Porijeklo granita i njihovi geodinamski okoliši

Matijašević, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2009

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:484856

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO- MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

PORIJEKLO GRANITA I NJIHOVI GEODINAMSKI OKOLIŠI

THE ORIGIN OF GRANITES AND THEIR GEODYNAMIC ENVIRONMENT

SEMINARSKI RAD

Luka Matijašević
Preddiplomski studij Znanosti o okolišu
Udergraduate Study of Environmental Sciencies
Mentor: prof. dr. sc. Dražen Balen

Zagreb, 2009.

SADRŽAJ:

1. UVOD 2
2. NOMENKLATURA GRANITOIDA 2
3. GRANITOIDNI TIPOVI 3
4. PORIJEKLO MAGME I GRANITOIDNI TIPOVI 6
5. PETROGENETSKA PODJELA GRANITNIH STIJENA 8
6. GEODINAMSKI OKOLIŠ GRANITOIDA 9
7. GRANITOIDNI TIPOVI PREMA WILSONOVU CIKLUSU 10
7.1 Kontinetalna napetost i riftovi 10
7.2 Srednje oceanski hrptovi 11
7.3 Subdukcijska zona i vulkanski lukovi 11
7.4 Subdukcijska zona i aktivni kontinentalni rub 12
7.5 Kolizija dvije kontinentalne ploče 12
7.6 Postkolizijsko uzdizanje 13
7.7 Završetak erozije i početak novog ciklusa 13
8. GRANITOIDI KAO MARKERI GEODINAMSKE EVOLUCIJE 14
9. ZAKLJUČAK 15
10. LITERATURA 16
11. SAŽETAK 17
12. SUMMARY 17

1. Uvod:

U seminaru se objašnjava kako se unaprijedilo i povezalo podatke i raznovrsne podjele koje su do danas izostavljane ili nisu bile u mogućnosti povezati sve parametre pri razlikovanju tipova granitnih stijena.

Granitne stijene ili granitoidi tj. magmatske stijene koje generalno sadrže kvarc i dvije vrste feldspata, pokazuju veliku raznolikost zbog raznolikosti njihova porijekla, izvora, daljnje geneze i evolucijskih procesa, položaja na različitim strukturalnim nivoima i pod različitim tektonskim režimima u posebnim geodinamskim okolišima. Danas u literaturi se izlaže oko 20 petrogenetskih podjela granitoida, a iz njihove usporedbe uspostavljena je sintetička klasifikacija. Ova klasifikacija se ne koristi u velikoj mjeri zbog kompleksnosti kriterija, nedostatka jasnog razlikovanja među tipovima, nazivlja (inicijali) koji se koriste za određivanje tipova i također jer veza između granitoidnih tipova i geodinamskih okoliša nije bila dostatno razrađena. Ovdje su granitoidi podjeljeni u nekoliko tipova, prvenstveno prema kriterijima nalazišta kao što su mineraloški i petrografski parametri, te prema kemijskim i izotopskim značajkama. Inicijali koji se koriste za određivanje svakog tipa odražavaju tipične AFM minerale i kemijske značajke, a podrijeklo i petrogeneza se raspravljaju do svakog detalja. Svaki geodinamski okoliš je povezan više prostornim i vremenskim vezama granitoidnih tipova nego pomoću najučestalijeg granitoidnog tipa.

Granitoidi su podjeljeni u nekoliko tipova prema njihovim mineralnim sklopovima kao i prema nalazištu, te petrografskim kriterijima i položaju. Kemijski i izotopni podaci su potom korišteni za grupiranje tipova istog porijekla: peraluminozni granitoidi koji potječu iz kore, toleitični i alkalni granitoidi koji potječu iz plašta i kalcijsko- alkalne granitoide mješanog porijekla s različitim udjelima elemenata kore i plašta. Podjelu završavamo sa usporedbom predložene tipologije sa 20 najčešće korištenim genetskim klasifikacijama granitoida.

U drugom dijelu rada, granitoidni tipovi se povezuju s geodinamskim okolišima. Cilj je uporaba dobro tipiziranih i datiranih granitoidnih tipova kao indikatore geodinamskih okoliša, a u nekim slučajevima i kao tragove geodinamske evolucije. Pošto su granitne stijene glavna komponenta kontinentalne kore moguće je zaključivati, iz porijekla i evolucije granitoida, važnost geneze i recikliranja kont. kore u različitim geodinamičkim okolišima.

2. Nomenklatura granitoida

Prvenstveno potrebno je razlikovati čisto deskriptivne od genetičkih tipologija. Deskriptivne tipologije omogućuju petrolozima određivanje preciznog imena granitnim

stijenama, a baziraju se na mineralnom sastavu ili oblicima, ili na kemijskim kompozicijama i normama granitoidnih uzoraka. Pošto se u plutonskim stijenama minerali lako mogu razaznati i oblici granitoida mogu brzo razlučiti, deskriptivnoj tipologiji, utemeljenoj na prisutnosti glavnih svjetlih minerala (kvarc, plagioklas i alkalni feldspati) i na njihovom relativnom obilju, daje se prednost. Stoga trenutno većina geologa širom svijeta koristi deskriptivnu tipologiju koju je sastavila IUGS komisja.

3. Granitoidni tipovi

Kada su granitoidne stijene dobro definirane i sa preciznim imenom, tada je važno razmotriti njihove AFM mineralni sustavi njihova nalazišta, petrografske i smještajne podatke.

