materijalima).

4.3.3.1.3. Posavsko-tamnavski basen

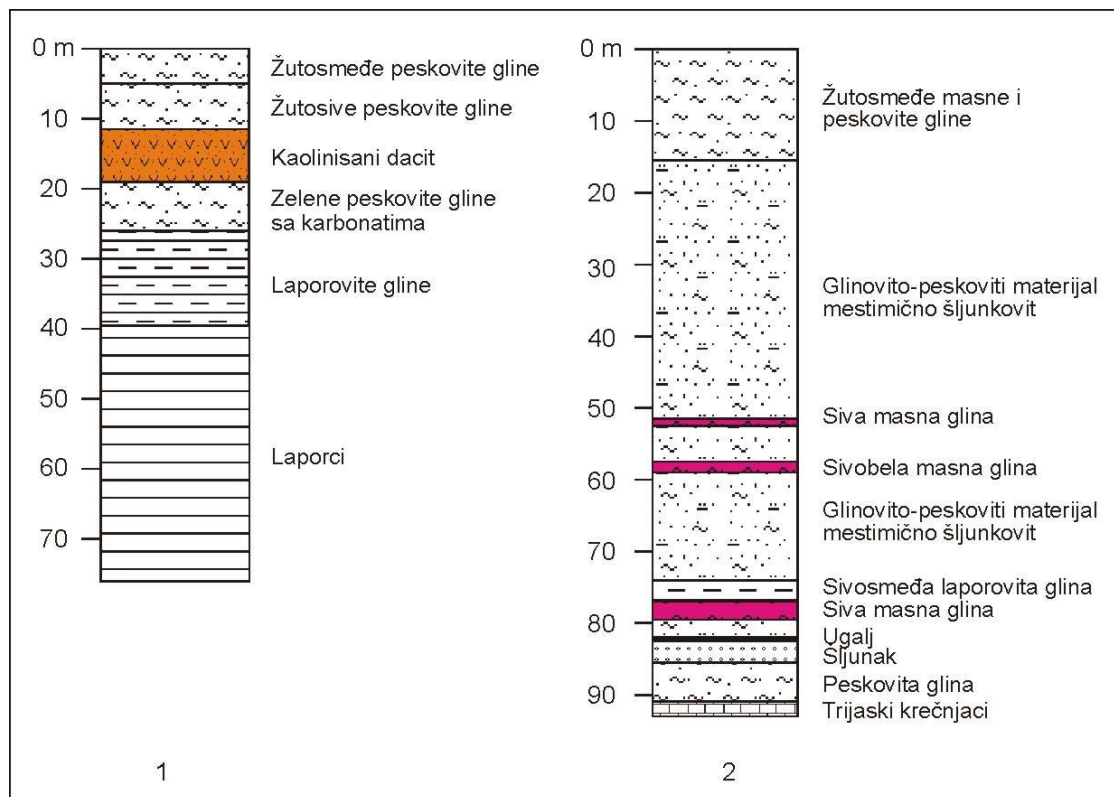
Posavsko-tamnavski basen obuhvata područje između reke Save na severu, planine Vlašić na jugu, reka Ub, Tamnava i Kolubara na istoku i rečice Dobrave na zapadu. U njemu su razvijeni sedimenti neogene i kvartarne starosti, u kojima su do sada otkrivena uglavnom ležišta i pojave opekarskih glina (sl. 4.79.). Keramičke gline slabijeg kvaliteta nalaze se samo u ležištu Kaona, mada se i one, prema novijim ispitivanjima, odlikuju crvenom bojom pečenja, što ih takođe svrstava u opekarske sirovine.



Slika 4.79.: Pregledna geološka karta Posavsko-tamnavskog basena (prema OGK list Vladimirci sa dopunama). 1. Paleozojski metamorfni kompleks - pretežno klastiti; 2. permo-trijaski karbonatni sedimenti; 3.

slatkovodni jezerski prebaden; 4. neogeni baseni Vlašića; 5. neogen Posavsko-tamnavskog basena; 6. aluvion; 7. ležišta i pojave opekarskih glina (1. Kaona, 2. Kozarica, 3. Rankovići, Pantelići i dr. pojave).

Najstariji sedimenti pripadaju slatkovodnoj prebadenskoj seriji, a razvijeni su u relativno uzanom pojasu duž JZ oboda basena. Sastoje se od laporovitih i peskovitih glina, laporaca, listastih bituminoznih glinaca, tufita i dacitskih tufova; mestimično se javljaju proslojci peskova, liskunovitih peščara i bigrovitih krečnjaka. U jednoj od bušotina utvrđen je gruboklastični dacitski materijal (sl. 4.80.) ljubičaste, sive i sivožute boje, potpuno kaolinisan (Atanasković, 1976), koji dosta pouzdano određuje gornju granicu starosti vulkanizma. Slatkovodna serija ovog područja karakteriše se karbonatnim sedimentima sa dosta karbonatnih i gvožđevitih konkcija, što ukazuje na plitkovodni režim sedimentacije i relativno toplu klimu; pojedini intervali pokazuju izrazitu mikrolaminaciju verovatno zbog klimatskih kolebanja u toku taloženja (Gagić, 1977).



Slika 4.80.: Karakteristični stubovi slatkovodnih prebadenskih sedimenata na širem području Koceljeva (1) i panon-pontske serije Pambukovice (2) (prema podacima Atanaskovića, 1976).

Iznad slatkovodne prebadenske serije leže marinski badenski sedimenti; oni su najčešće konkordantni u odnosu na jezerske tvorevine, mada se u pojedinim lokalitetima dokazan gornji torton nalazi direktno iznad jezerskih sedimenata (Stevanović, 1977a). Zbog toga Gagić (1968, 1977) i izdvaja jezerske tvorevine kao helvet-donjotortonske. Marinski baden razvijen je takođe u široj okolini Koceljeve, sa obe strane reke Tamnave, a karakteriše se glinovito-peskovitim sedimentima u nižim i peskovito-šljunkovitim sedimentima u višim delovima serije. Završna badenska šljunkovita serija veoma je heterogenog sastava, sa pojavama manjih sočiva kaolinitskih glina i krupnim valucima, zaobljenim i uglastim blokovima obodnih stena (Stevanović, 1977a), što ukazuje na burne uslove sedimentacije.

Sarmat Posavsko-tamnavskog basena brakičnog je karaktera, a otkriven je na levoj obali Tamnave kod Kozarice, Draginja i Svileuve, a na desnoj obali Tamnave od Koceljeve do Zukve. Najstarije tvorevine sarmata predstavljaju laporovite i peskovite gline, iznad kojih leže šljunkovi i konglomerati

sa proslojcima krečnjaka i peskovite gline (Filipović i dr., 1973). Heterogeni materijal ukazuje na priobalski karakter sedimenata.

Panonski kaspibrakični sedimenti leže preko sarmata ili transgresivno preko paleozojskih i mezozojskih tvorevina, a predstavljeni su glinama, laporcima, kvarcnim peskovima i šljunkovima. Rasprostranjeni su uglavnom oko Draginja i Svileuve.

Panon-donjopontska klastična serija razvijena je na prostoru oko Gradojevića, Kaone i Kozarice, kao i između Koceljeve, Pambukovice i Novaka; ova serija karakteriše se prisustvom malih sočiva kaolinitsko-ilitskih glina i kvarcnih peskova (Stangačilović, 1953).

Pontske tvorevine su razvijene u okolini Kaone i SI od Draginja, a sastoje se od peskova, šljunkova i peskovitih glina. Ugljonosni pont, izgrađen od peskova i peskovitih glina sa ugljem, razvijen je istočno od Novaka i Pambukovice ("polje Trlič") i predstavlja zapadnu granicu ugljonosnog ponta kolubarskog basena.

Istraživanja vatrostalnih i keramičkih glina na prostoru Posavsko-tamnavskog basena uglavnom su ostala na stadijumu regionalnih istraživanja.

Tokom 1975. godine istraživano je područje istočno i zapadno od Pambukovice (Atanasković, 1976); vatrostalne ili keramičke gline nisu otkrivene. Ispitivani su uzorci glina uzeti iz pontskih sedimenata (odredba Gagić, 1976), koji se odlikuju, prema nepotpunim rendgenskim analizama (snimano od $8^\circ 2\theta$), sledećim mineralnim sastavom: kvarc, ilit, kaolinit, feldspat, kalcit. Zbog uslova snimanja prisustvo smektita, vermikulita ili hlorita ostaje otvoreno.

Istraživanja su nastavljena 1976. godine na području Koceljeve i Kaone (Atanasković, 1977). Zapadno od Koceljeve, u sedimentima jezerskog prebadena i morskog badena takođe nisu otkrivene pojave vatrostalnih ili keramičkih glina; rendgenske analize (takođe snimano od $8^\circ 2\theta$) pokazale su da se gline sastoje od kvarca, ilita, kalcita, dolomita i feldspata. Ispitivane gline odlikuju se niskim sadržajem aluminije od 13 do 18 % i visokim sadržajem gvožđa od 4 do 7 %. Međutim, tim istraživanjima utvrđeno je da se zapadno od Koceljeve javljaju uglavnom marinski gornjobadenski sedimenti, kao i da prebadenski slatkovodni sedimenti zauzimaju nešto šire područje nego što se ranije smatralo (Gagić, 1977). Alevritske gline iz morskog badena jesu ilitskog karaktera (Filipović i dr., 1973). Međutim, ovakvi podaci moraju se uzimati sa rezervom, jer se ne zna kojim je metodom određivan mineralni sastav gline; iz iskustva se pretpostavlja da je korišćena diferencijalno-termička analiza, koja je nedovoljno precizna kao jedini analitički metod.

Na području sela Kaona i Draginje nastavljena su istraživanja keramičkih glina osamdesetih godina u lokalitetima Zeljića mala, Jasike, Rankovići, Vasići, Pantelići, Kaona, Kozarica i Beljevine (Petrović, 1982b; Panić i Milićević, 1987a). Sve otkrivene pojave glina odlikuju se, međutim, slabim kvalitetom, tako da su istraživanja obustavljena, osim na lokalitetu Kaona.

Stangačilović (1953) navodi sočivaste pojave glina na širem području Pambukovice. Međutim, podataka o njihovom kvalitetu nema.

Ležište Kaona

Ležište Kaona nalazi se kod istoimenog sela, oko 25 km južno od Šapca. U izvorišnom delu potoka Jezero, u ataru sela Kaona, još iz perioda pre, a naročito posle Drugog svetskog rata, povremeno se eksploatišu sivobeke masne gline za potrebe keramičara ili kao "štricla" za potrebe građevinarstva.

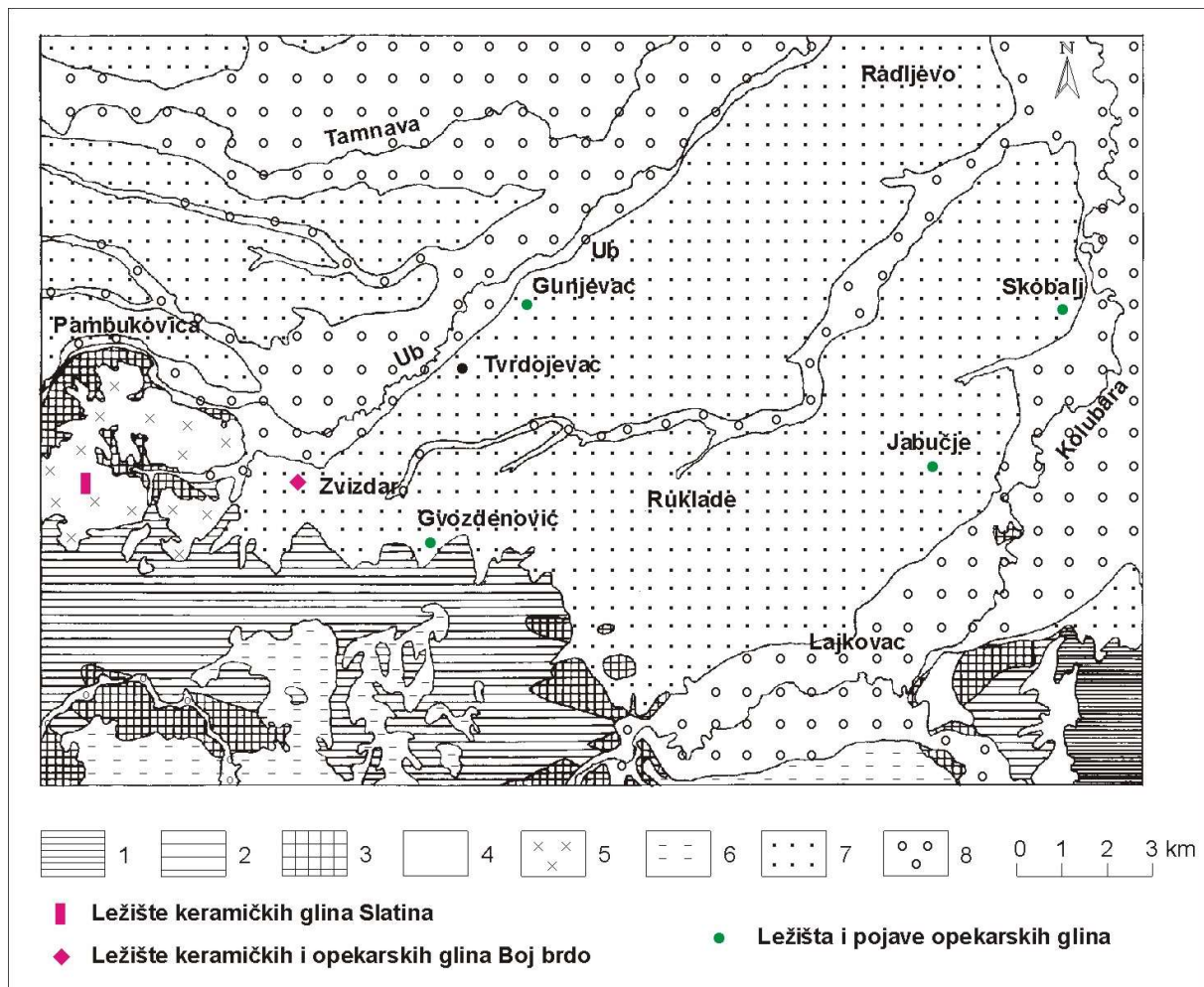
Keramičku sirovinu predstavljaju sive, sivobeke, sivoplavičaste, golubije sive i sivoljubičaste, masne do peskovite gline, debljine 2,7-6,9 m (srednja debljina oko 4 m) sa proslojcima žute peskovite gline ili žutog glinovitog peska. Povlatu čine nečisto-sive ili žute masne ili šljunkovite i peskovite gline debljine 2-15 m, a prosečno oko 8 m. Podinu predstavljaju žuti sitnozrni pesak, sivoplave masne do peskovite gline i tvrde zelene gline, sa tankim proslojkom uglja debljine 0,1 m.

Na osnovu analize rezultata dosadašnjih istraživanja Posavsko-tamnavskog basena može se zaključiti sledeće:

- Slatkovodna prebadenska serija odlikuje se uglavnom prisustvom laporaca i laporovitih glina i odsustvom vatrostralnih i keramičkih glina.
- U marinskim sedimentima tortona dosadašnjim istraživanjem nisu otkrivene pojave kvalitetnih keramičkih ili vatrostralnih glina, mada se u literaturi pominju pojave manjih sočiva kaolinitskih glina (Stevanović, 1977a).
- U sarmatskim brakičnim sedimentima takođe nisu utvrđene pojave vatrostralnih niti keramičkih glina.
- U panonu-donjem pontu poznate su manje sočivaste pojave keramičkih glina u okolini Pambukovice, Kaone i Draginja, dok u ugljonosnom pontu nema utvrđenih pojava vatrostralnih ili keramičkih glina.
- Manja ležišta i pojave keramičkih glina u Posavsko-tamnavskom basenu su, u poređenju sa ležištima keramičkih glina okoline Donjeg i Gornjeg Crniljeva, dosta slabijeg i promenljivijeg kvaliteta, kao i znatno manjih razmera.

4.3.3.1.4. Zapadni deo Kolubarskog basena

Na području zapadnog dela Kolubarskog ugljonosnog basena istraživane su različite vrste glina na dosta lokaliteta (sl. 4.81.).



Slika 4.81.: Pregledna geološka karta zapadnog dela Kolubarskog basena (prema OGK list Obrenovac, sa dopunama). 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. paleozojski klastiti i argilofiliti; 3. permotrijaski krečnjaci i ređe peščari; 4. prebadenski slatkovodni sedimenti brajkovačkog horsta; 5. neogen Slatine; 6. neogen Valjevskog basena; 7. pont i kvartar Kolubarskog basena; 8. aluvion.

Iako većina istraženih ležišta ili pojava glina ne spada u kaolinitiske gline, ukratko su prikazana jer dopunjuju opštu sliku o razviću takvih sedimentata u pontskim ugljonosnim naslagama ovog dela basena.

Ležište Boj brdo

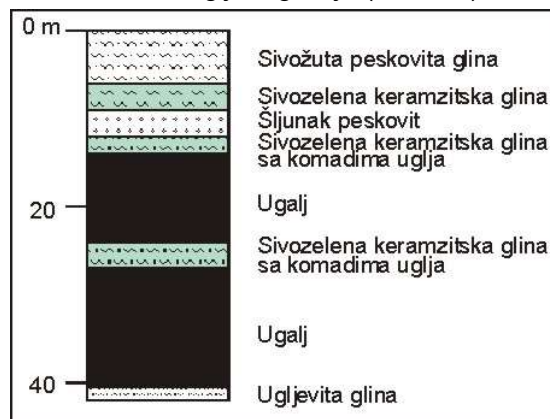
U široj okolini Dokmira istraživane su keramičke gline u ležištu Boj brdo. Produktivni nivo, pontske starosti, sastoji se uglavnom od keramičkih glina slabijeg kvaliteta i opekarskih glina. Generalni profil ležišta je sledeći (Sarić, 1988): u najvišem delu nivoa razvijene su svetlosive plastične gline, koje ka SI prelaze u ugljevite tamnosive plastične gline, koje sadrže sočiva uglja; ispod ovih glina nalaze se svetlosive srednjoplastične gline, koje ka JZ obodu ležišta, kao i sa dubinom, prelaze u peskovite gline. Opekarske gline predstavljene su sa dva varijeteta: šarenim, svetlosivim glinama sa trakama, proslojcima i uprskanjima limonita žute boje, i žutim, potpuno limonitisanim glinama. Različiti varijeteti glina se često međusobno smenjuju (sl. 4.82.). Ceo nivo sa glinama je subhorizontalan, sa blagim padom ka SI. U neposrednoj povlati glina u istočnom delu ležišta javlja se ugalj, koji predstavlja JZ granicu ugljonosnog dela Kolubarskog basena. U povlati nivoa keramičkih i opekarskih glina nalazi se raznobojni kvarcni pesak i kvartarne gline, a u podini raznobojne peskovite i šljunkovite gline. Planirana je eksploatacija dva varijeteta glina, sa komercijalnim nazivom D-1 i D-2. Glina D-1 je plastična, svetle boje pečenja, dok je glina D-2 srednje plastična i takođe svetle boje pečenja.



Slika 4.82.: Litološki stub ležišta Boj brdo (Dokmir), prema Sarić (1988).

Ležište Tvrdojevac

Geološkim istraživanjima na području **Tvrdojevca** otkrivene su opekarske gline keramzitskog tipa (Jurašinović i dr., 1987). To su plastične gline, sivozelene ili crne boje, debljine 0,5-8 m, a nalaze se u vidu nekoliko slojeva u povlati ili unutar ugljenog sloja (sl. 4.83.).



Slika 4.83.: Litološki stub Kolubarskog basena na području Tvrdojevca (prema Jurašinoviću i dr., 1987).

Regionalna istraživanja glina u zapadnom delu Kolubarskog basena izvođena su u široj okolini Skobalja, Jabučja, Gvozdenućia i Tvrdojevca (Atanasković, 1975). Sve pojave glina nalaze se u okviru glavnog, složenog ugljenog sloja ili u njegovoj povlati.

4.3.3.2. Rezultati proučavanja glina

Proučavanje glina obuhvatilo je ispitivanje mineralnog sastava glina i njihovih geohemijskih karakteristika na uzorcima koji su mogli da se prikupe iz ležišta u eksploataciji na području basena Vlašića (Jovanovića Brdo, Bele Vode, Matića Brdo, Milićinica i Slatina kod Uba).

4.3.3.2.1. Mineralni sastav

Dosadašnja proučavanja mineralnog sastava keramičkih glina sa područja Vlašića vršena su samo na rovnim uzorcima sirovine, bez izdvajanja glinovite frakcije i njenog daljeg proučavanja. Na osnovu tako dobijenih rezultata utvrđeno je da keramičke gline predstavljaju mešavinu kaolinita i ilita, a neki autori ih nazivaju ilitskim glinama (Stangaćilović, 1969). Od ostalih minerala glina pominje se prisustvo malih količina monmorionita, kao i hlorita u tragovima. Samo u ponekom od izveštaja ili elaborata ukazuje se na postojanje interstratifikovanih minerala glina, ali detaljnija izučavanja nisu vršena. Od ostalih minerala najzastupljeniji je kvarc, dok se feldspati i liskuni javljaju u malim količinama. U pojedinim delovima ležišta glina javljaju se promenljive količine organske materije.

Da bi se detaljnije upoznao mineralni sastav ovih keramičkih glina, ispitana su dva tipična uzorka glina iz aktivnog ležišta Jovanovića brdo, zatim kompletan vertikalni profil ležišta Jovanovića brdo (5 uzoraka), dva uzorka keramičkih glina iz ležišta Matića brdo, kompletan vertikalni profil ležišta Bele Vode (4 uzorka), tri uzorka makroskopski različitih glina iz ležišta Milićinica i 5 uzoraka različitih kvaliteta glina iz ležišta Slatina.

Rezimirajući naša proučavanja mineralnog sastava keramičkih glina sa područja Vlašića, a uzimajući u obzir i ranije rezultate, može se zaključiti da su kaolinit i ilit najzastupljeniji minerali glina, ali u manjoj meri nego što se to do sada smatralo. Dokazani interstratifikovani mineral tipa ilit-monmorionit čini, zajedno sa monmorionitom, značajan procenat glinovite komponente. Pored toga, može se reći da je prisustvo tolikih količina interstratifikovanog minerala glina regionalna mineraloška karakteristika keramičkih glina sa područja Vlašića. Od ostalih minerala kvarc je daleko najzastupljeniji, dok se feldspati i liskuni generalno nalaze u vrlo malim količinama. Prisustvo organske materije je veoma promenljivo, a naročito je izraženo u "tamnoj" glini iz ležišta Jovanovića brdo.

Mineralni sastav glina iz ostalih ležišta prikazan je prema fondovskim materijalima.

Mineralni sastav sve tri vrste glina iz ležišta **Savića mala** jeste veoma sličan: kvarc, kaolinit, ilit i liskun, monmorionit, feldspat, organska materija i limonit (Panić i Milićević, 1987-1989). Na osnovu analize rendgenskih difraktograma rovnih uzoraka gline, snimanih tokom istraživanja ležišta, može se pretpostaviti i prisustvo interstratifikovanih minerala glina, pošto se na oko 12,5 Å javljaju izvesne refleksije, koje su istina malog intenziteta. Monmorionit se redovno javlja, ali su pikovi dosta slabog intenziteta i razvućeni, što ukazuje na slabu uređenost ovog minerala.

Mineralni sastav keramičkih i opekarskih glina iz ležišta **Boj brdo** jeste sledeći: kaolinit+halozit, ilit, kvarc, feldspat, liskun, hlorit, monmorionit i limonit (Nikolić, 1984).

U mineralnom sastavu glina iz ležišta Kaona učestvuju, pored kaolinita i ilita, kvarc, feldspat i limonit (mada detaljnija proučavanja mineralnog sastava nisu vršena).

Regionalna istraživanja glina u zapadnom delu Kolubarskog basena izvođena su u široj okolini **Skobalja, Jabučja, Gvozdenućia i Tvrdojevca** (Atanasković, 1975). Sve pojave glina nalaze se u okviru glavnog, složenog ugljenog sloja ili u njegovoj povlati. Na osnovu nepotpunih rendgenskih analiza (snimano od 8° 2θ) mineralni sastav ispitivanih glina je ilit, kaolinit, hlorit, kvarc i plagioklas, dok prisustvo ostalih minerala glina (monmorionita i vermikulita) nije moglo da bude utvrđeno.

Keramzitske gline ležišta **Tvrdojevac** sastoje se od sledećih minerala: vermikulita ili monmorionita (nije tačno utvrđeno), ilita, kaolinita i halozita, kvarca, organske materije i manje količine feldspata i karbonata. (Jurašinović i dr., 1987).

U okolini **Gunjevca** istraživane su opekarske gline; mineralni sastav proučavan na kompozitnim uzorcima gline je sledeći: monmorionit, ilit, ponekad kaolin i hlorit, zatim kvarc, feldspati i liskun (Milivojević Ž, 1980).

Delimična ispitivanja mineralnog sastava i hemizma alevritskih glina vršena su i prilikom istraživanja uglja. Za određivanje mineralnog sastava gline korišćeni su metod bojenja i ređe diferencijalno-termičkih analiza, što je nedovoljno pouzdano, ali ipak pruža generalnu sliku o mineralnom sastavu glina.

Mineralni sastav glina iz polja **Zvizar**, prema Jovanović (1990), jeste sledeći: ilit, monmorionit, kvarc, organska materija i kalcit; prisustvo kaolinita nije dokazano. Na području polja **Ruklade** gline iz povlate, kao i iz samog ugljonosnog paketa, jesu ilitsko-monmorionitskog tipa, a u seriji podinskih klastita, nepoznate starosti, glinovita komponenta je ilitsko-kaolinitskog sastava (Jovanović i Rudolf, 1988). U polju **Radljevo** ispitivani su samo pontski sedimenti, a glinovita komponenta je ilitsko-monmorionitskog tipa (Jovanović, 1985). U polju **Tamnava** istraživane su kvartarne opekarske gline, pontske alevritske gline (takođe opekarske) i pontske plastične opekarske gline. Sve navedene vrste glina na osnovu nepotpunih ispitivanja mineralnog sastava odgovaraju mešavini monmorionita i ilita ili kaolinita, ilita i monmorionita (Vakanjac i dr., 1979).

4.3.3.2.2. Hemijski sastav

Hemijski sastav keramičkih i opekarskih glina iz ležišta sa područja Vlašića, Jaderske Lešnice i Posavsko-Tamnavskog basena prikazan je u tabeli 4.56. (prema podacima iz fondovskih materijala).

Na osnovu rezultata prosečnih hemijskih analiza može se zaključiti sledeće:

1. Keramičke gline iz okoline Donjeg Crniljeva sadrže 60-65 % SiO_2 i 20-25 % Al_2O_3 , što ukazuje na prisustvo značajnih količina kvarca; izuzetak su veoma ugljevite gline ležišta Jovanovića brdo koje sadrže nešto manje kvarca. Gvožđe se javlja u relativno niskim koncentracijama od 1.5 do 2.2 %. Sadržaj K_2O je visok, 2.3-3.4 %, a posledica je prisustva minerala ilita, dok se Na_2O nalazi u niskim koncentracijama od oko 0.15 %. Sadržaj zemnoalkalija je promenljiv - kalcije 0.3-0.7 % (izuzetno do 1.2 %), a magnezije 0.7-1.4 % (izuzetno oko 0.2 %); povećane koncentracije MgO ukazuju na prisustvo monmorionita i interstratifikovanih minerala glina.
2. Keramičke gline iz ležišta Miličinica po svom hemijskom sastavu odgovaraju keramičkim glinama okoline Donjeg Crniljeva, s tim što se odlikuju nešto nižim ukupnim sadržajem alkalija.
3. Veoma peskovite keramičke gline okoline Gornjeg Crniljeva sadrže znatnu količinu kvarca, što se ogleda u visokim vrednostima SiO_2 od oko 70 % i sniženom sadržaju Al_2O_3 od 17 do 18 %. Gvožđe se nalazi u relativno niskim koncentracijama, tako da je boja pečenja ovih glina svetla. Alkalije i zemnoalkalije javljaju se u nešto višim količinama u odnosu na keramičke gline i vezane su kako za ilit/liskun, tako i za feldspate.

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	G.Ž.	Ukupno
1	61.95	1.49	22.30	1.43	0.40	0.70	3.38	0.10	8.10	99.85
2	60.95	1.02	23.25	1.59	0.50	0.64	2.88	0.08	9.20	100.11
3	50.80	0.90	23.33	1.52	0.91	0.83	2.28	0.06	19.25	99.88
4	64.19	0.88	20.72	1.85	0.36	0.81	2.96	0.15	7.93	99.85
5	64.28	0.66	21.72	1.90	0.52	0.71	2.49	0.21	7.52	100.01

6	62.85	0.86	22.23	1.90	0.27	0.86	3.15	0.04	7.70	99.86
7	62.18	0.77	23.91	2.02	0.38	1.40	2.86	0.12	6.56	100.20
8	59.59	0.74	25.60	2.21	0.48	0.19	2.62	0.18	18.53	100.11
9	61.20	0.92	25.92	1.66	1.12	0.60	2.25	0.07	6.45	100.19
10	64.84		21.58	2.16	1.24	1.03	2.80	0.15	² 6.64	100.44
11	69.04	0.85	17.27	1.57	0.60	0.64	2.78	0.10	6.72	99.57
12	69.56	0.90	18.11	1.80	0.24	0.66	2.80	0.08	5.66	99.81
13	54.68	0.59	27.61	1.92	0.98	1.00	3.75	0.27	9.19	99.99
14	57.56	1.00	25.97	2.64	0.70	0.29	3.00	0.27	8.52	99.95
15	51.28	0.55	29.47	2.03	0.98	0.90	3.00	0.20	11.57	99.98
16	63.55	0.82	22.53	1.85	1.10	1.08	3.00	0.20	5.88	100.01
17	61.44	0.67	23.05	2.75	1.40	0.80	2.45	0.20	7.19	99.95
18	50.93	0.53	30.72	2.77	0.50	0.23	3.37	0.16	³ 11.22	100.43
19	53.87	0.92	27.36	1.68	0.60	0.49	2.16	0.11	12.72	99.91
20	67.49	0.85	19.75	1.71	0.39	0.38	2.21	0.41	6.40	99.59
21	62.75	0.60	21.20	4.06	1.68	0.20	1.90	0.35	7.30	100.04
22	51.09	0.58	26.72	6.20	1.12	1.10	2.08	0.18	10.96	100.03
23	65.28	0.94	17.67	4.57	1.34	0.77	1.71	0.50	6.48	99.26
24	61.77	0.73	19.96	3.59	2.08	0.79	2.45	0.50	8.02	99.89

Tabela 4.56.: Prosečan hemijski sastav (u %) keramičkih i opekarskih glina iz ležišta sa područja Vlašića, Jadranske Lešnice i Posavsko-Tamnavskog basena.

Keramičke gline Donjeg Crniljeva: 1. Jovanovića brdo "sivobela" (katalog rudnika "Tamnava"), 2. Jovanovića brdo "tamna" (katalog rudnika "Tamnava"), 3. Jovanovića brdo veoma ugljevita (jedna analiza, Petrović 1987), 4. Zbegovi (Radosavljević, 1986), 5. Bele Vode (Petrović, 1984a i Milićević i dr., 1986), 6. Stare Kuće (Milićević i dr., 1986), 7. Matića brdo sivobela (Petrović, 1968), 8. Burovica (Petrović, 1982a), 9. Milićinica, katalog preduzeća "Kaolin" Valjevo, 10. Rekave (Milićević, 1990).

Peskovite keramičke gline Gornjeg Crniljeva: 11. Brezaci (Panić i Milićević, 1988b), 12. Kisela Voda (Petrović, 1985).

Keramičke gline ležišta Slatina: 13. Plastične ugljevite gline PKG-1, 14. svetlosive plastične gline PKG-2, 15. vatrostalne ugljevite gline PKG-2V, 16. srednje plastične gline PKG-2S, 17. limonitisane gline PKG-3 (sve prema katalogu Kopovi-Ub, 1994). 18. PKG-2V (Tomanec i Simić, 1995).

Ležište Savića mala: 19. vatrostalne gline, 20. keramičke gline (oba prema podacima Panića i Milićevića, 1987-1989).

Opekarske gline: 21. Jovanovića brdo (Živković i Antonijević), 22. Slatina PKG-0 (katalog Kopovi-Ub, 1994); 23. Savića mala, (Panić i Milićević, 1987-1989); 24. Kaona (Milićević, 1991).

¹ Uključuje 0.10 % CO₂, 0.35 % organske materije, 1.69 % H₂O⁻ i 6.39 % H₂O⁺.

² Uključuje 0.14 % CO₂, 0.03 % organske materije, 1.28 % H₂O⁻ i 5.19 % H₂O⁺.

³ Uključuje 0.06 % CO₂, 0.47 % SO₃, 0.43 % organske materije, 2.22 % H₂O⁻ i 8.04 % H₂O⁺.

4. Hemijske analize keramičkih glina iz ležišta Slatina prikazane su po različitim varijetetima glina. Ugljevite plastične gline (PKG-1 i PKG-2V) sadrže najveću količinu aluminije (27.61 i 29.47 %) i najnižu silicije (54.68 i 51.28 %), što je posledica manjeg sadržaja kvarca u odnosu na ostale vrste glina. Visoke vrednosti sadržaja K₂O ukazuju na značajno prisustvo ilita. Sadržaj Fe₂O₃ je relativno nizak i iznosi oko 2 %. Međutim, prosečan hemijski sastav dva kompozitna uzorka gline PKG-2V iz ležišta Slatina (Tomanec i Simić, 1995) pokazuje sličan sadržaj silicije i aluminije, dok se razlike javljaju kod sadržaja ostalih komponenti. Sadržaj kalije je nešto viši prema našim podacima, kao i sadržaj Fe₂O₃ (2.77 %). Nasuprot tome, CaO i MgO se nalaze u znatno nižim koncentracijama u odnosu na hemijski sastav koji daje proizvođač, što ukazuje na potrebu detaljnijeg proučavanja glina iz ovog ležišta.

5. Svetlosive plastične (PKG-2) i srednjoplastične gline (PKG-2S) predstavljaju u suštini isti sloj gline, koje se međusobno razlikuju po sadržaju kvarca, to jest SiO_2 (57.56 i 63.55 %). Shodno tome, u srednjoplastičnim glinama opada sadržaj aluminije u odnosu na plastične gline (25.97 i 22.53 %). Sadržaj kalije je takođe visok, a posledica je prisustva ilita.
6. Limonitisane gline (PKG-3) čine po sadržaju gvožđa prelaz od keramičkih ka opekarskim glinama, pošto se odlikuju nešto povećanim sadržajem Fe_2O_3 od 2.75 %. Sadržaj silicije od 61.44 % ukazuje na prisustvo značajnije količine kvarca, a smanjen sadržaj kalije na niže učešće ilita u odnosu na ostale gline iz ovog ležišta.
7. Po svom hemijskom sastavu srednje plastične gline (PKG-2S) i limonitisane gline (PKG-3) veoma su slične keramičkim glinama iz ležišta okoline Donjeg Crniljeva.
8. Osnovna razlika u hemizmu vatrostalnih i keramičkih glina iz ležišta Savića mala ogleda se u sadržaju silicije, koji je znatno viši u keramičkim glinama (67,49 %) u odnosu na vatrostalne gline (53,87 %), a posledica je prisustva znatne količine kvarca. Shodno tome, vatrostalne gline sadrže daleko veće količine aluminije (27,36 %) od keramičkih (19,75 %) zbog prisustva veće količine minerala glina, pre svega kaolinita. S tim u vezi je i visoka vrednost gubitka žarenjem kod vatrostalnih glina (12,72 %) u odnosu na keramičke gline (6,40 %). Deo vrednosti gubitka žarenjem kod vatrostalnih glina posledica je prisustva organske materije. Nešto povećan sadržaj alkalija u keramičkim glinama (2,62 %) u odnosu na vatrostalne gline (2,27 %), a naročito povećana količina natrije, ukazuje na veće prisustvo feldspata u keramičkim glinama. Opekarske gline su po hemizmu vrlo slične keramičkim glinama, osim što sadrže veće koncentracije Fe_2O_3 od oko 4,5 %.
9. Gline iz ležišta Kaona slične su po hemizmu glinama sa područja Donjeg Crniljeva, ali se odlikuju nešto nižim sadržajem aluminije i znatno većim prisustvom Fe_2O_3 .
10. Opekarske gline svih ležišta odlikuju se dosta promenljivim hemizmom, čija je glavna karakteristika visok sadržaj gvožđa od 4 do 6 %.

U tabeli 4.57. prikazani su rezultati analiza glina iz ležišta Boj brdo.

Iz rezultata hemijskih analiza glina iz ležišta Boj brdo može se zaključiti da se i keramičke gline, kao i opekarske gline, odlikuju visokim sadržajem silicije i niskim aluminije, kao i znatnom količinom gvožđa. Visoke vrednosti sadržaja kalije ukazuju na povećano prisustvo ilita. Od svih vrsta glina izuzetak su tamnosive ugljevitte gline, a donekle i svetlosive plastične gline, koje sadrže veću količinu aluminije, a nižu silicije i gvožđa. Samim tim i sadržaj minerala glina je nešto veći u tim varijetetima glina.

