

KONTAKTNE POJAVE U STIJENAMA KALNIČKOGA GORJA (SZ HRVATSKA)

Maja VRKLJAN, Dunja ALJINOVIĆ i Vesnica GARAŠIĆ

Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: mvrkljan@rudar.rgn.hr

Ključne riječi: Kalnik, Kontaktne pojave, Eruptivne breče, Vapnačke anklave, Klinasto utiskivanje, Reakcijski rubovi u sedimentu, Sinsedimentacijske i/ili postsedimentacijske efuzije

Na području Kalničkoga gorja istraženi su malobrojni kontakti magmatskih i sedimentnih stijena. Neki kontakti imaju elemente tektonizacije. Primarni kontakti su ili bez kontaktnometamorfnih promjena, ili s izraženim promjenama. Na neke kontakte, uz prostorni odnos magmatske i sedimentne stijene, ukazuju i kontaktne pojave u sedimentnim stijenama. Magmačke stijene su u kontaktu sa šejlovima, vapnencima, dolomitima i litičnim grauvakama. Među kontaktnim strukturno-teksturnim i kemijskim pojavama zapažene su izrazito jaka listatost sedimentata s prijelazom u škrljavost, kontaktne eruptivne breče, anklave vapnenaca, klinasto utiskivanje, raspucanost sedimentata, transformacija matriksa, sekundarni sastojci u žilicama i gnijezdima u sedimentnim stijenama, rekristalizacija, dolomitizacija, skarnska parageniza, silicifikacija, hematitizacija i pojava ferokalcita. Navedene pojave ukazuju na sinsedimentacijske i/ili postsedimentacijske višekratne efuzije i plitke intruzije bazične lave. Različito kontaktnih pojava upućuje na različite brzine izlijevanja, količine i temperature lave i različiti stupanj konsolidiranosti sedimentnih stijena.

Key-words: Mt. Kalnik, Contact phenomena, Extrusive breccias, Limestone enclaves, Wedge shaped denting, Reaction rims in sediment, Synsedimentary and/or postsedimentary extrusions

Scarce contacts between magmatic and sedimentary rocks have been investigated on the Mt. Kalnik. Magmatic rocks are in contact with shales, limestones, dolomites and lithic greywackes. Some contacts are characterized by the tectonic nature. The primary contacts are either without contact metamorphic changes, or with them, whereas some contacts are characterized by close space relationship between magmatic and sedimentary rocks and also with contact phenomena in the sedimentary rocks. The observed textural and chemical contact phenomena are the pronounced schistosity of sediments grading to the cleavage, contact extrusive breccias, limestone enclaves, wedge shaped denting, cracked sediments, the transformation of matrix, secondary minerals in veinlets and nests in sedimentary rocks, recrystallization, dolomitization, skarn paragenesis, silification, hematitization and the occurrence of ferrocaltite. Mentioned phenomena point to the synsedimentary and/or postsedimentary repeated extrusions and shallow intrusions of basic lavas. The diversity of contact phenomena indicates variable rates of extrusion, quantity and temperatures of lavas as also different grade of consolidation of sedimentary rocks.

Uvod

Magmačke stijene Kalničkoga gorja zastupljene su pretežito spilitima, a u manjoj količini slabije ili jače izmijenjenim bazaltima, dijabazima, spilit-keratofirima, keratofirima, gabrima i devitificiranom bazaltnom lavom.