Tablica 1. Osnovni mineralni sastav unutar glavne podjele tipova granitoida.[1]

MINERALI		MPG	CPG	KCG	ACG	RTG	PAG
Biotit		x	xxx	xxx	xx	x	xx
Muskovit		xxx	x	x	o	o	x
Kordierit		o	xx	o	o	o	o
Sil.- And		o	x	o	o	o	o
Amfibol		o	o	x	xxx	xxx	alk. amf
Pyroksen		o	o	o	xx	xx	alk. pir
Apatit		xxx	xxx	xx	xx	xx	xx
Cirkon		x	xx	xxx	xxx	xxx	xxx
Monazit		x	x	o	o	o	o
Granat		xx	x	o	o	o	x
Turmalin		xxx	xx	o	o	o	o
Alanit		o	x	xx	xx	x	xx
Titanit		o	o	xx	xxx	x	x
Ilmenit		x	x	x	x	x	xx
Magnetit		o	o	x	xx	xx	xx
Plag.- An%		0- 20	15- 40	15- 30	20- 50	20-50	0- 10

Prisutnost: o- nema, x- rijetko, xx- često, xxx- obilno

Biotit i akcesorni apatit i cirkon su prisutni u različitim količinama u većini granitoida (Tablica 1.). Muskovit može biti dodatak mnogim tipovima granitoida, ali velike plohe primarnog i zonarnog muskovita su obilne samo u jednom pojedinačnom tipu (MPG). Ovi svjetli, muskovitom bogati, leukograniti ili dvo- tinjčani graniti često sadrže turmalin, granat i monacit. Oni su najčešće intruzivni i jako rijetki u enklavama. Gdje prisutne, enklave su najčešće ksenoliti domaćinske stijene ili fragmenti margina, rijetko sa restitima. Izuzetni dvo-

[1] Preuzeto i prevedeno prema BARBARIN, B. (1999.).

tinjčani graniti mogu biti smješteni u metamorfnoj stijeni i tada sadržava restite kao enklave, najbolji primjeri su himalajski leukograniti (Manaslu) i dvo- tinjčani graniti hercinskog pojasa zapadne Europe.

Kordijerit sa silimanitom, rjeđe andaluzitom i manjim količinama primarnog muskovita su svojstveni drugom tipu granitoida (CPG). Kordijerit može biti prisutan do obilan i najčešće se pojavljuje kao male idiomorfne prizme i još češće kao noduli koji se sastoje od kordijerita i kvarca. Biotitom bogati kordijeritni graniti i granodioriti također sadrže turmalin, granat i monacit (Tablica 1.). Ove stijene su intruzivne ili su duboko smještene. Enklave sastavljene ostatcima tinjaca ili enklave tamnih (mafičnih) mikrogranula su obilne tamo gdje su graniti ukorjenjeni u stijenama visokog stupnja metamorfoze ili stijenama gdje su pridružene čineći anatektičke komplekse. Kao primjer S-tip granitoida bogatih kordijeritom u Lachlan Fold Belt u JI Australiji, te siromašni, kordijeritni, K- feldspatni, porfirni graniti i granadioriti iz hercinskog pojasa francuskog centralnog masifa.

Tablica 2. Podjela prema nalazištu i petrografiji unutar granitoidnih tipova. M.E.- mikrogranularne enklave.[2]

PETROGRAFIJA		**MPG**	**CPG**	**KCG**	**ACG**	**RTG**	**PAG**
Petrografski tipovi		Leukograniti (Graniti)	(Leukograniti) Graniti Granadioriti (Qz dioriti)	(Leukograniti) Graniti Granadioriti Qz dioriti	(Graniti) Granadioriti Tonaliti Gabro	Plagiograniti Trondjehemiti Tonaliti Gabro	Alk. graniti Alk. sijeniti Sijeniti Graniti (Gabro) (Anortoziti)
Pridružene stijene							
Metamorfne		o	Migmatiti anateksiti	o	o	o	o
Magmatske		o	o	Kisele lave (Tufovi)	Andeziti i daciti	Olivinski toleiti	Alkalne lave
Mafične		o	o	Qz dioriti Gabro (Apiniti)	Gabro (u velikim količinama)	Gabro (u velikim količinama)	Gabro (u velikim količinama)
Enklave							
Ksenoliti		x	o-x	x	x	x	x
Restiti		x	xxx	o	o	o	o
Felsični M.E.		x	o-x	x	x	x	x
Mafični M:E.		o	x	xxx	xxx	xxx	x
Procesi diferencijacije		Frakcijska kristalizacija	Frakcijska kristalizacija ili nemješanje restita	Frakcijska kristalizacija i mješanje magme	Snažna frakcijska kristalizacija i mješanje magme	Ekstremna frakcijska kristalizacija	Ekstremna frakcijska kristalizacija i podpovršinske interakcije

Prisutnost: o- nema, x- rijetko, xx- često, xxx- obilno

[2] Preuzeto i prevedeno prema BARBARIN, B. (1999.).

Za razliku od prva dva tipa ostali granitoidi sadrže amfibole, piroksene, te dodatno titanit i magnetit (Tablica 1.). Količina i priroda amfibola varira ovisno o tipovima. Kalcijski amfiboli i tatanit su sveprisutni i ravnomjerno zastupljeni, pirokseni se također pojavljuju, u granadioritima i tonalitima. (ACG). Ksenoliti i svjetle mikrogranularne enklave su česte na margini intruzivnih granitoida. Mafične magmatske enklave su pogotovo obilne i tvore nekoliko metarskih izboja. Nisu zabilježene restitične enklave (Tablica 2.). Granadioriti bogati amfibolima i tonalitima su nagomilani u prostranom batolitu nad kojim se nalazi andezitni vulkan. Poznati su kao kordiljerski ili andski granitoidi, jer su jedna od glavnih sastavnica tih planinskih lanaca, a većina granitoida I- tipa iz već spomenutog Lachlan Fold Belta pripada ACG tipu.