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO_2	54.20	63.77	70.20	78.38	71.00	68.99	51.30	63.92
TiO_2			0.46	0.48	0.57	0.45	1.04	1.12
Al_2O_3	25.40	20.58	16.28	11.27	14.57	16.04	26.79	21.77
Fe_2O_3	3.62	2.46	2.42	2.79	4.63	4.63	2.20	1.80
MnO			0.02	-	tr	0.04		
CaO			0.11	tr	tr	0.07	1.26	0.70
MgO			0.08	tr	tr	0.05	0.90	0.50
K_2O	2.80	2.96	2.47	1.86	2.07	2.63	1.75	2.50
Na_2O	0.25	0.23	0.17	0.13	0.12	0.15	0.18	0.22
SO_3			0.19	0.44	tr	-		

CO ₂			-	-	-			
Org.mat.			1.00	0.31	0.40	0.35		
H ₂ O ⁻			0.51	0.31	0.40	0.35		
H ₂ O ⁺			6.11	3.98	6.06	6.02		
G.Ž.	12.00	8.69					14.73	7.50
Ukupno	98.27	98.69	100.02	99.95	100.01	99.81	100.15	100.03

Tabela 4.57.: Prosečan hemijski sastav keramičkih i opekarskih glina iz ležišta Boj brdo. 1. Tamnosive plastične gline; 2. svetlosive plastične gline; 3. svetlosive srednje plastične gline; 4. svetlosive peskovite gline; 5. šarene gline; 6. žute gline; 7. plastična glina D-1; 8. srednje plastična glina D-2. Analize 1-2 prema Jurašinoviću i dr (1982), 3-6 prema Nikoliću (1984), a 7-8 prema katalogu preduzeća Kopovi-Ub.

Uzorci glinovite frakcije gline iz ležišta Jovanovića brdo, Bele Vode i Matića brdo hemijski su analizirani u Laboratoriji za mineralogiju Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu, a rezultati su prikazani u tabeli 4.58.

	Jovanovića brdo "tamna"	Jovanovića brdo "sivobela"	Bele Vode	Matića brdo sivobela	Matića brdo peskovita	Brezaci (-0.01 mm)
SiO ₂	48.05	49.81	51.61	48.41	53.92	51.30
TiO ₂	0.55	0.48	0.51	0.58	0.53	0.85
Al ₂ O ₃	24.69	27.40	28.96	30.51	26.95	27.40
Fe ₂ O ₃	6.86	3.63	3.02	2.17	2.40	2.70
MnO	0.01	tr	0.01	0.01	0.01	
CaO	1.50	1.41	1.14	1.26	1.35	0.70
MgO	1.52	1.43	1.13	1.56	1.59	1.30
K ₂ O	2.52	2.90	3.35	2.60	4.25	3.80
Na ₂ O	0.11	0.11	0.17	0.14	0.17	0.15
CO ₂			0.13	0.27	0.37	
Org. mat.	1.64	0.24				
H ₂ O ⁻	4.87	4.31	2.90	3.88	2.37	
H ₂ O ⁺	8.18	8.71	7.51	8.98	6.36	11.85
Ukupno	100.50	100.43	100.44	100.37	100.27	100.05

Tabela 4.58.: Hemijski sastav (u %) glinovite frakcije (-0.005 mm) iz ležišta keramičkih glina Donjeg Crniljeva (analitičar M. Kostić) i peskovite keramičke gline iz ležišta Brezaci (Panić i Milićević, 1988b).

Poredeći rezultate prosečnih hemijskih analiza rovne gline iz ležišta Jovanovića brdo, Bele Vode, Matića brdo i Brezaci (tabela 4.56.) sa analizama glinovite frakcije odgovarajućih glina, može se zaključiti sledeće:

1. Sadržaj silicije u glinovitoj frakciji znatno se smanjuje (i do 16 % tež.) zbog izdvajanja kvarca u krupnijim frakcijama gline. Nasuprot tome, sadržaj aluminije se povećava usled povećanja količine minerala glina. Saglasno tome raste i sadržaj H₂O⁺.
3. U glinovitoj frakciji dolazi do koncentracije minerala gvožđa, što se naročito ispoljava kod tamnog varijeteta gline iz ležišta Jovanovića brdo.
4. Sadržaj zemnoalkalija se dosta povećava kao posledica povećane koncentracije monmorionita u glinovitoj frakciji. Mali deo magnezije vezan je za hlorit, čije je prisustvo u tragovima utvrđeno u glinovitoj frakciji tamne gline. Manji deo CaO potiče od karbonata, dok je ostatak verovatno vezan za monmorionit.

5. Sadržaj alkalija se relativno malo smanjuje u glinovitoj frakciji, što pokazuje da je udeo liskuna i feldspata u rovnim uzorcima nizak, to jest da je K_2O vezan za ilit. Sadržaj Na_2O se neznatno povećava u odnosu na rovne uzorke.

4.3.3.3. Analiza prognoznih kriterijuma resursa kaolinitskih glina u basenima Vlašića, Jaderske Lešnice, Posavsko-podrinjskom, Posavsko-tamnavskom i zapadnom delu Kolubarskog basena

4.3.3.3.1. Prognozni kriterijumi raspadanja

Geneza kaolinitskih glina u basenima Vlašića i Jaderske Lešnice prikazana je zajedno pošto najveći deo glinovite komponente u oba basena vodi poreklo od istih matičnih stena - metaklastičnog paleozojskog kompleksa. Jedini izuzetak su kaolinitiske gline u ležištu Savića mala kod Jaderske Lešnice, koje verovatno vode poreklo i od granita.

Primarni izvori minerala glina

Na području Vlašića nije do danas pronađena reliktna kora raspadanja razvijena na paleozojskim metamorfnim stenama, na čije nekadašnje postojanje ukazuje čitav niz ležišta keramičkih glina na području Donjeg i Gornjeg Crniljeva, Miličinice, Slatine (kod Uba), Dokmira, kao i Jaderske Lešnice. Prisustvo kaolinske kore raspadanja utvrđeno je jedino na severnim padinama planine Iverak u ležištu kaolina Beli majdan, gde je kaolinizacija zahvatila jedan mali dajk (?) granitoidne stene.

Kao što je već rečeno, matične stene na području Vlašića predstavljene su pretežno klastičnim, mestimično slabije metamorfisanim, stenama devon-karbonske starosti. Peščari su najrasprostranjenije stene ovog paleozojskog kompleksa, a u njima se javljaju sočiva argilošista, filita, konglomerata i krečnjaka. Peščari se uglavnom sastoje od klastičnih zrna kvarca, jače ili slabije alterisanog plagioklasa, obezbojenog i hloritisanog biotita i akcesornih minerala (Filipović i dr., 1973). Od fragmenata stena najzastupljeniji su kvarciti, rožnaci, filiti, sericit-hloritski škriljci, peščari i retko rekristalisali krečnjaci, mermeri i gnajsevi. Od fragmenata magmatskih stena utvrđeni su komadi granitoida i intermedijarnih efuziva. Cement peščara je uglavnom sericitsko-silicijski. Na području Donjeg i Gornjeg Crniljeva u obodu neogenih basena nalaze se liskunoviti peščari sa proslojcima argilošista, filita i krečnjaka, čija je starost određena kao karbon-perm (Veselinović, 1955). Argilošisti i filiti su izgrađeni od sericita, hlorita i kvarca, intimno izmešanih, ređe i od sitnih zrna klastičnog kvarca, liski obezbojenog biotita i grafita. Među mineralima glina nastalih raspadanjem navedenih stena najzastupljeniji su kaolinit i ilit, dok su za neka proučena ležišta karakteristični interstratifikovani ilit-monmorionit i/ili monmorionit.

Geološke karakteristike i zonalnost kore raspadanja na metaklastitima

Kao što je već rečeno, do danas na području Vlašića nije otkrivena kora raspadanja na metaklastičnim paleozojskim stenama. Međutim, sudeći po mineralnom sastavu kaolinitskih glina u basenima Vlašića može se pretpostaviti da nije postojala jasno izražena zonalnost kore raspadanja. Naime, kaolinitiske gline u basenima Vlašića sastoje se pretežno od kaolinita i ilita, ali je u svim proučenim uzorcima glina sa područja Donjeg Crniljeva utvrđeno prisustvo značajne količine interstratifikovanog minerala glina tipa ilit-monmorionit (Simić i dr., 1997). Osim toga, prema podacima ranijih ispitivanja, u pojedinim ležištima glina nalazi se i relativno visok sadržaj monmorionita (neki varijeteti glina iz ležišta Slatina kod Uba). Pojava interstratifikovanih minerala glina ukazuje na transformacije minerala glina u smeru monmorionit-ilit. Ovakav polimineralni sastav glina u ležištima na području Vlašića indicira razvoj jedne kaolinitsko-monmorionitsko-ilitske zone kore raspadanja, koja bi po svom položaju u potpuno razvijenom profilu kore raspadanja bila ekvivalent zone alkalnih kaolina i ilitsko-monmorionitske zone (tabela 4.29). Treba napomenuti da je odsustvo značajnije količine feldspata u glinama posledica alteracije plagioklasa, dok K-feldspata i nema u matičnim stenama. S obzirom na sastav matičnih stena, zona dezintegracije verovatno nije razvijena u značajnoj meri.

Zone kore raspadanja u potpunom profilu	Zone kore raspadanja na metaklastitima Vlašića	Osnovni minerali
Kaolinska zona		
Zona alkalnih kaolina	Kaolinitsko-monmorionitsko-ilitska	Kaolinit, ilit, kvarc, interstratifikovani ilit-monmorionit, monmorionit
Ilitsko-monmorionitska zona		
Zona dezintegracije	Odsustvuje (slabo razvijena (?))	Primarni minerali, monmorionit
Neizmenjena stena		Kvarc, liskuni, plagioklasi, hlorit

Tabela 4.59.: Šematski prikaz pretpostavljene zonalnosti kore raspadanja na metaklastitima Vlašića u odnosu na potpuni profil kore raspadanja.

Geološke karakteristike i zonalnost kore raspadanja na granitima

Drugu matičnu stenu, ali samo na području Jadarske Lešnice, čini granit, koji se nalazi u vidu jednog omanjeg dajka u seriji paleozojskih metaklastita Iverka. U tom granitu otkriveno je i delimično istraženo ležište kaolina Beli Majdan.

Pojave ekonomski interesantne kaolinizacije na širem području Cera poznate su jedino na severnim padinama Iverka kod Jadarske Lešnice. Stangačilović (1955a) smatra da je kaolinizacija granita izvršena pod dejstvom površinskih voda, a navodi i mišljenje Pavlovića i Stepanovića prema kojima je kaolinizacija hidrotermalnog karaktera. Isti autor takođe smatra da je pomenuta pojava kaolina na Iverku bez ekonomskog značaja zbog malih rezervi i prisustva štetnog monmorionita, kao i da ne postoji mogućnost pronalaženja primarnog ili sekundarnog kaolina u vezi sa raspadanjem granita Cera ili Iverka.

Debljina kaolina, koji leži direktno ispod zemljišnog pokrivača, varira od 5-18 m, a prosečna je oko 10 m. Mineralni sastav matične stene nije proučavan, ali po analogiji sa najbližim delovima cerskog masiva odgovarao bi najviše plagiogranitima Stražanice, u čiji mineralni sastav ulaze: kvarc oko 30 %, kalijski feldspat oko 11 %, plagioklasi oko 50 % i liskuni, pretežno biotit, oko 8 %.

Mineralni sastav rovnog kaolina je kvarc, feldspat, liskuni, kaolinit, halojzit, ilit i kaolinisani feldspat i monmorionit (Panić i Milićević 1988, Poharc-Logar i Logar 1990). Prosečan hemijski sastav kaolina prikazan je u tabeli 4.60.

	1	2	3	4	5
SiO ₂	69.21	65.61	65.02	52.30	69.77
TiO ₂		0.41			0.37
Al ₂ O ₃	16.79	22.20	20.41	26.02	16.61
Fe ₂ O ₃	2.23	1.64	2.08	4.11	1.39
MnO		-			
CaO		0.35			
MgO		0.14			
K ₂ O	2.50	0.91	6.01	4.08	2.51
Na ₂ O	1.70	0.26			1.97
G.Ž.	5.20	7.49	4.50	11.15	3.35
Ukupno	97.63	99.01			

Tabela 4.60: Prosečan hemijski sastav (u %) rovnog kaolina iz ležišta Beli Majdan. 1. Prema podacima iz bušotina (Petrović, 1984); 2. prema podacima sa etaže (Panić i Milićević, 1988); 3. rovni kaolin; 4. koncentrat kaolina -0,063 mm (3-4 poluindustrijska proba rađena u Rudarskom institutu); 5. ležište Beli Majdan II (Panić i Milićević, 1988).

Pored ležišta Beli Majdan indicirano je novo nalazište kaolina Beli Majdan II (Panić i Milićević, 1988). Delimičan hemijski sastav (u %) kaolina na osnovu 6 analiza je takođe prikazan u tabeli 4.30.

Stepen alteracije granita je promenljiv, sa postepenim prelazom od svežih do potpuno kaolinisanih granita, tako da se može pretpostaviti da postoje bar dve zone kore raspadanja - zona alkalnih kaolina i ilitsko-monmorionitska zona. S obzirom na malu debljinu kaolina od oko 10 m, i te zone su male debljine. Zona dezintegracije, ukoliko je uopšte razvijena, je vrlo male debljine, verovatno ispod jednog metra.

Raspadanje primarnih minerala u metaklastitima

Raspadanje primarnih minerala iz metaklastita (uključujući i manja sočiva argilošista i filita) odvijalo se po sledećoj pretpostavljenoj šemi (tabela 4.61).

Primarni minerali	Stvoreni minerali glina
Plagioklas	Kaolinit (jače izluživanje) Monmorionit - interstratifikovani mineral - ilit (slabije izluživanje)
Muskovit	Kaolinit
Biotit	Kaolinit
Sericit (iz cementa)	Ilit
Sericit	Ilit
Hlorit	Kaolinit

Tabela 4.61: Pretpostavljena alteracija primarnih minerala u metaklastitima Vlašića i Jadarske Lešnice.

Raspadanje primarnih minerala u granitima

Nešto detaljnija proučavanja kaolinisanih granita Jadarske Lešnice vršili su Poharc-Logar i Logar (1990). U mineralnom sastavu peskovite frakcije učestvuju kvarc, mlečno bela, korodovana zrna feldspata i sporadično muskovit. Feldspati su uglavnom predstavljeni albitom; sveža zrna nisu konstatovana, a proces alteracije feldspata je duž pravaca cepljivosti, pri čemu se stvaraju kaolinit i halojzit. U mineralnom sastavu praha i gline učestvuju, pored kvarca i feldspata, kaolinit, halojzit, monmorionit i ilit. Monmorionit je, prema Stangačiloviću (1955a), nastao alteracijom biotita, a kaolinit alteracijom feldspata.

Raspadanje primarnih minerala iz granita Iverka odvijalo se po sledećoj pretpostavljenoj šemi (tabela 4.62).

Primarni mineral	Minerali glina
K-feldspati	Kaolinit, ilit (viša zona) Ilit (niža zona)
Biotit	Kaolinit
Plagioklasi	Kaolinit (viša zona) Monmorionit (niža zona)

Tabela 4.62: Pretpostavljena šema raspadanja primarnih minerala i stvaranje minerala glina u kori raspadanja granita Iverka.

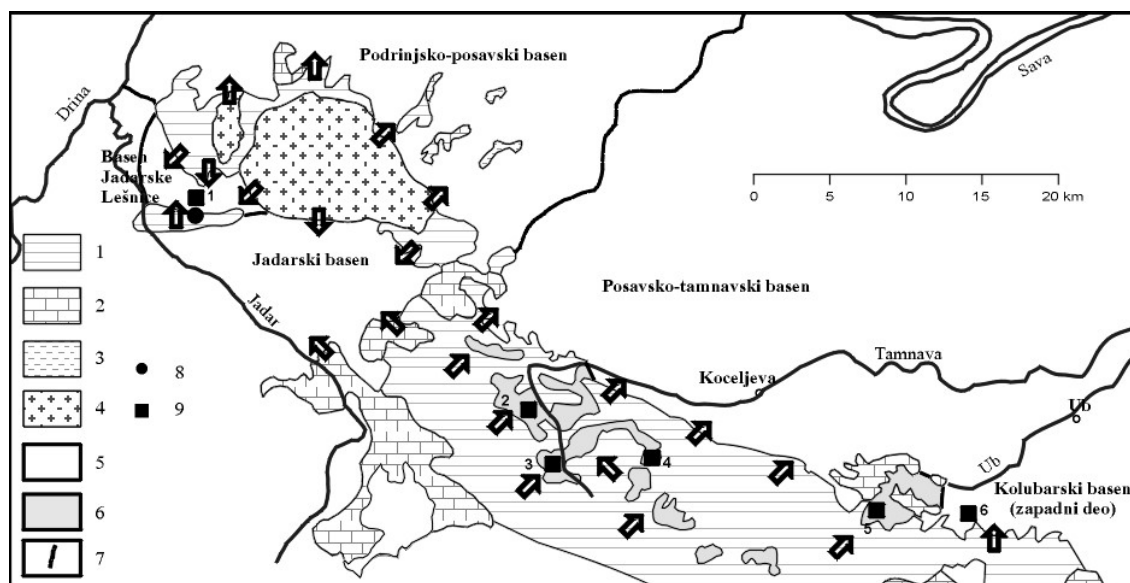
4.3.3.3.2. Prognozni sedimentološki kriterijumi

4.3.3.3.2.1. Litofacijalni kriterijumi

Mobilizacija i transport materijala iz kore raspadanja na Vlašiću odvijali su se prvenstveno pod dejstvom vode, dok je dejstvo sile gravitacije bilo znatno slabije nego u slučaju Aranđelovačkog basena, s obzirom na mnogo slabije tektonske pokrete na području Vlašića. Na slici 4.84. prikazani su pravci paleotransporta primarnog materijala iz kore raspadanja na području Vlašića i Jaderske Lešnice.

Slično ležištima kaolinitskih glina Aranđelovačkog basena, i u basenima Vlašića i Jaderske Lešnice stvoren je čitav niz varijeteta keramičkih glina zavisno od stepena mehaničke diferencijacije mineralnih zrna i čestica tokom transporta, kao i lokalnih uslova sedimentacije. Dužina transporta materijala na tom području bila je najčešće reda veličine 1-2 km, a kod Jaderske Lešnice i manje. Keramičke gline stvarane su u aluvijalno-proluvijalnim i aluvijalno-jezerskim facijama, pri čemu je za većinu istraženih ležišta karakteristično i prisustvo jedne relativno kratke močvarne faze, tokom koje su stvarane ugljevite gline kao i tanki proslojci uglja.

Šematski prikazano, različiti varijeteti keramičkih glina ovog područja čine jedan sedimentološki niz, od veoma peskovitih glina Gornjeg Crniljeva do najfinijih glina ležišta Slatina i Savića mala (tabela 4.63).



Slika 4.84.: Pregledna geološka karta tercijarnih basena Vlašićkog horšta i zapadnog dela Kolubarskog basena sa pretpostavljenim smerovima (označeno strelicama) paleotransporta glinovitog materijala iz kora raspadanja. 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. permo-trijaske karbonatne stene; 3. kredni sedimenti; 4. granitoidne stene; 5. neogeni sedimenti; 6. jezerski sedimenti vlašićkih basena; 7. granice basena; 8. ležište kaolina Beli Majdan, 9. ležišta i pojave kaolinitskih glina: 1. Savića mala, 2. ležišta Donjeg Crniljeva, 3. ležišta Gornjeg Crniljeva, 4. Miličinica, 5. Slatina (Ub), 6. Boj brdo (Dokmir).

Varijetet gline	Tipično ležište	Sadržaj gline, %	Sadržaj Q+F, %
Veoma peskovita keramička glina	Brezaci	45	50
Peskovita keramička glina	Savića mala	50	45
Malo peskovita keramička glina	Bele vode	55	40
PKG-2S	Slatina	60	35
PKG-3	Slatina	63	32

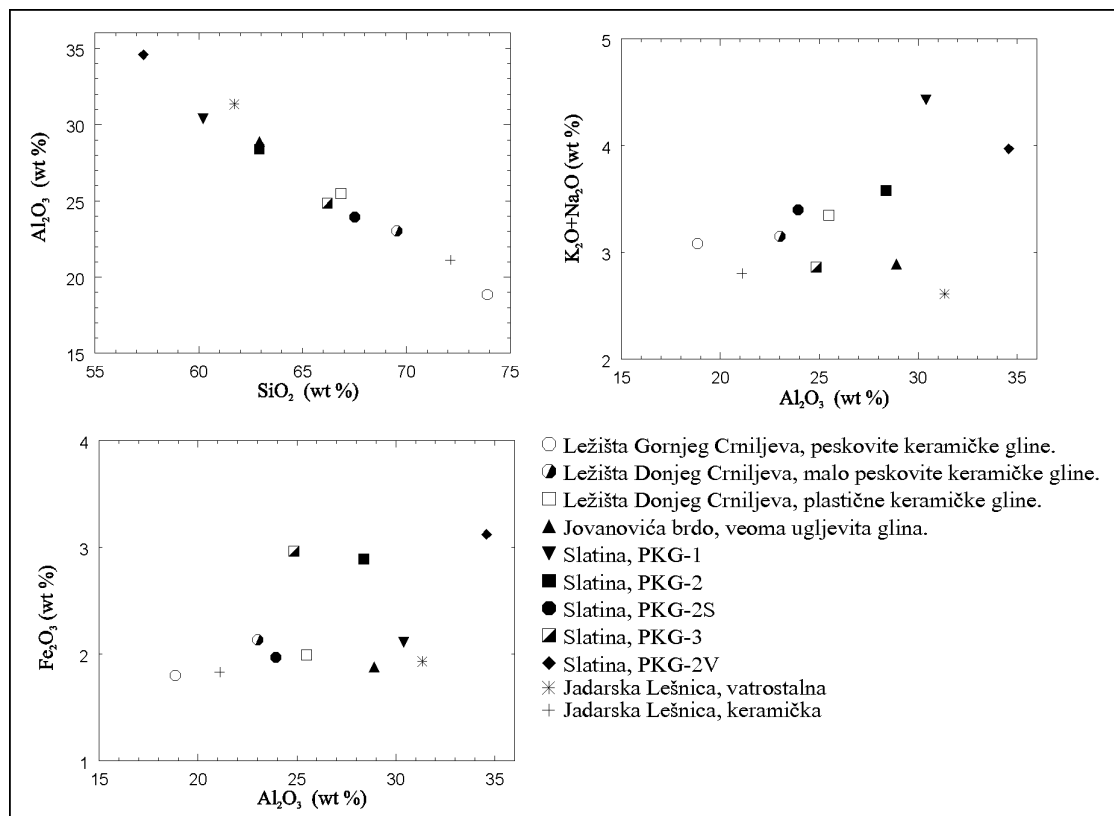
Plastične keramičke gline	Jovanovića brdo	65	30
PKG-2	Slatina	70	25
Veoma ugljevita keramička glina	Jovanovića brdo	75	20
PKG-1	Slatina	75	20
Vatrostalno-keramička glina	Savića mala	75	20
PKG-2V	Slatina	80	15

Tabela 4.63: Varijeteti keramičkih glina nastalih u toku procesa erodovanja i pretaložavanja kore raspadanja u neogenim sedimentima Vlašića i Jadrarske Lešnice. Q - kvarc, F - feldspat.

Hemijski sastav tipičnih varijeteta keramičkih glina prikazan je u tabeli 4.64., a na slici 4.85. predstavljeni su karakteristični odnosi sadržaja osnovnih hemijskih komponenti.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	69.30	67.49	64.44	63.55	61.50	61.44	57.56	50.80	54.68	53.87	50.93
TiO ₂	0.88	0.85	0.77	0.82	0.98	0.67	1.00	0.90	0.59	0.92	0.53
Al ₂ O ₃	17.69	19.75	21.34	22.53	23.45	23.05	25.97	23.33	27.61	27.36	30.72
Fe ₂ O ₃	1.69	1.71	1.97	1.85	1.83	2.75	2.64	1.52	1.92	1.68	2.77
CaO	0.42	0.39	0.71	1.10	0.41	1.40	0.70	0.91	0.98	0.60	0.50
MgO	0.65	0.38	0.85	1.08	0.76	0.80	0.29	0.83	1.00	0.49	0.23
K ₂ O	2.79	2.21	2.75	3.00	2.98	2.45	3.00	2.28	3.75	2.16	3.37
Na ₂ O	0.09	0.41	0.17	0.20	0.10	0.20	0.27	0.06	0.27	0.11	0.16
G.Ž.	6.19	6.40	7.36	5.88	8.02	7.19	8.52	19.25	9.19	12.72	11.22
Ukupno	99.70	99.59	100.3 6	100.0 1	100.0 3	99.95	99.95	99.98	99.99	99.91	100.4 3

Tabela 4.64: Prosečan hemijski sastav (%) različitih varijeteta keramičkih glina sa područja Vlašića i Jadrarske Lešnice. 1. Ležišta Gornjeg Crniljeva, veoma peskovite keramičke gline; 2. Savića mala, keramička glina; 3. Ležišta Donjeg Crniljeva, malo peskovite keramičke gline (prosek za ležišta Zbegovi, Bele vode i Rekave); 4. Slatina, PKG-2S; 5. Ležišta Donjeg Crniljeva, plastične keramičke gline (prosek za ležišta Jovanovića brdo obe vrste, Stare kuće, Matića brdo i Burovica); 6. Slatina, PKG-3; 7. Slatina, PKG-2; 8. Jovanovića brdo, veoma ugljevita keramička glina; 9. Slatina, PKG-1; 10. Savića mala, vatrostalna glina; 11. Slatina, PKG-2V. Svi podaci su uzeti iz tabele 4.56.



Slika 4.85.: Karakteristični odnosi sadržaja osnovnih hemijskih komponenta (preračunato na paljeno stanje) u varijetetima glina sa područja Vlašića i Jaderske Lešnice.

Na dijagramu sadržaja SiO_2 - Al_2O_3 (sl. 4.85.) može se videti negativna korelacija sadržaja tih elemenata, što potvrđuje da sastav keramičkih glina zavisi prvenstveno od međusobnog odnosa kvarca i minerala glina. Iako tipični varijeteti keramičkih glina sa područja Vlašića čine jedan niz, ipak se zapaža da se grupišu u tri polja, koja uslovno odgovaraju finim plastičnim glinama (polje I), peskovitim glinama (polje III) i glinama koje čine prelaz između te dve grupe (polje II). Veliki rasponi variranja sadržaja SiO_2 i Al_2O_3 u poljima I i III ukazuju na mogućnost pronalazanja glina koje će zauzimati prazna mesta u tim poljima.

Na dijagramu sadržaja Al_2O_3 -($\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$) zapaža se, pre svega, da se svi varijeteti glina odlikuju dosta visokim sadržajem alkalija vezanih za ilit. Međutim, zapaža se i da kod glina iz ležišta Savića Mala kod Jaderske Lešnice sa porastom sadržaja Al_2O_3 opada sadržaj alkalija, dok je kod ostalih varijeteta glina situacija potpuno suprotna. Trend opadanja sadržaja alkalija sa povećanjem sadržaja aluminije utvrđen je u kaolinitskim glinama Arandelovačkog basena, što bi po analogiji moglo da ukaže da gline iz ležišta Savića Mala vode poreklo i od kaolinske kore raspadanja formirane na granitoidnim stenama u ležištu Beli Majdan koje se nalazi u neposrednoj blizini ležišta Savića Mala.

Na istom dijagramu zapaža se i da veoma ugljevite gline iz ležišta Jovanovića brdo sadrže manje alkalija od ostalih varijeteta glina, ali se mora napomenuti da je to podatak jedne hemijske analize i ne sme se koristiti za neka ozbiljnija razmatranja. U svakom slučaju to ostaje kao jedan od interesantnih problema koji u budućnosti treba proučavati.

Na dijagramu Al_2O_3 - Fe_2O_3 generalno se izdvajaju dve grupe glina prema sadržaju gvožđa i to nezavisno od količine aluminije: u polje I padaju gline sa sadržajem Fe_2O_3 od oko 2 %, a u polje II gline sa sadržajem Fe_2O_3 od oko 3 %. Treba naglasiti da su sve gline sa povišenim sadržajem Fe_2O_3 iz ležišta Slatina, tako da se može pretpostaviti da predstavlja genetsku karakteristiku tog ležišta.

Karakteristični odnosi i koeficijenti raspadanja primenjeni na izdvojene varijetete glina (tabela 4.65) potvrdili su opravdanost izdvajanja različitih varijeteta glina, kao i razmatranja o specifičnostima geneze pojedinih varijeteta glina.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PI	86	84	82	81	80	80	77	77	76	75	72
WI	27	25	29	33	29	28	31	25	40	22	32
CIA	82	84	82	80	85	81	84	85	81	88	86
Ki	6.6	5.8	5.1	4.8	4.5	4.5	3.8	3.7	3.4	3.3	2.8
$Al_2O_3/(K_2O+Na_2O)$	5.6	6.4	6.6	6.3	6.9	7.7	7.0	9.1	6.1	10.9	7.9
Al_2O_3/Fe_2O_3	16.4	18.1	17.0	19.1	20.1	13.1	15.4	24.0	22.5	25.5	17.4

Tabela 4.65: Koeficijenti i indeksi raspadanja keramičkih glina sa područja Vlašića i Jadarske Lešnice. 1. Ležišta Gornjeg Crniljeva, veoma peskovite keramičke gline; 2. Savića mala, keramička glina; 3. Ležišta Donjeg Crniljeva, malo peskovite keramičke gline (prosek za ležišta Zbegovi, Bele vode i Rekave); 4. Slatina, PKG-2S; 5. Ležišta Donjeg Crniljeva, plastične keramičke gline (prosek za ležišta Jovanovića brdo obe vrste, Stare Kuće, Matića brdo i Burovica); 6. Slatina, PKG-3; 7. Slatina, PKG-2; 8. Jovanovića brdo, veoma ugljevit keramička glina; 9. Slatina, PKG-1; 10. Savića mala, vatrostalna glina; 11. Slatina, PKG-2V. Prema podacima hemijskih analiza iz tabele 4.64.

Postsedimentacione promene

U ležištima kaolinitskih glina u basenima Vlašića, Jadarske Lešnice i zapadnog dela Kolubarskog basena nisu zapažene postsedimentacione promene, bilo u vidu tektonskih deformacija, bilo u vidu značajnije erozije ležišta.

4.3.3.3.2. Stratigrafski kriterijumi

Period kaolinizacije matičnih stena i pretaložavanja kore raspadanja

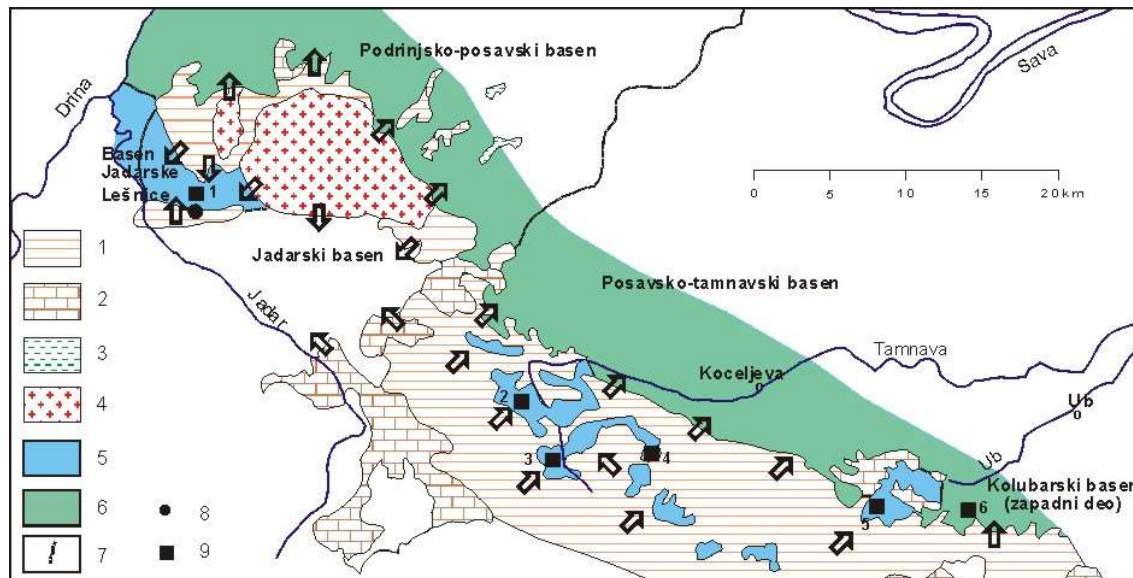
O periodu kaolinizacije na području Vlašićkog horsta ne može se ništa precizno reći, prvenstveno zbog toga što još nemamo sigurne dokaze da je nekadašnja kora raspadanja uopšte sačuvana. Na osnovu analogije sa ostalim proučavanim terenima može se pretpostaviti da se kaolinizacija odvijala tokom gornjeg oligocena i donjeg miocena.

Ni starost sedimenata u ovim basenima nije pouzdano utvrđena, kako je to obrazloženo u poglavlju 2. Može se samo ponoviti da je starost sedimenata na području ležišta Boj brdo u zapadnom delu Kolubarskog basena pontska, s obzirom da se u jednom delu ležišta ispod glina nalazi ugalj, to jest zona isključenja ugljene serije Kolubarskog basena. Za ostale basene na području Vlašića većina autora pretpostavlja panonsku starost, ali to ipak ostaje da se dokaže u budućnosti.

Zaseban slučaj je basen Jadarske Lešnice, koji je prema literaturi badenske starosti. Međutim, istovetan facijalni tip razvića kaolinitskih glina u basenu Jadarske Lešnice i basenima Vlašića može da indicira i istu starost tih sedimenata.

4.3.3.3.3. Paleogeografski kriterijumi

Ako se prihvati pretpostavka da su jezerski sedimenti na području Vlašića i, eventualno, Jadarske Lešnice panonske starosti, to bi značilo da se deponovanje kaolinitskih glina vršilo u relativno ograničenim sedimentacionim prostorima (označeno plavom bojom na slici 4.86.), u kojim je jedino i moguće otkriti nova ležišta kaolinitskih glina.



Slika 4.86.: Paleogeografska skica šireg područja Vlašića tokom panona (jezerski sedimenti) i pona Kolubarskog, Posavsko-tamnavskog i Posavsko-podrinjskog basena. 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. permo-trijaske karbonatne stene; 3. kredni sedimenti; 4. granitoidne stene; 5. jezerski sedimenti Vlašića i Jaderske Lešnice; 6. perspektivni sedimenti Kolubarskog, Posavsko-tamnavskog i Posavsko-podrinjskog basena; 7. granice basena; 8. ležište kaolina Beli Majdan, 9. ležišta i pojave kaolinitskih glina: 1. Savića mala, 2. ležišta Donjeg Crniljeva, 3. ležišta Gornjeg Crniljeva, 4. Miličnica, 5. Slatina (Ub), 6. Boj brdo (Dokmir).

Na području Kolubarskog, Posavsko-tamnavskog i Posavsko-podrinjskog basena zelenom bojom označena su potencijalna područja u kojima se mogu očekivati ležišta kaolinitskih glina, i to prvenstveno u pontskim sedimentima, mada ne treba isključiti ni starije neogene sedimente, naročito u Posavsko-podrinjskom basenu, koji je potpuno neistražen.

4.3.3.3.3. Tehnološki kriterijumi

U ležištima zapadnog dela Kolubarskog basena osnovni industrijski tip glina predstavljaju keramičke gline, kao i opekarske gline. Od keramičkih glina zastupljeni su srednjoominijski i niskoaluminijski podtip glina, sa sadržajem Fe_2O_3 od 2,5 do 3,5 %.

Na području basena Vlašića osnovni industrijski tip glina predstavljaju takođe keramičke gline, s tim što postoje određene razlike između pojedinih područja:

- Ležišta Donjeg Crniljeva (Jovanovića brdo, Bele vode i dr.) predstavljaju srednjoominijski podtip, sa sadržajem Fe_2O_3 do 2 %.
- Ležišta Gornjeg Crniljeva (Brezaci, Kisela voda) su nisko-aluminijskog podtipa, takođe sa sadržajem Fe_2O_3 ispod 2 %.
- U ležištu Slatina zastupljeni su uglavnom srednjoominijski podtip keramičkih glina sa sadržajem Fe_2O_3 do 2 %, kao i viskoaluminijski podtip sa sadržajem Fe_2O_3 od 2 do 2,5 %.
- U ležištu Savića mala u basenu Jaderske Lešnice poznati su viskoaluminijski podtip keramičkih glina sa sadržajem Fe_2O_3 od oko 1,7 % (poznat i kao vatrostalna glina), kao i niskoaluminijski podtip sa sadržajem Fe_2O_3 takođe od oko 1,7 %. Napominjemo da ovu glinu ne treba nikako koristiti kao vatrostalnu sirovinu, već kao veoma kvalitetnu keramičku glinu.
- U Posavsko-tamnavskom basenu nalaze se niskoaluminijске keramičke gline slabijeg kvaliteta, sa sadržajem Fe_2O_3 od 3,6 %, što ih pre svrstava u kategoriju opekarskih sirovina.

U tabeli 4.66. dat je pregled industrijskih tipova i podtipova glina čije se otkrivanje može prognozirati za područje basena Vlašićkog horsta, Jaderske Lešnice, zapadnog dela Kolubarskog basena, Posavsko-podrinjskog i Posavsko-tamnavskog basena.