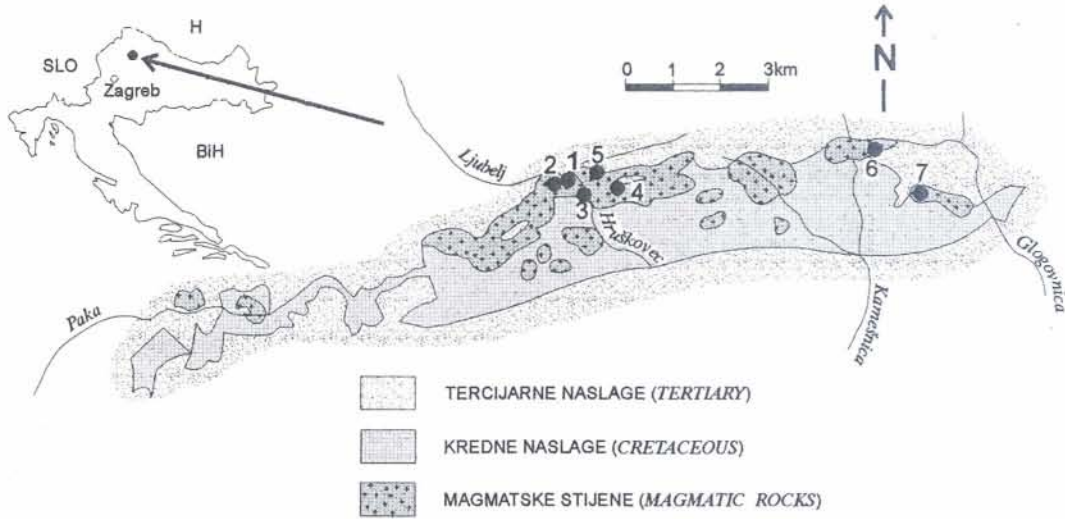
Razmatranje kontakata magmatskih i sedimentnih stijena otežano je zbog tektonskih pokreta koji su na ovom području opisani kao vrlo intenzivni i višekratni tijekom srednjeg trijasa, gornje jure, gornje krede, i na prijelazu krede u paleogen, a slabiji u srednjem pliocenu (Herak, 1960; Šimunić & Hećimović, 1979). Spomenuti tektonski pokreti poremetili su primarne odnose među stijenama, a mladi, gornjopliocenski ili čak pleistocenski pokreti, zamaskirali su starije pokrete. Teren je, također, pokriven humusom i vegetacijom, te je stoga teško ocijeniti oblike i dimenzije magmatskih tijela, te odnose s okolnim sedimentnim stijenama. Izdancima, uronjenima u debeli humusni pokrivač, teško je utvrditi pripadnost jednom eruptivnom tijelu ili zasebnim tijelima. Kontakti su nejasni i zbog površinskog trošenja kojim su stijene duboko zahvaćene i izmijenjene u drobljivi materijal, ili su kontakti mehanički deformirani u smislu kataklaziranja, pa se u zdrobljenoj masi ne može izdvojiti uzorak za mikroskopsko mineraloško-petrografsko istraživanje. U kamenolomu Hruškovec, gdje su magmačke stijene otkrivene na većoj površini, u kontaktu su jako razlomljene stijene različite boje, teksture i strukture.

Terenskim istraživanjima su zapaženi malobrojni kontakti magmatskih i sedimentnih stijena. Na temelju mikroskopskog istraživanja utvrđeni su i opisani kontakti spilita, devitificirane bazaltne lave i keratofira sa šejlovima, karbonatima i pješčenjacima. Kontakti se nalaze u središnjem dijelu Kalničkoga gorja, u kamenolomu Hruškovec u dolini istoimenog potoka, približno 8 km istočno od Novog Marofa, te na istočnom dijelu Kalničkoga gorja, u području potoka Glogovnica (sl. 1).