Posebni tip granitoida sadrži samo rijetke amfibole, nešto titanita i bez piroksena. Porfirna struktura K- feldspata je glavno obilježje ovih granita i nešto manje granadiorita, toj tip KCG. Ovaj tip kao i ACG je intruzivan i sadrži ksenolite i svjetle, mikrogranularne enklave. Enklavna uzdignuća su izuzetna, ali rjeđa nego u ACG tipu, pogotovo tamna mikrogranularna, no pojavljuju se čak i restitične enklave (Tablica 2.). Ovi porfirni K-feldspatni i amfibolom siromašni graniti, te ponekad i granadioriti se još zovu i šošonitski, subalkalni granitoidi. Najčešće i pronalazimo udružene sa peraluminoznima granitoidima, kojima obiluje kaledonska plutonska tijela sjevernog Britanskog otočja. No možemo ih pronaći i u hercijanskom pojasu zapadne Europe. Kod klasificiranja težko je odmah razaznati KCG tip od ACG tipa, kao i porfirne K-feldspate CPG tipa od KCG.

RTG tip se pojavljuje kao dajkovi ili mala plutonska tijela unutar oceanske kore, a sačinjen je od plagiogranita, trondjhemita, tonalita i gabra. Zbog svojeg udruživanja sa tamnim, oceanskim stijenama ove stijene, bogate amfibolima i piroksenima, se razlikuju od ostalih tipova. Kao primjer najbolji su ofiolitski kompleksi.

Posljednji tip granitoida također sadrži amfibole i piroksene, koji imaju više natrija, a manje kalcija. PAG ili pertitični alkalno-feldspatni graniti do sijeniti su veoma homogene stijene. Oskudjevaju mafičnim magmatskim enklavama, a rijetke enklave se čak sastoje od ksenolita i felsičnih mikrogranularnih enklava (Tablica 2.). Ovakave stijene su pronađene u Montergian Hills u Kanadi, u White Mountains u SAD-u, na Korzici i dr.

Glavni problem ove podjele se odnosi na granitoide u kojima je biotit jedina AFM faza, stoga je potrebno istražiti cijelo plutonsko tijelo za ostale AFM minerale. No postoji drugačiji pristup ovom problemu i to ako se gledaju granitoidni tipovi, populacija enklava, oblik plutonskog tijela i kemija. Naslage biotita i morfologija cirkona mogu također indicirati tip stijene u kojoj su pronađeni, a obogaćenje aluminijom opada od muskovitnih ili

kordijeritnih granitoida, preko amfibolnih granitoida sve do granitoida sa natrijskim amfibolima i piroksenima. Biotiti iz granitoida s natrijskim mineralima su također uklopljeni u magnezij, a sveprisutni cirkoni u većini granitoida imaju veoma različite morfološke karakteristike.

4. Porijeklo magme i granitoidni tipovi

Sastav eruptivnog biotita zapravo odražavaju sastav magme jer praktično je dokazano da je biotit u konstantnoj ravnoteži sa «domaćinskom» taljevinom, no i drugi AFM minerali ukazuju na sastav stijene pa tako i porijeklo granitoida. Nekolicina petrologa danas još uvijek smatra da većina granitoida nastaje iz kontinentalne kore, pri čemu raznolikost granitoida nastaje zbog raznih komponenti koje se mogu rasotopiti u kontinentalnoj kori, a ne zbog različitog porijekla. No kako objasniti granitoide nastale na području gdje nema kontinentalne kore ili mješavinu materijala nastalih dijelom iz kore a dijelom iz plašta (kordiljerski granitoidi). Stoga postoje tri prihvaćena porijekla: iz kore, iz plašta i mješavina tih dvaju.

Tablica 3. Udjeli glavnih kemijskih elemenata i izotopa unutar granitoidnih tipova.[3]

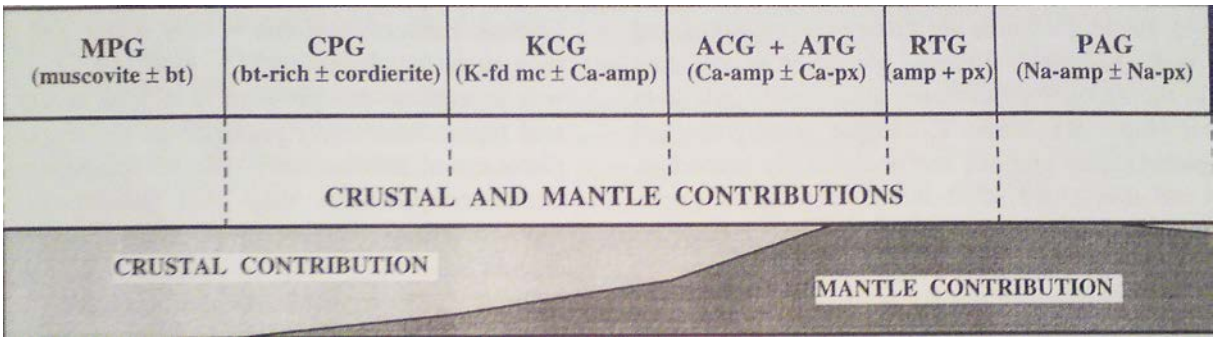
KEMIJA		**MPG**	**CPG**	**KCG**	**ACG**	**RTG**	**PAG**
Indeks aluminija		A≥ CNK		CNK>A>NK			A≤NK
A/ KCN (molarni)		≥1		<1			
Al_2O_3		xxx	xxx	xx	xx	xx	x
CaO		x	x	xx	xxx	xx	x
Na_2O		xx	xx	xx	xx	xxx	xxx
K_2O		xx	xxx	xxx	xx	x	xxx
FeOt+MgO+MnO		x	xx	xx	xxx	xx	xx
$Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Fe^{2+})$		x	x	xx	xxx	xxx	xx
FeOt/(FeOt+MgO)		<0.8	<0.8	0.8- 1.0	<0.8	>0.8	>0.8
$^{87}Sr/^{86}Sr$		.706 do.760	>.708	.706 do .712	.706 do .708	≤ .704	.704 do .712
εNd		-4 do -17	-6 do -9 -	-4 do -9		-	-
δ ^{18}O(‰)		+10do +14	+10 do +13	+5 do +10		-	-
δ ^{34}S (‰)		-12 do +2		+5 do +20		-	-

Udio: x- malen, xx- srednji, xxx- visoki

[3] Preuzeto i prevedeno prema BARBARIN, B. (1999.).