Industrijski tip gline	Industrijski podtip gline	Osnovni minerali glina	Sporedni minerali	Tipično ležište	Primedba
Keramičke	Visokoaluminijske	Kaolinit, ilit	Kvarc, monmorionit	Slatina (Ub)	25-30 % Al ₂ O ₃ 2,5 % Fe ₂ O ₃
		Kaolinit, ilit	Kvarc	Savića mala	25-30 % Al ₂ O ₃ < 2 % Fe ₂ O ₃
	Srednjoaluminijske	Kaolinit, ilit	Kvarc, feldspat	Boj brdo	20-25 % Al ₂ O ₃ 2,5-3,5 % Fe ₂ O ₃
		Kaolinit, ilit	Kvarc, ilit-monmorionit, monmorionit	Jovanovića brdo, Bele vode, Slatina	20-25 % Al ₂ O ₃ < 2 % Fe ₂ O ₃
	Srednjoaluminijske ugljevit	Kaolinit, ilit	Kvarc, ilit-monmorionit, monmorionit, organska materija	Jovanovića brdo "tamna"	20-25 % Al ₂ O ₃ < 2 % Fe ₂ O ₃
	Niskoaluminijske	Kaolinit, ilit	Kvarc, ilit-monmorionit ?	Brezaci, Savića mala	< 20 % Al ₂ O ₃ < 2 % Fe ₂ O ₃
		Kaolinit, ilit	Kvarc, feldspat	Kaona	< 20 % Al ₂ O ₃ 3,5 % Fe ₂ O ₃
		Kaolinit, ilit	Kvarc, feldspat	Boj brdo	< 20 % Al ₂ O ₃ 2,5 % Fe ₂ O ₃

Tabela 4.66.: Prognozni industrijski tipovi i podtipovi kaolinitskih glina u basenima Vlačićkog horsta, Jaderske Lešnice, zapadnog dela Kolubarskog basena, Posavsko-podrinjskog i Posavsko-tamnavskog basena.

4.3.4. Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u Vranjskom i Krivorečkom basenu

U Vranjskom i Krivorečkom basenu do sada nisu otkrivena ležišta niti pojave kaolinitskih glina, mada treba naglasiti da nisu ni tražena. Zbog toga je u daljem tekstu dat kratak prikaz do sada istraženih ležišta kaolina, kao i prognozna ocena na bazi analogije sa sličnim primarnim izvorima minerala glina i sedimentnih basena.

4.3.4.1. Analiza prognoznih kriterijuma resursa kaolinitskih glina u Vranjskom i Krivorečkom basenu

4.3.4.1.1. Prognozni kriterijumi raspadanja

Primarni izvori minerala glina

Potencijalno najznačajniji primarni izvor minerala glina u sedimentima Vranjskog i Krivorečkog basena je kora raspadanja na Bujanovačkom gnajs-granitoidnom kompleksu. Ostali mogući izvori minerala glina su gnajsevi i škriljci iz istog kompleksa.

Ležišta kaolina na području Bujanovca nastala su površinskim raspadanjem (Gornje Karačevo), hidrotermalnim procesima (Muslina Kruška, Trnovac), ili kombinovanim dejstvom oba faktora raspadanja (Gornji Vrtogoš).

Geološke karakteristike ležišta kaolina Gornje Karačevo

Ležište kaolina Gornje Karačevo nalazi se kod istoimenog sela, oko 25 km istočno od Kosovske Kamenice i oko 35 km SZ od Bujanovca. Ovo ležište istraživano je u više navrata počev od kraja pedesetih godina (Škerlj, Jovanović, 1960; Atanasković, 1963b; Panić, 1969, 1978, 1984; Vučkovski 1977), a detaljnije su ga prikazivali Škerlj i saradnici (1961) i Panić (1980). Tokom istraživanja ležište kaolina Gornje Karačevo je izdvojeno na sledeća polja: "A+B"; "C" i "D". U ležištu je još 1956. godine otvoren manji površinski kop, kada je i počela eksploatacija kaolina.

Polje "A+B" istraživano je krajem pedesetih godina (Škerlj, Jovanović, 1960), kada je izbušeno ukupno 75 bušotina. Debljina kaolina varira od 0,5-31 m, a prosečno iznosi oko 10 m. U povlati, čija je debljina 0,5-30 m, nalazi se granitski grus sa komadima granita veličine i do 1 m³. Rezerve kaolina u ovom polju iznosile su oko 3.150.000 tona, koje su svrstane u uslovno bilansne zbog niskog kvaliteta.

Polje "C" istraživano je tek krajem šezdesetih godina (Panić, 1969), iako se u njemu već vršila eksploatacija (Panić, 1980). Debljina kaolina u tom polju je 1-30,8 m a prosečna oko 8,2 m. Debljina grusa u povlati varira od 0-24 m. Rezerve kaolina iznosile su oko 680.000 tona.

Polje "D" istraživano je, sa prekidima, od 1976-1984. godine (Panić, 1978, 1984). U ovom polju izdvojena su dva varijeteta kaolina - beli i sivi, koji se javlja pretežno u povlati belog kaolina. Debljina belog kaolina iznosi 2,3-22 m (prosečno oko 8 m), a sivog kaolina 2,5-13,1 m (prosečno oko 6,6 m). Debljina povlatnog grusa varira od 6,6-57,0 m, a prosečna je oko 33 m. Rezerve kaolina iznose oko 2.600.000 tona.

U mineralnom sastavu kaolina učestvuju kvarc, kaolinit, feldspat (pretežno kiseli plagioklasi), muskovit, ilit, pirit, arsenopirit i siderit. U zavisnosti od mineralnog sastava, a naročito od sadržaja gvožđa, menja se i kvalitet kaolina, koji je dosta neujednačen, kako unutar pojedinih polja, tako i između različitih polja. Sadržaj frakcije kaolina -0,06 mm je dosta ujednačen na području ležišta i iznosi oko 30 %. Hemijski sastav kaolina prikazan je u tabeli 4.67.

Kompletne hemijske analize nisu vršene na uzorcima iz bušotina polja "A+B", već samo na nekoliko izabranih uzoraka koji ne predstavljaju prosek kvaliteta kaolina u tom polju. Međutim, prema boji pečenja i nekolicini delimičnih hemijskih analiza pojedinih uzoraka može da se zaključi da sadržaj Fe₂O₃ u najvećem delu tog polja varira od 2,5-5 %, što odgovara svetlosmeđoj do tamnoj boji pečenja. Analize br. 1 i 2 u tabeli 4.67. predstavljaju najkvalitetnije partije kaolina bele ili svetložute boje pečenja, čije su ukupne rezerve u polju "A+B" iznosile svega oko 30.000 tona.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	70.76	61.05	73.27	69.27	70.00	57.03	56.61
TiO ₂	0.25			0.29		0.58	0.49
Al ₂ O ₃	20.07	26.10	16.37	17.66	18.68	26.86	27.45
Fe ₂ O ₃	1.01	1.02	1.33	1.94	1.81	1.64	0.74
MnO				0.02	0.01	0.01	0.0059
CaO	0.50	0.39	0.70	2.05	0.54	0.94	0.99
MgO	0.70	0.48	tr.	0.56	0.57	0.67	0.34
K ₂ O	0.51	2.50	1.25	1.55	1.19	2.22	2.39
Na ₂ O	0.50	2.10	4.47	2.79	3.66	3.15	1.48
G.Ž.	5.76	7.05	2.52	4.19			8.95
CuO							<0.001
CO ₂					0.13		
SO ₃					0.55	0.71	
H ₂ O ⁻					0.49	1.08	
H ₂ O ⁺					2.55	5.60	
Ukupno	100.06	100.69	99.61	100.32	100.18	100.49	99.45

Tabela 4.67.: Prosečan hemijski sastav kaolina iz ležišta Gornje Karačevo. 1-2 (polje "A+B"): 1. - rovni uzorak najboljeg kaolina, 2. - isti uzorak, frakcija -0,06 mm (oba prema Škerlju i Jovanoviću, 1960); 3 (polje "C"): rovni uzorak (Panić, 1969); 4-6 (polje "D"): 4. - rovni kaolin (Panić 1978), 5. - rovni kaolin, 6. - frakcija -0,06 mm kaolina pod br. 5 (oba prema Nikoliću i dr., 1984); 7 (polje "C"): frakcija kaolina -0,010 mm nakon magnetne separacije (Engeltaler i dr., 1983).

Najkvalitetniji kaolin u ležištu nalazi se u polju "C", u kome se i vrši njegova eksploatacija. Boja pečenja ovog kaolina je bela do siva (Panić, 1980), i odlikuje se izuzetnim keramičkim osobinama (Đaković i dr., 1985). Koristi se u keramičkoj industriji, za izradu elektroporcelana, lakog šamota, kao punilo u industriji papira i gume i hemijskoj industriji. Međutim, u pojedinim delovima polja "C" javljaju se i partije kaolina nižeg kvaliteta, sa tamnijom bojom pečenja.

Kaolin iz polja "D" je nešto slabijeg kvaliteta. Boja pečenja belog kaolina je uglavnom svetlojubičasta i ljubičasta, a sivog kaolina svetložuta do tamnobraon. Primena ovog kaolina moguća je u proizvodnji podnih pločica u mešavini sa drugim sirovinama (Panić, 1980).

Ležište kaolina Gornje Karačevo pripada eluvijalnom tipu ležišta i predstavlja ostatak kore raspadanja na granitoidima bujanovačkog masiva. Stepenn kaolinizacije je promenljiv, sa prelazima od gotovo čistih kaolina preko kaolinisanih granita do neznatno izmenjenih i svežih granita (Panić, 1980).

Geološke karakteristike ležišta kaolina Gornji Vrtogoš

Ležište kaolina Gornji Vrtogoš nalazi se u blizini istoimenog sela, oko 8 km SI od Bujanovca, a istraživano je u periodu 1981-1986. godine (Nejić, 1986).

Šire područje ležišta izgrađeno je pretežno od gnajseva, u kome se nalaze konkordantna granitska tela. Najveće granitsko telo, koje predstavlja ležište Gornji Vrtogoš, kaolinisano je u različitoj meri, a prostire se duž raseda pravca SZ-JI. Jugozapadno od samog ležišta utvrđeno je sočivo amfibolita, a severno od ležišta pružaju se mikašisti. Međutim, u profilima bušotina se ne pominje gnajs što bi se očekivalo prema priloženoj karti razmere 1:10.000, već samo škrljac, bez bliže odredbe sastava. Matična granitska stena pripada leukokratnom plagiogranitu.

Stepenn kaolinizacije granita je promenljiv, najčešće ispod 25 %, a dostiže maksimalno 35 % (Nejić, 1986). Kaolin je trošan, brečasto-milonitske teksture, a boja mu varira od bele, sive, žute, ružičaste do ljubičaste ili zelene, obično sa jasno izraženim granicama. Unutar kaolina nalaze se ponegde mala sočiva škrljaca, kao i "kaolinske gline", koje se javljaju u više nivoa, a naročito na kontaktu podinskih škrljaca i kaolina. Boja ovih gline (koje se po hemizmu ne razlikuju mnogo od kaolina - sadrže 67-70 % SiO_2 i 13-16 % Al_2O_3) je obično svetlosiva ili tamnosiva, a njihova debljina od delova metra do 5 m. Mestimično sadrže i komade kaolinisanog granita. U podini kaolina leže škrljci, a u povlati žuti raspadnuti granit. Maksimalna utvrđena debljina kaolina iznosi 85 m, a prosečna je oko 48 m. Rezerve kaolina su oko 4.000.000 tona.

Kaolin se sastoji od natrijskog plagioklasa, kvarca, manjih količina muskovita, kalcita i dolomita, a od minerala gline najzastupljeniji je kaolinit, praćen promenljivim količinama illita, halojzita i monmorionita. U pojedinim uzorcima utvrđeno je i dominantno prisustvo interstratifikovanih smektita-hlorita ili samo jako degradiranog liskuna. Akcesorni minerali su cirkon, granat, turmalin, magnetit, ilmenit i dr.

Geneza ležišta kaolina Gornji Vrtogoš nije do kraja definisana; u brojnim izveštajima Nejić govori, često i na istoj strani, čas o površinskom raspadanju, čas o hidrotermalnoj kaolinizaciji. Očigledno je da ni samom autoru nije bio jasan mehanizam argilizacije granita.

Prosečan hemijski sastav kaolina (u %) je sledeći (sračunato prema podacima Nejić, 1986): SiO_2 68,72; Al_2O_3 16,53; Fe_2O_3 1,94; MnO 0,02; CaO 2,47; MgO 0,91; K_2O 1,08; Na_2O 4,59 i G.Ž. 4,10. Sadržaj glinovito-alevritske komponente (-0,06 mm) je oko 16 %, a boja pečenja na 1100 °C svetlosiva do tamnoružičpasta. Tehnološkim ispitivanjima utvrđeno je da je iskorišćenje glinovite komponente nisko (8,69 %), a njen kvalitet zadovoljavajući za proizvodnju građevinske keramike (podne i zidne pločice). Prema Nejić (1986) kaolin u rovnom stanju predstavlja keramičku sirovinu, kao i sirovinu za industriju stakla, fritu i glazure.

Geološke karakteristike hidrotermalnih ležišta kaolina okoline Bujanovca

Prisustvo kaolinisanih žica u granitima bujanovačkog masiva odavno je uočeno prilikom istraživanja kvarc-antimonitskih žica, uz koje se vrlo često javljaju (Pavlović, 1938; Milovanović, 1950).

Istraživanje kaolina i ispitivanje njegovih tehnoloških svojstava otpočelo je polovinom pedesetih a trajalo je, sa prekidima, do kraja osamdesetih godina prošlog veka.

Bujanovački granitoidni masiv sastoji se iz centralnog granitskog tela, opkoljenog obodnom zonom u kojoj se smenjuju silovi granita sa gnajsevima i škrljicama. Ova obodna zona široka je u zapadnom delu masiva oko 1 km, a na istočnom, gde se nalazi i ležište Gornji Vrtogoš, dostiže širinu od 5-6 km (Dimitrijević, 1958). Centralno granitsko telo takođe sadrži dosta sočiva škrljaca, koji su manje ili više granitisani.

Kaolinizacija je hidrotermalnog porekla, a vezana je uglavnom za rasedne zone u granitima i znatno ređe u gnajsevima i pegmatitima. Kaolin se obično javlja uz kvarc-antimonitske žice, usled čega je u vreme eksploatacije antimona, a i kasnije, bilo omogućeno njegovo ispitivanje. Stepenn kaolinizacije je različitog intenziteta, tako da debljina kaolina varira od nekoliko santimetara do više metara, čak i preko 20 m (Milovanović, 1950). Dužina kaolinisanih zona dostiže 1 km, a po dubini prelazi 200 m. Međutim, često uz kvarc-antimonitske žice uopšte nema pojava kaolinizacije, ili su samo feldspati delimično kaolinisani; takođe mnogi kaolinisani delovi masiva uopšte ne sadrže rudnu mineralizaciju. Prema većini autora koji su obrađivali oblast bujanovačkog granitskog masiva (Milovanović, 1950; Stangačilović, 1956; Dimitrijević, 1958), hidrotermalni procesi vezani su za tercijarni dacitsko-andezitski magmatizam.

Kaolinisani graniti hidrotermalnog nastanka utvrđeni su u više lokaliteta: Muslina Kruška, Čifta Potok, Breznica, Ruza Gat, Krajnji Del, Crni Do, Rogačica, Polička i Žuja, a najviše su istraživani u ležištu Muslina Kruška.

Raspadanje primarnih minerala u granitima

Na osnovu dosadašnjih rezultata proučavanja mineralnog sastava kaolina (kao i našom proverom na reprezentativnim uzorcima kaolina iz zbirke Instituta za ILMS) na području Bujanovačkog gnajsganitoidnog kompleksa može se reći da je kaolinit izrazito dominantan produkt površinskog raspadanja primarnih minerala, dok se u kaolinima hidrotermalnog genetskog tipa kao osnovni mineral glina javlja smektit, praćen kaolinitom i ilitom. Raspadanje primarnih minerala iz granita Bujanovca odvijalo se po sledećoj pretpostavljenoj šemi (tabela 4.68.).

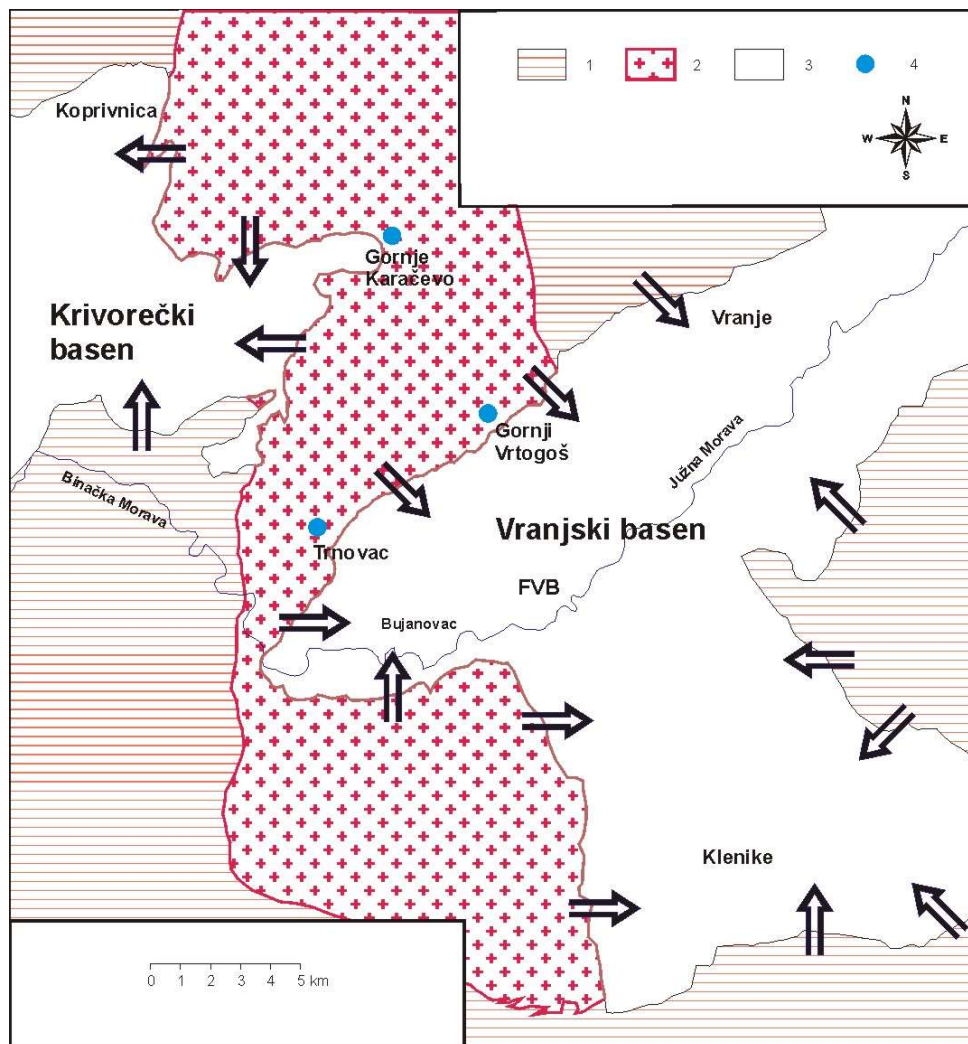
Primarni mineral	Minerali glina
K-feldspati	Kaolinit, ilit
Biotit	Kaolinit
Plagioklasi	Kaolinit

Tabela 4.68.: Pretpostavljena šema raspadanja primarnih minerala i stvaranje minerala glina u kori raspadanja granita Bujanovca.

4.3.4.1.2. Prognozni sedimentološki kriterijumi

4.3.4.1.2.1. Litofacijalni kriterijumi

Na osnovu geološke građe oboda Vranjskog i Krivorečkog basena može se pretpostaviti da najveći deo materijala vodi poreklo od stena granitoidnog masiva Bujanovca. Na slici 4.87. prikazani su smerovi pretaložavanja kore raspadanja u Vranjski i Krivorečki basen.



Slika 4.874.: Pregledna geološka karta tercijarnih basena oboda Bujanovačkog gnajs-granitoidnog kompleksa sa pretpostavljenim smerovima (označeno strelicama) paleotransporta glinovitog materijala iz kora raspadanja. 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. Bujanovački granitoidno-gnajsni kompleks; 3. neogeni sedimenti; 4. primarna ležišta kaolina.

Na osnovu analogije sa ostalim rudonosnim sedimentnim mineragenetskim formacijama, na području Vranjskog i Krivorečkog basena mogu se očekivati ležišta kaolinitskih glina u različitim sedimentacionim sredinama i to: deluvijalno-proluvijalnim, proluvijalno-jezerskim, jezerskim, močvarnim, aluvijalno-proluvijalnim i aluvijalno-jezerskim facijama.

Bez obzira na tipove sedimentacionih facija, kaolinitске гline треба očekivati isključivo u klastičnim glinovito-peskovitim sedimentima.

4.3.4.1.2.2. Stratigrafski kriterijumi

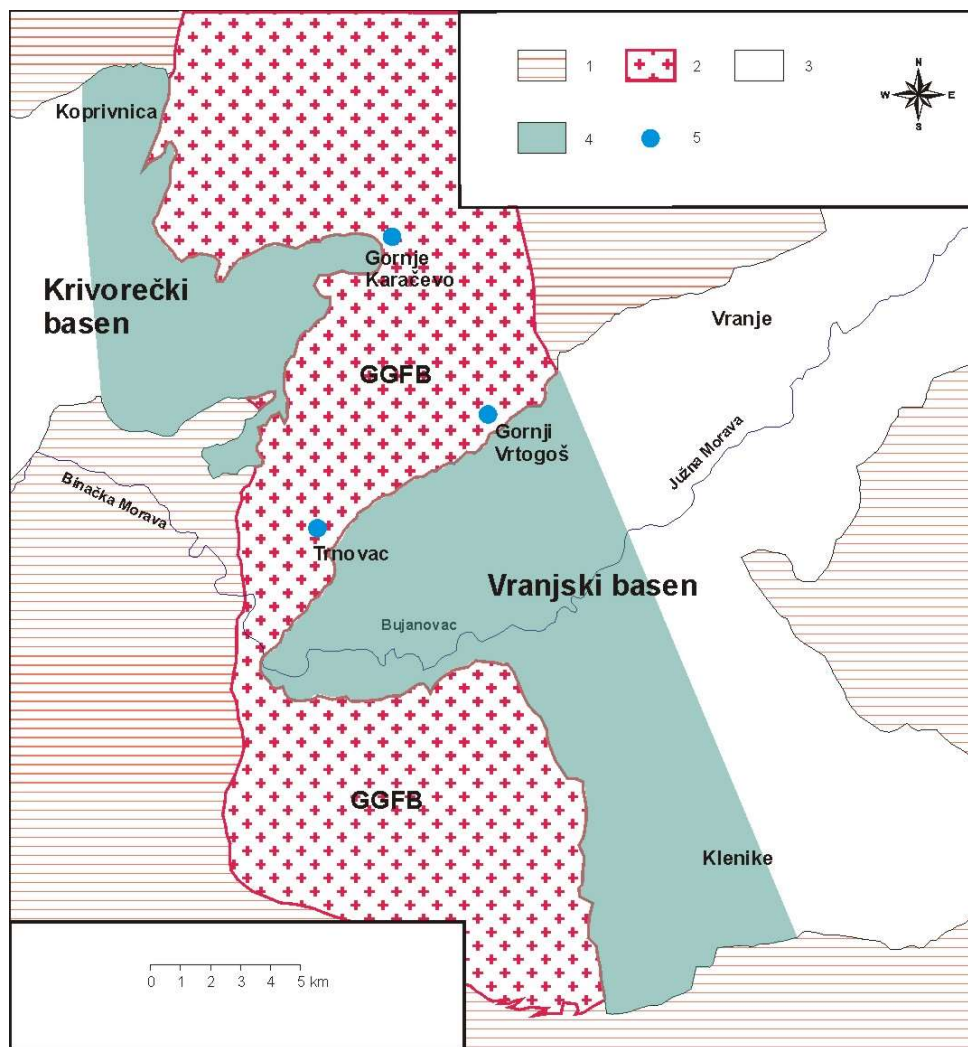
S obzirom da na području Vranjskog i Krivorečkog basena do danas nema podataka o prisustvu sedimentnih ležišta glina, to znači da nemamo elemenata da ih povežemo sa pojedinim od stratigrafskih članova tih basena.

Period kaolinizacije matičnih stena i pretaložavanja kore raspadanja

Period kaolinizacije Bujanovačkog gnajs-granitoidnog kompleksa može se generalno svrstati u paleogen i donji miocen, kada su na našim terenima vladali najpovoljniji uslovi za hemijsko raspadanje primarnih minerala i stvaranje kore raspadanja.

4.3.3.2.3. Paleogeografski kriterijumi

Paleogeografska situacija na području Vranjskog i Krivorečkog basena sa perspektivnim prostorima za otkrivanje ležišta kaolinitskih glina prikazana je na slici 4.88.



Slika 4.88.: Paleogeografska skica Vranjskog i Krivorečkog basena sa perspektivnim prostorima za otkrivanje ležišta kaolinitskih glina. 1. Paleozojski metamorfni kompleks; 2. Bujanovački granitoidno-gnajsni kompleks; 3. neogeni sedimenti; 4. perspektivni delovi neogenih basena za otkrivanje ležišta kaolinitskih glina; 5. primarna ležišta kaolina.

Kao što se vidi, najperspektivniji delovi basena su oni koji se nalaze se u blizini granitoidnih matičnih stena (jugozapadni deo Vranjskog basena i istočni deo Krivorečkog basena). Međutim, na osnovu analogije sa drugim terenima Srbije, ni oblast obodnih stena izgrađenih od metamornih stena ne sme se odbaciti kao potencijalni prostor razvitka kore raspadanja, čijim je spiranjem moglo da dođe do stvaranja ležišta pre svega keramičkih glina.

4.3.4.1.3. Tehnološki kriterijumi

U tabeli 4.69. dat je pregled industrijskih tipova i podtipova glina čije se otkrivanje može prognozirati za područje Vranjskog i Krivorečkog basena.

Industrijski tip gline	Industrijski podtip gline	Mineral gline
Vatrostalne	Visokovatrostalne za paljenje	Kaolinit
	Srednjovatrostalne za paljenje	Kaolinit
	Visokovatrostalne vezne	Kaolinit
	Srednjovatrostalne vezne	Kaolinit
	Niskovatrostalne vezne	Kaolinit
Keramičke	Visokoaluminijske	Kaolinit
	Srednjoaluminijske	Kaolinit
	Srednjoaluminijske ugljevite	Kaolinit,
	Niskoaluminijske	Kaolinit

Tabela 4.69.: Prognozni industrijski tipovi i podtipovi kaolinitskih glina u Vranjskom i Krivorečkom basenu.

S obzirom na postojanje kaolinitске kore raspadanja na granitoidnom kompleksu Bujanovca, prognozirano je prisustvo i vatrostalnih glina i keramičkih glina, i to svih podtipova. Detaljnije prognoze moći će da se vrše tek nakon određenih istraživanja i proučavanja.

4.4. Prognozni resursi kaolinitskih glina u sedimentnim basenima Srbije

Kvantitativna procena potencijalnih rezervi kaolinitskih glina izvršena je za one tercijarne basene Srbije koji su svrstani u kategorije veoma perspektivnih i perspektivnih za postojanje ležišta kaolinitskih glina. Pri tome je kao osnovni pokazatelj uzet stepen koncentrisanosti rudnih rezervi (Janković i Milovanović, 1985) izražen u milionima tona rude po kvadratnom kilometru. Za polaznu veličinu uzet je stepen koncentrisanosti rezervi vatrostalnih i keramičkih glina u Arandelovačkom basenu, koji spada u najviše i najdetaljnije istraživane basene kod nas, sa nekoliko ležišta koja se nalaze u eksploataciji. U centralnom delu tog basena, oko naselja Bukovik, stepen koncentrisanosti rezervi kaolinitskih glina A+B+C₁ kategorije iznosi oko 2 mil. t/km², računajući ne samo područje samih ležišta kaolinitskih glina, nego i istražene neproduktivne delove basena. Budući da su u proteklih 50 godina najznačajnija ležišta glina već pronađena, to je za maksimalni prognozni stepen koncentrisanosti rezervi uzeta količina od 1 mil. t/km², a za minimalni 0,2 mil. t/km². Izdvajanje kategorija potencijalnih rezervi vršeno je prema kriterijumima Pravilnika o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima (Sl. list SFRJ br. 53/79). U D₂ kategoriju svrstane su potencijalne rezerve u basenima u kojima do sada nisu poznate pojave kaolinitskih glina, u kategoriju D₁ potencijalne rezerve u neistraženim delovima basena sa poznatim ležištima kaolinitskih glina, i u kategoriju C₂ potencijalne rezerve u delimično istraženim delovima basena. U tabeli 4.70. prikazane su potencijalne rezerve kaolinitskih glina u veoma perspektivnim i perspektivnim tercijarnim basenima Srbije. Treba naglasiti da u potencijalne rezerve nisu računane već poznate rezerve kaolinitskih glina u istraženim ali neotvorenim ležištima.

Basen i kategorija perspektivnosti	Perspektivna površina (km ²)	Prognozni stepen koncentrisanosti rezervi (mil. t/km ²)	Potencijalne rezerve		Industrijski tip gline
			Količina (10 ⁶ t)	Kategorija	
Basen Jaderske Lešnice (VP)	20	0,5	10	D ₁	Vatrostalna i keramička
Baseni Vlašića (VP)	50	0,2	10	D ₁	Keramička

Kolubarski basen-južni deo (VP)	50	0,5	25	D ₁	Keramička i vatrostalna
Baseni Brajkovačkog horsta (VP)	20	0,5	10	D ₁	Keramička
Arandelovački basen-zapadni deo (VP)	20	0,5	10	C ₂ +D ₁	Vatrostalna i keramička
Podrinjsko-posavski basen (P)	100	0,5	50	D ₂	Vatrostalna i keramička
Krivorečki basen (P)	40	0,25	10	D ₂	Keramička i vatrostalna
Vranjski basen (P)	80	0,25	20	D ₂	Keramička i vatrostalna

Tabela 4.70.: Potencijalne rezerve kaolinitskih glina u veoma perspektivnim i perspektivnim tercijarnim basenima Srbije. VP - veoma perspektivan, P - perspektivan.

Prema navedenoj tabeli ukupne potencijalne rezerve D₁+D₂ (samo malim delom i C₂) kategorije kaolinitskih glina u veoma perspektivnim i perspektivnim tercijarnim basenima Srbije iznose oko 145 miliona tona, što uz sadašnju istraženu sirovinsku bazu predstavlja solidnu osnovu za planiranje budućeg razvoja vatrostalne i keramičke industrije kod nas, ali i budućih osnovnih ili regionalnih istraživanja tih sirovina.

Različite vrednosti stepena koncentrisanosti rezervi vatrostalnih i keramičkih glina u tabeli 4.70. uzete su iz sledećih razloga:

1. Za potencijalne rezerve D₂ kategorije u Vranjskom i Krivorečkom basenu uzeta je vrednost stepena koncentrisanosti rezervi kaolinitskih glina od 0,25 mil. t/km² jer ne postoji ni jedan jedini podatak o prisustvu kaolinitskih glina u tim basenima.
2. Za Podrinjsko-posavski basen uzeta je vrednost stepena koncentrisanosti rezervi kaolinitskih glina od 0,5 mil. t/km², jer je sudeći prema geološkoj karti celokupni materijal severnih padina Cera pretaložen u taj basen. Ako se prema analogiji sa Arandelovačkim basenom pretpostavi mogućnost postojanja nekadašnje kore raspadanja na granitoidu Cera, onda Podrinjsko-posavski basen predstavlja perspektivno područje za pronalaženje ležišta kvalitetnih kaolinitskih glina.
3. Za basene Vlašića uzeta je vrednost stepena koncentrisanosti rezervi kaolinitskih glina od 0,2 mil. t/km² zbog toga što je na više lokaliteta vršeno istraživanje keramičkih glina, a rezultati su bili uglavnom negativni (ne računajući istražena ležišta koja nisu otvorena).
4. Za basen Jaderske Lešnice i basene brajkovačkog horsta uzeta je vrednost stepena koncentrisanosti rezervi kaolinitskih glina od 0,5 mil. t/km² pošto se oba područja karakterišu relativno malim prostranstvom i dosta malom debljinom neogenih naslaga. Oba područja su slabo istražena - kod Jaderske Lešnice nalazi se delimično istraženo ležišta kaolinitskih glina Savića Mala, dok su u basenima brajkovačkog horsta istražni radovi vršeni bez nekog plana.
5. Za Kolubarski basen (južni, ugljonosni deo) takođe je uzeta vrednost stepena koncentrisanosti rezervi kaolinitskih glina od 0,5 mil. t/km². Ova vrednost je mogla da bude i dvaput veća, pošto se u mnogim bušotinama bušenim za ugajl pominju gline, najčešće definisane samo bojom. Međutim, podaci o kvalitetu tih glina su veoma oskudni, a raspoloživi podaci o kvalitetu glina iz polja "B" ukazuju na polimineralni sastav glina (kaolinit, ilit i monmorionit) sa povećanim učešćem Fe₂O₃, što znatno sužava mogućnost primene glina, sem u opekarskoj industriji. Zbog toga je i uzeta već navedena vrednost stepena koncentrisanosti rezervi kaolinitskih glina od 0,5 mil. t/km².
6. Za Arandelovački basen uzeta je vrednost stepena koncentrisanosti rezervi kaolinitskih glina od 0,5 mil. t/km² kao prosek za basen. Naime, u delu basena zapadno od naselja Bukovik i severno od Arandelovca realno je očekivati samo manja ležišta kaolinitskih glina, pošto su

istraživanja poslednjih godina dala uglavnom slabije rezultate. S druge strane, potencijalnost dela basena SI od Aranđelovca, u blizini ležišta Košarno, daleko je veća s obzirom da ni samo ležište nije okontureno sa svih strana. Zbog toga je potencijalnost celog dela Aranđelovačkog basena i izražena kroz vrednost stepena koncentrisanosti rezervi kaolinitskih glina od 0,5 mil. t/km².

Na osnovu ovakve prognozne ocene izvršena je kvantifikacija uticaja najvažnijih geoloških i tehnoloških parametara na prioritete u istraživanju. Svaki od parametara podeljen je na nekoliko kategorija i za svaku od njih dat odgovarajući indeks. Vrednosti indeksa su od 10 do 40, s tim da manji indeks označava viši prioritet parametra (manji indeks = veća perspektivnost). Geološki i tehnološki parametri kvantifikacije uticaja na prioritete u istraživanju su sledeći:

Parametar i kategorije sa indeksima:

Veličina ležišta:

- veoma veliko (10)
- veliko (20)
- srednje (30)
- malo (40)

Dubina zaleganja:

- velika (30)
- srednja (20)
- mala (10)

Morfologija rudnih tela:

- izuzetno složena (30)
- složena (20)
- jednostavna (10)

Kvalitet sirovine:

- odličan (10)
- dobar (20)
- osrednji (30)
- slab (40)

Prisustvo primarnih (matičnih) stena povoljnog sastava:

- preovlađujuće (10)
- umereno (20)
- podređeno (30).

Veličina ležišta određena je u osnovi prema Kužvartu (1986) sa manjim dopunama, i to mala ležišta sa rezervama ispod 500.000 t, srednja sa rezervama 500.000 do 1.000.000 tona, velika sa rezervama 1 do 5 miliona tona i izuzetno velika sa rezervama preko 5 miliona tona.

Dubina zaleganja određena je kao velika (preko 50 m), srednja (10-50 m) i mala (do 10 m).

Kada se izvrši kvantifikacija ovih parametara generalno za veoma perspektivne i perspektivne basene, dobija se sledeća situacija (tabela 4.71.):

Basen	Veličina ležišta	Dubina zaleganja	Morfologija rudnih tela	Kvalitet sirovine	Prisustvo matičnih stena	Ukupno
Arandjelovački:						
- zapadni deo	40	30	30	20	10	130
- severoistočni deo	10	20	10	30	20	90
Kolubarski:						
- jugoistočni deo	10	20	10	20	10	70
- zapadni deo	20	20	20	30	10	100
Brajkovački	30	20	20	20	10	100
Vlašički	40	30	10	10	10	100
Jadarske Lešnice	30	30	20	10	10	100
Posavsko-podrinjski	20	30	10	20	10	90
Vranjski	20	30	10	30	10	100
Krivorečki	20	30	10	30	10	100

Tabela 4.71.: Kvantifikacija geoloških i tehnoloških parametara za veoma perspektivne i perspektivne basene Srbije.

Iz ove tabele vidi se da je najveća procenjena perspektivnost za otkrivanje ležišta kaolinitičkih glina u jugoistočnom delu Kolubarskog basena, a zatim u severoistočnom delu Arandjelovačkog basena i Posavsko-podrinjskom basenu. Perspektivnost ostalih basena je dosta ujednačena, a najslabija je u zapadnom delu Arandjelovačkog basena (zapadno od Bukovika).

Treba, međutim, naglasiti da je ovo jedna generalizovana pretpostavka, a da će prioriteti u velikoj meri zavistiti od vrste i kvaliteta gline koji se traži u određenom trenutku na tržištu.

4.5. Konceptija daljih istraživanja

Pre definisanja konceptije daljih istraživanja osvrnućemo se na trenutno stanje rezervi kaolinitičkih glina Srbije. Pri tome treba imati u vidu činjenicu da je većina ležišta, koja su dugi niz godina predstavljala osnovu naše proizvodnje vatrostalnih i keramičkih glina, skoro iscrpljena. To su ležišta Rudovci, Vrbica, Ćirinac, Krušik, a delom i Jovanovića brdo.