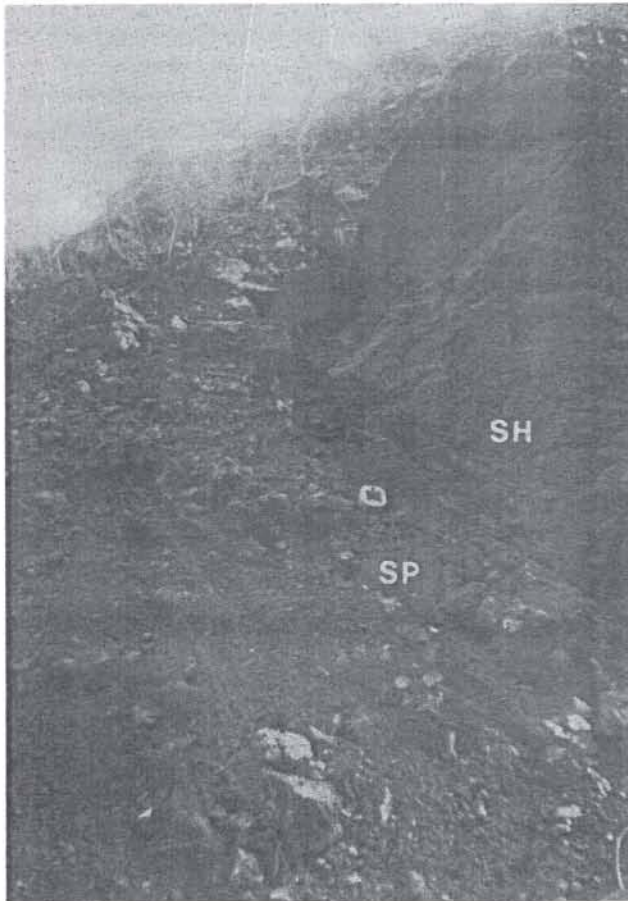
Dosadašnja istraživanja

Prvi radovi o mineraloško-petrografskim svojstvima magmatskih stijena Kalničkoga gorja objavljeni su u drugoj polovici XIX. stoljeća. U njima Vukotinović (1853), Foetterle (1861) i Wolf (1861-62) samo spominju ili primarna nalazišta ili valutice magmatskih stijena. Slijedila su manje ili više detaljna terenska, mikroskopska i/ili kemijska istraživanja magmatskih stijena (Koch, 1905; Gorjanović-Kramberger, 1908; Kišpatić, 1909, 1913; Poljak, 1914, 1942) ali bez dokumentiranih kontakata s okolnim sedimentnim stijenama.

Tek 1974. godine Crnković et al. su opisali niskotemperaturni kontaktno-metamorfni ovaj oko pojave gabra u sjeverozapadnom dijelu Kalničkoga gorja, u blizini kamenoloma Hruškovec. Uočili su strukturne promjene u gabru, uzrokovane hlađenjem plitko intrudirane magme, odnosno niskotemperaturne kontaktno-metamorfne promjene u okolnim sedimentima. Autori navode da je gabro okružen krednim naslagama, pretežito pelitnim sedimentima, te smeđezelenkastim pješčenjacima i laporima. U samom gabru razlikuju rubnu zonu tipične porfirne strukture koja prema središnjem dijelu masiva prelazi u izrazitu ofitnu strukturu, dok je samo središte masiva karakterizirano izrazito zrnastom strukturom i znatno krupnijim sastojcima od preostala dva dijela masiva. Uz to ističu u rubnim dijelovima masiva veći udio sekundarnoga uralita i klorita nego što je u središnjim dijelovima. Na kontaktu s gabrom autori su uočili metamorfozu pelitnih stijena, grauvaka i subgrauvaka u niskotemperaturnu kontaktno-metamorfnu mineralnu asocijaciju, albit-kvarc-muskovit-kloritni kornit. Malo dalje od kontakta, na udaljenosti do 1,5 m, opisali su metagrauvake i metasubgrauvake u kojima su klasti nepromijenjeni, a uslijed kontaktne metamorfoze matriks je izmijenjen u lističaste tinjce i klorit, te fino-zrnasti kvarc i albit.



Sl. 1. Kontakti magmatskih i sedimentnih stijena (od K-1 do K-7) na shematiziranoj geološkoj karti Kalničkoga gorja (prema Šimunić et al., 1982)
Fig. 1. The contacts between magmatic and sedimentary rocks (from K-1 to K-7) on the schematic geological map of Mt. Kalnik (after Šimunić et al., 1982)



Sl. 2. Kontakt spilita (SP) i šejla (SH). K-1
Fig. 2. The contact of spilitite (SP) and shale (SH). K-1

Magmatske stijene Kalničkoga gorja opisali su Šimunić & Šimunić (1979), Šimunić et al.

(1981), Crnković (1983), Vrkljan (1988, 1989, 1992, 1994), Vrkljan & Vragović (1991), Halamić & Goričan (1995) te Pamić (1997 i 1997a). Opisi kontakata i kontaktnih promjena su malobrojni.