ASI- (aluminium saturation indeks) ili indeks zasićenja aluminijom nam pomaže da pronađene granitoide, prema kemijskom sastavu, rasporedimo po porijeklu jer kora i plašt imaju različiti kemijski «potpis». Tako prema omjeru (Al_2O_3/ [CaO + Na_2O + K_2O]) određujemo je li riječ o peraluminoznima (ASI> 1, potječu iz kore) ili metaluminoznima (ASI< 1) granitoidima. Metaluminozni sastav se još dijeli na kalcijsko- alkalijske (Al_2O_3> Na_2O + K_2O, miješanog porijekla) i alkalne do peralkalne (Al_2O_3≤ Na_2O + K_2O, potječu iz plašta) granitoide.

MPG i CPG tipovi su peraluminozni (potječu iz kore) granitoidi i sadržavaju visok udio Sr_i (Tablica 3.). Kemizam za ova dva tipa također ukazuje na razlike između njih, tako da peraluminozni sastav je u snažnom porastu kako MPG diferencira, dok za CPG snažno opada ili je eventualno u blagom porastu. Restitične enklave, proizvedene taljenjem materijala iz kore, pojavljuju se u oba tipa dok mafične mikrogranularne enklave su svojstvene samo CPG tipu. Prema slici (Slika 1.) možemo vidjeti magma iz plašta također je uključena u nastanak CPG tipa, a dokaz su kemijski, izotopni podaci i prisutnost nedostatnih mafičnih magmatskih enklava. No geneza nije samo kontrolirana porijeklom (izvorom) nego najčešće uvjetima anateksisa kore. Što znači da suhi i mokri AFM minerali se stvaraju tamo gdje je anateksis kore uznapredovao bilo pukotinama i rasjedima (MPG) ili probojima plaštane magme (CPG).



Slika 1. Prikaz 7 granitoidnih tipova sa njihovim AFM mineralnim sastavom i udio kore/ plašta u njihovom nastanku.[4]

PAG tip sadrži jako malo Al_2O_3 i CaO, al je bogat sa Na_2O, K_2O i FeOt, kako je i prikazano u tablici 3. Zbog velikog udjela Sr_i, prema nekim autorima, upitno je porijeklo iz plašta i izotopni «potpis», što zbog kontaminacije elementima iz kore i/ ili što zbog velikih

[4] Preuzeto od BARBARIN, B. (1999.).

postmagmatskih izmjena (Slika 1.). No s obzirom da PAG tip dolazi gdje uopće nema kontinentalne kore nemoguće je pobiti porijeklo iz plašta.

RTG sadrže maleni udio Sr_i (Tablica 3.) i pridruženi su mafičnim stijenama oceanske kore plaštnog porijekla. Njihov afinitet ka toleitnom kemizmu i srazu sa oceanskom korom im je definirao ime, no i ACG tip ima isti afinitet i potječe iz plašta, sa razlikom da se pojavljuje u vulkanskim lukovima i aktivnim kontinentskim granicama gdje biva pridružen ACG tipu. U tablici 1. 2. i 3. ATG nema svoje jedinstven podatke jer je gotovo identičan sa ACG tipom s tima da umjesto granodiorita i granita sadrži tonalite i diorite bogate amfibolima.

KCG i ACG su kalcijsko-alkalijski granitoidi mješanog porijekla, a glavna razlika između njih je u kemijskom sastavu. KCG sadržava malu količinu CaO s velikim udjelom K_2O, dok u ACG CaO je sadržan u većem postotku pod cijenu SiO_2, a udio K_2O ovisi o stupnju diferencijacije. Komponente kore se povezuju sa KCG tipom, a plaštane komponente pronalazimo u ACG tipu.

5. Petrogenska podjela granitnih stijena

Prvotna podjela granitoida je bila bimodalnog tipa, no razvojem petrološke znanosti podjele su postajale kompleksnije, u prosjeku sa sedam tipova sa svojim podtipovima. No tu je nastao problem koji je zasnovan na subjektivnoj deskriptivnoj tipologiji i količini pronađenih uzoraka. Tako tipovi stijena kojih je bilo puno dobivale su svoje podtipove, dok manje zastupljene stijene samo ime ili u potpunosti zanemarene. A podjele nastale u zadnji niz godina su pokušavale povezati petrologiju i porijeklo granitoida gdje je nedostatak dokaza stvorio problem.

Ovdje prikazana podjela je nastala kombinacijom dvadeset najučestalijih podjela u svijetu. Ali najbitinija je podjela prema porijeklu nastanka, na granitoide nastale iz kore, plašta i kombinacijom materijala tih dvaju izvora. Problem je bio kako podjeliti tipove koji su na prijelazu između stijena miješanog porijekla i stijena koje potječu iz kore. Ponuđene su tri opcije: 1. CPG tip tvori kombinaciju tipova sa poprilično različitim granitoidima, kako iz jednog izvora tako i iz drugog. 2. CPG i KCG sadrže obje komponente, ali u različitim omjerima. 3. CPG i KCG se često pojavljuju u istom orogenom pojasu, pa čak i u istom području.