Na osnovu analize postojeće sirovinske baze kaolinitičkih glina Srbije u kategoriju perspektivnih mogu da se uvrste sledeća ležišta kaolinitičkih glina Srbije (tabela 4.72.):

Ležište	Industrijski tip gline	Primedba
Bukovik	Vatrostalna	Na velikoj dubini
Lazine	Vatrostalna	Dobrim delom izvađeno
Košarno	Vatrostalna Keramička	Tanki slojevi Dosta peskovita
Prkosava	Vatrostalna	Promenljiv kvalitet, mestimično velika dubina
Baroševac	Vatrostalna	Zatrpno jalovištem
Dren	Keramička	

Boj Brdo	Keramička	Promenljiv kvalitet
Slatina	Keramička	Eksploatacija zavisi od plasmana povlatnih kvarcnih peskova
Jovanovića Brdo	Keramička	Ostala uglavnom "tamna" glina
Bele Vode	Keramička	Delom otkopano
Stare Kuće	Keramička	Male rezerve
Burovica	Keramička	Male rezerve
Zbegovi	Keramička	
Rekave	Keramička	
Brezaci i Kisela Voda	Keramička	Dosta peskovita
Savića Mala	Vatrostalna Keramička	Smenjivanje dva tipa glina, proslojci uglja u glini

Tabela 4.72.: Perspektivna ležišta kaolinitskih glina Srbije.

Od perspektivnih ležišta vatrostalnih glina dva su u eksploataciji: Lazine i Košarno, pri čemu je proizvodnja u ležištu Košarno povremena. Istraženo ležište Baroševac prekriveno je debelim slojem jalovine iz ugljonosnih polja kolubarskog basena, a glina je dosta slabijeg kvaliteta u odnosu na gline iz ležišta Rudovci. U ležištu Prkosava, koje još uvek nije potpuno istraženo, glina je promenljivog kvaliteta, ali deo rezervi u svakom slučaju odgovara po kvalitetu glinama iz ležišta Rudovci. U svim ovim ležištima vatrostalna glina je najvećim delom tipa "Rudovci", to jest koristi se kao paljena glina.

Sirovinsku bazu veznih vatrostalnih glina tipa "Vrbica" predstavlja, ne računajući skoro iscrpljena ležišta Vrbica i Ćirinač, samo ležište Bukovik, koje raspolaže dovoljnim količinama rude za duži period eksploatacije. Međutim, ležište Bukovik nalazi se na dubini većoj od 100 metara, i predviđeno je za jamsku eksploataciju. Otvaranje tog ležišta zavisiće od ekonomičnosti proizvodnje, jer su kvalitet i tehnološka svojstva dobro poznati. U slučaju da ne dođe do otvaranja ležišta Bukovik, situacija sa veznim glinama biće kritična.

Što se tiče keramičkih glina, situacija je nešto povoljnija. Postoje tri velika istražena ležišta, od kojih je jedno otvoreno (Košarno), iako je eksploatacija veoma malog obima. Međutim, keramička gline u ležištima Košarno (kvalitet K-5) i Brezaci i Kisela Voda su dosta peskovite, što im u izvesnoj meri ograničava primenu. I u ležištu Boj Brdo deo gline je takođe dosta peskovit.

Od četiri ležišta keramičkih glina srednje veličine dva su otvorena. U ležištu Jovanovića Brdo, koje je bilo jedno od naših najvećih ležišta kvalitetnih plastičnih glina, ostale su većinom "tamne" keramičke gline, koje se odlikuju povećanim količinama organske materije. U ležištu Slatina dinamika otkopavanja keramičkih glina zavisi od mogućnosti valorizacije povlatnih kvarcnih peskova. Ležište Dren je potpuno istraženo ali van eksploatacije, a glina je dosta peskovita. Ležište Savića Mala kod Jaderske Lešnice je delimično istraženo, a keramička glina je takođe dosta peskovita.

Istražena ležišta plastičnih keramičkih glina pripadaju, nažalost, kategoriji malih ležišta, i većina se nalazi na širem području Donjeg Crniljeva. Te gline čine, za sada, celokupnu sirovinsku bazu kvalitetnih plastičnih keramičkih glina svetle boje pečenja u Srbiji.

Iz ovog pregleda sirovinske baze perspektivnih ležišta keramičkih i vatrostalnih glina može se zaključiti:

- Postojeće rezerve vatrostalnih glina za paljenje tipa "Rudovci", zajedno sa potencijalnim rezervama u ležištu Prkosava, obezbeđuju za izvestan period proizvodnju šamotnih opeka.

- Rezerve veznih vatrostalnih glina u ležištima u eksploataciji su skoro iscrpljene i, ukoliko otvaranje ležišta Bukovik ne bude ekonomski opravdano, neće biti nijednog ležišta sa tim tipom sirovine.
- Rezerve plastičnih keramičkih glina svetle boje pečenja su dosta ograničene, a ležišta su malih dimenzija, što poskupljuje proizvodnju. Nasuprot tome, rezerve peskovitih keramičkih glina svetle boje pečenja su veoma velike i, što je povoljna okolnost, nalaze se u velikim ležištima.

Dalja istraživanja kaolinitskih glina trebalo bi sprovoditi po sledećim fazama:

1. Detaljno obrađivanje parametara kvaliteta i rezervi kaolinitskih glina po kvalitetima u već istraženim, a prvenstveno otvorenim ležištima. Takve studije služile bi, ukoliko se ukaže potreba, kao podloga za projektovanje dodatnih istražnih radova u tim ležištima.
2. Dopunsko istraživanje postojećih ležišta kaolinitskih glina sa posebnim akcentom na ispitivanje kvaliteta sirovine, kao i utvrđivanje mogućnosti iskorišćenja "jalovine" iz povlatnih i podinskih delova ležišta.
3. Ocena celokupne postojeće sirovinske baze kaolinitskih glina u Srbiji i mogućnosti optimalnog iskorišćenja, uz analizu zahteva tržišta, kako kod nas, tako i u svetu.
4. Nastavak istraživanja basena sa poznatim ležištima kaolinitskih glina (Arandelovački, Kolubarski, baseni Vlašića, brajkovačkog horsta i Jaderske Lešnice).

U ovom momentu, bez detaljnih studija koje bi trebalo uraditi kako je to u prethodnom tekstu navedeno, jasno je da je osnovni geološko-ekonomski prioritet obezbeđenje dovoljne količine vatrostalnih glina za potrebe holding kompanije "ŠAMOT" iz Arandelovca. To znači da treba ubrzati istraživanje Arandelovačkog i jugoistočnog dela Kolubarskog basena, naravno uz prethodno dobro dokumentovanu strategiju istraživanja. Sadašnje stanje sa rezervama vatrostalnih glina, kako onih za paljenje, tako i veznih, jeste na granici da bude kritično. Ležište Rudovci, koje je decenijama bilo izvor vatrostalne gline za paljenje skoro je isprljeno, dok se u ležištu Lazine nalaze relativno male količine gline koja se može rentabilno eksploatisati. Što se tiče veznih glina, situacija je slična. Ležište Vrbica trenutno ne radi, a preostale rezerve nalaze se u zaštitnom stubu okna, dok je ležište Ćirinac skoro iscrpljeno. Potencijalna ležišta za paljenu glinu su ležište Prkosava (treba prvo uraditi detaljnu studiju kvaliteta gline) i pojedini kvaliteti glina iz ležišta Košarno. Za veznu glinu u ovom trenutku jedino istraženo ležište jeste Bukovik (deo vrbičkog ležišta), koje se nalazi na dosta velikoj dubini i pitanje je da li će moći da se rentabilno eksploatiše.

Drugi prioritet predstavlja sirovinska baza kvalitetnih keramičkih glina svetle boje pečenja, kao jedne od osnovnih sirovina za proizvodnju sanitarne keramike, pločica i stone keramike. Tu situacija nije kritična kao kod vatrostalnih glina, ali bi trebalo na vreme razmišljati o daljim istraživanjima da ne dođe do iscrpljenja pojedinih kvaliteta glina.

Treći prioritet bi predstavljao izvoz pojedinih asortimana kaolinitskih glina, čime bi se stvorio dodatni kapital za dalja istraživanja i modernizaciju kako eksploatacije, tako i celokupne industrije vatrostalnih i keramičkih proizvoda.

* * *

Sva dosadašnja razmatranja o potencijalnosti tercijarnih basena Srbije odnose se na potencijalnost sa geološkog aspekta. Međutim, ubuduće će kod planiranja istraživanja mnogo više računa morati da se vodi o geološko-ekonomskoj potencijalnosti. Vezano s tim, pažnja će morati da se posveti i sledećim pitanjima:

- zaštititi životne sredine tokom i nakon završetka eksploatacije ležišta;
- hidrogeološkim uslovima sredine, naročito u ravničarskim krajevima;
- novim keramičkim sirovinama;

- ukрупnjavanju proizvodnje;
- proizvodnji standardnih keramičkih mešavina i mešavina po specifikaciji kupca.

Novi vidovi keramičkih materijala, kao i primena tehnogenih ili nestandardnih sirovina za klasičnu keramiku takođe predstavlja važan element u budućnosti razvoja keramičke industrije. Pregled najnovijih dostignuća na tom planu daju Živanović i dr. (1998). Milošević i Pavlović (2000) razmatraju procese pripreme i prerade mineralnih sirovina za dobijanje keramičkih proizvoda programiranih funkcionalnih svojstava i zaključuju da je neophodno uspostaviti kontrolu zavisnosti faza dobijanja sirovina definisanih karakteristika i sinteze i sinterovanja keramičkih materijala.

Međutim, treba napomenuti da su to materijali koji se koriste u relativno ograničenom obimu i to uglavnom u specijalizovanim granama industrije. Klasične keramičke sirovine – kaolinitiske gline, kaolin, kvarc i feldspat imaće i dalje presudnu ulogu u industriji klasične keramike – keramičkih pločica, sanitarne keramike, porcelana, elektroporcelana. To se naročito odnosi na našu zemlju, koja raspolaže velikim prirodnim resursima keramičkih sirovina. Međutim, danas njihov izvor nisu samo ležišta monomineralnih sirovina, već sve više i kaolinisani graniti, prirodne pretaložene mešavine kvarca, feldspata i minerala glina, kaolinisane arkoze i kaolinisani škriljci. Protić i dr. (2000) navode tendencije koje su zapazili u kontaktima sa proizvođačima keramike (naročito u Italiji), a koje se svode na to da se za određene vrste proizvoda traži precizno definisan sastav i kvalitet sirovine, na primer:

- gline sa povišenim sadržajem Fe_2O_3 (i do preko 3 %);
- gline svetle boje pečenja;

5. ZAKLJUČAK

U ovoj doktorskoj disertaciji proučeno je i prikazano sledeće:

- geološke karakteristike ležišta kaolinitskih glina u sedimentnim formacijama Srbije;
- genetsko-industrijska klasifikacija ležišta kaolinitskih glina;
- mineragenetska reonizacija ležišta kaolinitskih glina Srbije;
- prognozna ocena resursa kaolinitskih glina Srbije sa koncepcijom daljih istraživanja.

Prilikom proučavanja vatrostočno-keramičkih glina urađene su potrebne mineraloške i hemijske analize. Najvažniji zaključci dati su taksativno u daljem tekstu.

1. Ležišta i značajnije pojave vatrostočno-keramičkih glina do sada su utvrđene u sledećim tercijarnim basenima Srbije:

- Arandelovački basen sa ležištima: Lazine, Vrbica, Ćirinac, Krušik, Baljkovica, Kapetanovo Polje-Rešetari, Bukovik-Partizani, Slatina, Popovića Oranica i Košarno.
- Baseni brajkovačkog horsta sa ležištima i pojavama: Dren, Bistrica, Kruševica, Trbušnica i Progoreoci.
- Kolubarski basen sa ležištima: Rudovci, Baroševac, Prkosava, Lukavički potok, Šušnjar i Boj Brdo.
- Baseni Vlašića sa ležištima: Jovanovića brdo, Matića brdo, Bele Vode, Stare Kuće, Burovica, Zbegovi, Miličinica, Rekave, Brezaci, Kisela Voda i Slatina.
- Basen Jaderske Lešnice sa ležištem Savića mala.

Osim toga, poznate su pojave vatrostočno-keramičkih glina u Posavsko-tamnavskom basenu, Štubičkom basenu (ležište Metriš) i Pirotskom basenu.

2. U **Arandelovačkom basenu**, to jest njegovom centralnom delu na području naselja Bukovik, vatrostočne gline razvijene su u dva horizonta: nižem, koji se karakteriše razvićem pretežno ugljevitih glina, i višem, u kojem su obrazovane laminirane gline. Niži horizont vatrostočnih glina razvijen je u ležištima Kapetanovo Polje-Rešetari, Lazine, Vrbica i Ćirinac, a laminirane gline višeg horizonta nalaze se u ležištima Vrbica i Ćirinac. Keramičke gline razvijene su u ležištima Krušik i Slatina u zapadnom delu basena, kao i u ležištu Košarno u severoistočnom delu basena. U ležištu Košarno nalaze se i dva tanja sloja vatrostočnih glina. U ležištu Baljkovica, u istočnom delu basena, uglavnom su zastupljene ugljevite gline, koje se nalaze uz ugljeni sloj, po čemu su veoma slične sa glinama nižeg horizonta centralnog dela basena.

U **basenima Brajkovačkog horsta** ležišta i pojave keramičkih glina javljaju se u jezerskoj seriji klastičnih sedimenata u jednom nivou, u kojem se obično smenjuju peskovite i masne gline, uz mestimično prisustvo tanjih proslojaka ugljevite gline i uglja.

U Kolubarskom basenu vatrostočno-keramičke gline razvijene su u jugoistočnom delu basena (ležišta Rudovci, Prkosava i Baroševac) i jugozapadnom delu basena (ležište Boj Brdo). U ležištima Rudovci, Prkosava i Baroševac zastupljene su vatrostočne gline sivoplave i smeđe do crne boje, u okviru jednog složenog sloja. U ugljonosnom polju "B" poznato je prisustvo sivoplavih glina, koje se odlikuju crvenom bojom pečenja usled većeg sadržaja Fe_2O_3 . U zapadnom delu Kolubarskog basena nalaze se brojne pojave opekarskih glina kod Skobalja, Gvozdenovića, Jabučja, Tvrdojevca i Gunjevca, kao i jedno ležište keramičko-opekarskih glina Boj Brdo kod mesta Dokmir. U ležištu Boj Brdo smenjuju se različiti varijeteti keramičkih glina sa opekarskim glinama.

U neogenim basenima **Vlašića** generalno su razvijena tri industrijska tipa glina: plastične keramičke gline, peskovite keramičke gline i opekarske gline.

Plastične keramičke gline javljaju se u okolini Donjeg Crniljeva, zatim kod sela Miličnice i Slatine. U eksploataciji su ležišta Jovanovića brdo, Matića brdo i Bele Vode kod Donjeg Crniljeva, Miličinica i Slatina (JZ od Uba); na području Donjeg Crniljeva nalaze se i ležišta Burovica, Damjanovića brdo, Zbegovi i Stare Kuće, kao i brojne pojave tih glina: Bukor, Stražijevac, Latkovac, Momirovača,

Nedići, Šumice, Ostojića brdo, Cvejića Mala, Livade, Oglađenovac. U ležištima Brezaci, Kisela Voda i pojavi Ramnava, kod Gornjeg Crniljeva, razvijene su uglavnom peskovite keramičke gline svetle boje pečenja.

Za sva istraživana ležišta karakteristično je slično razviće keramičkih glina: osnovna sirovina su plastične ili peskovite keramičke gline, čija boja varira od sivobebe do tamnosive ili boje čokolade (Jovanovića brdo); u okviru tih glina javlja se, u ležištima duž zapadnog oboda depresija, markantan nivo tamnih, veoma ugljevitih glina, koje često prelaze u ugalj. Idući ka centralnim delovima neogenih depresija ugljevite gline, kao i ugalj isklinjavaju.

Opekarske gline na celom području Vlašića nalaze se u povlati keramičkih glina, ređe se i proslojavaju sa njima. Uglavnom su žute i crvene boje, a prilikom pečenja dobijaju crvenu ili tamnosmeđu boju.

Keramičke gline zauzimaju u okviru pojedinih područja jedan određeni hipsometrijski nivo. Međutim, slojevi i sočiva unutar takvih nivoa pokazuju manje razlike u položaju, što može da bude posledica nedovoljne istraženosti pojedinih ležišta po dubini, lokalnih variranja sedimentacionih uslova u periodu formiranja ležišta glina, ali i naknadnih tektonskih pokreta.

U basenu Jadarske Lešnice nalazi se jedno delimično istraženo ležište vatrostočno-keramičkih glina Savića Mala. U ležištu Savića mala razvijene su tri komercijalne vrste glina generalno sledećeg profila: u najvišim delovima nalaze se opekarske gline, a ispod njih vatrostočne i keramičke gline; keramičke i vatrostočne gline se ponekad smenjuju u profilu, mada su keramičke gline generalno vezane za niže delove ležišta. Opekarske gline su žuto-crvene ili sive boje, a sve se odlikuju crvenom bojom pečenja.

3. U poređna analiza mineralnog sastava vatrostočno-keramičkih glina Srbije pokazala je da se generalno izdvajaju dva različita tipa glina: izrazito vatrostočne kaolinitске gline i izrazito keramičke kaolinitско-ilitске gline sa promenljivom količinom monmorionita i interstratifikovanog ilit-monmorionita. Prelaz između njih čine kaolinitске gline sa nešto višim sadržajem ilita i generalno niskim monmorionita. Takođe je utvrđeno da je međusobni odnos minerala glina u različitim varijetetima glina iz istog ležišta vrlo blizak, što potvrđuje da sastav vatrostočno-keramičkih glina uglavnom zavisi od odnosa krupnijih frakcija (kvarc, feldspat i liskun) i finijih čestica gline, pri čemu su minerali glina nasledeni iz primarnih izvora - kore raspadanja.

U okviru navedenih tipova glina mogu se izdvojiti sledeće grupe sa glinama iz određenih ležišta:

- u jednu grupu spadaju vatrostočne gline Arandelovačkog i Kolubarskog basena i neogena Jadarske Lešnice, koje se odlikuju dominantnim sadržajem kaolinita i relativno niskim sadržajem kalijjskih minerala, kvarca i monmorionita.
- u drugu grupu spadaju vatrostočne gline iz ležišta Košarno, keramičke i peskovite keramičke gline iz ležišta Krušik, keramičke gline Donjeg Crniljeva, Miličnice, ležišta Slatina i Dren. Te gline sadrže nešto veće količine kvarca u odnosu na gline prve grupe, dok je sadržaj kaolinita niži, ali još uvek preovlađuje u odnosu na sadržaj ilita, feldspata i monmorionita. Pri tom treba naglasiti da je utvrđeno da keramičke gline iz ležišta sa područja Donjeg Crniljeva sadrže značajnu količinu interstratifikovanog minerala glina tipa ilit-monmorionit.
- u treću grupu spadaju peskovite keramičke gline iz ležišta Košarno, Kruševica, Dren, Gornje Crniljevo i Jadarska Lešnica, a odlikuju se visokim sadržajem kvarca i skoro jednakim sadržajem kaolinita i ilita, feldspata i monmorionita.
- veoma peskovite keramičke gline iz ležišta Dren izdvojene su u zasebnu grupu, a sadrže najveću količinu kvarca, dok je sadržaj ilita, feldspata i monmorionita veći od sadržaja kaolinita.

Mineralni sastav glina odražava se i na njihov hemizam. Podaci hemijskih analiza prikazani su i kroz odgovarajuće dijagrame i indekse i koeficijente raspadanja, koji su se pokazali kao veoma korisni.

4. Na osnovu date genetske klasifikacije ležišta glinovitih stena utvrđeno je da sva ležišta vatrostralno-keramičkih glina u tercijskim basenima Srbije pripadaju sedimentnom genetskom tipu, i to klasi mehaničkih sedimenata. Za genezu ležišta vatrostralno-keramičkih glina bitna su dva odvojena procesa: stvaranje minerala glina s jedne strane, i formiranje ležišta vatrostralno-keramičkih glina s druge strane. U skladu sa tim, kao i rezultatima geoloških, mineraloških i mineragenetskih proučavanja postavljen je opšti model stvaranja ležišta vatrostralno-keramičkih glina u tercijskim basenima Srbije, koji je zatim detaljno razrađen kroz obradu svih elemenata genetskog modela i to:

- primarnih izvora glina;
- mobilizacije i transporta materijala iz primarnih izvora;
- deponovanje materijala;
- postsedimentacione promene.

Danas je gotovo potpuno prihvaćeno gledište po kome su sedimentne vatrostralne i keramičke gline kaolinitskog ili kaolinitsko-ilitskog sastava produkt pretaložavanja ranije formirane kaolinske kore raspadanja, uz moguće naknadno raspadanje pretaloženog materijala ukoliko dospe u subaerske uslove. Osnovni kontrolni faktori koji utiče na formiranje ležišta glina jeste prisustvo matičnih stena odgovarajućeg mineralnog sastava pogodnog za argilizaciju, odnosno stvaranje minerala glina. To su stene bogate feldspatima, liskunima, a u manjoj meri i drugim mineralima, na primer sericit-hloritski škriljci. Raspadanje različitih primarnih stena uslovljeno je i neke specifičnosti u mineralnom sastavu glina. Tako su vatrostralne gline Arandelovačkog basena nastale raspadanjem granitoida, keramičke gline u basenima Brajkovačkog horsta raspadanjem škriljaca i podređeno metaklastita, vatrostralne gline Kolubarskog basena alteracijom dacita, za razliku od keramičkih glina istog basena koje su stvorene na račun škriljaca. Keramičke gline Vlašića i Jaderske Lešnice nastale su alteracijom metaklastita i podređeno škriljaca i granita.

Nakon stvaranja minerala glina u korama raspadanja, sa promenom klimatskih i tektonskih karakteristika određenog područja, dolazi do erozije i taloženja pokrenutog i u različitoj meri mehanički izdiferenciranog materijala nekadašnje kore raspadanja. Treba naglasiti da minerali glina generalno zadržavaju svoj sastav prilikom transporta. Međutim, sedimentacioni uslovi presudno utiču na formiranje određenih industrijskih (tehnoških) tipova vatrostralno-keramičkih glina. U Arandelovačkom basenu vatrostralno-keramičke gline stvarane su u deluvijalno-proluvijalnim, proluvijalno-jezerskim, jezerskim, močvarnim i priobalskim marinskim facijalnim uslovima, u basenima Brajkovačkog horsta u eluvijalnim, deluvijalno-proluvijalnim, aluvijalno-proluvijalnim i močvarnim sredinama, u Kolubarskom basenu u priobalskim marinskim i močvarnim uslovima, a u basenima Vlašića i Jaderske Lešnice u aluvijalno-proluvijalnim, aluvijalno-jezerskim, jezerskim i močvarnim sredinama.

5. Sa aspekta prisustva sedimentnih resursa kaolinitskih glina, prognozni kriterijumi mogu se podeliti u dve grupe:

Prognozni kriterijumi	
Kriterijumi raspadanja (primarnih izvora minerala glina)	Petrološki
	Klimatski
	Tektonski
	Geomorfološki (topografski)
	Geohemijski
	Litofacijalni
	Stratigrafski

Sedimentološki kriterijumi (stvaranja sedimentnih resursa kaolinitičkih glina)	Paleogeografski
Tehnološki	
Geološko-ekonomski	

U prvu grupu spadaju kriterijumi raspadanja (primarnih izvora minerala glina), a u drugu grupu sedimentološki kriterijumi (kriterijumi stvaranja sedimentnih resursa kaolinitičkih glina). Tehnološki kriterijumi značajni su sa aspekta prognoze kvaliteta glina koji se očekuju, a geološko-ekonomski kriterijum je kvantitativnog karaktera i bazira se na principu analogije.

Za prognozu ocenu potencijalnosti resursa tercijarnih basena Srbije u pogledu formiranja ležišta kaolinitičkih glina uzeti su, u skladu sa prethodnim razmatranjima, sledeći kriterijumi:

- prisustvo matičnih stena u obodu i paleoreljefu basena;
- litofacijalni kriterijum.

Osim toga, korišćen je i geološko-ekonomski kriterijum, kao bitan pokazatelj dosadašnjih saznanja o prisustvu istraženih ležišta i značajnijih pojava kaolinitičkih glina.

Imajući u vidu veličinu teritorije Srbije, kao i stepen geološke izučenosti obodnih stena i samih basena, usvojene su sledeće kategorije tercijarnih basena Srbije po perspektivnosti pronalaženja vatrostralno-keramičkih glina: 1. veoma perspektivni baseni; 2. perspektivni baseni; 3. nejasno perspektivni baseni; 4. slabo perspektivni baseni; 5. veoma slabo perspektivni baseni.

Na osnovu ocene potencijalnosti pojedinačnih tercijarnih basena Srbije može se zaključiti da od ukupno 96 basena (ili većih delova jednog basena) samo 8 spada u kategoriju veoma perspektivnih i perspektivnih, i to: arandelovački, brajkovački, kolubarski, vlašički, basen Jadranske Lešnice, podrinjsko-posavski, krivorečki i vranjski basen. U kategoriju nejasno perspektivnih spada 21 basen, dok ostalih 67 basena spada u kategorije slabo ili veoma slabo perspektivnih.

Kvantitativna procena potencijalnih rezervi vatrostralno-keramičkih glina izvršena je za one tercijarne basene Srbije koji su svrstani u kategorije veoma perspektivnih i perspektivnih za postojanje ležišta vatrostralno-keramičkih glina. Ukupne procenjene potencijalne rezerve D_1+D_2 (samo malim delom i C_2) kategorije vatrostralno-keramičkih glina u veoma perspektivnim i perspektivnim tercijarnim basenima Srbije iznose oko 145 miliona tona, što uz sadašnju istraženu sirovinsku bazu predstavlja solidnu osnovu za planiranje budućeg razvoja vatrostralne i keramičke industrije kod nas, ali i budućih osnovnih ili regionalnih istraživanja tih sirovina.

Dalja istraživanja vatrostralno-keramičkih glina trebalo bi sprovoditi po sledećim fazama:

- detaljno obrađivanje parametara kvaliteta i rezervi vatrostralno-keramičkih glina po kvalitetima u već istraženim, a prvenstveno otvorenim ležištima. Takve studije služile bi, ukoliko se ukaže potreba, kao podloga za projektovanje dodatnih istražnih radova u tim ležištima.
- dopunsko istraživanje postojećih ležišta vatrostralno-keramičkih glina sa posebnim akcentom na ispitivanje kvaliteta sirovine, kao i utvrđivanje mogućnosti iskorišćenja "jalovine" iz povlatnih i podinskih delova ležišta.
- ocena celokupne postojeće sirovinske baze vatrostralno-keramičkih glina u Srbiji i mogućnosti optimalnog iskorišćenja.
- nastavak istraživanja basena sa poznatim ležištima vatrostralno-keramičkih glina (Arandelovački, Kolubarski, baseni Vlašića, brajkovačkog horsta i Jadranske Lešnice).

Na kraju treba istaći da je ovim radom postavljen model sistematskog mineragenetskog i prognoznog proučavanja ležišta vatrostralno-keramičkih glina kod nas. Taj model se sastoji od sledećih faza:

- utvrđivanja geoloških karakteristika sredina stvaranja (basena) i ležišta vatrosto-keramičkih glina, proučavanja mineralnog i hemijskog sastava i tehnoloških svojstava vatrosto-keramičkih glina;
- utvrđivanja zakonitosti razmeštaja ležišta vatrosto-keramičkih glina i definisanje njihovih genetskih tipova;
- određivanje prognoznih kriterijuma za ocenu potencijalnosti i prognozna proučavanja.

Samo kompleksnim naučnim i inženjerskim pristupom problematici prognoziranja i istraživanja ležišta tih glina biće moguće postići odgovarajuće rezultate, uz puno uvažavanje ekonomskih kriterijuma u svim fazama od početka prospekcije sirovine, pa sve do dobijanja finalnog tržišnog proizvoda. To znači da će morati da se izvrše i određene promene počev od koncepcije istraživanja (u najširem smislu te reči) ležišta glina, do organizacije eksploatacije i tehnologije pripreme i prerade gline. Pri tom treba voditi računa da će potrebna sredstva ne samo za dalje proširenje sirovinske baze, već i za mnogo obimnija naučna izučavanja vatrosto-keramičkih glina, moći da obezbedi samo savremeno organizovana proizvodnja i prerada tih glina, to jest ostvarenje profita u vatrosto-keramičkoj industriji.

6. LITERATURA

- Antonović A. (1984): Istraživanje urana na Ceru i Iverku (Srbija) i jedan subjektivistički pristup. - *Radovi Geoinstituta*, 17, Beograd, 61-70.
- Antonović A. (1986): Gruboklastični sedimenti u domenu granitoida severozapadne Srbije: molase ili melanž. - *Referati XI kongr. geologa Jugoslavije*, 2, Tara, 361-372.
- Antonović A., Todorović V. (1961): Geologija i uranonosne pojave planine Iverak. - *Radovi Geoinstituta*, 1, Beograd, 67-76.
- Antula D. (1900): Pregled rudišta u Kraljevini Srbiji za parisku izložbu 1900. - *Ministarstvo narodne privrede, Rudarsko odeljenje*, Beograd, 134 s.
- Atanasković R. (1958): Ležište vatrostalnih glina Baroševac. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 19 s.
- Atanasković R. (1959): Vatrostalne gline ležišta Baroševac. - *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž.*, 17, Beograd, 269-279.
- Atanasković R. (1963): Ležište glina Dren kod Lazarevca. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 22 s.
- Atanasković R. (1963b): Rezultati istražnih radova na kaolinisanim granitima Donjeg Karačeva. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Atanasković R. (1965): Elaborat o kvalitetu i rezervama kaolinisanog dacita Kamenitog Oglavka - Mostine. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 57 s.
- Atanasković R. (1966): Studija o mineralnim sirovinama za keramičku industriju na teritoriji SR Srbije. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 127 s.
- Atanasković R. (1966a): Izveštaj o rezultatima istražnih radova na području ležišta Slatina kod Partizana za 1965. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Atanasković R. (1968): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičkih glina ležišta "Popovića Oranica" i "Jasik" u Stojniku. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 77 s.
- Atanasković R. (1970): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičkih glina ležišta "Babe" kod sela Babe. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Atanasković R. (1971): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičkih glina ležišta "Lukavički Potok" kod Lazarevca. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 45 s.
- Atanasković R. (1974): Izveštaj o izvršenim geološkim istraživanjima u Belanovičkom tercijarnom basenu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 50 s.
- Atanasković R. (1975): Izveštaj o geološkim istraživanjima na vatrostalnim glinama zapadnog dela kolubarskog basena. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 29 s.
- Atanasković R. (1976): Izveštaj o geološkim istraživanjima na vatrostalnim glinama u zapadnom delu kolubarskog basena za 1975. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 36 s.
- Atanasković R. (1977): Godišnji izveštaj o regionalnim geološkim istraživanjima na vatrostalnim glinama kolubarskog basena za 1976. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 26 s.
- Atanasković R. (1977a): Godišnji izveštaj o regionalnim geološkim istraživanjima na keramičkim glinama u širem području Mladenovca za 1976. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 21 s.
- Atanasković R. (1978): Godišnji izveštaj o rezultatima regionalnih geoloških istraživanja na vatrostalnim glinama u arandelovačkom tercijarnom basenu za 1977. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Atanasković R. (1979): Godišnji izveštaj o rezultatima regionalnih geoloških istraživanja na keramičkim glinama šireg područja Mladenovca za 1977. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 25 s.
- Atanasković R. (1980): Godišnji izveštaj o rezultatima regionalnih geoloških istraživanja na vatrostalnim glinama u arandelovačkom basenu (listovi Arandelovac 2 i Misača 4, 1:10.000) za 1979. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 35 s.
- Atanasković R. (1980a): Izveštaj o regionalnim geološkim istraživanjima na vatrostalnim glinama u istočnom delu kolubarskog tercijarnog basena (listovi Venčane 1, 2, 3 i 4) za 1978. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 38 s.
- Atanasković R. (1983): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičkih glina ležišta "Dren" kod Lazarevca. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 79 s.
- Atanasković R. (1983a): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičkih glina ležišta "Košarno" kod Mladenovca. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 126 s.

- Atanasković R. (1983b): Izveštaj o rezultatima regionalnih geoloških istraživanja na vatrostalnim glinama u rejonu Baroševac-Rudovci za 1982. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 30 s.
- Atanasković R. (1983c): Elaborat o rezervama i kvalitetu kaolinisanog granita ležišta "Garaši" na Bukulji. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 177 s.
- Atanasković R. (1984): Elaborat o kvalitetu i rezervama kaoliniziranog granita Pločnik u Partizanima. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 61 s.
- Atanasković R. (1984a): Godišnji izveštaj o rezultatima regionalnih geoloških istraživanja na keramičkim glinama u zapadnom delu Mladenovačkog basena za 1983. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 21 s.
- Atanasković R. (1984b): Izveštaj o rezultatima geoloških istraživanja na vatrostalnim glinama ležišta Prkosava za 1983. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 36 s.
- Atanasković R. (1985): Elaborat o rezervama i kvalitetu vatrostalnih glina ležišta "Lazine" kod Arandelovca. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Atanasković R. (1985a): Izveštaj o rezultatima geoloških istraživanja na vatrostalnim glinama ležišta Prkosava za 19843. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 35 s.
- Atanasković R. (1986): Izveštaj o rezultatima geoloških istraživanja na vatrostalnim glinama u Arandelovačkom basenu: Bukovik, Kapetanovo Polje i Baljkovica za 1985. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Atanasković R. (1986a): Izveštaj o rezultatima geoloških istraživanja na ležištu vatrostalnih glina Prkosava za 1985. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 34 s.
- Atanasković R. (1986b): Izveštaj o rezultatima geoloških istraživanja na kaoliniziranom granitu ležišta "Garaši-zapadni revir" na Bukulji za 1983. i 1984. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 32 s.
- Atanasković R. (1987): Izveštaj o rezultatima geoloških istraživanja na vatrostalnim glinama u Arandelovačkom basenu: Bukovik, Kapetanovo Polje i Baljkovica za 1986. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Atanasković R. (1989): Elaborat o rezervama i kvalitetu vatrostalnih glina na ležištu keramičko-vatrostalnih glina "Košarno" kod Mladenovca. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 104 s.
- Atanasković R. (1990): Izveštaj o rezultatima geoloških istraživanja na vatrostalnim glinama arandelovačkog basena i kaolinima Živkovaca za 1989. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 41 s.
- Atanasković R. (1991): Elaborat o rezervama i kvalitetu vatrostalnih glina ležišta Bukovik kod Arandelovca. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Atanasković R. (1991a): Izveštaj o rezultatima geoloških istraživanja na vatrostalnim glinama arandelovačkog basena i kaolinima Živkovaca na južnim padinama Vagana za 1990. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 46 s.
- Atanasković R., Rajković D. (1957): Ležište vatrostalnih glina Rudovci. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 44 s.
- Bajić M. (1903): Hemiske analize ruda, minerala i stena. - *Geol. anali Balk. pol.*, 6, 1, Beograd, 272-290.
- Bokčić P. (1963): Prilog poznavanju neogenih ugljonosnih sedimenata Rađevskog basena zapadne Srbije. - *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž.*, A, XXI, Beograd, 91-102.
- Bristow C.M. (1980): A Classification for Sedimentary Kaolinitic Formations of Economic Importance. - *Acta Min.-Petrogr.*, XXIV/1980, Suppl., Proc. of the 10th Kaolin Symp. in Budapest, 19-25.
- Bristow C.M., 1987: World Kaolins, Genesis, Exploitation, and Application. - *Industrial Minerals*, 7/1987, 45-59.
- Bushinsky G.I. (1977): About the weathering, washing hydrolysis and washing diagenesis. - *Lithology and Mineral Resources*, 6, 32-43.
- Vakanjac B. (1980): Osnovne mineragenetske karakteristike nemetalčnih sirovina Srbije. - *Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta*, 22, Beograd, 113-125.
- Vakanjac B. (1982): Geologija ležišta nemetalčnih sirovina i mineralnih građevinskih minerala. - *U knj.: "Rudarstvo Jugoslavije"*, Pos. publ. 11-og Svetskog rudarskog kongresa, NIRO Privredni vjesnik, Zagreb, 91-109.
- Vakanjac B. (1985): Pregled nemetalčnih mineralnih sirovina u Jugoslaviji. - *Rud., geol. i metal. (Tehnika)*, CVI, 10, Beograd, 1460-1467.
- Vakanjac B. (1986): Mineragenetska skica nemetalčnih sirovina Jugoslavije. - *Referati XI Kongresa geologa Jugoslavije*, 4, Tara, 227-244.
- Vakanjac B. (1991): Kriterijumi prognoziranja i geološko-ekonomska ocena novih, netradicionalnih i tehnogenih nemetalčnih mineralnih sirovina u Srbiji. - *Fond Rudarsko-geološkog fakulteta, Institut ILMS*, Beograd, 188-265.