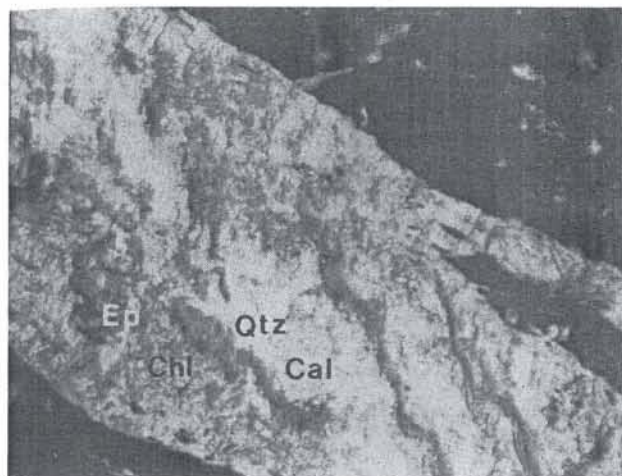
U istražnoj bušotini u kamenolomu Hruškovec Crnković (1983) je zapazio vrlo oštri kontakt dviju eruptivnih stijena, devitificiranih spilitiziranih bazaltnih lava koje se razlikuju po boji, tj. udjelu komponenata mineralnog sastava. Jedna je crvenosmeđa, a druga tamnozeleno. Crvenosmeđu stijenu je opisao kao porfirnu, s potpuno izmijenjenim malobrojnim fenokristalima i kriptokristalastom do mikrokristalastom arborescentnom osnovom.

Halamić & Goričan (1995) opisuju prugaste radiolarite Kalničkoga gorja karničko-noričke starosti i njihov geološki odnos prema jastučastim lavama (pillow). Utvrdili su da radiolariti leže neposredno na lavama ili se s njima proslojavaju, te da su stijene na kontaktu tektonizirane uz pojavu folijacije. Prema navodu autora njihov primarni kontakt nije jasno vidljiv. U istom radu autori opisuju i nepravilni kontakt slabo siltoznog glinovitog šejla koji leži na tektonski dezintegriranom kalcitiziranom metabazaltu jastučaste teksture i porfirne strukture s malobrojnim fenokristalima i ofitnom strukturom osnove. Za šejl navode da je duž pukotina intenzivno limonitiziran, a unutar metabazalta opisuju sloj svijetlozelenog tektonski dezintegriranog kristalovitroklastičnoga bazičnoga tufa.

Na području kamenoloma Hruškovec spominju se kontakti magmatskih i sedimentnih stijena (Vrkljan, 1994; Vrkljan & Aljinović, 1995) koji su u okviru ovog rada uz ostale kontakte detaljnije istraženi.

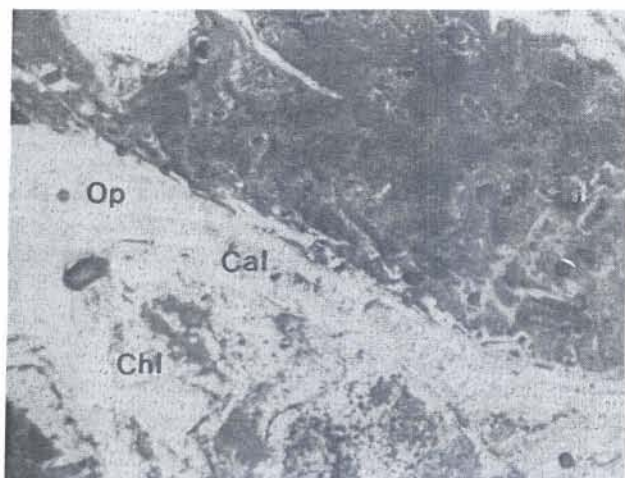
Opis kontakata i kontaktnih pojava

U kamenolomu Hruškovec u dolini Hruškovec potoka, te u području potoka Glogovnice, približno 6–7 km istočno od kamenoloma, na sedam su mjesta zapaženi kontakti s okolnim sedimentnim stijenama. Kamenolom je jedna od malobrojnih lokacija gdje su