Trebalo je sada pronaći zadovoljavajuću granicu unatar te trostruke podjele po izvorima, pa su tako autori dogovorno napravili razliku između svih sedam spomenutih granitoidnih skupina (MPG, CPG, KCG, ACG, ATG, RTG i PAG).

Postoji i stara podjela koja samo prihvaća porijeklo stijena iz kore, poznata kao *SIMA* tipologija. No danas se ti tipovi svrstavaju u ovu sintetičku podjelu, pa tako većina S- tipa pripada CPG-u i nešto MPG-u, najviše I – tipa spada u ACG i nešto KCG, a A- tip je PAG. Problem je taj što je podjela nastala bazirajući se na geokemijskim podacima, koji mogu biti netočni zbog kemijske podudarnosti, na primjer graniti plaštnog ili mješanog porijekla mogu poprimiti peraluminozni sastav nakon prolaska volatila ili raspada amfibola.

6. Geodinamski okoliši granitoida

Oduvijek postoji tendencija da se tipovi stijena koreliraju sa uvjetima nastanka i njihovim okolišima, pa tako i granitoidni tipovi služe za određivanje tektonskih uvjeta. S obzirom na kompleksnost podjela granitnih stijena postoji problem korištenja kao indikatora za određene geodinamske okoliše. To je moguće samo onda kada je tip granitoida točno određen i datiran, te mora biti u kombinaciji sa strukturnim podacima. Tako se kombinacijom petroloških, strukturalnih i geodinamskih podataka došlo do spoznaje da su različiti tipovi granitoida ovisini o svojim geodinamskim okolišima nastanka. I ako su svi podaci dobro definirani moguće je koristiti taj granitoidni tip kao indikator svojeg okoliša.

Tablica 4. Sastavljeni prikaz u korelaciji između petrogenetskih tipova, njihova porijekla i geodinamskog okoliša.[5]

<table>
<tr><th colspan="2">TIP GRANITOIDA</th><th>PORIJEKLO</th><th>GEODINAMSKI OKOLIŠ</th></tr>
<tr><td>Peraluminozni granitoidi sa muskovitom</td><td>MPG</td><td rowspan="2">IZ KORE
PERALUMINOZNI GRANITOIDI</td><td rowspan="2">KONTINENTALNA KOLIZIJA</td></tr>
<tr><td>Peraluminozni granitoidi sa kordijeritom</td><td>CPG</td></tr>
<tr><td>Kalcijsko- alkalijski granitoidi bogati K</td><td>KCG</td><td rowspan="2">MIJEŠANO PORIJEKLO (KORA+ PLAŠT)
METALUMINOZNI I KALCIJSKO ALKALIJSKI</td><td>TRANZICIJSKI REŽIMI</td></tr>
<tr><td>Kalcijsko- alkalijski granitoidi sa amfibolima</td><td>ACG</td><td rowspan="2">SUBDUKCIJA</td></tr>
<tr><td>Lučni toleitni granitoidi</td><td>ATG</td><td rowspan="3">IZ PLAŠTA
TOLEITINI. ALKALNI I PERALKALNI GRANITOIDI</td></tr>
<tr><td>Toleitni granitoidi srednjo oceanskih hrptova</td><td>RTG</td><td rowspan="2">ŠIRENJE OCEANA ILI UZDIZANJE I RASJEDANJE KONTINENATA</td></tr>
<tr><td>Peralkalni i alkalni granitoidi</td><td>PAG</td></tr>
</table>

U Tablici 4. vidimo kako je povezana sintetička podjela sa njihovim porijeklom i geodinamskim okolišima. Tako primjećujemo da su CPG i MPG smješteni u području

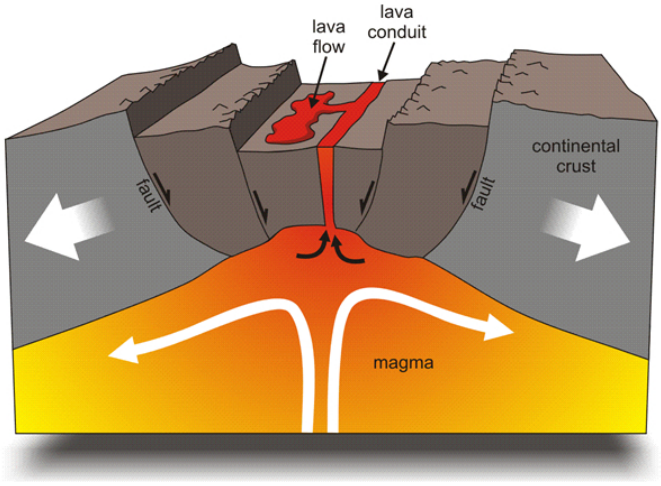
[5] Preuzeto i prevedeno prema BARBARIN, B. (1999.).

zadebljanja kore, tj. u koliziji dviju kontinentskih ploča. U tom procesu CPG tip biva «razvučen» kroz planinski lanac, a MPG je više smješten u transkurentnim rasjedima i pukotinama koje presijecaju tanku koru. KCG kao sljedeći u nizu se može povezati sa više okoliša, stoga se uzima više kao indikator u promjenama režima u samom okolišu. Tako se najčešće pronalazi mirnim razdobljima između kolizijskih događaja ili u prijelazu iz kompresijskog razdoblja u razdoblje velikih napetosti. KCG može biti pronađen u sklopu sa ACG- om i PAG-om. U zonama subdukcije pronalazimo sljedeća dva tipa ACG i ATG. ACG tip tvori velike batolite koji se proteže duž jarka a iznad batolita se nalaze andezitni vulkani koji obiluju ATG tipom granitnih stijena. I što je subdukcijska zona starija to više sadrži ACG granite. I kao zadnje ostale su zone otvaranja oceana koje su obilježene RTG tipom, a PAG dolazi u riftnim zonama.