- Vakanjac B. (1992): Geologija ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina. - Rud.-geol. fakultet, Katedra ekonomske geologije, pos. izd. 4, Beograd, 323 s.
- Vakanjac B., Milovanović D. (1973): Genetski, paragenetski i industrijski tipovi ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina u Jugoslaviji. - *Zbornik radova Rudarsko-geološko-metalurškog fakulteta*, 15, Beograd, 9-24.
- Vakanjac B., Milovanović D., Manojlović D. (1977): Osnovni problemi sirovinske baze i proizvodnje nemetaličnih mineralnih sirovina SR Srbije. - *Fond Rudarsko-geološkog fakulteta, Institut ILMS*, Beograd, 389 s.
- Vakanjac B. sa saradnicima (1979): Studija kompleksne geološko-ekonomske ocene ležišta Tamnava sa aspekta utvrđivanja bilansnih rezervi pratećih nemetaličnih mineralnih sirovina uz uglj i mogućnosti njihove rentabilne eksploatacije paralelno sa ugljem. - *Fond Rudarsko-geološkog fakulteta, Institut ILMS*, Beograd, 231 s.
- Varićak D. (1966): Petrološka studija Motajičkog granitskog masiva. - *Pos. izd. Geološkog glasnika*, IX, Sarajevo, 170 s.
- Vasiljević Ž. (1952): Izveštaj o pregledu jezgra bušotina na terenu rudnika Oplenca i Orašca. - *Fond bivših Arandel. rudnika, Arandelovac*.
- Vasiljević Ž. (1953): Gline Arandelovačkog basena. - *Glasnik Srpskog hemijskog društva*, 18, 6-7, Beograd, 349-363.
- Vasiljević Ž. (1953a): Kratak osvrt na ležišta glina u Arandelovačkom basenu. - *Tehnika*, VIII, Beograd, 1555-1557.
- Velde B., Meunier A. (1987): Petrologic Phase Equilibria in Natural Clay Systems. - in: *Chemistry of Clays and Clay Minerals*, Min. Soc. monograph 6, 423-458.
- Vershkovskaya O.V., Krasnova V.S., Saltykova V.S., Pervukhina A.E. (1960): Gallij. - *AN SSSR*, Moskva, 146 s.
- Veselinović M. (1955): Rezultati geoloških promatranja u oblasti Donjeg Crniljeva i Šabačke Kamenice (list Krupanj 2 - zapadna Srbija). - *Zbornik radova Geol. instituta "Jovan Žujović"*, 8, Beograd, 355-373.
- Vikulova M.F., Feofilova A.P., Zemovoy N.N. (1973): Facial'nye tipy glinistyh porod. - U: *"Facial'nye tipy glinistyh porod (i ih pervichnye litologicheskie osobennosti)"*, Nedra, Leningrad, 191-253.
- Višić S. (1961): Pojave i ležišta urana u oblasti planine Bukulje. - *Radovi Geoinstituta*, 1, 45-66, Beograd.
- Vojinović T. (1969): Ležište vatrostalnih i keramičkih glina "Vrbica". - *Fond RIŠ "ŠAMOT"*, Arandelovac.
- Vučkovski M. (1977): Elaborat o rudnim rezervama u polju "A" i "B" ležišta kaolinisanog granita "Karačevo", Kosovska Kamenica. - *Fond RIK Karačevo, Kosovska Kamenica*, 83 s.
- Vujanović V., Cvetić S., Teofilović M. (1976): Poreklo gnajseva Jugoslavije. - *Referati 8. Jugoslovenskog geološkog kongresa*, 1, Ljubljana, 301-311.
- Vujić S., Cvejić J., Kasaš K., Milovanović D. (1998): Rekultivacija i revitalizacija prostora površinskih kopova "Majdan I i II" Kanjiža – ciljevi i koncepcija. - *KoMSEKO '98*, 221-225.
- Vukašinović S. (1973): Interpretacija aeromagnetske anomalije Kosmaj-Barajevo. - *Radovi Geoinstituta*, 8, Beograd, 47-52.
- Gagić N. (1968): Tortonska i donjosarmatska mikrofauna šire okoline Koceljeva (zapadna Srbija). - *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž.*, A, XXVI, Beograd, 229-242.
- Gagić N. (1975): Mikropaleontološka analiza neogenih i kvartarnih tvorevina iz bušotina na području Tvrdojevca i Dokmira (Zapadna Srbija). - *Fond Geol. instituta*, Beograd, 9 s.
- Gagić N. (1976): Mikropaleontološka analiza neogenih sedimenata zapadnog dela kolubarskog basena (objekat vatrostalne gline). - *Fond Geol. instituta*, Beograd, 13 s.
- Gagić N. (1977): Mikropaleontološka ispitivanja neogenih sedimenata šire okoline Koceljeva. - *Fond Geol. instituta*, Beograd, 11 s.
- Gagić N. (1980): Mikropaleontološka ispitivanja neogenih sedimenata iz profila bušotina B-18, B-20, B-21, B-22 i B-23 (atar Sibnice); B-3/š i B-4/š (atar Šopića); BRŠ-4 (atar Baroševca) i B-27 (Rudovci). - *Fond Geol. instituta*, Beograd, 21 s.
- Garrels R.M., Mackenzie F.T. (1971): Evolution of sedimentary rocks. - *W.W. Norton & Co.*, New York, 397 p.
- Gilg H. A. (2000): D-H evidence for the timing of kaolinization in Northeast Bavaria, Germany. *Chem. geol.* 170, 1-4, 5-18.
- Gorbachev B.F. (1991): Kaoliny i ognepotnye gliny. - U: *Prognozirovaniye i poiski mestorozhdeniy gornotekhnicheskogo syrja*, Nedra, Moskva, 155-186.
- Gorbachev B.F., Šabalin V.V. (1990): Novyj geneticheskij tip zalezhej ognepornyh glin. - *Sov. Geologiya*, 5, 89-98.

- Gorbachev B.F., Vasyanov G.P. (1984): Kaoliny. - Nemetallicheskie poleznye iskopaemye SSSR, Nedra, Moskva, 110-125.
- Gorbachev B.F., Vasyanov G.P., Sonkin L.S., Chuprina N.S. (1990): Resursy kaolinov v SSSR, aktual'nye zadachi ih izucheniya i racional'nogo ispol'zovaniya. - U: "Genezis i resursy kaolinov i ogneupornyh glin", Nauka, Moskva, 10-18.
- Grabowska-Olszewska B., Osipov V., Sokolov V. (1984): Atlas of the Microstructure of Clay Soils. - *Panstwowe wydawnictwo naukowe*, Warszawa, 414 pp.
- Gržetić I. (1996): Fizička hemija u geologiji. – Univerzitet u Beogradu, Beograd, 454 s.
- Gržetić I., Mitrović-Tutundžić V., Milivojević M. (1998): Rekultivacija i revitalizacija prostora površinskog kopa Majdan I i II, Kanjiža: kvalitet jezerske vode i uzgoj ribe. - *KoMSEKO '98*, 233-237.
- Grubić A. (1970): Kratak pregled stratigrafskog položaja jugoslovenskih boksita. - *Zbornik radova Rud. -geol. fak.*, 13, Beograd, 131-139.
- Grubić A. (1994): Geološke formacije i formaciona analiza. - *Radovi Geoinstituta*, 30, Beograd, 247-260.
- Grubić A., Vakanjac B., Antonijević I. (1974): Geološke formacije i formaciono-metalogenetska analiza. - *Zb. rad. Rud.-geol. fak.*, 17, Beograd, 31-54.
- Dedić Lj., Simić V. (1990): Izveštaj o regionalnim i poludetaljnim istraživanjima lijaskih vatrostalnih i keramičkih glina u visočkoj zoni, šira okolina Dimitrovgrada za period 1987-1989. godine. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 53 s.
- Deleon G. (1969): Pregled rezultata određivanja apsolutne geološke starosti granitoidnih stena u Jugoslaviji. - *Radovi Geoinstituta*, 6, Beograd, 165-182.
- Deleon G., Červenjak Z., Martinović G., Filipović R. (1965): Starost granita Bukulje. - *I Simpozijum iz geochemije*, Beograd, 151-165.
- Dibkov V.F. (1969): Glini i kaolini. - *Kurs mestoroždenii nemetalličeskih poleznih iskopaemih*, Nedra, Moskva, 358-386.
- Divljan S. (1961): Rezultati ispitivanja gnajseva planine Bukulje. - *Glasnik Prirodnjačkog muzeja srpske zemlje*, A, 14-15, Beograd, 147-170.
- Divljan S., Mihajlović-Vlajić N., Cvetić S. (1978): Prikaz novijih shvatanja o genezi granitoidnih stena Cera (zapadna Srbija). - *Zbornik radova IX kongresa geologa Jugoslavije*, Sarajevo, 314-321.
- Divljan S., Cvetić S. (1991): Novi pogledi na genezu magmatskih stena bukuljsko-brajkovačkog horstantiklorijuma. - *Radovi Geoinstituta*, 25, Beograd, 221-229.
- Dimitrijević M. (1958): Geološki sastav i struktura Bujanovačkog granitskog masiva. - *Rasprave Zavoda za geol. i geof. istraž.*, VII, Beograd, 148 s.
- Dimitrijević M., Dimitrijević M. (1989): Depozicioni sistemi klastita. - Zagreb, 458 s.
- Dimić Lj. (1980): Izveštaj o palinološkom ispitivanju sedimenata iz tercijarnog Arandelovačkog basena. - *Fond Geol. instituta*, Beograd, 5 s.
- Dožić S., Šuljamčević Đ., Pavlović S., Vujić S., Cvejić J. (1995): Projektovana rešenja i dosadašnja iskustva u rekultivaciji prostora zahvaćenih površinskom eksploatacijom gline DD ZORKA NEMETALI-ŠABAC. – *Prvo savetovanje o površinskoj eksploataciji glina*, Kanjiža, 92-96.
- Dolić D. (1957): Izveštaj o istraživanju uglja na području Arandelovačkog ugljenog basena. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Dolić D. (1966): Opšti stratigrafski profil miocena u severnom delu moravske potoline. - *Referati VI savetovanja geologa Jugoslavije*, I, Ohrid, 204-221.
- Dolić D. (1975/1976): Miocen šire oblasti Kosmaja. - *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž.*, A, 33-34, Beograd, 7-58.
- Dolić D. (1984): Biostratigrafski prilog poznavanju jezerskog srednjeg miocena okoline Arandelovca. - *Zapisnici Srp. geol. društva za 1983. god.*, Beograd, 67-70 i 118.
- Dolić D., Karović J. (1984): Završni izveštaj o osnovnim geološkim istraživanjima uglja Kruševičkog basena. - *Fond Geol. inst.*, Beograd, 27 s.
- Dolić D., Ilić M., Rodin V. (1974): Nalazak dolomitsko-magnezitskih stena u miocenu Kruševičkog basena kod Arandelovca. - *Zapisnici Srp. geol. društva za 1973. god.*, Beograd, 153-157.
- Dombrowski T. (1993): Theories of Origin for the Georgia Kaolins: a Review. - *Kaolin Genesis and Utilization*, 75-97.

- Dudoignon P., Beaufort D. and Meunier A. (1988): Hydrothermal and Supergene Alterations in the Granitic Cupola of Montebbras, Creusse, France. - *Clays and Clay Minerals*, 36, 6, 505-520.
- Đaković M., Marinko M., Milošević S., Tomašević-Čanović M., Gajić M., Đuričić M. (1985): Kaolinized granites in SFRJ - Potential Resources of Kaoline. - *World Congress on Non-metallic Minerals*, 3, Belgrade, 91-101.
- Đelić J. (1982): Elaborat o kvalitetu i rezervama vatrostalne gline i kvarc mase ležišta Krušik. - *Fond RIŠ ŠAMOT*, Arandelovac.
- Đelić J. (1987): Elaborat o kvalitetu i rezervama vatrostalne gline u ležištu Ćirinac. - *Fond RIŠ ŠAMOT*, Arandelovac.
- Đoković I., Marović M. (1986): Polifazno oblikovanje Bukuljskog kristalastog kompleksa. - *Referati XI kongresa geologa Jugoslavije*, 3, Tara, 293-298.
- Đoković I., Marović M. (1988): Neke karakteristike sklopa Bukuljskog kristalina. - *Zapisi SGD za 1985 god.*, Beograd, 35-36.
- Đoković I., Marović M., Knežević V. (1988): Sklop i neotektonska aktivnost područja Kolubarsko-tamnavskog basena. - *Geol. anali Balk. pol.*, LII, Beograd, 191-202.
- Đorđević P. (1960): Izveštaj o pojavama glina u Slatini i Oglađenovcu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 13 s.
- Egelj L.E. (1963): Redkozemeljne metally. - *Ocenka mest. pri poiskah i razvedkah*, 21, VIMS, Moskva, 333 s.
- Engeltaler K., Tomašević-Čanović M., Đuričić M., Gajić M. (1983): Proširivanje primene gline "Jovanovića brdo" kod Koceljeva. - *Referati IV Simpozijuma keramičara Jugoslavije*, Keramikaunion, Kupari, 61-68.
- Engeltaler K., Tomašević-Čanović M., Gajić M., Đuričić M. (1985): Dobijanje kaolina iz domaćih sirovina i njihove osobine. - *Referati IV simpozijuma keram. Jugoslavije*, Keramikaunion, Kupari, 86-102.
- Eremija M. (1961): Prilog poznavanju faune i facija drugog mediterana na južnim padinama Iverka (zap. Srbija). - *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž.*, A, XIX, Beograd, 195-203.
- Eremin N.I. (1991): Nemetallicheskie poleznye iskopaemye. - *Izd. Moskovskogo Univ.*, 284 s.
- Eric V. (1999): Petrologija i geohronologija granitoida i uranske mineralizacije Bukulje. - *Magistarski rad*, Rud.-geol. fak., Beograd, 112 s.
- Ercegovac M. (1980): Izveštaj o rezultatima paleopalinoških ispitivanja tercijarnih i paleozojskih sedimenata šire okoline Valjeva, Bogovađe i Lazarevca. - *Fond Rud.-geol. fak.*, Beograd, 6 s.
- Živanović B., Pavlović Lj., Milošević S. (1998): Klasični i novi keramički materijali. - *KoMSEKO '98*, 147-154.
- Živkov V. (1976): Elaborat o detaljnim geološkim istraživanjima ležišta glina kod Kusića. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Živkov V., Obradović D., Paunović A., Živković C. (1986): Završni izveštaj o rezultatima osnovnih geoloških istraživanja glina u južnom obodu kolubarskog basena. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 26 s.
- Živković B., Vojinović T. (1968): Ležište vatrostalnih glina i "kvarc mase" Krušik. - *Fond RIŠ ŠAMOT*, Arandelovac.
- Živković S., Antonijević Z. (1975): Elaborat o rezervama i kvalitetu glina "Jovanovića Brdo" u široj okolini Koceljeva. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Zečević Lj., Radivojević V. (1991): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičko-opekarskih glina ležišta Matića Brdo u Donjem Crniljevu. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Zlatanović J. (1957): Utvrđivanje keramičkih karakteristika glina Arandelovačkog basena i Makedonije; Diferencijalna termo-analiza. - *Kemija u industriji*, 3/1957, Zagreb, 89-93.
- Zlatković B., Marković A. (1984): Opekarske gline ležišta Veliki Crljeni kao sirovine za proizvodnju opekarskih proizvoda, opekarske keramike i dr. proizvoda. - *Geološka istraž. u privrednom i prostornom razvoju Beograda*, 1, Beograd, 320-323.
- Ilić M. (1946-1950): Izveštaji o vatrostalnim glinama između Arandelovca, Bukovika, Darosave i Rudovaca. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Ilić M. (1948): O pojavi kaolina u selu Metrišu kod Negotina. - *Rudarstvo*, 12/1948, Beograd, 533-534.
- Ilić M. (1957): Preobražaji propilita u zoni površinskog raspadanja. - *Referati II kongresa geologa Jugoslavije*, Sarajevo, 271-282.
- Ilić M. (1966): Osnovne karakteristike razvoja tercijarnog magmatizma u Unutrašnjim Dinaridima i Rodopima. - *Referati VI Savetovanja geologa Jugoslavije*, II, 115-133, Ohrid.
- Ilić M. (1989): Kritički osvrt na argumentaciju postojećih šema o redosledu razvoja tercijarnih magmatizama na Kopaoniku i unutrašnjim Dinaridima. - *Geol. anali Balk. pol.*, LIII, Beograd, 395-411.
- Ilić M. (1990): Neka razmatranja o delatnosti tercijarnog subsekventnog magmatizma u unutrašnjim Dinaridima. - *Geol. anali Balk. pol.*, LIII/1, Beograd, 279-296.

- Ilić M.M. (1966): Tercijarni baseni SR Srbije kao nosioci nemetaličnih mineralnih sirovina. - *Zapisnici Srpskog geol. dr. za 1962. god.*, Beograd, 77-82.
- Ilić M.M. (1968): Vulkanogeno-sedimentne facije u neogenim basenima SR Srbije i njihov ekonomski značaj. - *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž.*, ser. A, XXVI, Beograd, 285-296.
- Ilić M.M. (1977/78): Primena facijalno-formacione analize za utvrđivanje potencijalnosti teritorije SR Srbije u pogledu sirovinske baze cementnih laporaca. - *Vesnik Geozavoda, ČV/ČVI*, Beograd, 35-58.
- Ilić P. (1909): Beleške o istražnim radovima - Živkovci. - *Godišnjak Rudarskog odeljenja ministarstva narodne privrede*, 2, Beograd, 138.
- Ilić P. (1910): Rudna pojava u Živkovcima. - *Rudarski glasnik*, god. VII, 1-6, Beograd, 75-78.
- Ilić S. (1995): Neka pitanja problematike životne sredine na površinskim kopovima glina. - *Prvo savetovanje o površinskoj eksploataciji glina*, Kanjiža, 171-173.
- Ivanov V.V., Belevitin V.V., Borisenko L.F. (1973): Srednie sodержania elementov-primesei v mineralah. - *Nedra*, Moskva, 208 s.
- Janković S. (1981): Ležišta mineralnih sirovina - geneza rudnih ležišta. - *Rudarsko-geološki fakultet*, Beograd, 529 s.
- Janković S. (1994): Osvajanje resursa čvrstih mineralnih sirovina, I deo Prognoziranje i ocena mineralne potencijalnosti: principi i metode. - *Rud.-geol. Fak., Katedra ekonomske geologije*, Pos. izd. 7/1, Beograd, 566 s.
- Janković S., Milovanović D. (1985): Ekonomska geologija i osnovi ekonomike mineralnih sirovina. - *Rud.-geol. fak., ILMS*, Beograd, 403 s.
- Jelenković R. (1991): Mineralizacija urana Šumadije: Genetski i morfostrukturni tipovi. - *Rud.-geol. Fak., Katedra ekonomske geologije*, Pos. izd. 2, Beograd, 187 s.
- Josipović J., Vasić M., Orlić B. (1998): Uticaj podzemnih voda na geotehničke uslove eksploatacije sirovina za proizvodnju opekarskih i keramičkih proizvoda u Vojvodini. - *Drugo savetovanje o površinskoj eksploataciji glina*, Požarevac, 78-85.
- Jovanović R. (1938): Prilog geologiji Kosmaja. - *Vesnik Geol. instituta Kralj. Jugoslavije*, VI, Beograd, 135-154.
- Jovanović D., Dolić D. (1958): O fosilonosnim lokalnostima srednjeg i gornjeg miocena u široj okolini Arandjelovca. - *Vesnik Zav. za geol. i geof. istraž.*, XVI, Beograd, 87-95.
- Jovanović M. (1953): Diferencijalna termiska analiza nekih Arandjelovačkih glina. - *Glasnik Srpskog hem. društva* 18, 6-7, Beograd, 379-388.
- Jovanović M., Radulović B. (1976): Keramičke gline okoline Bele Crkve i tehno-ekonomska opravdanost njihove eksploatacije. - *Zbornik radova Savjet. o problematici nemetala, Gline i kaolin*, Tuzla, 21-36.
- Jovanović O. (1985): Izveštaj o sedimentološkim istraživanjima tercijarnih sedimenata istražno polje "Radljevo" - 1984. - *Fond Geološkog zavoda*, Beograd, 34 s.
- Jovanović O. (1989): Izveštaj o sedimentološkim istraživanjima tercijarnih sedimenata istražno polje "Radljevo" - 1988/1989. - *Fond Geološkog zavoda Gemini*, Beograd, 33 s.
- Jovanović O. (1990): Izveštaj o sedimentološkim ispitivanjima tercijarnih sedimenata istražno polje "Zvizdar" - 1989/1990. - *Fond Geološkog zavoda Gemini*, Beograd, 14 s.
- Jovanović O. (1991): Izveštaj o sedimentološkim ispitivanjima tercijarnih sedimenata istražno polje "Radljevo" - 1990/1991. - *Fond Geološkog zavoda Gemini*, Beograd, 6 s.
- Jovanović O., Zupančić N. (1992): Izveštaj o sedimentološkim ispitivanjima bušotina sa polja "Radljevo" - REIK Kolubara za 1991/1992. - *Fond Geološkog zavoda Gemini*, Beograd, 13 s.
- Jovanović O., Janković N., Vujisić Lj., Dimić Lj., Džonić M., Pulejković D. i Popović Z. (1986): Sedimentno-stratigrafski stub istražnog polja "Radljevo" (neogeni basen Tamnave). - *Zbornik radova XI kongresa geologa Jugoslavije*, 2, Tara, 389-403.
- Jovanović O., Rudolf Lj. (1988): Izveštaj o sedimentološkim istraživanjima tercijarnih sedimenata istražnog polja "Radljevo" - Kolubara 1986/1987. - *Fond Geološkog zavoda*, Beograd, 98 s.
- Jović V. (1992): Hemijsko raspadanje vulkanskih stena u Srbiji, I. Primena indeksa raspadanja. - *Radovi Geoinstituta*, 26, Beograd, 231-244.
- Jović V., Đurić S., Poharc-Logar V. (1993): Mineralogija i geneza kaolinisanih granita Bukulje. - *Geol. an. Balk. poluos.* 57/2, Beograd, 265-280.
- Jović V., Matović V., Đurić S. (1995): Mineralogija površinskog raspadanja granitoida Cera. - *Geol. an. Balk. poluos.* 59/2, Beograd, 339-354.

- Jovović M. (1980): Mineraloško-hemijsko ispitivanje uzoraka tehnološke sirovine sa gliništa Šušnjar kod Lazarevca. - *Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Tuzli*, 9-10, Tuzla, 179-187.
- Jurašinović B. (1973): Proračun rezervi kvarcnog peska i gline za ležište "Slatina" kod Valjeva. - *Fond Rudnika nemetala "Valjevo"*, Valjevo, 98 s.
- Jurašinović B. i dr. (1982): Izveštaj o rezultatima geoloških istražnih radova u ležištu keramičarskih glina u lokalnosti Boj Brdo u široj okolini Uba za 1982. godinu. - *Fond Planum*, Ub, 56 s.
- Jurašinović B. (1979): Izveštaji o rezultatima geoloških istražnih radova na pojavama kvarcnog peska i keramičarskih glina u Tamnavskom basenu. - *Fond Geobiro*, Valjevo.
- Jurašinović B. i dr. (1987): Izveštaj o rezultatima osnovnih geoloških istražnih radova na pojavama keramzičkih glina u Tvrdojvcu kod Uba za 1986. godinu. - *Fond Geoub*, Ub, 24 s.
- Karamata S. (1975): Geološka evolucija našeg područja od trijasa do kvartara. - *Radovi Geoinstituta*, 10, Beograd, 1-16.
- Karović J., Dolić D. (1985): Izveštaj o osnovnim geološkim istraživanjima uglja Kruševičkog basena. - *Fond Geol. inst.*, Beograd.
- Keller W.D. (1953): The origin of Missouri fire clay. - *Second Nat. Cong. Clays and Clay Miner.*, publ. 327, 7-46.
- Keller W.D. (1968): Flint Clay and a Flint-Clay Facies. - *Clays and Clay Minerals*, 16, 113-128.
- Keller W.D. (1970): Environmental aspects of clay minerals. - *Jour. Sedim. Petrol.*, 40, 788-813.
- Keller W.D. (1976): Scan Electron Micrographs of Kaolins Collected from Diverse Environments of Origin-I. - *Clays and Clay Minerals*, 24, 107-113.
- Keller W.D. (1976a): Scan Electron Micrographs of Kaolins Collected from Diverse Environments of Origin-II. - *Clays and Clay Minerals*, 24, 114-117.
- Keller W.D. (1977): Scan Electron Micrographs of Kaolins Collected from Diverse Environments of Origin-IV. Georgia Kaolin and Kaolinizing Source Rocks. - *Clays and Clay Minerals*, 25, 311-345.
- Keller W.D. (1977a): Scan Electron Micrographs of Kaolins Collected from Diverse Environments of Origin-V. Kaolins Collected in Australia and Japan on Field Trips of the Sixth and Seventh Clay Conferences. - *Clays and Clay Minerals*, 25, 347-364.
- Keller W.D. (1978): Classification of Kaolins Exemplified by their Textures in Scan Electron Micrographs. - *Clays and Clay Minerals*, 26, 1-20.
- Keller W.D. (1978): Scan Electron Micrographs of the Kaolinization Process Including Examples from the Bohemian Massif. - *Int. Kaol. Symp., 1975, Schrift. Geol. Wiss.*, Berlin, 11, 89-108.
- Keller W.D., Hanson R.F. (1968): Hydrothermal Alteration of a Rhyolite Flow Breccia near San Luis Potosi, Mexico, to Refractory Kaolin. - *Clays and Clay Minerals*, 16, 223-229.
- Kirnbauer F. (1937): Nutzbare Feldspat- und Kaolinlagerstaetten in Mittel-, Ost- und Suedeuropa sowie deren wirtschaftliche Bedeutung. - *Berg und Huetttenmaennisches Jahrbuch der mont. Hochschule in Leoben*, 85, 3/4, Wien, 291-297.
- Knapp R., Kužvart M., Šindelar J. (1968): The kaolin deposit at Chlumčany near Plzen. - *Acta Univ. Carol. - Geologica* 1,2, Praha, 87-107.
- Knežević V. (1962): Postanak i petrohemijski karakter magmatskih i kontaktno metamorfni stena Cera. - *Zbornik radova Rud. -geol. fak.*, 7, Beograd, 191-201.
- Knežević V. (1968): Ležište dijatomejske zemlje kod Baroševca i njegov ekonomski značaj (Istočni deo Kolubarskog ugljenog basena). - *Tehnika, Rudarstvo, geologija i metalurgija*, XIX, 9, Beograd, 1509-1521.
- Knežević-Đorđević V., Karamata S., Cvetković V. (1993): Petrološka studija granitoidnih stena južne margine Panonskog basena na području Srbije. - *Fond Rud. -geol. fak., Institut MKPG*, Beograd, 87 s.
- Koester H.M. (1980): Kaolin Deposits of Eastern Bavaria and the Rheinische Schiefergebirge (Rhenish Slate Mountains). - *Geol. Jb.*, D, 39, Hannover, 7-23.
- Kojić M. (1930): Tektonika Bukulje i pojave okera u njoj. - *Geol. anali Balk. Pol.*, 10, 1, Beograd, 18-28.
- Konta J. (1965): Der Rohkaolin von Sedlec bei Karlsbad. - *Sprechsaal fuer Keramik, Glass, Email Silikate*, 1+2, 3-12.
- Konta J. (1973): Raspredelenie berillija i titana v kaolinakh Čechoslovakii. - *I Mezhd. geohim. kongress*, Moskva, IV, 1, 272-281.
- Kostić A., Pavlović Z. (1978): Granodiorit Brajkovca kod Lazarevca i njegovi kontaktno-metamorfni produkti. - *Glasnik Prir. muzeja*, A, 33, Beograd, 113-131.

- Korrens K.V. (1973): Istochniki elementov v osadochnikh porodakh. - *I Mezhd. geohim. kongress, Moskva*, IV, 1, 77-89.
- Kotel'nikov D.D., Konjuhov A.I. (1986): Glinistyie mineraly osadochnykh porod. - *Nedra, Moskva*, 247 s.
- Kraus I. (1989): Kaoliny a kaolinitove ily Zapadnykh Karpat. - *Zapadne Karpaty, seria mineralogia, petrografia, geochemia, metalogeneza*, 13, 287 s.
- Kromer H. (1980): Tertiary Clays in Northeastern Bavaria (Oberpfalz). - *Geol. Jb.*, D, 39, Hannover, 25-45.
- Kromer H. (1980): Tertiary Clays in the Westerwald Area. - *Geol. Jb.*, D, 39, Hannover, 69-84.
- Krstić N. (1990): Tri aridne faze u neogenu Jugoslavije i njihov značaj u istraživanju mineralnih sirovina. - *XII kongres geologa Jugoslavije*, 1, Ohrid, 364-368.
- Kužvart M. (1968): Notes on Prospecting for Kaolins and Clays in Humid Tropics. - *Acta Univ. Carol. - Geologica*, 1,2, Praha, 21-28.
- Kužvart M. (1984): Industrial Minerals and Rocks. - *Developments in Econ. Geol.*, 18, 307-317, Elsevier.
- Kužvart M. (1986): Nemetallicheskie poleznye iskopaemye. - *Mir, Moskva*, 470 s.
- Kužvart M., Neužil J. (1972): Genesis of Kaolin - an Example of the Deposits in Czechoslovakia. - *International Clay Conference, Kaolin Symposium*, Madrid, 81-110.
- Lazarević M. (1913): Die Propylitisierung, Kaolinisierung und Verkieselung und ihre Beziehung zu den Lagerstätten der propylitischen jungen Gold-Silbergruppe. - *Zeit. f. prakt. Geol.*, 21, Berlin, 345-362.
- Laskarev V. (1927): Pojave šarijaža na Bukulji. - *Geol. anali Balk. Pol.*, 9, 1, Beograd, 1-18.
- Laskarev V. (1930): Prilozi za tektoniku Bukulje, Crnog vrha i Fruške gore. - *Geol. anali Balk. Pol.*, 10, 1, Beograd, 1-17.
- Laskarev V. (1932): Izveštaj o geološkom kartiranju i promatranju između Bukulje i Venčaca (list Aranđelovac). - *Vesnik Geol. instituta*, 1, 1, Beograd, 17-18.
- Laskarev V. (1932a): Geološka promatranja na Bukulji. - *Vesnik Geol. instituta za god. 1931*, 1, 2, Beograd, 255-267.
- Laskarev V. (1933): Promatranja na severnom obodu planine Bukulje. - *Izv. o radu Geol. instituta za 1932. god.*, 4, Beograd.
- Laskarev V. (1936): Miocenska fauna kičmenjaka iz okoline sela Kruševice (Bukulja). - *Geol. anali Balk. Pol.*, 13, Beograd, 14-27.
- Ljahovich V.V. (1972): Redkie elementy v porodooobrazujushchich mineralah granitoidov. - *Nedra, Moskva*, 200 s.
- Levykh N.N. (1988): Geneticheskie osobennosti kaolinitov Belorussii. - *AN Belorusskoy SSR, Nauka i Tehnika, Minsk*, 52 s.
- Leko A., Grizo A. (1953): Prilog poznavanju glina u Lazinama kod Aranđelovca. - *Glasnik srpskog hem. društva* 18, 6-7, Beograd, 393-401.
- Lelong F., Tardy Y., Grandin G., Trescases J.J., Boulange B. (1976): Pedogenesis, Chemical Weathering and Processes of Formation of Some Supergene Ore Deposits. - *In: K.H. Wolf (ed.) Handbook of Strata-bound and Stratiform Ore Deposits*, 3, Elsevier, Amsterdam, 93-173.
- Longvinenko N.V. (1990): O stepeni krisallichnosti gidrosljud i ee opredelenii. - *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 2, 136-137.
- Luković S. (1958): Geološko-petrološka studija Kosmaja. - *Glasnik Prir. muz.*, A, 10, Beograd, 143 s.
- Lupibereza T. (1949): Glina (sa naročitim osvrtom na glinu Aranđelovačkog basena). - *Rudarstvo*, V, Beograd, 39-44.
- Lupibereza T. (1951): Glina (sa naročitim osvrtom na gline Aranđelovačkog rejonu). I Fizičko-hemiski deo. - *Savet za energetiku i ekstraktivnu industriju vlade FNRJ*, Beograd, 175 s.
- Lupibereza T. (1954): Ležišta glina Aranđelovačkog basena. - *Rudar.-metal. zbornik* 2, Ljubljana, 135-155.
- Maksimović Z. (1977): Fosilne kore raspadanja u Jugoslaviji i njihov značaj u rešavanju izvesnih geoloških problema. - *Glas ČII SANU, od. prir.-mat. nauka*, 42, Beograd, 118-138.
- Maksimović Z., Nikolić D. (1978): The Primary Kaolin Deposits of Yugoslavia. - *Int. Kaol. Symp., 1975, Schrift. Geol. Wiss.*, Berlin, 11, 179-196.
- Maksimović S. (1961): Mineraloško ispitivanje nanosa Bukulje. - *Radovi Geoinstituta*, 1, 1, Beograd, 17-29.
- Marović M., Đoković I. (1989): Neotektonska aktivnost na području Mačve, Pocerine i Kolubarsko-tamnaskog basena. - *Geol. anali Balk. pol.*, LIII, Beograd, 189-197.

- Maslarević Lj., Knežević V. (1980): Sedimentologija neogena Kolubarskog ugljenog basena. - *Geol. vjesnik*, 32, Zagreb, 141-150.
- Matveeva L.A., Neklyudova E.A., Sivcov A.S., Rozhdestvenskaya Z.S. (1988): Obrazovanje kaolinita u gipergennyh usloviyah (po eksperimental'nym dannym). - U: *Petrov V.P. i Smolin P.P., red., Kaolini, mineralogija i genezis*, Nauka, Moskva, 58-74.
- Melka K., Valin F. (1974): Kvantitativni vztahy v kaolinizovanem biotitu z paleoryolitovych tufu ve vnitrosudetske panvi. - *6th Conf. on Clay Mineralogy and Petrology*, Praha, 263-278.
- Meunier A., Velde B., Dudoignon P., Beaufort D. (1983): Identification of Weathering and Hydrothermal Alteration in Acidic Rocks: Petrography and Mineralogy of Clay Minerals. - *Sci. Geol., Mem.*, 72, Strasbourg, 93-99.
- Mikinčić V. (1942): Izveštaji o ležištima kaolina i mrkog uglja u Arandelovačkom tercijarnom basenu (sa manuskriptnom geološkom kartom, 1:25.000). - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Milaković B. (1986): Osvrt na pitanje subjezerskog vulkanizma neogenih basena Jugoslavije. - *Zbornik radova XI kongresa geologa Jugoslavije*, 2, Tara, 405-418.
- Milivojević Ž. (1980): Izveštaj o rezultatima geoloških istražnih radova na pojavi ilitskih glina "Slatina III" i kvarcnog peska "Gunjevac" za 1979. godinu. - *Fond Geobiroa*, Valjevo, 33 s.
- Milivojević Ž. (1981): Izveštaj o rezultatima osnovnih geoloških istražnih radova na pojavama ilitskih glina u ležištu "Slatina III" za 1980. godinu. - *Fond Geobiroa*, Valjevo, 28 s.
- Milićević R. (1990): Izveštaj o izvršenim geološkim istraživanjima na kaolinskim glinama područja Miličinice (SO Valjevo) za 1989. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 39 s.
- Milićević R. (1991): Izveštaj o izvršenim istražno-geološkim radovima na glinama i kvarcnom pesku u posavo-tamnavskom basenu za 1990. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Milićević R. (1992): Izveštaj o izvršenim geološko-rudarskim istražnim radovima na keramičkim glinama i kvarcnim peskovima posavo-tamnavskog tercijarnog basena u 1991. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 49 s.
- Milićević R. (1993): Izveštaj o izvršenim geološko-rudarskim radovima na keramičkim glinama i kvarcnim peskovima posavo-tamnavskog tercijarnog basena u 1992. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Milićević R. (1995): Izveštaj o izvršenim istražno-geološkim radovima na glinama i kvarcnom pesku u posavo-tamnavskom basenu za 1994. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Milićević R. (1998): Izveštaj o izvršenim istražno-geološkim radovima na glinama i kvarcnom pesku u posavo-tamnavskom basenu za 1996. i 1997. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Milićević R., Radosavljević S., Panić B. (1986): Nove pojave keramičkih glina u tamnavskom tercijarnom basenu. - *Zbornik radova XI kongresa geologa Jugoslavije*, 4, Tara, 357-369.
- Milicky V., Krelina B., Kužvart M. (1968): Kaolin deposits in the environs of Podborany. - *Acta Univ. Carol. - Geologica* 1,2, Praha, 55-85.
- Millo Ž. (1968): Geologija glin (vivetrivanie, sedimentologija, geohimija). - *Nedra*, Leningrad, 359 s.
- Milojević A., Tomašević D., Đelić J. (1995): Vatrostalne i keramičke gline Arandelovačkog i Kolubarskog basena. - *Zbornik radova Prvog savet. o površ. ekspl. glina*, Kanjiža, 53-57.
- Milošević S., Pavlović Lj. (2000): Tehnološka priprema-prerada mineralnih sirovina za proizvodnju keramičkih proizvoda programiranih funkcionalnih svojstava. - *KoMSEKO 2000*, 87-92.
- Mihajlović Đ., Lazarević Z. (1997): O potrebi primenjivanja savremenih shvatanja o stratigrafskom položaju neogenih katova Paratetisa. - *Radovi Geoinstituta*, 34, Beograd, 67-75.
- Mihajlović K., Prokić T. (1973): Ležište kaolinisanog granita Bare u Šumadiji. - *Zapiski Srpskog geol. druš. za 1972 godinu*, Beograd, 107-117.
- Mihajlović-Vlajić N., Divljan S., Markov C. (1976): Opšta razmatranja o procesima građenizacije na teritoriji SFRJ. - *Referati 8. Jugoslovenskog geološkog kongresa*, 1, Ljubljana, 189-197.
- Milovanović B. (1950): Bujanovačko antimonsko rudište. - *Metalurgija*, god. 1, 1, Beograd, 28-38.
- Mojsilović S., Filipović I., Avramović V., Rodin V., Navalá M., Baklajić D., Đoković I. (1977): - Tumač za OGK list Zvornik, *Sav. geol. zavod*, Beograd, 47 s.
- Mosser C., Gall J. -C., Tardy Y. (1972): Geochimie des illites du Gres a Voltzia du (Buntsandstein superieur) des Vosges du Nord, France. - *Chemical Geology*, 10, 2, 157-177.
- Mosser C., Weber F., Gac J. -Y. (1974): Elements traces dans kaolinites d'alteration formees sur granite et schiste amphiboliteux en Republique Centrafricaine. - *Chemical Geology*, 14, 1/2, 95-115.