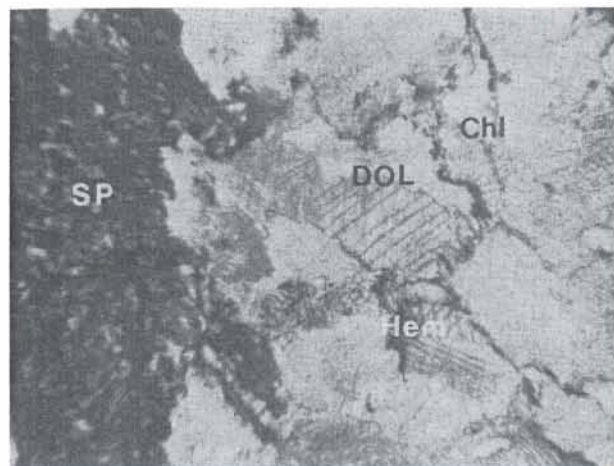
Sl. 3. Žilna parageneza u šejlu. Kvarc (Qtz), klorit (Chl), epidot (Ep), kalcit (Cal). N. Širina slike = 0,86 mm. K-1

Fig. 3. The veinlet parageneses in the shale. Quartz (Qtz), chlorite (Chl), epidote (Ep), calcite (Cal). Thin-section, N. Width of the photo = 0,86 mm. K-1



Sl. 5. Devitrificirana lava. Klorit (Chl), kalcit (Cal), opal (Op). N. Širina slike = 3,30 mm.

Fig. 5. Devitrificated lava. Chlorite (Chl), calcite (Cal), opal (Op). Thin-section, N. Width of the photo = 3,30 mm. K-1



Sl. 4. Kontakt spilita (SP) i dolomita (DOL). Hematit (Hem), mandule s kloritom (Chl). N. Širina slike = 1,36 mm. K-1

Fig. 4. The contact of spilita (SP) and dolomite (DOL). Hematite (Hem), the amygdale with chlorite (Chl). Thin-section, N. Width of the photo = 1,36 mm. K-1

magmatske stijene otkrivene na većoj površini. Intenzivnija eksploatacija kamena traje četrdesetak godina s manjim ili većim prekidima, pa se površinski izgled magmatskog masiva neprekidno mijenja. Kamenolom je prostorno podijeljen na sjeverni, južni i zapadni greben (Vrkljan, 1994).

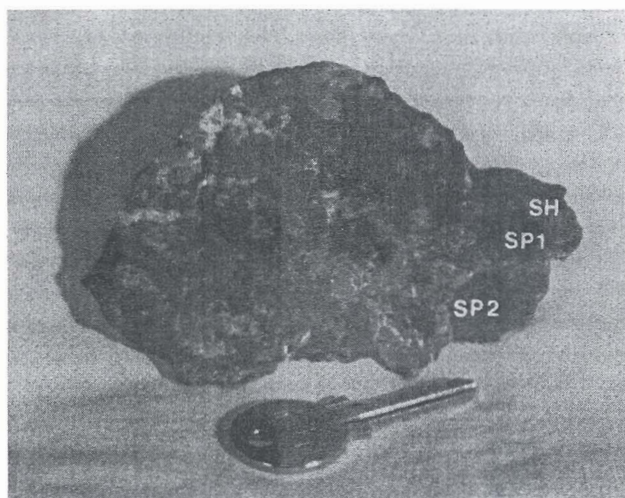
Neki kontakti imaju elemente tektonizacije (K-1). Primarni kontakti su ili bez kontaktnometamornih promjena (K-2), ili s izraženim kontaktnometamornim promjenama (K-3, K-4, K-5), a na neke, uz prostorni odnos magmatske i sedimentne stijene, ukazuju i kontaktne pojave u sedimentnim stijenama kao transformacija matriksa ili žilne parageneze (K-6, K-7).

Među kontaktne strukturno-teksturane i kemijske pojave uočene u stijenama Kalničkoga gorja mogu se ubrojiti: izrazito jaka listatost sedimentata s prijelazom u škrljavost i kontaktne vulkanske breče, vapnenačke

anklave u magmatskoj stijeni, međusobno klinasto utiskivanje spilita i sedimenta, raspucalost šejlova i vapnenaca te njihove žilne parageneze i transformacija matriksa, rekristalizacija i dolomitizacija vapnenaca, skarnska parageneza, niskotemperaturne kontaktnometamorfne pojave, silicifikacija, hematitizacija, gnijezda klorita u karbonatnim sedimentima i postanak ferokalcita.