7. Granitoidni tipovi prema Wilsonovom ciklusu

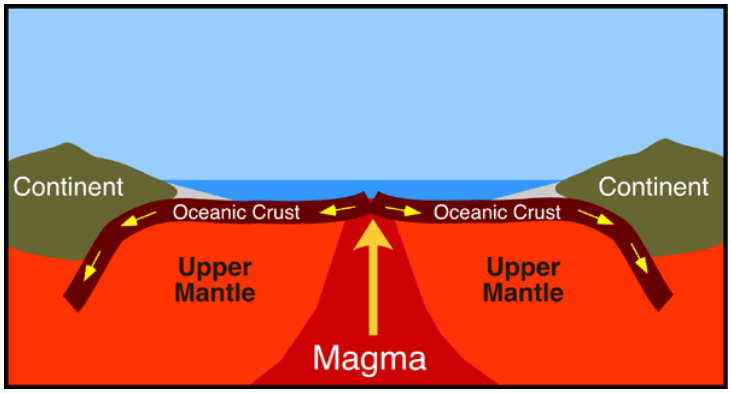
Postoji sedam faza Wilsonovog ciklusa kojima se može pridružiti jedan od spomenutih tipova granitnih stijena

7.1) **Kontinetalna napetost i riftovi**- prvi dio ciklusa počinje sa erozijom kontinentalne kore zbog divergencijskog procesa. Zbog stanjivanja i razdvajanja kore dolazi do stvaranja grebena i uspona plaštne, alkalne magme duž pukotina, koja naposljetku stvara peralkalne i alkalne granitoide (PAG). Recimo permski PAG na Korzici označava završetak hercinske orogeneze i otvaranje Tetisa. Moramo samo uzeti u obzir da ova faza završava čim se krene stvarati oceanska kora.



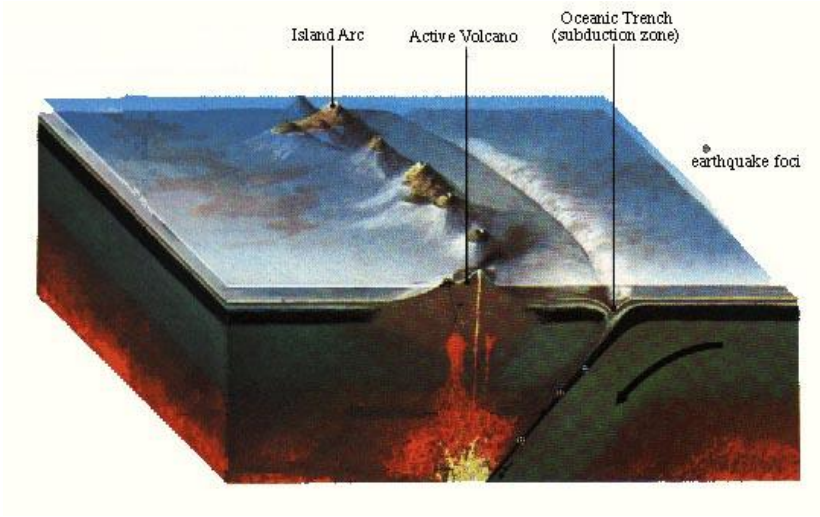
Slika 2. Intrakontinentalne riftne zone

7.2) **Srednje oceanski hrptovi** - plagiograniti ili RTG graniti nastaju unutar oceanske kore i to na način da toleitna plašt na magma biva zarobljena ispod oceanskog hrpta. A krajnji rezultat u obliku RTG granita nastaje ogromnim raspadom komponenata magme. Najčešće se pojavljuju kao siromašne zone u aktivnom oceanskom hrptu.



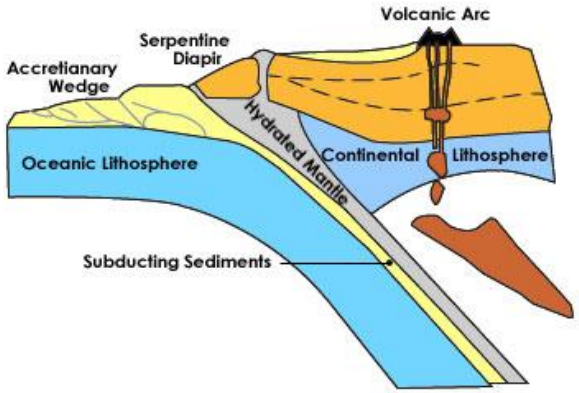
Slika 3. Srednje oceanski hrptovi (ofioliti).

7.3) **Subdukcijska zona i vulkanski lukovi** - ovdje se ponajviše misli na sudar oceanskih kora i subdukcija starije ploče pod mlađu, pri čemu se stvaraju vulkanski otočni lukovi. U njima nastaju tipčne magmatske stijene vulkanskih lukova, a to su kalcijsko- alkalijski dioriti do tonaliti i granodioriti (ACG) s nešto malo toleitičnog gabra i kvarc-monzodiorita (ATG). No oni su uklopljni u druge vulkanske stijene sačinjene od kalcijsko-alkalijskog i toleitinog bazalta s nešto andezita. ACG je obilno zastupljen u području vulkanskih lukova i zajedno sa ATG tipom pridonose stvaranju nove kontinentalne kore.



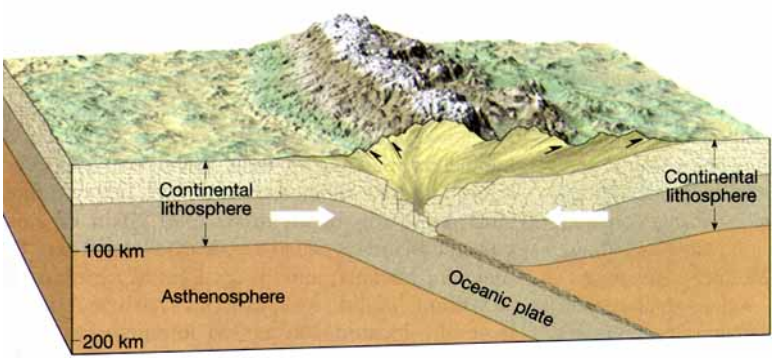
Slika 4. Vulkanski otočni luk.