- Mulina Č. (1973): Hidrotermalno-egzogena ležišta silikatnih ruda nikla i kobalta Glavice i Čikatova. - *Rud., geol. i metal.*, god. XXIV, 10, Beograd, 217-223.
- Murray H.H., Partridge P., Post J.L. (1978): Alteration of a Granite to Kaolin - Mineralogy and geochemistry. - *Int. Kaol. Symp., 1975, Schrift. Geol. Wiss.*, Berlin, 11, 197-208.
- Nedumov R. I. (1991): K voprosu o svyazi geohimicheskikh osobennostey otlozheniy s obstanovkami sedimentacii. - *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 4/1991, 83-94.
- Nejić-Božić Lj. (1966): Izveštaj o istražnim geološkim radovima na glinama šire okoline Mladenovca. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 67 s.
- Nejić-Božić Lj. (1967): Izveštaj o istražnim geološkim radovima na keramičkim glinama šire okoline Mladenovca u 1966. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Nejić Lj. (1986): Izveštaj o kvalitetu i rezervama kaolinisanog granita u lokalnosti Gornji Vrtoško kod Bujanovca. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 105 s.
- Nikolić D., Poharc V., Logar M., Atanasković R. (1978): Mineraloško-hemijsko proučavanje kaolinita iz kaoliniziranog granita ležišta Bare na Bukulji. - *Zbornik radova IX Kongresa geol. Jugoslavije*, Sarajevo, 452-459.
- Nikolić D. (1982): Izveštaj o mineraloško hemijskom proučavanju gline ležišta Dren. - *Fond Rud. -geol. fak.*, Beograd.
- Nikolić D. (1983): Izveštaj o mineraloško hemijskom proučavanju gline ležišta Dren. - *Fond Rud. -geol. fak.*, Beograd.
- Nikolić D. (1983a): Potencijalna ležišta keramičkih glina u severnoj i zapadnoj Srbiji. - *Referati IV Simpozijuma keramičara Jugoslavije*, Keramikaunion, Kupari, 121-131.
- Nikolić D. (1984): Izveštaj o mineraloško hemijskom i keramičkom proučavanju gline ležišta Boj Brdo. - *Fond Rud. -geol. fak.*, Beograd, 9 s.
- Nikolić D., Vasić R., Poharc V., Ičić Z., Vuković S. (1984): Kaolinizirani granit Gornjeg Karačeva (Muhovačka reka). - *Referati I jugosl. simp. JAM Aranđelovac 1983*, Beograd, 53-57.
- Nikolić L. (1978): Kora raspadanja granitoida Srbije. - *Doktorska disertacija*, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 199 s.
- Nikolić P. (1957): Elaborat "Švabinac". - *Fond RIŠ "ŠAMOT"*, Aranđelovac.
- N.N. (1955): Pregled radova na istraživanju glina u Aranđelovačkom basenu. - *Fond Sav. geol. zavoda*, Beograd, 6 s.
- N.N. (1956): Prethodni izveštaj istražnih radova na glinama Aranđelovačkog basena u 1956. godini. - *Fond Sav. geol. zavoda*, Beograd, 5 s.
- Norman White G., Dixon J.B., Weaver R.M., Kunkle A.C. (1991): Genesis and Morphology of Iron Sulfides in Gray Kaolins. - *Clays and Clay Minerals*, 39, 1, 70-76.
- Norman White G., Dixon J.B., Weaver R.M., Kunkle A.C. (1992): Sedimentary Structure in Gray Kaolins of Georgia. - *Clays and Clay Minerals*, 40, 5, 555-560.
- Novković M., Milaković B. (1969): O naslagama starijeg paleogena sokobanjskog basena. - *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž.*, A, XXVII, Beograd, 129-146.
- Novković M., Milaković B., Cvetković D. (1971/1972): Geološka studija Sokobanjskog tercijarnog basena, II. - *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž.*, A, XXIX/Ć, Beograd, 37-77.
- Očenaš D., Kraus I., Kozač J., Derco J. (1984): Mineral Composition of Kaolinitic Sands and Process of Kaolinization at the Lučenska Kotlina basin. - *Ninth Conf. on Clay Mineral. and Petrol., Zvolen, 1982*, Univerzita Karlova, Praha, 193-199.
- Ogorelec I. (1953): Opis Aranđelovačkih rudnika mrkog uglja. - *Fond bivših Aranđ. rudnika*, Aranđelovac.
- Odić T. (1957): Vatrostalna glina Jugoslavije sa posebnim osvrtom na Aranđelovački basen. - *Društvo rud. i metal. inž. i tehn. NRS - Savetovanje po problemima nemetala u NRS*, Beograd, 1-22.
- Očenaš D., Kraus I., Kozač J., Derco J. (1984): Mineral Composition of Kaolinitic Sands and Process of Kaolinization at the Lučenska Kotlina basin. - *Ninth Conf. on clay miner. and petrol.*, Zvolen 1982, Praha, 193-199.
- Pavlović Z. (1976): Hronološki razvoj tercijarnog magmatizma u području Šumadije. - *Referati 8. Jugoslovenskog geološkog kongresa*, 1, Ljubljana, 231-244.
- Pavlović Z. (1980): Tumač za OGK list Smederevo. - *Sav. geol. zavod*, Beograd, 52 s.

- Pavlović Z. (1989): Izveštaj o geološko-petrološkim proučavanjima vulkanogenog kompleksa Žuti Oglavak-Klještevica i pratećih pojava kvarclatita u dolini Peštana (šira okolina Aranđelovca). - *Fond Geološkog zavoda*, Beograd.
- Pavlović M. (1935-37): Geološka ispitivanja i kartiranje na listu Aranđelovac. - *Izveštaj o radu Geol. instituta*, Beograd.
- Pavlović M., Mikinčić V. (1936-1941): Geološka karta lista Aranđelovac, razmere 1:100.000 (manuskript). - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Pavlović M. (1970): Biostratigrafski pregled neogenih sisara Srbije. - *Predavanja VII Kongr. geol. SFRJ*, I, 239-246.
- Pavlović M. (1976): Novi nalasci Anchitherium Aurelinense u srednjem miocenu Srbije. - *Geol. anali Balk. pol.*, XL, Beograd, 137-147.
- Pavlović M. (1988): Anchitherium - troprsti paleoekvid iz miocena Kruševice (Aranđelovac). - *Geol. anali Balk. pol.*, LII, Beograd, 271-277.
- Pavlović M. (1989): Zigodontni Mastodoni u neogenu Srbije. - *Geol. anali Balk. pol.*, LIII, Beograd, 253-268.
- Pavlović S. (1938): Novo rudište antimona na listovima Kumanovo-Skoplje i Lebane. - *Zap. srpskog geol. društva za 1937. godinu*, Beograd, 34-37.
- Pavlović S., Ristić M. (1962): Petrološka, geohemijska i tektonska proučavanja nekih granitoida Jugoslavije i karakter njihove metalogenije. - *Referati V savetovanja geologa SFRJ*, II, Beograd, 23-30.
- Pamić J. (1977): Alpski magmatsko-metamorfni procesi i njihovi produkti kao indikatori geološke evolucije terena sjeverne Bosne. - *Geol. glasnik*, 22, Sarajevo, 257-292.
- Pamić J. (1989): Hercynian and alpine granitic-metamorphic complexes of the adjoining area of the Dinarides and Pannonian Basin in Yugoslavia as related to geodynamics. - *Geol. zbornik, Geologica Carpathica*, 40, 3, Bratislava, 259-280.
- Panić B. (1969): Ležište kaolinisanog granita u Donjem Karačevu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 65 s.
- Panić B. (1978): Izveštaj o regionalnim geološkim istraživanjima kaolinisanog granita u Gornjem Karačevu u periodu od 1976-1978. godine. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 32 s.
- Panić B. (1980): Nov prilog poznavanju ležišta kaolinisanog granita Gornje Karačevo (Kosovska Kamenica). - *Zap. srpskog geol. društva za 1979. godinu*, Beograd, 125-134.
- Panić B. (1984): Elaborat o rezervama i kvalitetu kaolinisanog granita ležišta Gornje Karačevo - Muhovačka reka (polje "D") kod Kosovske Kamenice (SAP Kosovo). - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Panić B., Milićević R. (1987): Izveštaj o izvršenim osnovnim geološko-rudarskim istražnim radovima na vatrostalnim, keramičkim i opekarskim glinama šireg područja Cera i Iverka u 1986. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 34 s.
- Panić B., Milićević R. (1987a): Izveštaj o izvršenim osnovnim geološko-rudarskim istražnim radovima na keramičkim glinama i kvarcnim peskovima u Posavo-tamnavskom tercijarnom basenu u 1986. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 50 s.
- Panić B., Milićević R. (1988): Izveštaj o izvršenim osnovnim geološko-rudarskim istražnim radovima na vatrostalnim i keramičkim glinama ležišta "Savića Mala" i kaolinu ležišta "Beli Majdan" - Jadranska Lešnica u 1987. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 48 s.
- Panić B., Milićević R. (1988a): Izveštaj o izvršenim osnovnim geološko-rudarskim istražnim radovima na keramičkim glinama i kvarcnim peskovima u Posavo-tamnavskom tercijarnom basenu u 1987. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 57 s.
- Panić B., Milićević R. (1988b): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičko-opekarskih glina na ležištu Brezaci - Gornje Crniljevo (SO Osečina). - *Fond Geozavoda*, Beograd, 159 s.
- Panić B., Milićević R. (1989): Izveštaj o izvršenim geološko-rudarskim istražnim radovima na vatrostalnim i keramičkim glinama ležišta "Savića Mala" - Jadranska Lešnica u 1988. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 29 s.
- Panić B., Milićević R. (1989a): Izveštaj o izvršenim geološko-rudarskim istražnim radovima na keramičkim glinama i kvarcnim peskovima u Posavo-tamnavskom tercijarnom basenu u 1988. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 61 s.
- Pantić N. (1980): Promena klime od krede do antropogena značajne za objašnjenje površinskog raspadanja stene. - *Simpozijum alteracija stena i minerala*, Beograd, 36-38.
- Pantić N. (1986): Globalne promene klime u tercijaru, paleofitogeografija i usavršavanje fitostratigrafskih korelacija. - *Zbornik radova XI kong. geol. Jugosl.*, 2, Tara, 25-34.

- Pantić N. (1991): Klima u vreme ponta na južnom obodu panonskog basena i korelacije. - *Zap. Srp. geol. dr. za 1988. god.*, Beograd, 167-180 i 220-221.
- Pantić N., Ercegovac M., Pantić V. (1967): Donjepiocenska močvarna vegetacija Kolubarskog zaliva i geneza ugljenog sloja. - *Geol. anali Balk. pol.*, ČIII, Beograd, 93-109.
- Pantić N., Jovanović O. (1970): O starosti "azoika" ili "paleozojskih škrljaca" na Motajici na osnovu mikroflorističkih ostataka. - *Geol. glasnik*, 14, Sarajevo, 109-113.
- Pantić N., Marinović Đ. (1977): Paleogen. - *Geologija Srbije*, II-3, stratigrafija, kenozoik, 11-22.
- Pantić N., Mihajlović Đ. (1976): Neogene flore Balkanskog kopna i njihov značaj za paleoklimatologiju, paleobiogeografiju i biostratigrafiju (I). - *Geol. anali Balk. pol.*, XL, Beograd, 103-125.
- Pantić N., Mihajlović Đ. (1977): Neogene flore Balkanskog kopna i njihov značaj za paleoklimatologiju, paleobiogeografiju i biostratigrafiju (II). - *Geol. anali Balk. pol.*, XLI, Beograd, 159-173.
- Pantić N., Mihajlović Đ. (1979-1980): Neogene flore Balkanskog kopna i njihov značaj za paleoklimatologiju, paleobiogeografiju i biostratigrafiju (III). - *Geol. anali Balk. pol.*, XLIII-XLIV, Beograd, 239-261.
- Pantić N., Mihajlović Đ., Dulić I. (1990): Značaj tercijarnih repernih flora za rekonstrukciju razvoja kopnene vegetacije i klime. - *Geol. anali Balk. pol.*, LIII/1, Beograd, 271-278.
- Perel'man A.I. (1972): Geohimiya elementov v zone gipergeneza. - Nedra, Moskva, 288 s.
- Perel'man A.I., Batulin S.G. (1962): Migracionnye rjadi elementov v kore vyvetrivanja. - *Kora vyvetrivanja*, 4, 219-260.
- Petrov V.P. (1967): Osnovy uchenija o drevnih korah vyvetrivanja. - *Nedra*, Moskva, 343 s.
- Petrov V.P. (1974): Uslovija obrazovanja kaolinov i ih svoystva. - *Kaolini*, Nauka, Moskva, 10-19.
- Petrov V.P. (1988): Problema genezisa chistyh kaolinovyh glin i chistyh kvarcevyh peskov. - *Kaoliny mineralogiya i genezis*, AN SSSR, Nauka, Moskva, 143-162.
- Petrović D. (1961): Godišnji izveštaj o izvršenim istražnim radovima na glinama Galovića. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 28 s.
- Petrović D. (1965): Godišnji izveštaj o istražnim geološkim radovima na glinama zapadne Srbije. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 30 s.
- Petrović D. (1966): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičko-opekarskih glina Jovanovića brdo u široj okolini Koceljeva. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Petrović D. (1967): Elaborat o rezervama i kvalitetu glina Burovica u široj okolini Koceljeva. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Petrović D. (1968): Elaborat o rezervama i kvalitetu glina "Galović" u široj okolini Koceljeva. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Petrović D. (1973): Elaborat o rezervama i kvalitetu glina "Jovanovića brdo" u široj okolini Koceljeva. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 52 s.
- Petrović D. (1975): Elaborat o rezervama i kvalitetu glina Rtovi-Miličnica, SO Valjevska Kamenica. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Petrović D. (1978): Izveštaj o izvršenim istražnim geološkim radovima na glinama i kvarcnom pesku u okolini Koceljeva za 1977. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 30 s.
- Petrović D. (1979): Izveštaj o izvršenim istražnim geološkim radovima na glinama i kvarcnom pesku u okolini Koceljeva za 1978/79. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 28 s.
- Petrović D. (1982a): Izveštaj o izvršenim istražnim geološkim radovima na glinama i kvarcnom pesku u široj okolini SO Koceljeva i SO Vladimira za 1980. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 26 s.
- Petrović D. (1982b): Izveštaj o izvršenim istražnim geološkim radovima na glinama i kvarcnom pesku u široj okolini Draginja (SO Koceljeva) za 1981. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 18 s.
- Petrović D. (1983): Izveštaj o izvršenim istražnim geološkim radovima na kaolinisanim granitima i glinama Jadranske Lešnice za 1982. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 32 s.
- Petrović D. (1984): Izveštaj o izvršenim istražnim geološkim radovima na kaolinisanim granitima i glinama Jadranske Lešnice za 1983. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 36 s.
- Petrović D. (1984a): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičkih i opekarskih glina u ležištu "Bele vode" u okolini Donjeg Crniljeva. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 70 s.
- Petrović D. (1985): Izveštaj o izvršenim osnovnim geološkim istražnim radovima na keramičkim, opekarskim glinama i kvarcnim peskovima u široj okolini Donjeg Crniljeva za 1984. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 43 s.

- Petrović D. (1987): Elaborat o rezervama i kvalitetu glina Jovanovića brdo u široj okolini Koceljeva. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Petrović D. (1992): Izveštaj o rezultatima geoloških istraživanja na kaolinima ležišta Živkovci na južnim padinama Vagana za 1991. godinu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 52 s.
- Petrović D., Životić I. (1997): Izveštaj o izvršenim radovima po projektu osnovnih geoloških istraživanja nemetalčnih mineralnih sirovina na širem području Aranđelovca u 1996. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 13 s.
- Petrović D., Životić I. (1998): Izveštaj o izvršenim radovima po projektu osnovnih geoloških istraživanja nemetalčnih mineralnih sirovina na širem području Aranđelovca u 1997. godini. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Petrović M. (1967): Srednjemiocenski foraminiferi Jaderskog basena. - *Geol. anali Balk. pol.*, ĆIII, Beograd, 157-231.
- Petrović P. (1949): Šumadska Kolubara. - *Naselja i poreklo stanovništva*, 31, SAN, Beograd, 275 s.
- Petrović R. (1976): Rate control in dissolution of alkali feldspars-I. Study of residual feldspar grains by X-ray photoelectron spectroscopy. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 40, 537-548.
- Petrović R. (1976): Rate control in feldspar dissolution-II. The protective effect of precipitates. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 40, 1509-1521.
- Petrović R. (1981): Kinetics of dissolution of mechanically comminuted rock-forming oxides and silicates-I. Deformation and dissolution of quartz under laboratory conditions. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 45, 1665-1674.
- Petrović R. (1981a): Kinetics of dissolution of mechanically comminuted rock-forming oxides and silicates-II. Deformation and dissolution of oxides and silicates in the laboratory and at the Earth's surface. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 45, 1675-1686.
- Petronijević Ž. (1967): Srednjomiocenska i donjosarmatska (štajerska) fauna sisara Srbije. - *Palaentologica jugoslavica*, 7, Zagreb, 157 s.
- Poharc-Logar V. (1979): Mineraloško hemijsko proučavanje glina iz sedimenata u kolubarskom ugljenom basenu. - *Magistarski rad, Rudarsko-geološki fakultet*, Beograd, 115 s.
- Poharc-Logar V., Logar M. (1990): Proučavanje kaoliniziranih granita Pločnika i Lešnice metodom IC spektroskopije. - *Ref. XII kongresa geol. Jugoslavije*, 3, Ohrid, 121-131.
- Potter P.E., Shimp N.F., Witters J. (1963): Trace elements in marine and fresh-water argillaceous sediments. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 27/6, 669-694.
- Protić Lj., Cvijić R., Škorić S. (2000): Keramičke sirovine prijedorskog neogenog basena. - *KoMSEKO 2000*, 5-10.
- Pye K. (1986): Mineralogical and textural controls on the weathering of granitoid rocks. - *Catena*, 13, Braunschweig, 47-57.
- Radionova T.V. (1988): Mineral'nyj sostav kaolinitovyh glin poltavskoj svity Stul'nevskoj depressii (Ukraina). - *Kaoliny mineralogiya i genezis*, AN SSSR, Nauka, Moskva, 36-50.
- Radosavljević S. (1986): Elaborat o rezervama i kvalitetu keramičkih glina u ležištu Zbegovi kod Donjeg Crniljeva. *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Radosavljević S., Stojanović M., Branković A. (1994): Ceramic Clays of Tamnava Tertiary Basin (West Serbia). - *Industrial Ceramics* 14, N. 4, 155-158.
- Radošević S. (1961): Petrologija uranonosnih sedimenata Iverka (zapadna Srbija). - *Radovi Geoinstituta*, 1, Beograd, 31-37.
- Reesman A.L., Keller W.D. (1967): Chemical composition of illite. - *Journ. Sedim. Petrol.*, 37, 2, 592-596.
- Ristić P., Nikolić V., Obradović J. (1961): Pojave okera-sijene SZ od Aranđelovca. - *Glasnik prir. muzeja*, A, 14-15, Beograd, 105-113.
- Robbins J. (1984): Ceramic whiteware - an overview of raw materials supply. - *Industrial Minerals*, 204, 31-63.
- Romanovič I.F. (1986): Mestoroždenija nemetalličeskikh poleznych iskopaemih. - *Nedra*, Moskva, 366 s.
- Rus'ko Ju.A. (1976): Kaolinizacija i kaoliny Ukrainskogo shchita. - *AN USSR, Naukovaja Dumka*, Kiev, 160 s.
- Savić M. (1934): Rudarsko-privredne prilike okoline Aranđelovca. - *Rudarski i topioničarski vesnik*, godina VI, 2, Beograd, 30-31.
- Samama J-C. (1989): Ore Fields and Continental Weathering. - *Mir*, Moskva, 446 s.
- Sapozhnikov D.G. (1972): Osnovy prognoza osadochnyh rudnyh mestorozhdenii. - *Nedra*, Moskva, 207 s.

- Sarić G. (1988): Izveštaj o rezultatima geoloških istražnih radova u ležištu keramičarskih glina Boj Brdo u široj okolini Uba za 1986. godinu. - *Fond Geoub-a*, Ub, 39 s.
- Schroll E. (1979): Trace elements in kaolinites and bauxites in relation to their genesis. - *Travaux ICSOBA*, 15, 35-41.
- Simić V. (1938): O facijama mlađeg paleozoika u zapadnoj Srbiji. - *Vesnik Geološkog instituta Kraljevine Jugoslavije*, VI, Beograd, 83-108.
- Simić V. (1992): Mineragenija vatrostralno-keramičkih glina Arandelovačkog basena. - *Magistarski rad, Rudarsko-geološki fakultet*, Beograd, 140 s.
- Simić V. (1992a): Potencijalnost vatrostralno-keramičkih glina Arandelovačkog basena. - *Zbornik radova 24. Oktobarskog savetovanja rudara i metalurga*, Bor, 44-47.
- Simić V. (1994): Tertiary refractory clays in Serbia: geology and origin. - *XIII Conference on Clay Mineralogy and Petrology*, Prague, p. 106.
- Simić V. (1995): Vatrostralno-keramičke gline Arandelovačkog basena. - *Vesnik Geozavoda*, A, B, 46, Beograd, 361-377.
- Simić V. (1996): Ćirinac deposit. - *Neogene of Central Serbia*, IGCP Project 329, Beograd, 18-20.
- Simić V., Jović V., Poharc-Logar V. (1994): The deposit of refractory clays of Ćirinac (Serbia). - *XIII Conference on Clay Mineralogy and Petrology*, Prague, p. 107.
- Simić V., Životić D. (1995): Geološko modeliranje ležišta glina kao osnova za projektovanje površinskih kopova. - *Zbornik radova I savetovanja o površinskoj eksploataciji glina*, Kanjiža, 197-199.
- Simić V., Jović V., Đurić S. (1996): Geology and mineralogy of ceramic clay deposits in Western Serbia. - *14th Conf. on Clay Mineralogy and Petrology*, Banska Stiavnica, p. 113.
- Simić V., Jović V. (1997): Genetic Types of Kaolin and Kaolinitic Clay Deposits in Serbia. - *Proc. of the Symp. "Magmatism, Metamorphism and Metallogeny of the Vardar Zone and Serbo-Macedonian Massif"*, Štip-Dojran, 197-202.
- Simić V. (1998): Uticaj sedimentacionih uslova na kvalitet vatrostralno-keramičkih glina. - *Zbornik radova KoMSEKO '98*, Kanjiža, 29-32.
- Simić V., Simić D. (1998): Vatrostralno-keramičke gline Srbije - stanje i perspektiva. - *Zbornik radova 13. Kongresa geologa Jugoslavije*, 4, Herceg Novi, 611-622.
- Simić V., Đurić S., Tomašević-Čanović M. (1999): On the Composition of Laminae from the Refractory Clays of the Vrbica deposit (the Arandelovac Miocene basin). - *Bull., A,B, - Geology, Hydrogeology and Engineering Geology*, 49, Belgrade, 239-250.
- Singh B., Gilkes R.J. (1991): Weathering of a chromian muscovite to kaolinite. - *Clays and Clay Minerals*, 39, 6, 571-579.
- Smirnov V.I. (1976): Geology of Mineral Deposits. - *Mir Publishers*, Moscow, 520 p.
- Soklić I. (1980): Korelacija Tetinskog i Paratetinskog neogena Jugoslavije. - *Zbornik radova Rud-geol. fak.*, 9-10, Tuzla, 121-129.
- Spajić O., Petrović M., Eremija M., Knežević V. (1986): Miocen u bušotinama kolubarskog ugljenog basena. - *Zbornik radova XI kongresa geologa Jugoslavije*, 2, Tara, 301-318.
- Szpila K. (1974): Trace Elements of Primary Kaolins from the Lower Silesian Deposits, Poland. - *6th Conf. on Clay Mineralogy and Petrology*, Praha, 215-224.
- Srdanović P. (1979): Stanje i problemi valorizacije nemetalinih mineralnih sirovina Kosova. - *Zbornik radova II savet. o nemet. min. sirov. u SFRJ*, Opatija, 119-130.
- Stangačilović D. (1951): Gline Arandelovačkog i Kolubarskog Basena. - *Geol. anali Balk. Pol.*, 19, Beograd, 141-154.
- Stangačilović D. (1951a): Tercijarne gline Arandelovačkog i Kolubarskog basena. - *Metalurgija*, 2, 1, Beograd, 23-38.
- Stangačilović D. (1951b): Sekundarno kaolinsko ležište kod sela Metriša (Negotin - Krajina). - *Glasnik Prirodnjačkog muzeja*, A, 4, Beograd, 179-181.
- Stangačilović D. (1952): Izveštaj o radu na glinama Arandelovačkog basena. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Stangačilović D. (1952a): Feuerfester Ton-Mall clay aus Rudovci - Kolubara Becken. - *Commercial Information V*, 9, Beograd, 24-26.
- Stangačilović D. (1953): Gline u NR Srbiji. - *Glasnik Srpskog hemijskog društva*, 18, 6-7, Beograd, 365-377.

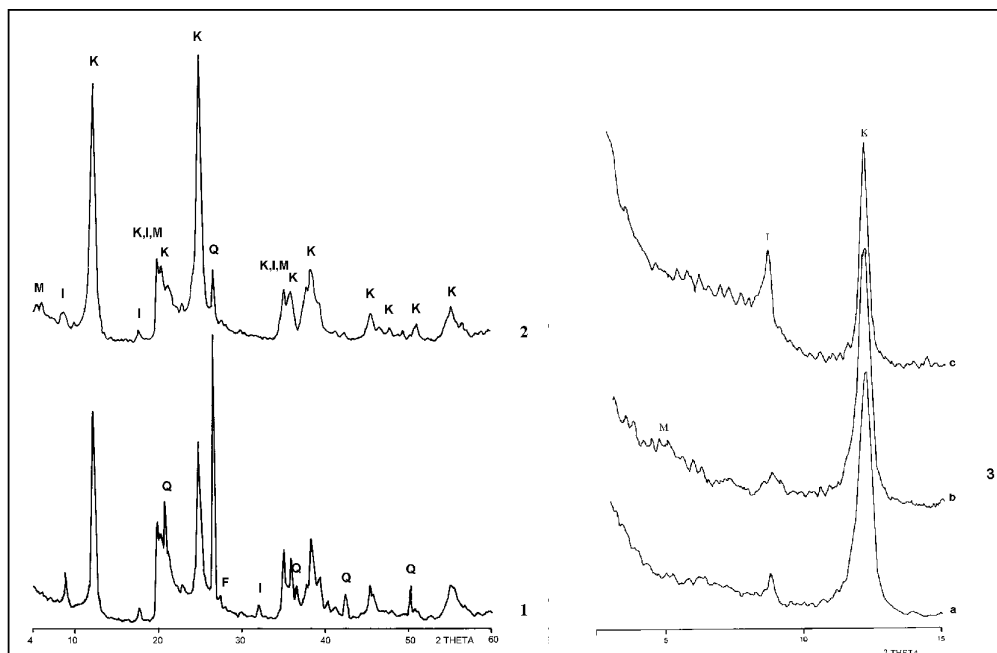
- Stangačilović D. (1953a): Les matieres ceramiques yougoslaves. Formations argileuses dans les roches dacitiques et andesitiques. - *Bull. Soc. franc. de ceramique*, 19, Paris, 32-35.
- Stangačilović D. (1954): Elaborat o glinama i kaolinima pripremljen za rad komisije oformljene od Zavoda za geološko-rudarska i tehnološka istraživanja FNRJ. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 13 s.
- Stangačilović D. (1955): Sekundarno kaolinsko ležište kod sela Metriša (Negotin - Krajina) - istražni radovi. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 23 s.
- Stangačilović D. (1955a): Geološka prospekcija granitskog masiva Cera i Iverka sa zadatkom pronalaska kaolina.. - *Fond Sav. geol. zavoda*, Beograd, 9 s.
- Stangačilović D., Pavešić D. (1955): Geomehaničke i sedimentacione karakteristike kolubarskih glina. - *Geol. anali Balk. pol.*, XXIII, Beograd, 145-162.
- Stangačilović D. (1956): Metriški kaolinit. - *Rudarstvo i metalurgija*, 8/1956, Beograd, 181-186.
- Stangačilović D. (1956a): Diferencijalne termičke i dehidratometrijske krive glina Arandelovačkog i Kolubarskog basena. - *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž.*, XI, Beograd, 253-259.
- Stangačilović D. (1956b): Primarni kaolin bujanovačkog antimonskog rudišta i pokušaj njegovog oplemenjivanja. - *Rud. i metal.*, god. 7, br. 5, Beograd, 113-116a.
- Stangačilović D. (1964): Elaborat o proračunu rezervi kvarcnog peska i ilitske gline u selu Slatini kod Valjeva. - *Fond Rudnika nemetala "Valjevo"*, Valjevo.
- Stangačilović D. (1969): Genetska i stratigrafska klasifikacija jugoslovenskih ležišta ilitske gline sa osvrtom na mineraloški sastav. - *Travaux ICSOBA*, 6, Zagreb, 161-174.
- Stangačilović D. (1970): Svojstva jugoslovenskih ilitskih glina. - *Glasnik Prir. muzeja*, A, 25, Beograd, 189-204.
- Stevanović P. (1949): Prilozi za stratigrafiju miocenskih naslaga u Zapadnoj Srbiji i Šumadiji. - *Glasnik Prir. muzeja.*, A, 2, Beograd, 9-48.
- Stevanović P. (1951): Donji pliocen Srbije i susednih oblasti. - *Posebna izdanja SANU, CLCVII, Geol. instituta*, 2, Beograd, 361 s.
- Stevanović P. (1975): Stratigrafski položaj tercijarnih eruptivnih stena u okolini Beograda. - *Acta Geologica VIII, Prirod. istraž.* 41, Zagreb, 453-468.
- Stevanović P. (1977): Aranđelovački basen. - *Geologija Srbije*, 2-3, Beograd, 185-189.
- Stevanović P. (1977a): Zapadna Srbija (neogen). - *Geologija Srbije*, II-3, stratigrafija, kenozoik, 213-259.
- Stevanović P. (1977b): Neogen. - *Geologija Srbije*, II-3, stratigrafija, kenozoik, 25-30.
- Stevanović P. (1982): Istorijska geologija "Kenozoik". - *Rud.-geol. fak.*, Beograd, 604 s.
- Stepanović B. (1946): Kaolini Jugoslavije. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 83 s.
- Storr M. (1983): Die Kaolinlagerstätten der Deutschen Demokratischen Republik. Schrift. Geol. Wissen., 18, Berlin, 226 pp.
- Storr M., Kužvart M., Neužil J. (1978): Age and Genesis of the Weathering Crust of the Bohemian massif. - *Int. Kaol. Symp., 1975, Schrift. Geol. Wiss.*, Berlin, 11, 265-281.
- Strakhov N.M. (1963): Tipy litogeneza i ih evolucija v istorii Zemli. - Gosgeoltekhizdat, Moskva, 535 s.
- Summerhayes C.P. (1972): Geochemistry of continental margin sediments from Northwest Africa. - *Chemical Geology*, 10, 2, 137-156.
- Tanasković T., Kermeci J. (1998): Rekultivacija i revitalizacija prostora površinskih kopova "Majdan I i II" Kanjiža – idejno rešenje infrastrukturnih sistema. - *KoMSEKO '98*, 239-242.
- Tardy Y., Bocquier G., Paquet H. and Millot G. (1973): Formation of Clay from Granite and Its Distribution in Relation to Climate and Topography. - *Geoderma*, 10, Amsterdam, 271-284.
- Tauson L.V. (1961): Geohimija redkih elementov v granitoidah. - *AN SSSR*, Moskva, 231 s.
- Taylor R.M. (1982): Colour in Soils and Sediments - Review. - *International Clay Conference 1981, Developments in Sedimentology* 35, Elsevier, 750-761.
- Tomanec R., Simić V. (1995): Studija laboratorijskih ispitivanja kvaliteta uzoraka gline iz ležišta Slatina za šire potrebe livarstva. - *Fond Rudarsko-geološkog fakulteta, Katedra za PMS*, Beograd.
- Tomašević-Čanović M. (1989): Rezultati ispitivanja uzoraka gline. - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Trivić B. (1992): Tektonski sklop granitoida Bukulje. - *Magistarski rad, Rud.-geol. fak.*, 88 s., Beograd.
- Trivić B. (1998): Tektonski sklop metamornog oboda granitoida Bukulje. - *Magistarski rad, Rud.-geol. fak.*, 154 s., Beograd.

- Ćirić B. (1980): Izveštaj o izvršenim radovima na projektu "Tercijarni baseni SR Srbije sa aspekta ispitivanja zakonomernosti razmeštaja pojava kvarcnog peska i keramičkih glina". - *Fond Geozavoda*, Beograd.
- Urošević S. (1899): Cer. - Petrografska studija. - *Glas SKA LVIII, prvi razred 21*, Beograd, 279-328.
- Urošević S. (1900): Studije iskonskog terena u Srbiji; II Venčac, Bukulja, Vagan. - *Glas SKA LXI*, Beograd, 69-123.
- Filipović I., Gagić N., Rodin V., Avramović V. (1973): Tumač za OGK list Vladimirci. - *Sav. geol. zavod*, Beograd, 59 s.
- Filipović I., Rodin V. (1980): Tumač za OGK list Obrenovac. - *Sav. geol. zavod*, Beograd, 64 s.
- Hanson R.F., Keller W.D. (1966): Genesis of refractory clay near Guanajuato, Mexico. - *Proc. Fourteenth Nat. Conf. on Clays and Clay Miner.*, 259-267.
- Hanson R.F., Keller W.D. (1971): Flint clay by hydrothermal alteration of sedimentary rock in Mexico. - *Clays and Clay Minerals*, 19, 115-119.
- Harben P.W., Bates R.L. (1990): Industrial Minerals, Geology and World Deposits. - *Ind. Min. Div., Metalbull. PLC*, London.
- Henning K.-H., Storr M. (1986): Electron micrographs (TEM, SEM) of clays and clay minerals. - *Schrift. Geol. Wiss.*, 25, Berlin, 350 pp.
- Hinckley D.N. (1963): Variability in "Cristallinity" Values among the Kaollin Deposits of the Coastal Plain of Georgia and South Carolina. - *Clays and Clay Min.*, 11-th Conference, 229-235.
- Holodov V.N. (1968): Vanadii. - *AN SSSR*, Moskva, 247 s.
- Cvejić J., Vujić S., Živadinović M., Ratković-Vujić M. (1998): Rekultivacija i revitalizacija prostora površinskih kopova "Majdan I i II" u Kanjiži – pejzažno, arhitektonsko i urbanističko rešenje. - *KoMSEKO '98*, 227-232.
- Curtis C.D., Douglas I. (1994): Catchment processes and the quantity and composition of sediment delivered to terminal basins. - In: Quantifying Sedimentary Geochemical Processes, *The Royal Society Oxford Univ. Press*, 1994.
- Chamley H. (1989): Clay sedimentology. - *Springer-Verlag*, 623 pp.
- Chekin S.S., Fin'ko V.I., Samotoin N.D. (1974): Nekotorye ossobenosti preobrazovanija polevyh shpatov i muskovita v kaolinovyh korah vyvetrivanija. - *Kaolini*, Nauka, Moskva, 88-95.
- Čolaković M. (1982): Izveštaj o izvršenim istražnim radovima na istraživanju ugljenog basena Bela Crkva kod Krupnja u toku 1979. i 1980. godine. - *Fond za geol. istraž.*, Beograd, 42 s.
- Čuchrov F. V. (1978): Zur Bildung von Lagerstätten chemogener eluvialer Tone. - *Int. Kaol. Symp.*, 1975, *Schrift. Geol. Wiss.*, Berlin, 11, 9-28.
- Škerlj J., Jovanović M. (1960): Ležište kaolinisanog granita u Karačevu. - *Fond Geozavoda*, Beograd, 55 s.
- Shabalin V.V., Kirsanov V.N. (1984): Ogneupornye gliny. *U: Nemetallicheskie poleznyye iskopaemye SSSR*, Nedra, Moskva, 134-149.
- Shamanina N.L. (1985): Gliny i kaoliny. *U: Promyshlennyye tipy mestorozhdenii nemetallicheskih poleznyh iskopaemyh*, Nedra, Moskva, 231-246.
- Whitney G., Velde B. (1993): Changes in particle morphology during illitization: an experimental study. - *Clays and Clay Minerals*, 41, 2, 209-218.