A. Kontakt s elementima tektonizacije zapažen je na zapadnom grebenu kamenoloma, na lijevoj obali Hruškovec potoka (K-1). Sivi do zelenkasti, razdrobljeni, prašnasti spilit amigdaloide teksture u kontaktu je s crvenosmedim listastim, razdrobljenim šejlom (sl. 2). Sličan kontakt spilita i jako drobljivog listastog šejla zapažen je i na sjevernom grebenu kamenoloma (Vrkljan, 1994). Uz elemente tektonizacije na kontaktu se zapažaju i elementi magmatske aktivnosti. Struktura spilita je reliktna glomeroporfirna s hijalopilitnom osnovom koja sadrži brojne neorijentirane mikrolite igličastih plagioklasa, te između njih arborescentne, snopičaste oblike kriptokristalastih sastojaka. Idiomorfne do hipidiomorfne konture fenokristala potpuno su ispunjene sekundarnim kalcitom, kloritom i malobrojnim zrcima minerala iz skupine epidot-coisita, a žilice i sitne mandule sadrže kalcit, klorit i kalcedon. Listasti šejl s prijelazom u škrljavu stijenu je jako raspucan, silicificiran i hematitiziran. Brojne žilice ispunjene su na rubovima, te mjestimice i u sredini, kloritom, a u preostalom dijelu kvarcom, kalcitom i epidotom (sl. 3). Raspucalost šejla, silicifikacija i žilne parageneze moguće su posljedice magmatske aktivnosti.

Na kontaktu se nalaze i vulkanske breče s fragmentima spilita, makrokristalastoga dolomita, devitrificirane lave i makrokristalastoga vapnenca. Spilit je porfirne strukture s potpuno izmijenjenim fenokristalima, a reliktna hijalopilitna struktura osnove sadrži manje arborescentnih sastojaka nego što ih sadrži prethodno opisani spilit na kontaktu sa šejlom. Intenzivno je hematitiziran, a duž kontakta s dolomitom zapaža se tanki pojas hematita koji penetrira u strukturu dolomita. Anhedralna struktura dolomitnih fragmenata ukazuje na visoku temperaturu dolomitizacije. U brojnim sitnim mandulama u spilitu i sitnim gnijezdima u dolomitu blizu kontakta sa spilitom, nalazi se klorit (sl. 4). Fragmenti devitrificirane jako hematitizirane lave koji obiluju kloritom u kontaktu



Sl. 6. Uzorak vulkanoklastične breče. Crvenkastosmedi spilit (SP1), crnosivi spilit (SP2), siltozni i glinoviti šejl (SH). K-2

Fig. 6. The sample of volcanoclastic breccia. Red-brown spilit (SP1), black-gray spilit (SP2), silty and clayey shale (SH). K-2

su s makrokristalnim vapnencem u koji se lava izlivala, pa se u vapnencu zapažaju brojna gnijezda klorita nastalog devitrifikacijom lave. Ponegdje su obrubljena hematitom koji tvori i zasebna veća gnijezda, a nalazi se i u tankoj kontaktnoj zoni. Kontakt je mjestimično nejasan zbog obilnog potiskivanja lave kalcitom.

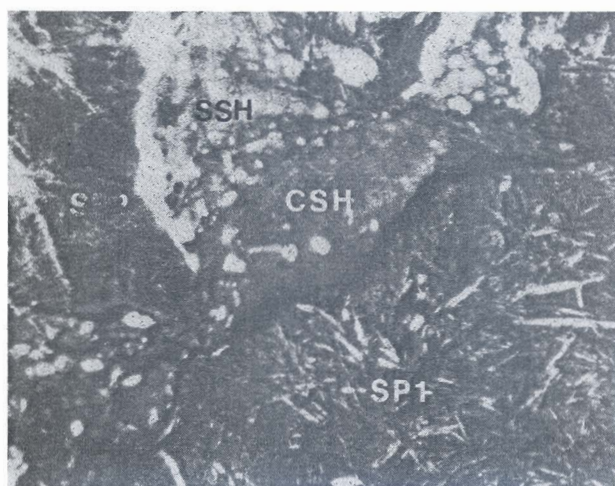
Na istom kontaktu, uz opisani spilit, nalaze se i fragmenti djelomično devitrificirane bazaltne lave (sl. 5) koja sadrži mnogo lističastog, lepezastog leptoklorita, te malo kalcita i opala. Leptoklorit je mjestimice bubrežastog izgleda i slični rekristaliziranom koloidnom produktu.