7.4) **Subdukcijska zona i aktivni kontinentalni rub** - konvergencija oceanske i kontinentalne ploče ponajviše proizvodi kalcijsko- alkalijske tonalite i granadiorite koji sadržavaju malo kalija, a bogati su kalcijem (ACG). Batolit sastavljen od stotine nakupina ACG tipa tvori lanac paralelan sa rubom kontinenta i jarka, dok iznad subdukcijske zone kordiljerni ACG je moguć samo ako se erodira ostatak andezitnog vulkana. Uz spomenuti tip granitoida dolaze ATG koji odijeljen duž jarka gdje počinje kontinentalna kora. Ako se pomičemo prema kontinentu nailazimo na KCG tip koji je granica između ACG- a i PAG- a (nalazi se unutar zalučnog bazena). Iako postoji više tipova zastupljeno na području subdukcijske zone, količina uzoraka ukazuje da ACG tip gotovo homogen i pokazuje koliki utjecaj zapravo plašt ima na stvaranje kontinentalne kore.



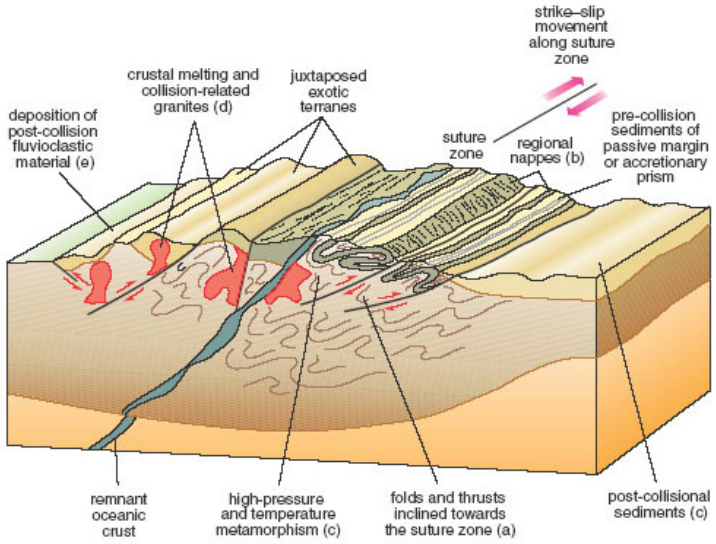
Slika 5. Aktivni kontinentalni rub.

7.5) **Kolizija dvije kontinentalne ploče** - počinje tamo gdje je završila subdukcija oceanske kore pod kontinentalnu. I kad se kontinentalna kora počne taliti dolazi do stvaranja peraluminoznih granitoida. MPG i CPG, uz nešto KCG-a. Tipovi granitoida nisu pravilno raspoređeni duž granice kolizije, nego MPG najčešće pronalazimo unutar pukotina i rasjeda, a CPG tip tvori lakolite ili okruglasta plutonska tijela koja su smještena u stijenama visokog stupnja metamorfoze. Kao što smo već rekli KCG se stvara u «pauzi» između kompresija i napetosti, a peraluminozni granitoidi predstavljaju vrhunac orogeneze.



Slika 6. Kolizijska orogeneza.

7.6) **Postkolizijsko uzdizanje** - nakon kolizije dolazi erozija s kojom dolazi do nakupljanja KCG granitoida, a glavno obilježje im je bijeli ili crveni megakristali K- feldspata koji su razbacani duž cijelog kolizijskog pojasa. Ponekad je ova vrsta granitoida udružena sa PAG granitoidima i to u zalučnim bazenima, te u starim kratonima koji su pod regionalnom napetošću (tenzijama). Također KCG može biti pronađen na mjestu prijelaza između kontinentalne konvergencije ploča u divergenciju istih i na taj način služe kao indikatori velikih promjena u geodinamskom okolišu.