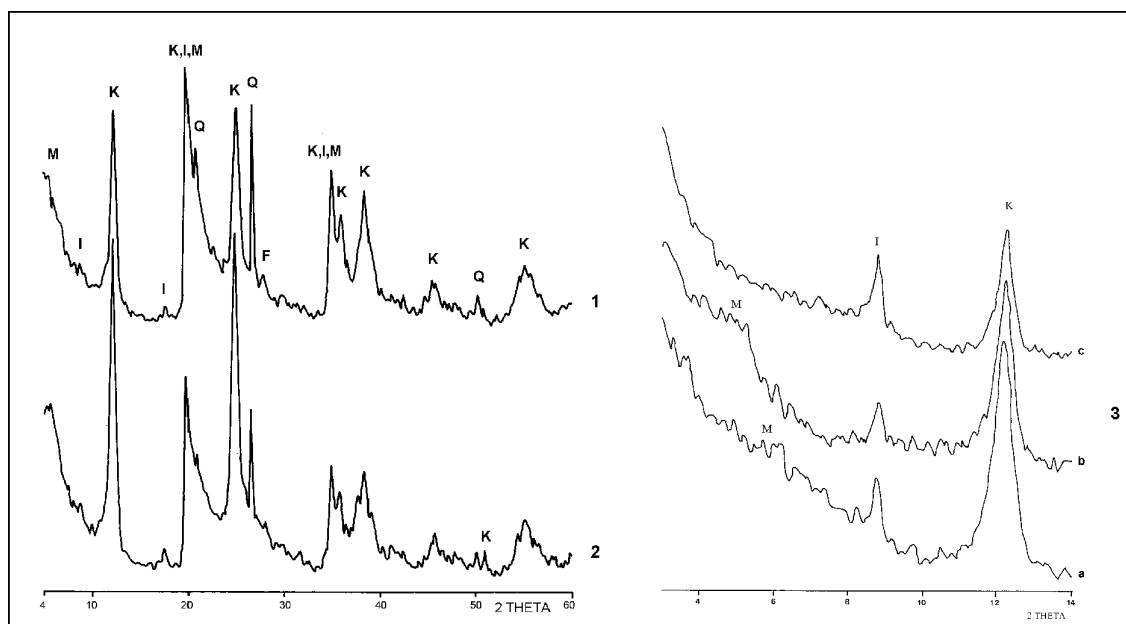
DOKUMENTACIONI MATERIJAL

**RENDGENSKI DIFRAKTOGRAMI UZORAKA KAOLINITSKIH GLINA IZ
LEŽIŠTA I ZNAČAJNIJIH POJAVA SRBIJE**

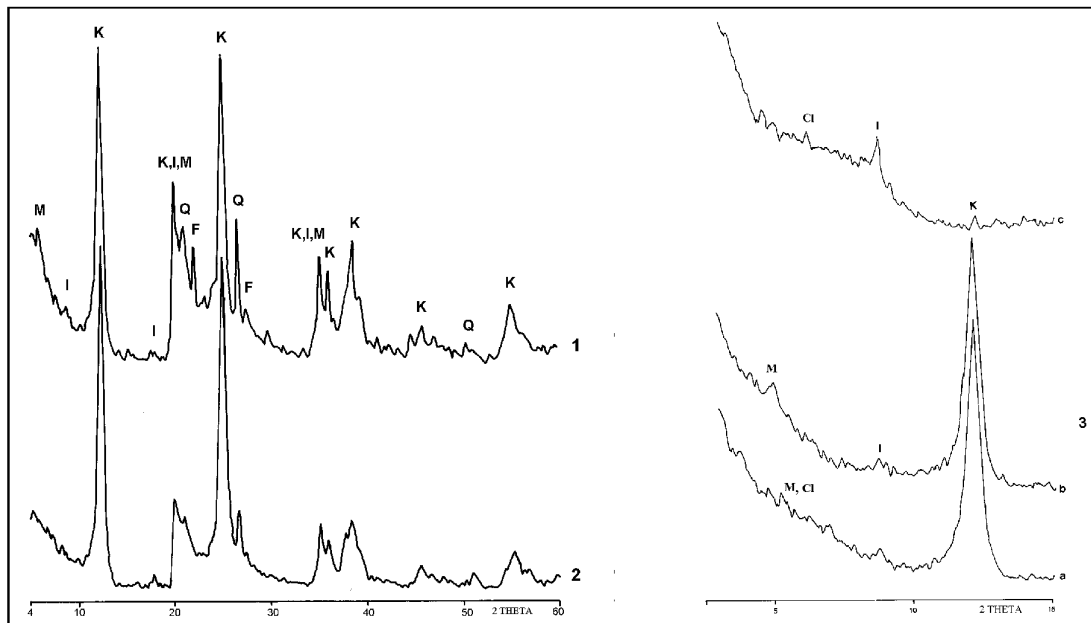
PRILOG 1



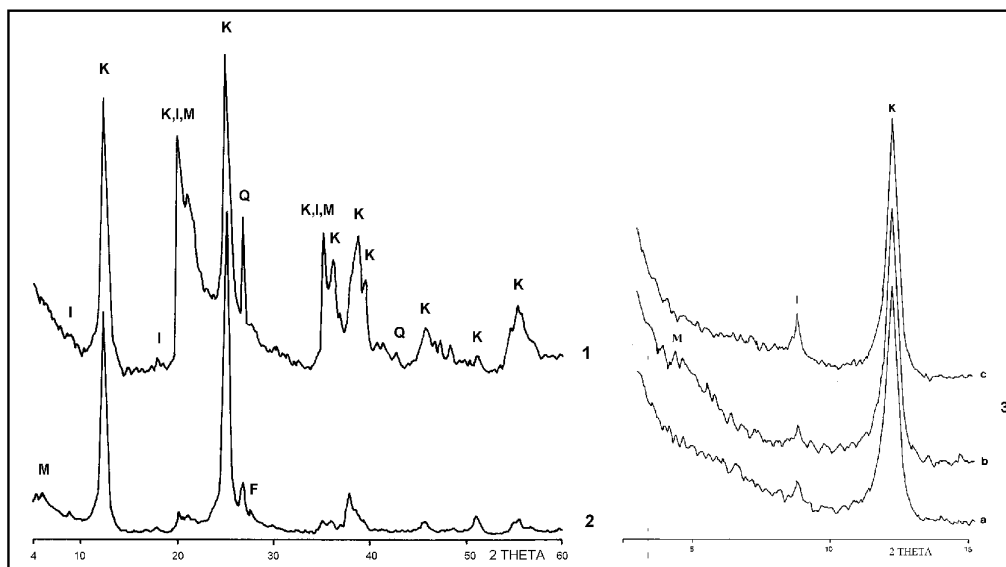
Prilog 1.1.: Rendgenski difraktogrami laminirane gline iz ležišta Ćirinac. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit; I - ilit/liskun; M - monmorionit; Q - kvarc; F - feldspat.



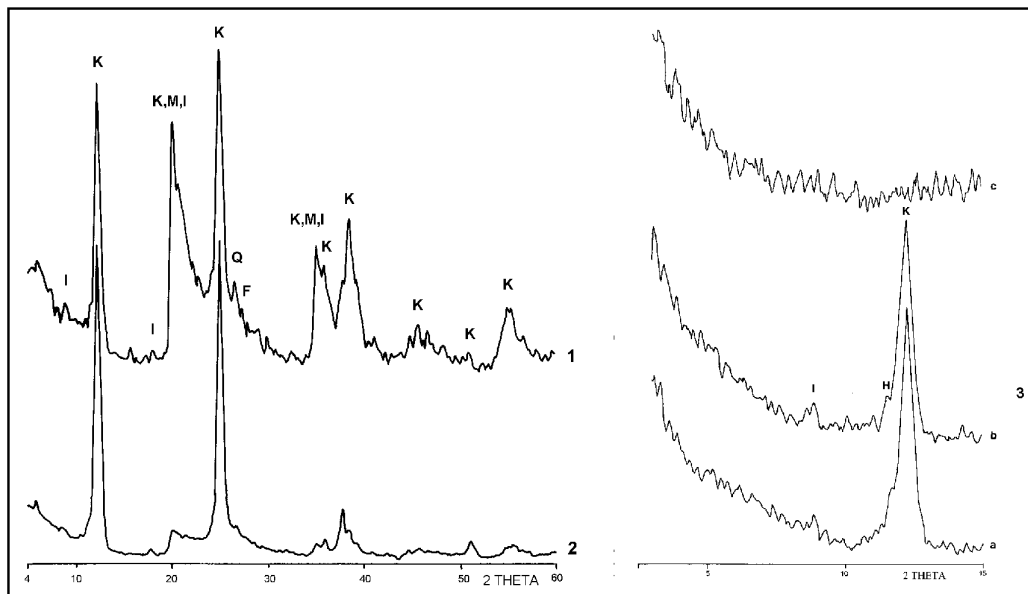
Prilog 1.2.: Rendgenski difraktogrami sivosmeđe gline iz ležišta Ćirinac. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit; I - ilit/liskun; M - monmorionit; Q - kvarc; F - feldspat.



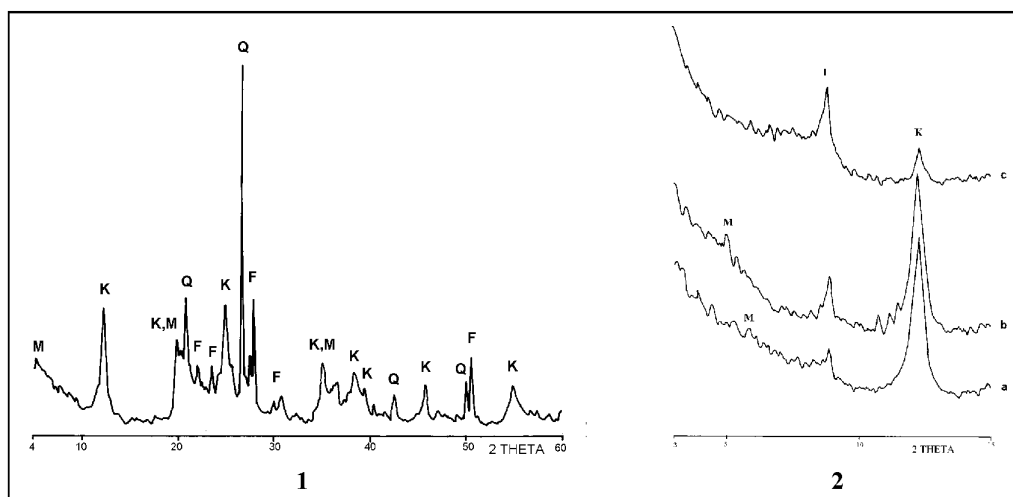
Prilog 1.3.: Rendgenski difraktogrami svetlosive gline iz ležišta Lazine. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 oC. K - kaolinit; I - ilit/liskun; M - monmorionit; Cl - hlorit; Q - kvarc; F - feldspat.



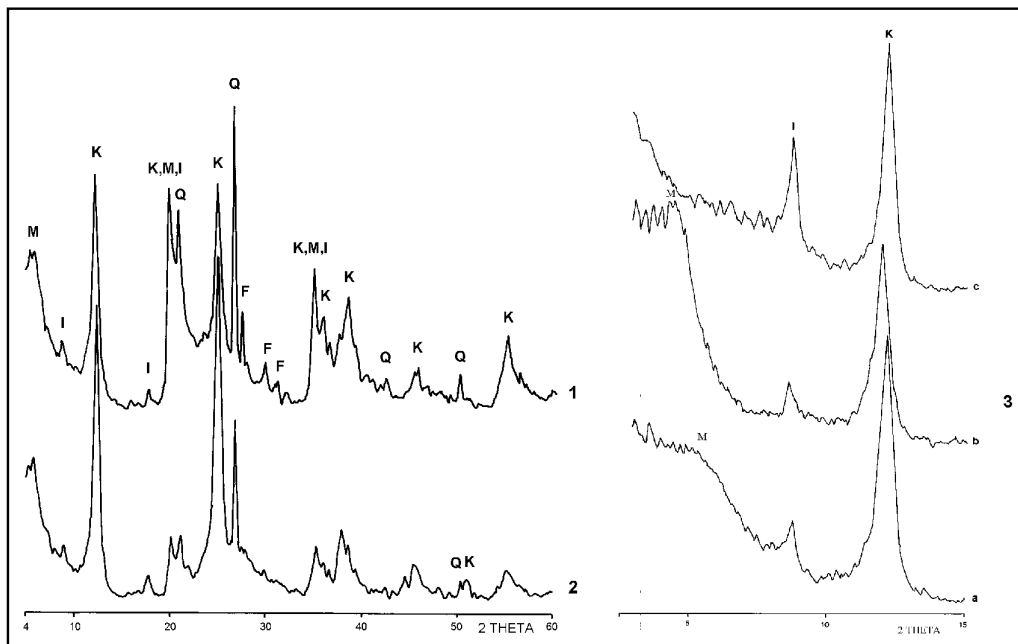
Prilog 1.4.: Rendgenski difraktogrami smeđe gline iz ležišta Lazine. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit; I - ilit/liskun; M - monmorionit; Q - kvarc; F - feldspat.



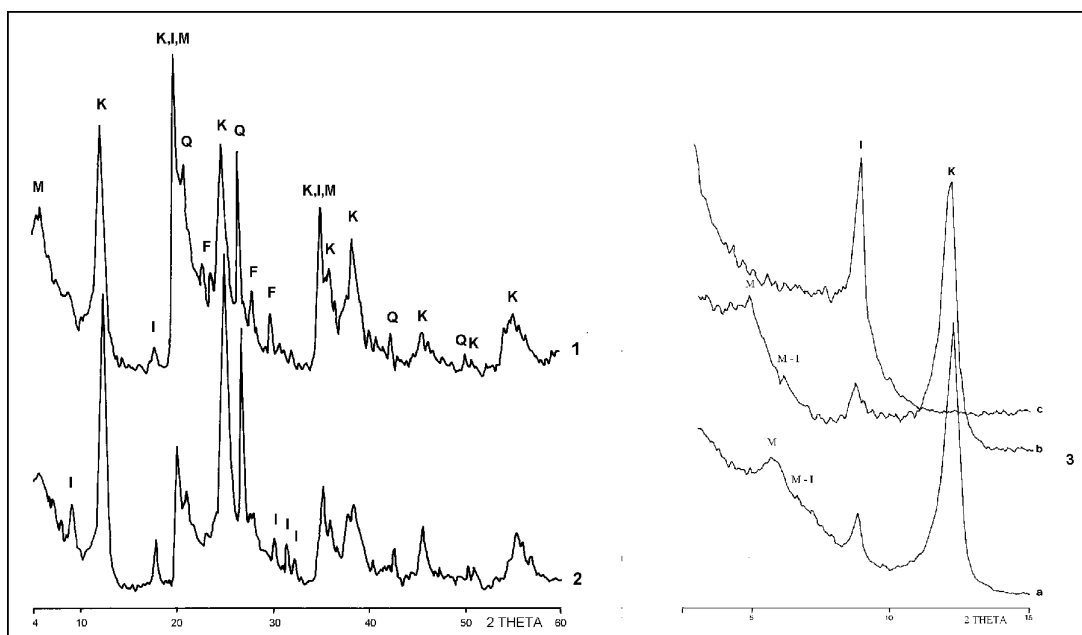
Prilog 1.5.: Rendgenski difraktogrami crne ugljevitae gline iz ležišta Lazine. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit; I - ilit/liskun; H - halojziti; Q - kvarc; F - feldspat.



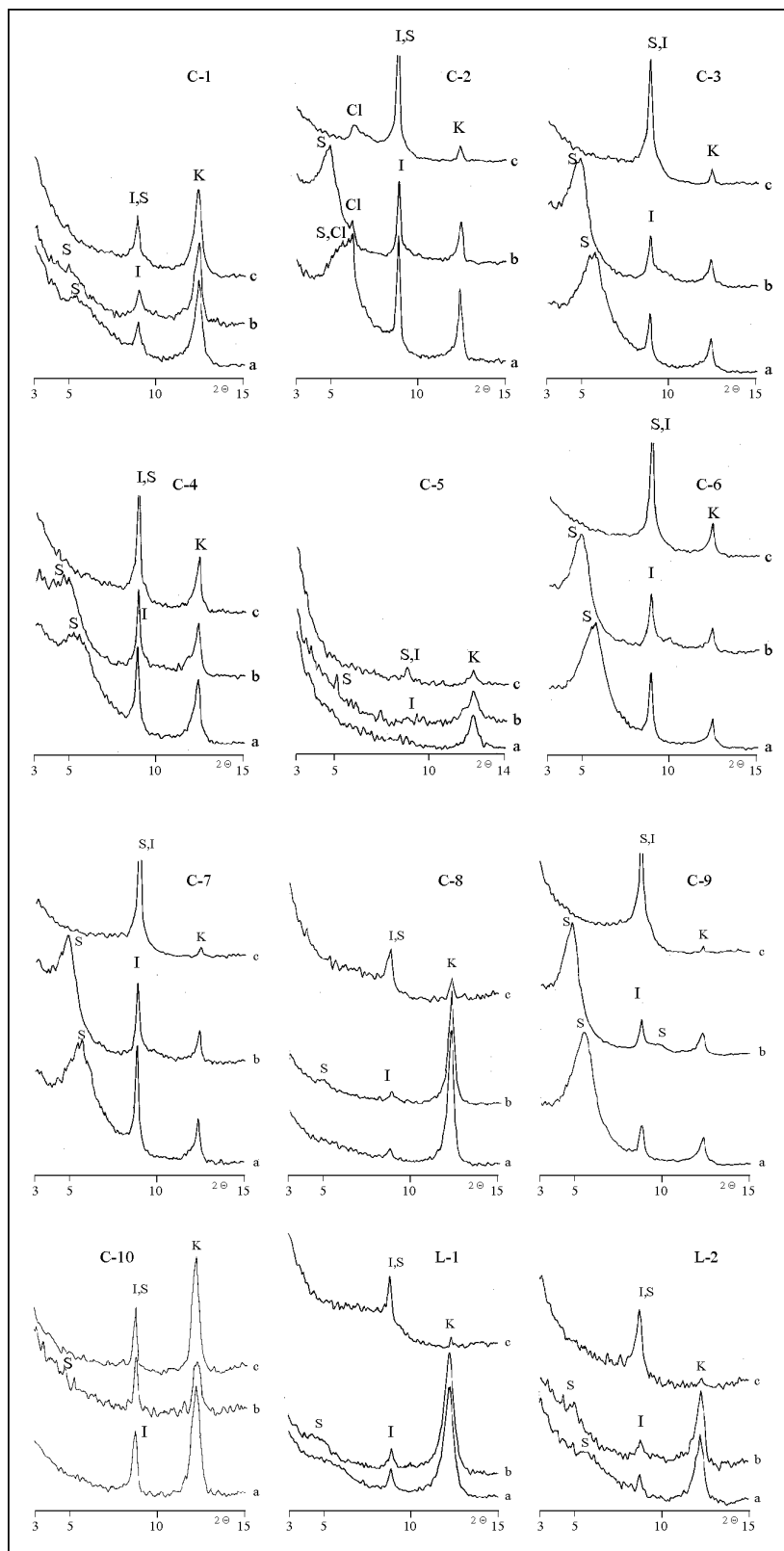
Prilog 1.6.: Rendgenski difraktogrami zelene gline iz ležišta Lazine. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit; I - ilit/liskun; M - monmorioniti; Q - kvarc; F - feldspat.



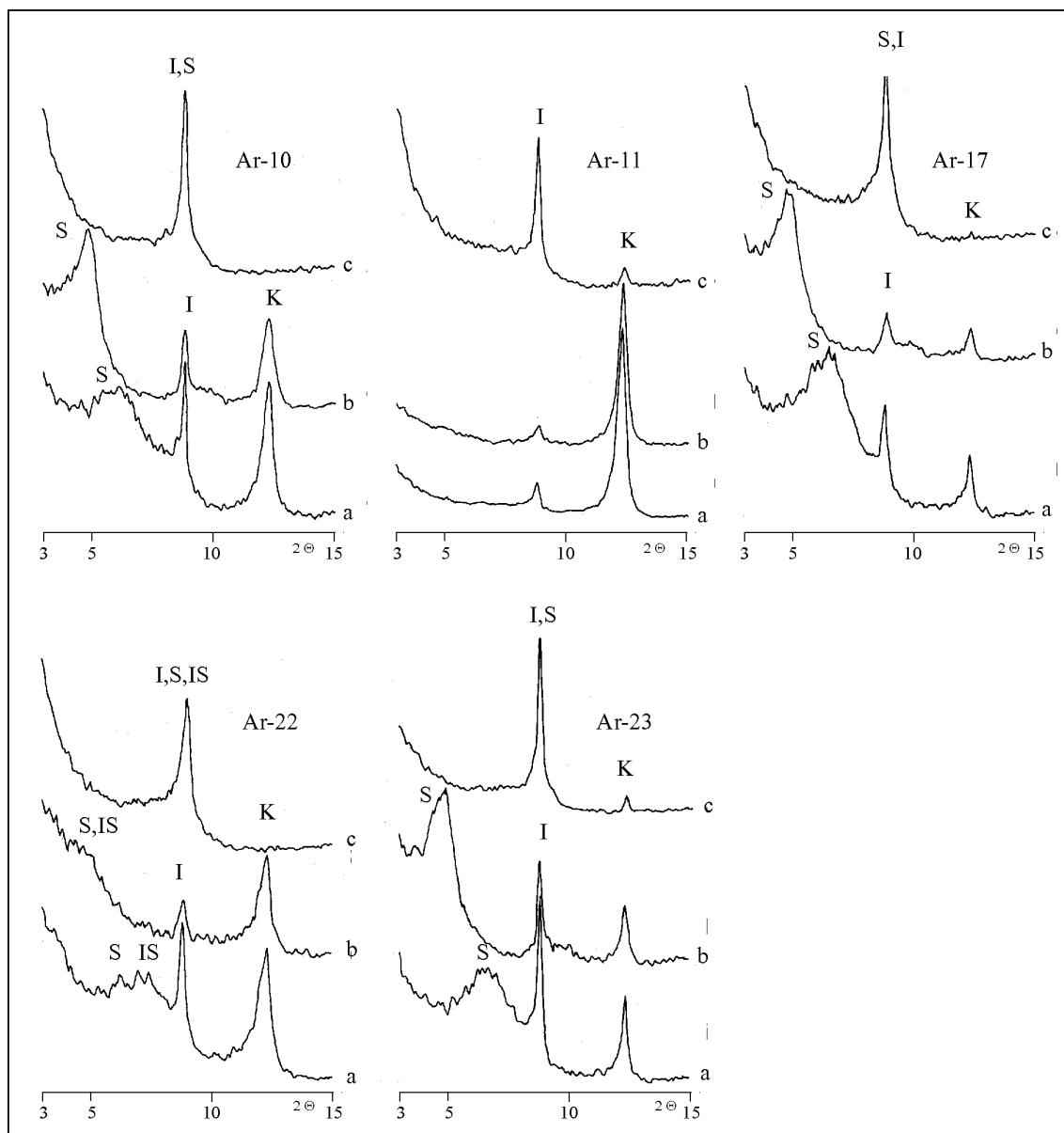
Prilog 1.7.: Rendgenski difraktogrami svetlosive peskovite keramičke gline (K-5) iz ležišta Košarno. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit; I - ilit/liskun; M - monmorionit; Q - kvarc; F - feldspat.



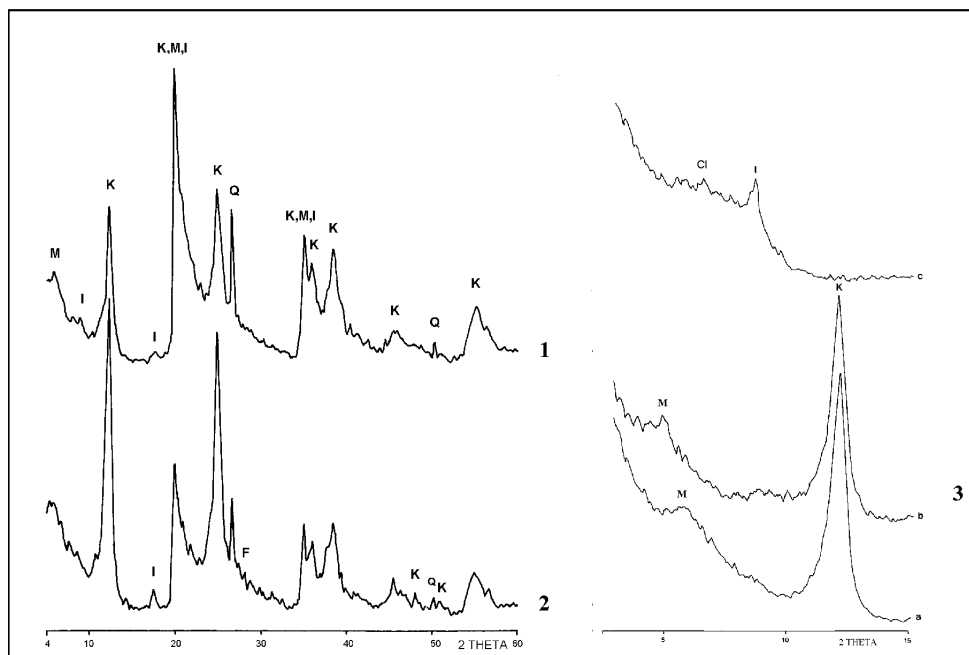
Prilog 1.8.: Rendgenski difraktogrami keramičke gline iz ležišta Krušik. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit; I - ilit/liskun; M-I - interstratifikovani mineral gline; M - monmorionit; Q - kvarc; F - feldspat.



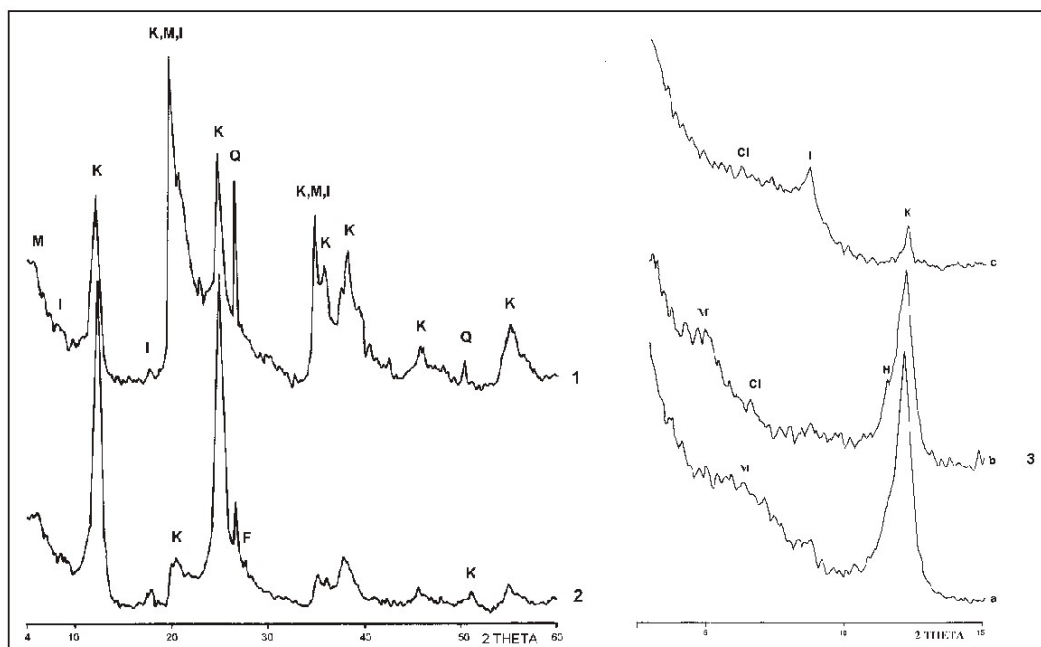
Prilog 1.9.: Rendgenski difraktogrami glinovite frakcije uzoraka iz ležišta Ćirinač i Lazine. a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom, c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/lisun, S - monmorionit, Cl - hlorit.



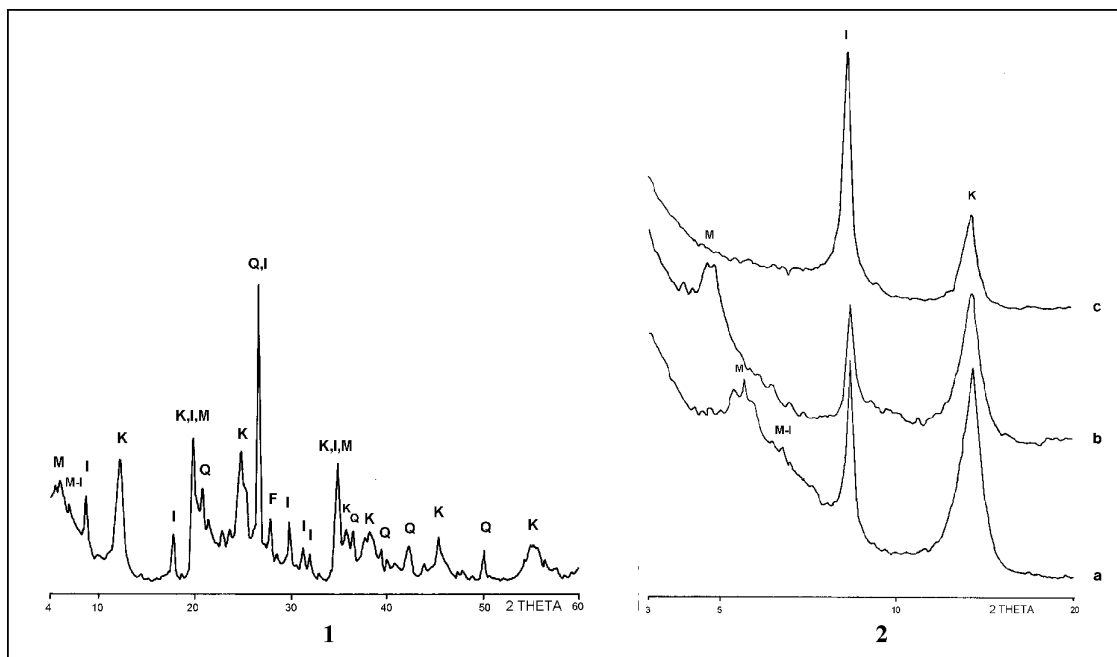
Prilog 1.10.: Rendgenski difraktogrami glinovite frakcije uzoraka iz bušotine B-2/96. a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom, c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/liskun, S - monmorionit, IS - interstratifikovani ilit-monmorionit.



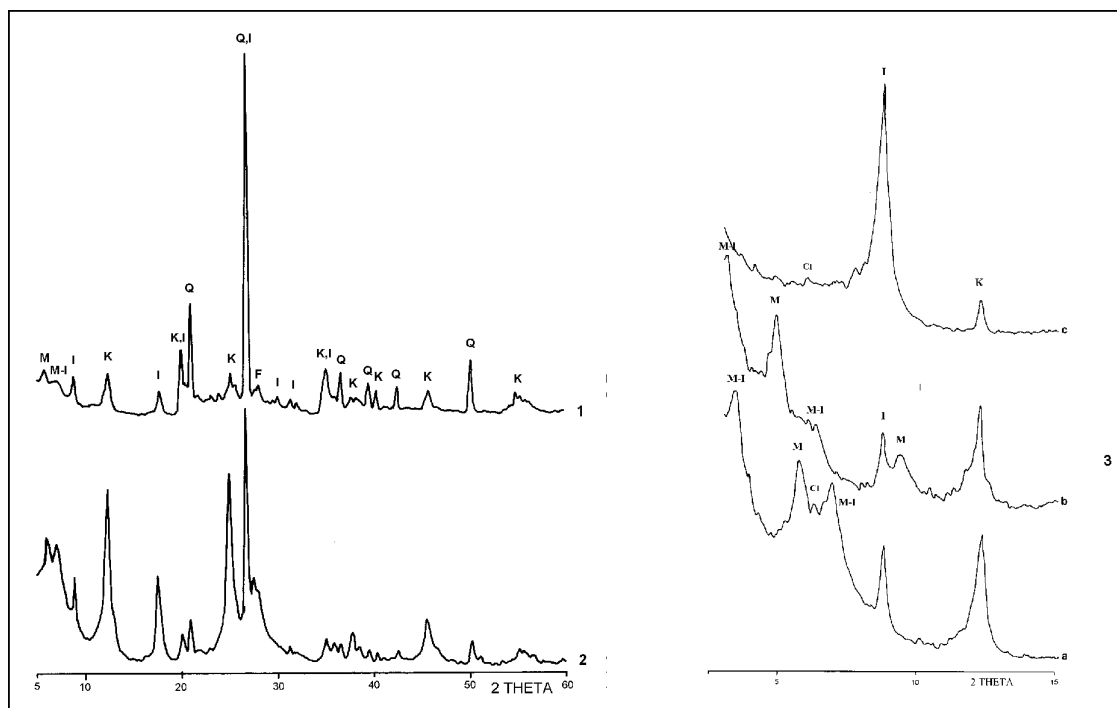
Prilog 1.11.: Rendgenski difraktogrami sivosmeđe vatrostalne gline iz ležišta Rudovci. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/liskun, M - monmorionit, Q - kvarc, F - feldspat, Cl - hlorit.



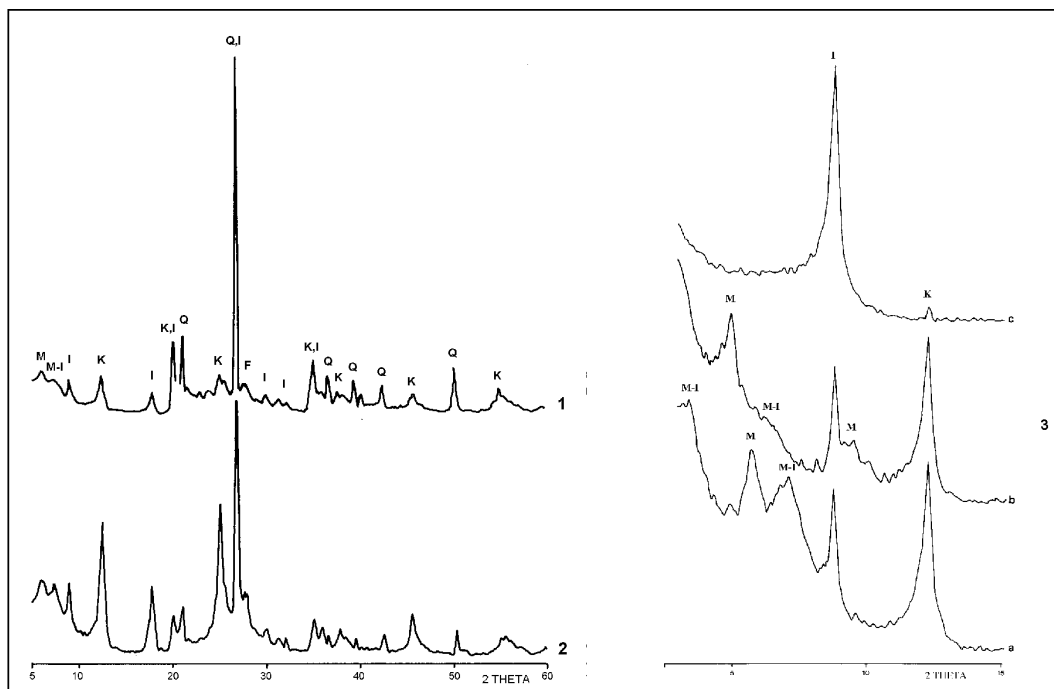
Prilog 1.12.: Rendgenski difraktogrami crne ugljevite vatrostalne gline iz ležišta Rudovci. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/liskun, M - monmorionit, IM - ilit-monmorionit, H - halojzit, Q - kvarc, F - feldspat, Cl - hlorit.



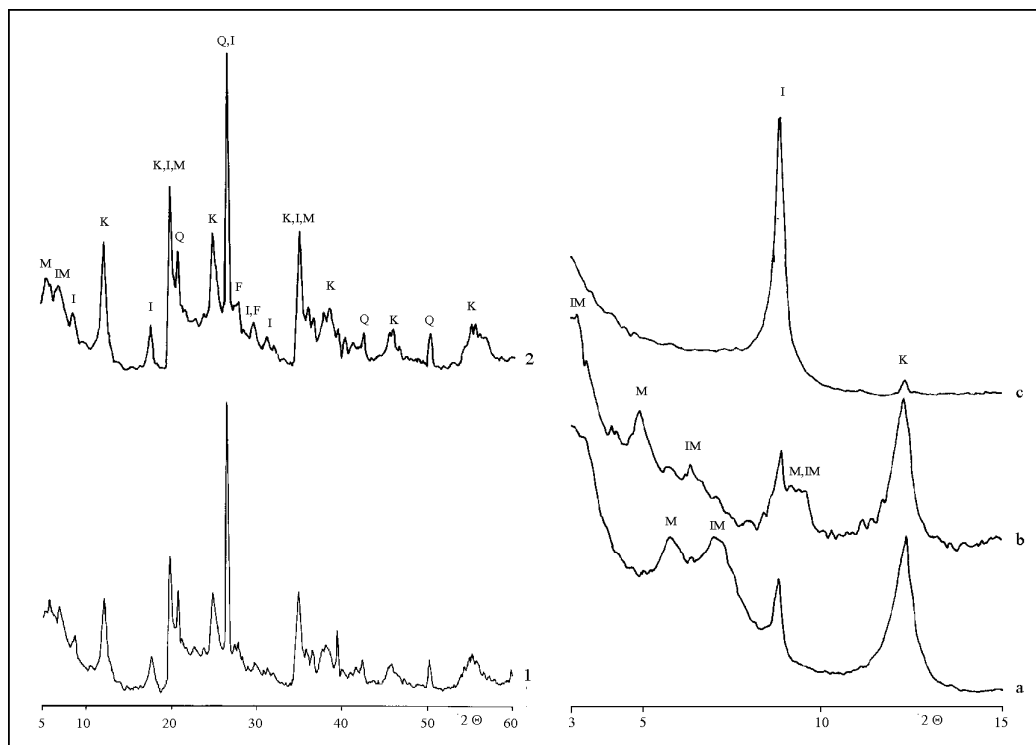
Prilog 1.13.: Rendgenski difraktogrami rovnog uzorka keramičke gline iz polja "B" (1) i glinovite frakcije istog uzorka (2). a - orijentisani netretirani preparat; b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit; I - ilit/liskun; M - monmorionit; M-I interstratifikovani mineral; Q - kvarc; F - feldspat.