B. Primarni kontak bez kontaktnomorfni promjena (K-2) zapažen je na zapadnom grebenu kamenoloma Hruškovec, nedaleko od opisanog kontakta K-1. Izdanak vulkanoklastične breče (sl. 6) sadrži uglaste fragmente dvaju različitih spilita, SP1 i SP2, amigdaloidne teksture, koji su u kontaktu sa siltoznim i glinovitim šejlom (sl. 7). Hematizirani crvenkastosmedi spilit (SP1) ima glomeroporfirnu strukturu s nakupinama vrlo malih fenokristala, djelomično izmijenjenih, kalcitiziranih plagioklasa. Jače hematizirani crnosivi spilit (SP2) ima porfirnu strukturu s malobrojnim sitnim fenokristalima plagioklasa. Oba spilita sadrže mandule ispunjene kalcitom i kloritom, spilit SP1 malobrojne, a spilit SP2 mnogobrojne. Osnove su im slične, krupnoarborescentne do pilotaksitne strukture. Između igličastih i tankoštačićastih plagioklasa nalaze se hematitom jako impregnirani, neprepoznatljivi produkti devitrifikacije vulkanskog stakla. Siltozni šejl s mikrokristalastom osnovom i brojnim klastima kvarca u kontaktu je s gustim, glinovitim šejlom s kojim je vjerojatno bio interstratificiran. Na kontaktu fragmenata spilita i šejla zapaža se njihovo međusobno klinasto utiskivanje što ukazuje na utiskivanje lave istovremeno s litifikacijom plastičnog sedimenta. Sam kontakt dvaju različitih spilita, te šejla i spilita, je tanki nekontinuirani hematizirani reakcijski rub.

C. Primarni kontakti s kontaktnometamorfni promjenama

Na visokotemperaturni kontakt na zapadnom grebenu kamenoloma Hruškovec ukazuje skarnska parageneza (K-3). Na izdanku stijene brečolika izgleda u kontaktu su nepravilni »fragmenti« mikrokristalastoga

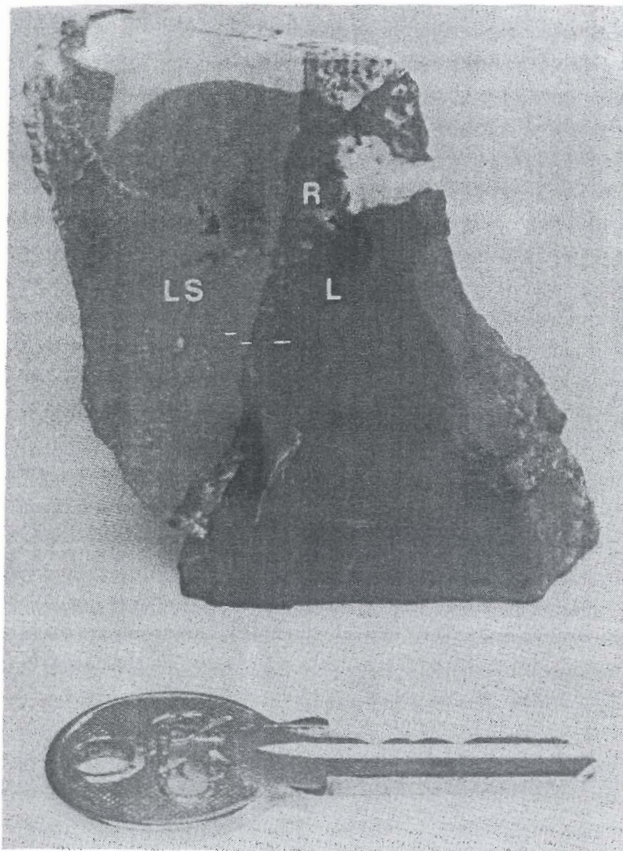
vapnenca i devitrificirane bazaltne lave s impregniranim arborescentnim oblicima (sl. 8). U kontaktnim pojavama vapnenac je rekristaliziran uz postupno smanjenje kalcitnih zrna s udaljavanjem od kontakta. Mjestimično uski a mjestimično širi reakcijski rubovi (između 0,5 mm i 1 cm) sadrže sekundarnu skarnsku paragenezu. Brojni vrlo sitni granati, među kojima samo poneki dostiže promjer 0,02 mm, anomalno su anizotropni što ukazuje na ugrandite u čijem je sastavu kalcij (Nesse, 1991). Uz kalcijeve granate nalaze se klinopiroksen, prehnit, zrnca epidota i volastonit, te kalcit koji potiskuje devitrificiranu lavu, tako da su mjestimično sačuvani samo njezini razlomljeni nepotisnuti fragmenti (sl. 9). Reakcijski rubovi sadrže malu količinu impregnacija željezovim oksidima i hidroksidima.