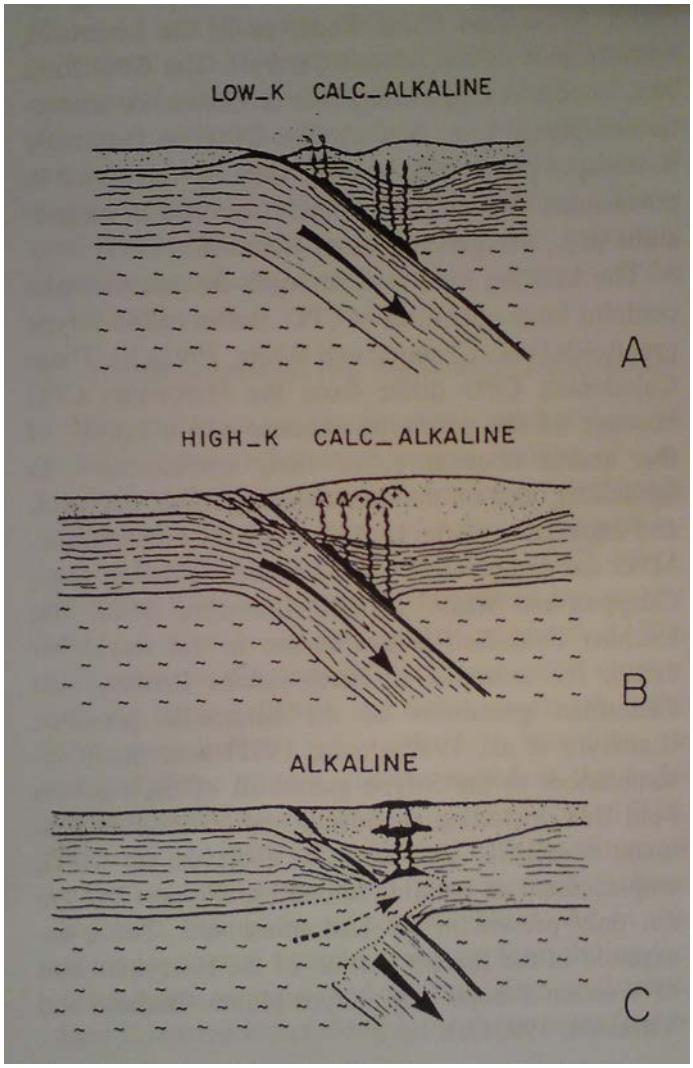


Slika 7. Bivši pojas kolizije.

7.7) **Završetak erozije i početak novog ciklusa** - faza gdje sve ponovno počinje, subdukcije, kolizije i divergencija. S njima dolaze mlađi, ali karakteristični tipovi granitoida koji se sada mogu povezati sa određenim geodinamskim okolišem.

8. Granitoidi kao markeri geodinamske evolucije

Ako imamo geodinamski okoliš u kojem postoji prostorni raspored (zonacija) granitoidnih tipova i ako ima vremenska raspodjela između njih može se zaključiti da slijed granitoida je indikator promjena u samom okolišu. Kao primjer uzet ćemo slučaj iz Adrar des Iforas gdje se vidi vremenski prijelaz iz siromašnih kalijem kalcijsko- alkalijske granitoide (ACG) u kalcijsko- alkalijske granitoide bogate kalijem (KCG), pa sve do prijelaza u alkalijske granitoide (slika 8.).



Slika 8. Model sukcesivne zamjene ACG-a (A), KCG-a (B) i PAG-a (C)[6]

[6] Preuzeto iz BARBARIN, B. (1999.).

9. Zaključak:

Dosad je već spomenuto da je moguće odrediti geodinamski okoliš prema tipu granitne stijene koju pronađemo, no mora se uzeti u obzir da nemože biti definiran samo jednim tipom granita, pogotovo ako se uzme vremenska komponenta. Čak možemo pronaći isti tip granitoida, a da nisu nastali u isto vrijeme, pa može doći do pogreške. Također ako se koristi ova tipologija mora se paziti na tranzicijske tipove koji sadržavaju karakteristike dvaju različitih granitoidnih tipova. Tek poznavajući poveznicu između mineralnih ležišta, petrogenetskih tipova, porijekla magme i geodinamske postave sa točno tipiziranim i vremenski definiranim granitoidima može se obuhvatiti evolucija i razvoj kontinentalne kore kroz geološko vrijeme. A sama tipologija služi kao bazna polaznica za shvaćanje granitoidnih tipova i njihovih geodinamskih okoliša.

10. Literatura:

Barbarin B, 1999. A review of the ralationship between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos 46*, 605- 626.

Internet knjige:

Barrie Clarke D, 1992. Granitoid rocks.-
(http://books.google.hr/books?id=aoGvxa1uvMC&pg=PA211&lpg=PA211&dq=Granitoid+rocks+D.+Barrie+Clarke,1992&source=bl&ots=1kpmgYYw1v&sig=0jzC72owFCSDgod02lkendTpmE&hl=hr&ei=SpStSvueLJi4sgbo6azUBw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3#v=onepage&q=Granitoid%20rocks%20D.%20Barrie%20Clarke%2C1992&f=false)

Migon P, 2006. Granite Landscapes of the World.-
(http://books.google.hr/books?id=xmdDlxBINRMC&pg=PA4&lpg=PA4&dq=Classification+of+granitoids&source=bl&ots=lplYqtdZcQ&sig=4fRHJ3JJCve0LSNq7oA4oN1DVo4&hl=hr&ei=Ca6rSsPDJJOF_AaywfnJBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1#v=onepage&q=Classification%20of%20granitoids&f=false)

Internetske stranice:

http://faculty.plattsburgh.edu/mary.rodentice/courses/petrolpresent/Ch%2018%20Granitoids%20%2707.pdf

http://geology.about.com/od/more_igrocks/a/granitoids.htm

http://www.nsm.buffalo.edu/courses/gly481-581/GranitoidRocks.pdf

11. Sažetak:

Kombinacijom mineralnog sastava, terenskih i petrografskih osobina, te kemijskim i izotopnim karakteristikama, razvijena je sintetička podjela granitoida. Koristeći se starim pristupima i podjelama granitne su stijene podjeljene u sedam skupina koje zadavoljavaju raspoznavanje kako na terenu tako i u daljnjoj laboratorijskoj analizi. Većina tipova su jedinstveni i nose potpis, u obliku sastava u stijeni, s kojim se može razaznati porijeklo bilo iz kore ili plašta. Dobrim definiranjem i svrstavanjem uzoraka moguće je odrediti tip koji onda služi kao marker geodinamskog okoliša. U svakom slučaju ova klasifikacija služi kao novi pristup shvaćanju poveznice između tipova granitoida i geodinamskih okoliša.

12. Summary:

By combining mineral assemblage, field and petrograpichal features, and chemical and isotopic characheristics, synthetic classification of granitoids was developed. This classification is made by putting thogether several older classification, and now it is easier to define and compare field sampling and laboratory results. Most of this types are unique and have a chemical signature that is used for indication of origin, weather if it is from crust or mantle. With good defining and classification of granitoid type we are able to use it as a marker that indicate the geodynamic environment. However, this way of classification is the new way of understanding the link between granitoid types and geodynamc environment.