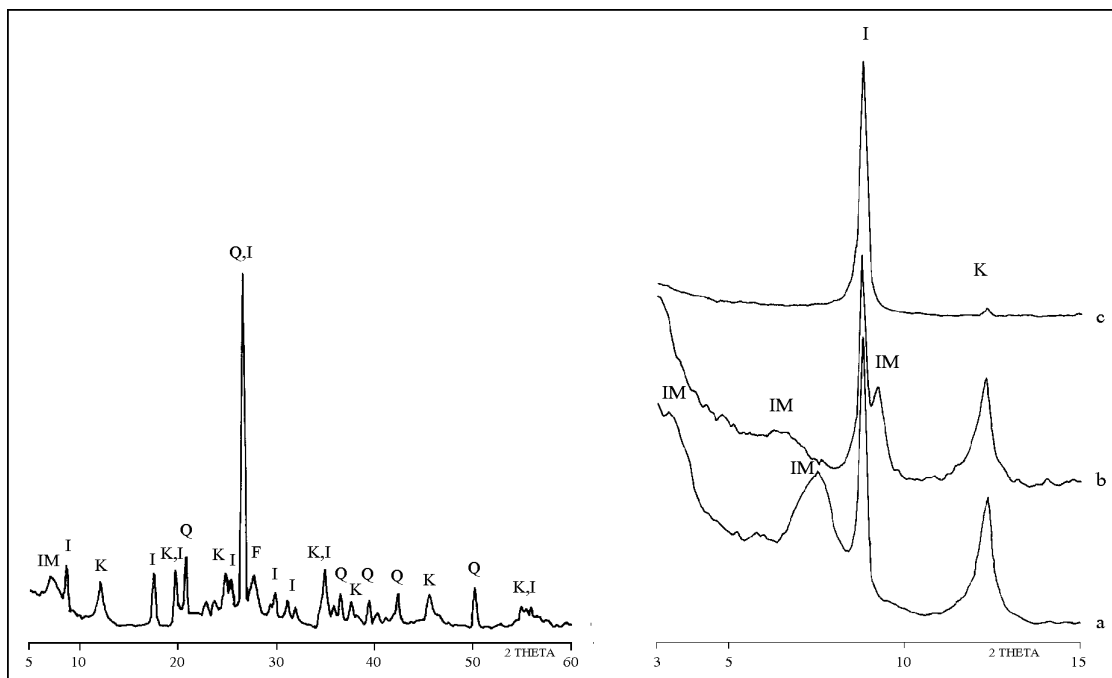
Prilog 1.14.: Rendgenski difraktogrami "tamne" gline iz ležišta Jovanovića brdo. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/liskun, M - monmorionit, M-I - interstratifikovani mineral gline, Q - kvarc, F - feldspat, Cl - hlorit.



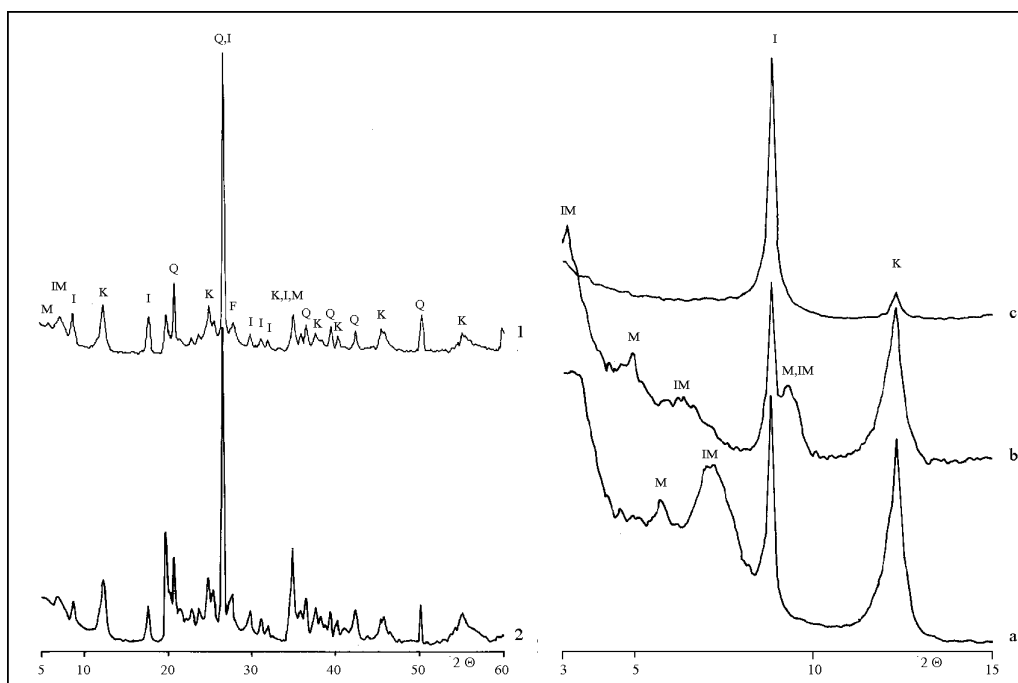
Prilog 1.15.: Rendgenski difraktogrami sivobeke gline iz ležišta Jovanovića brdo. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/liskun, M - monmorionit, M-I - interstratifikovani mineral glina, Q - kvarc, F - feldspat.



Prilog 1.16.: Rendgenski difraktogrami sivobeke masne gline iz ležišta Matića brdo. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/liskun, M - monmorionit, IM - interstratifikovani mineral glina, Q - kvarc, F - feldspat.



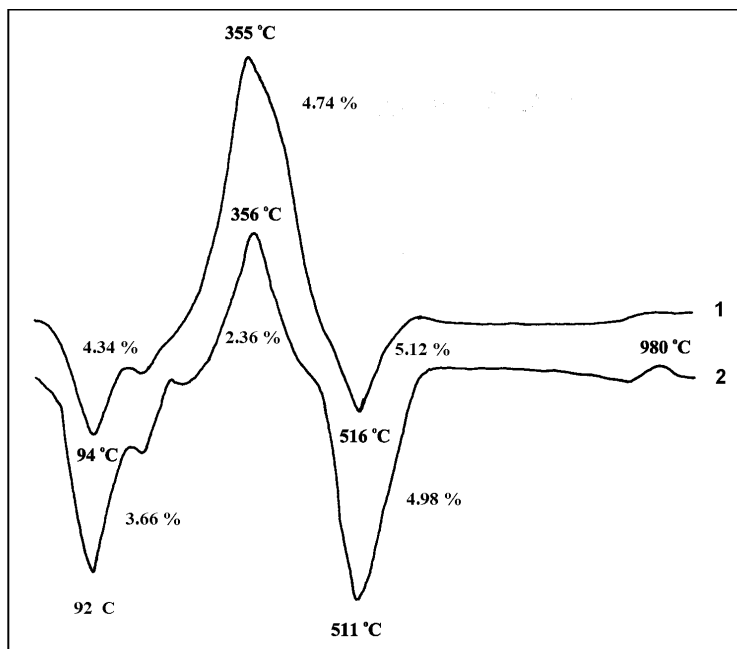
Prilog 1.17.: Rendgenski difraktogrami sivobeke peskovite gline iz ležišta Matijača brdo. 1. Glinovita frakcija; 2. glinovita frakcija: a - orijentisani netretirani preparat; b - preparat zasićen glicerinom; c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/liskun, IM - interstratifikovani mineral glina, Q - kvarc, F - feldspat.



Prilog 1.18.: Rendgenski difraktogrami sivobeke sa ljubičastom nijansom gline iz ležišta Bele Vode. 1. Rovni uzorak; 2. glinovita frakcija; 3. glinovita frakcija: a - orijentisan netretiran preparat, b - preparat zasićen glicerinom i c - preparat žaren na 450 °C. K - kaolinit, I - ilit/liskun, M - monmorionit, IM - interstratifikovani mineral glina, Q - kvarc, F - feldspat.

REZULTATI PROUČAVANJA KAOLINITSKIH GLINA DIFERENCIJALNO-TERMIČKOM I TERMOGRAVIMETRIJSKOM ANALIZOM

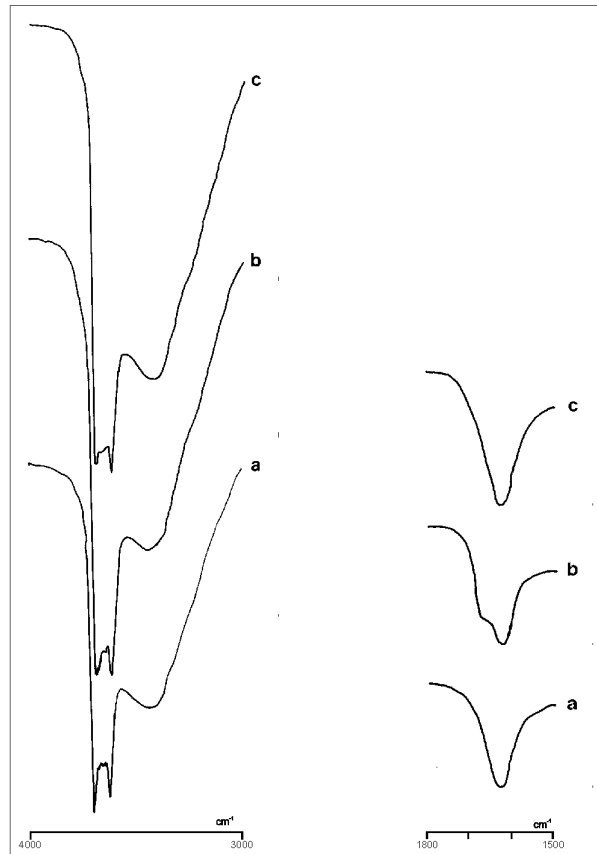
PRILOG 2



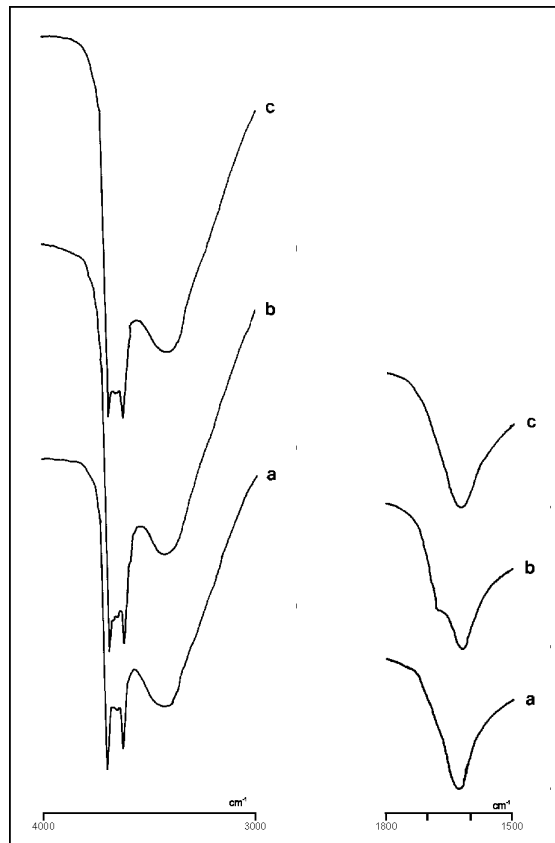
Prilog 2.3.: DT dijagram rovnih uzoraka tamne i sivobeke keramičke gline iz ležišta Jovanovića brdo sa gubicima težine (u %). 1. Tamna glina, 2. sivobela glina.

**REZULTATI PROUČAVANJA KAOLINITSKIH GLINA
METODOM INFRACRVENE SPEKTROSKOPIJE**

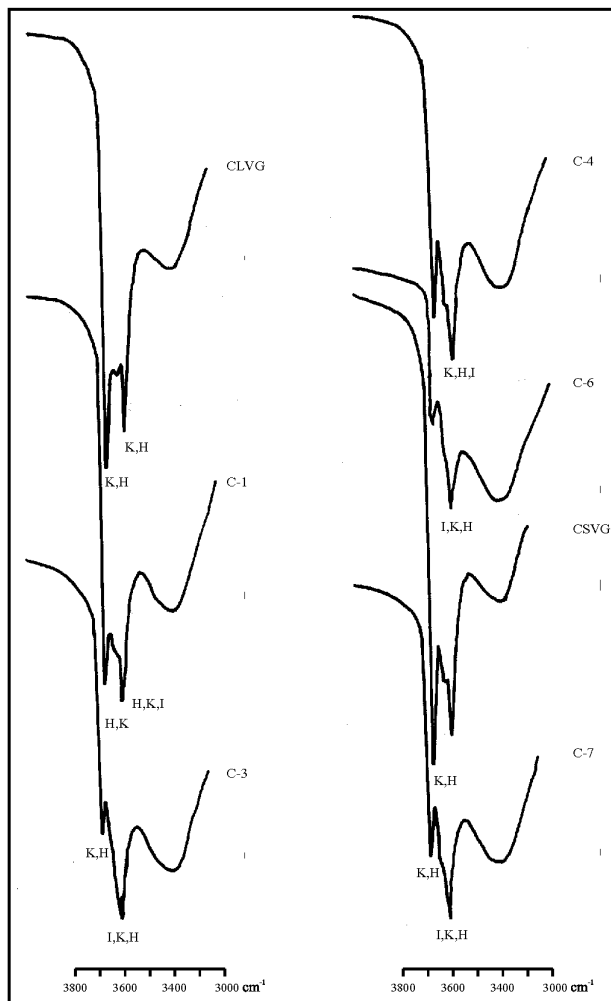
PRILOG 3



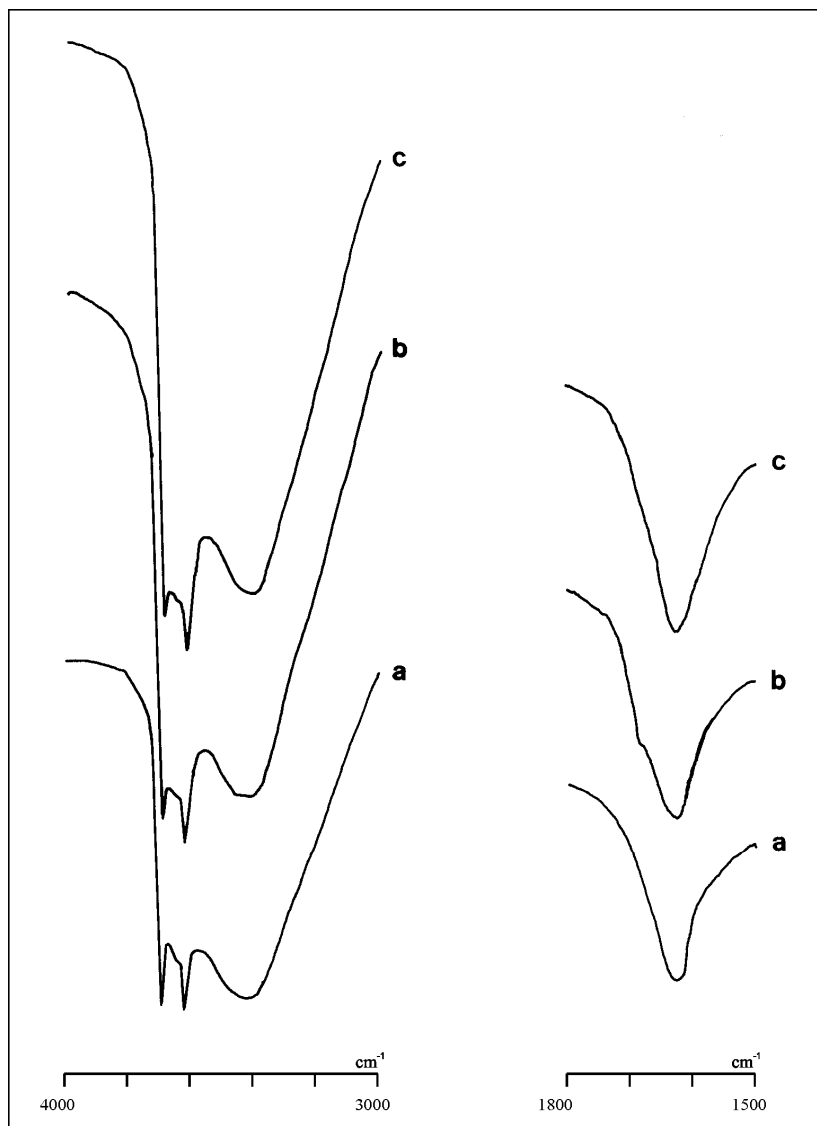
Prilog 3.1.: Infracrveni spektar laminirane gline ležišta Ćirinac. a - netretiran uzorak; b - uzorak zasićen formamidom, c. uzorak zasićen formamidom i sušen.



Prilog 3.2.: Infracrveni spektar crne ugljevite gline ležišta Lazine. a - netretiran uzorak; b - uzorak zasićen formamidom, c - uzorak zasićen formamidom i sušen.



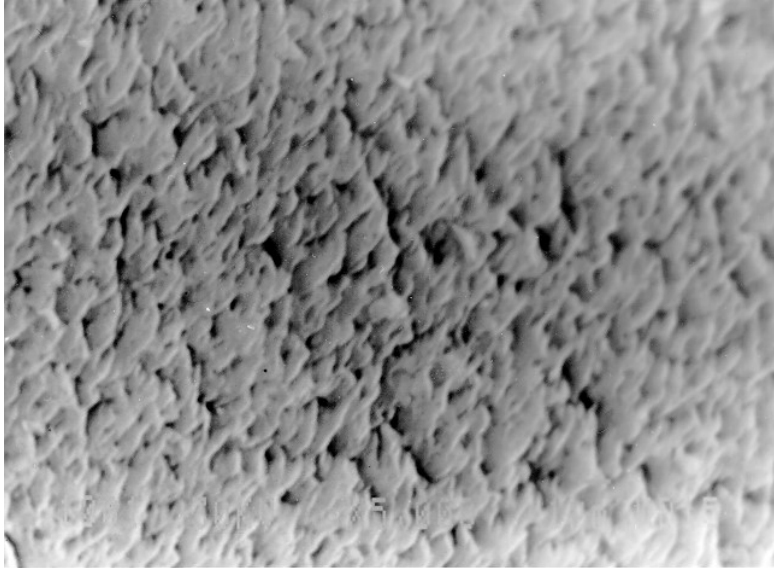
Prilog 3.3.: Infracrveni spektri uzoraka glina iz ležišta Čirina.
K - kaolinit; I - ilit; H - halojzite.



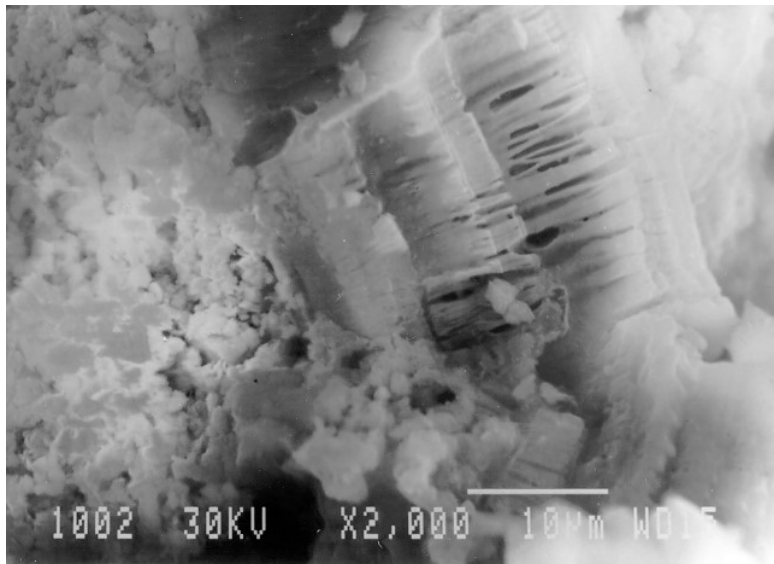
Prilog 3.4.: Infracrveni spektri uzorka glinovite frakcije crne ugljevite vatrostalne gline iz ležišta Rudovci. a - netretiran uzorak; b - zasićen formamidom 1h; c - sušen zasićeni uzorak.

REZULTATI PROUČAVANJA KAOLINITSKIH GLINA NA SKANIRAJUĆEM ELEKTRONSKOM MIKROSKOPU

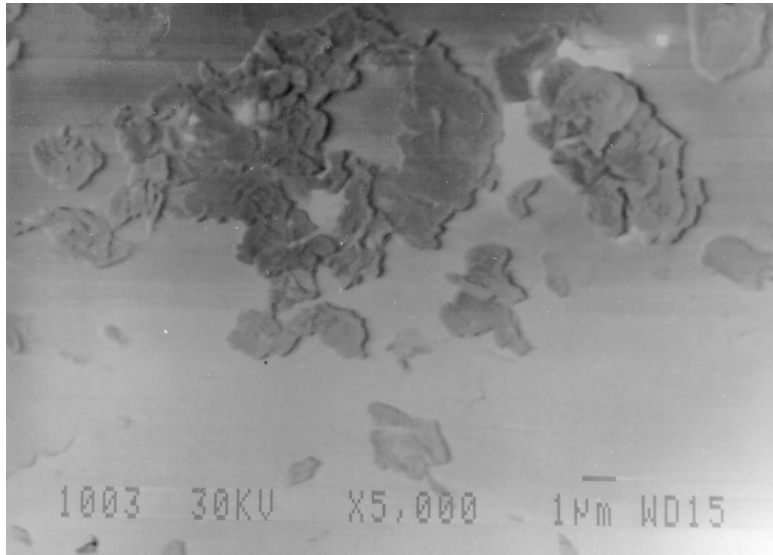
PRILOG 4



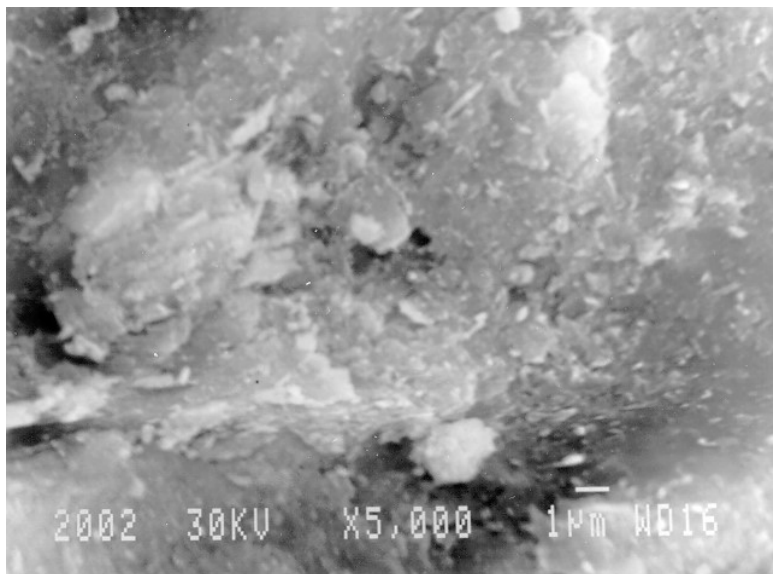
Fotografija 1001: Kaolin iz ležišta Garaši, kaolinit u obliku jasno izraženih čestica paralelne orijentacije, iskristalisao najverovatnije u šupljini, ili po feldspatu.



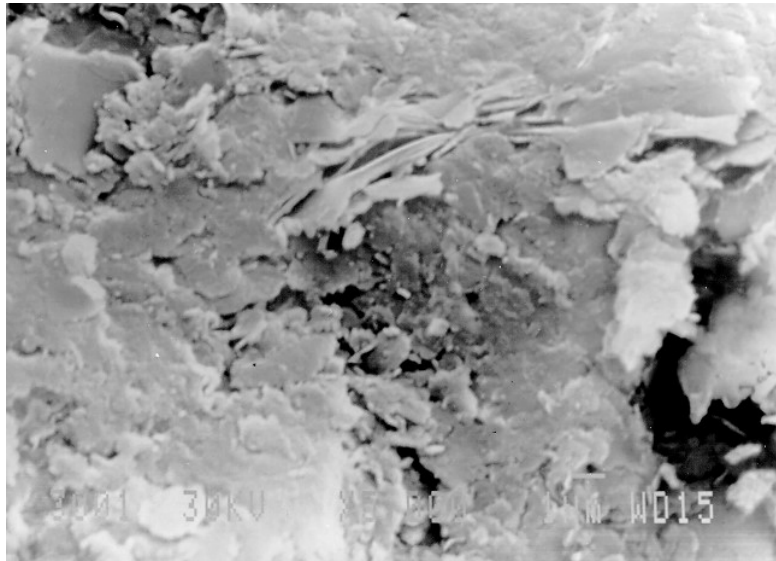
Fotografija 1002: Kaolin iz ležišta Garaši, kaolinit i delimično alterisani feldspat.



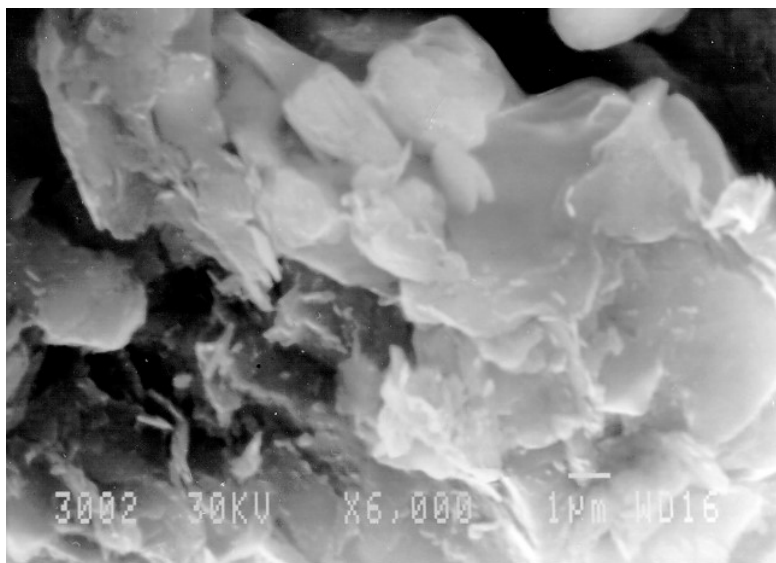
Fotografija 1003: Kaolin iz ležišta Garaši, slabo iskristalisali mikroagregati kaolinita na ljuspi liskuna.



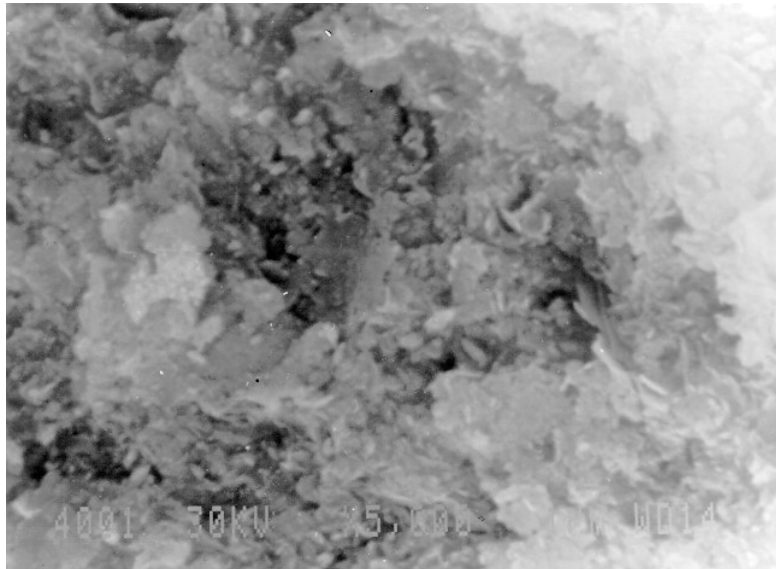
Fotografija 2002: Laminirana glina iz ležišta Ćirinac, sitne čestice kaolinita generalno paralelne orijentacije.



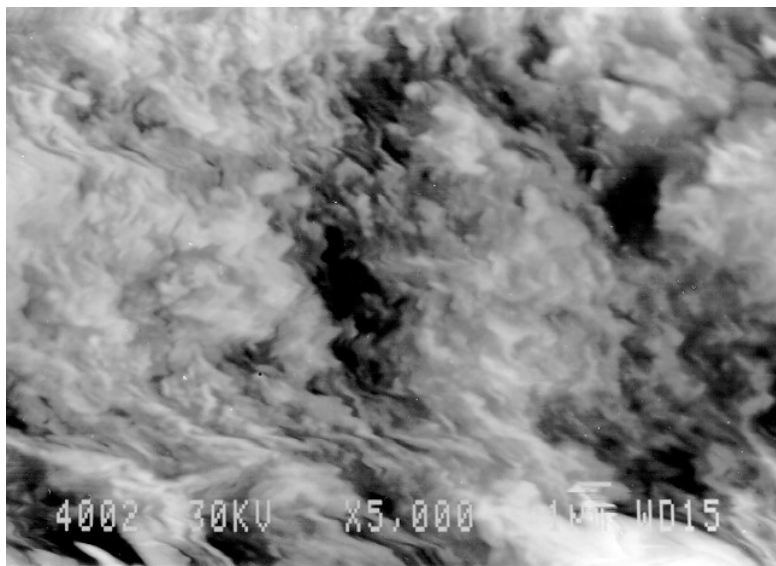
Fotografija 3001: Peskovita keramička glina iz ležišta Košarno, kaolinit sa izduženim česticama ilita/liskuna.



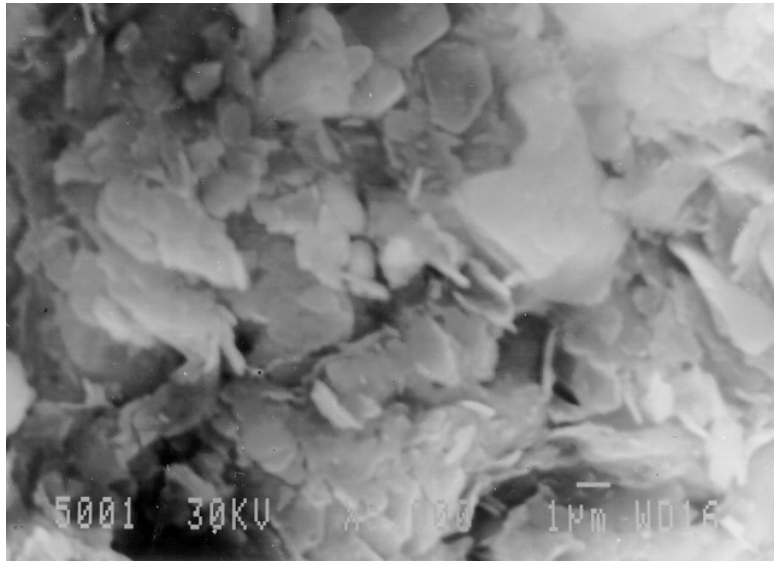
Fotografija 3002: Peskovita keramička glina iz ležišta Košarno, lepo iskristalisale autigene čestice gline u mikropukotini stene, najverovatnije kaolinit.



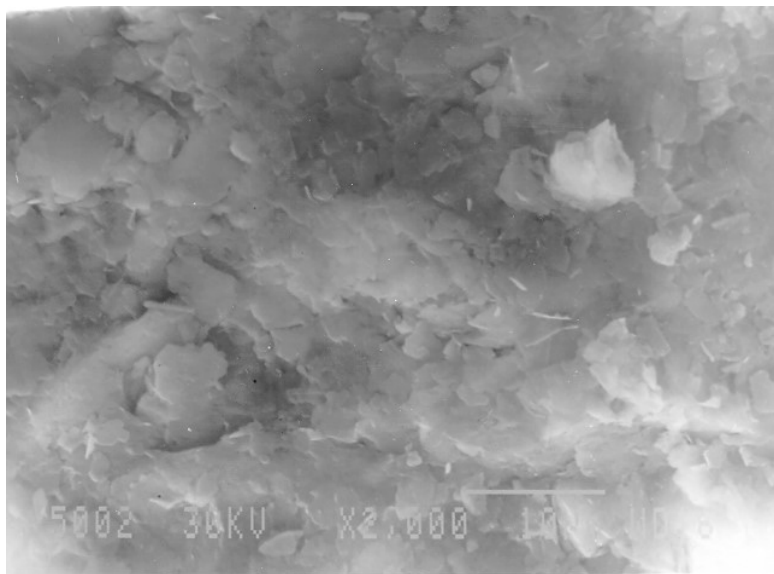
Fotografija 4001: Sivosmeđa glina iz ležišta Rudovci, kaolinit, paralelno slojevitosti.



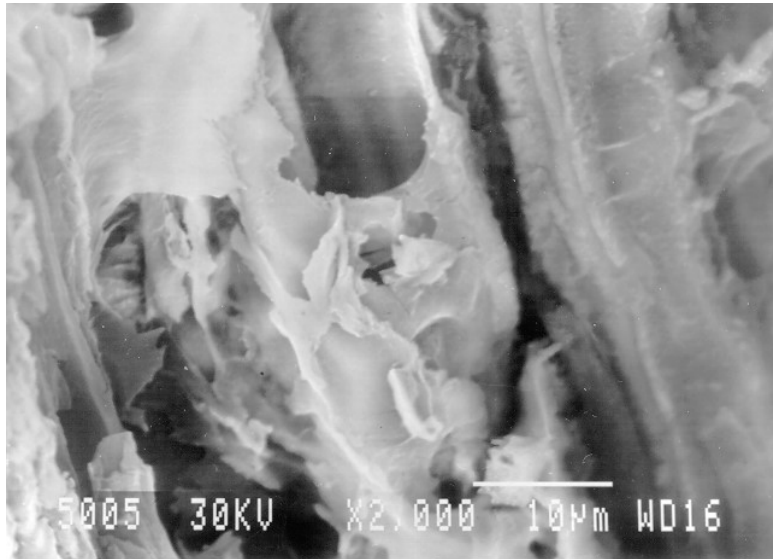
Fotografija 4002: Sivosmeđa glina iz ležišta Rudovci, kaolinit, upravno na slojevitost, sa karakterističnom "vrtložastom" strukturom (swirl-pattern).



Fotografija 5001: Svetlosiva keramička glina iz ležišta Jovanovića brdo, kaolinit nepravilne orijentacije čestica.



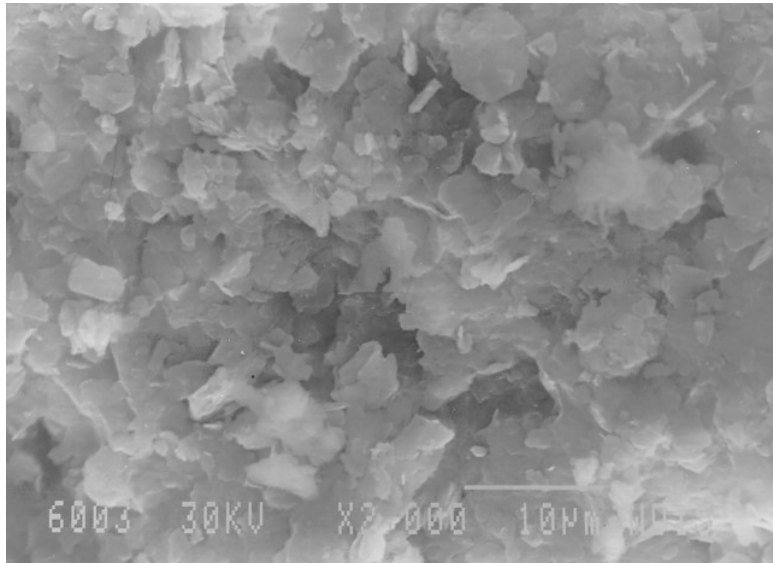
Fotografija 5002: Svetlosiva keramička glina iz ležišta Jovanovića brdo, ilitska osnova sa česticama kaolinita, generalno paralelne orijentacije čestica, sa retkim pritkastim česticama interstratifikovanog ilit-monmorionita.



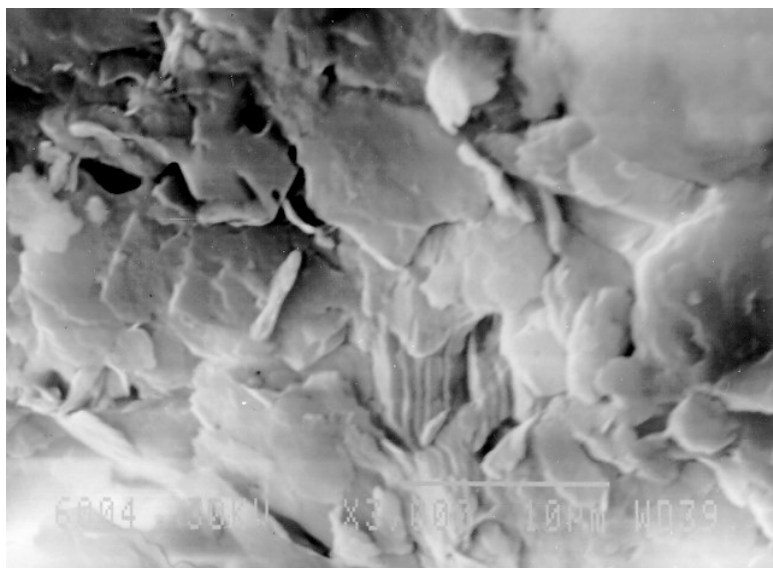
Fotografija 5005: Svetlosiva keramička glina iz ležišta Jovanovića brdo, ekspanzirani i "iscepani" mikroagregati monmorionita.



Fotografija 5006: Svetlosiva keramička glina iz ležišta Jovanovića brdo, fragmenat organske materije u ilitskoj osnovi.



Fotografija 6003: Keramička glina iz ležišta Bele vode, kaolinit i ilit sa retkim pritkastim ilit-monmorionitom; tipičan izgled uzoraka te gline.



Fotografija 6004: Keramička glina iz ležišta Bele vode, ilit (levi deo uzorka) i kaolinit (desni deo uzorka). U centralnom donjem delu uzorka najverovatnije zрно delimično alterisanog feldspata. U gornjem levom uglu najverovatnije monmorionit ili ilit-monmorionit sa tipičnim slabo izraženim i difuznim ivicama.