Sl. 7. Kontakt crvenkastosmedeg spilita (SP1), crnosivog spilita (SP2), siltoznog šejla (SSH) i glinovitog šejla (CSH). N. Širina slike = 3,30 mm. K-2

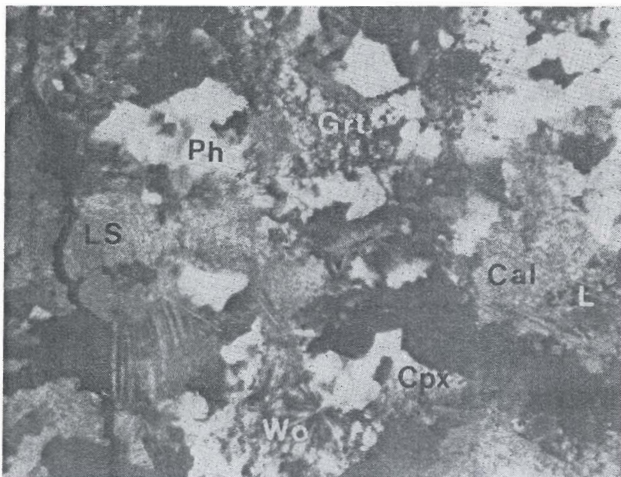
Fig. 7. The contact of red-brown spilit (SP1), black-gray spilit (SP2), silty shale (SSH) and clayey shale (CSH). Thin-section, N. Width of the photo = 3,30 mm. K-2

Niskotemperaturni kontakt zapažen je na sjevernom grebenu kamenoloma (K-4) u uzorku tamnosive devitrificirane i jako kloritizirane bazaltne lave u kojoj se nalaze manje i veće anklave ružičastoga mikrokristalastog vapnenca (sl. 10). Devitrificirana lava sadrži uz obilan klorit mnogobrojna zrnca epidota, te impregnacije željezovim oksidima. Na mjestima gdje je pojas lave između anklava vapnenca nešto veći, u središnjem se dijelu zapažaju presjeci sitnih klinopiroksena okruženi devitrificiranom lavom. Produkti devitrifikacije su usmjereni pravcem tečenja lave. U devitrificiranoj lavi uklupljena su pojedinačna zrna djelomično dolomitiziranoga kalcita. Vapnenacke anklave ukazuju na izlivanje lave u vapnenac pri čemu su otkinuti dijelovi vapnenca uslijed efuzije djelomično rekristalizirani i dolomitizirani. Intenzitet rekristalizacije i dolomitizacije smanjuje se s udaljenošću od kontakta (sl. 11), što je utvrđeno bojenjem mikroskopskog izbruska. Može se pretpostaviti da je rekristalizacija posljedica termičke metamorfoze uslijed efuzije lave u vapnenac, a dolomitizacija posljedica djelovanja fluida koji su pri efuziji prožimali kontaktno područje i transportirali magnezij. Na udaljenosti od nekoliko milimetara do jednog centimetra dolomitizacija se više ne zapaža. U vapnencu su brojne nakupine sitnozrnastoga epidota koje udaljavanjem od kontakta nestaju. Žile u vapnencu ispunjene su kloritom i epidotom. Unutar devitrificirane lave nalaze se blizu kontakta i zrna



Sl. 8. Kontakt lave (L) i vapnenca (LS) s reakcijskim rubom (R). Visina uzorka = 5 cm. K-3

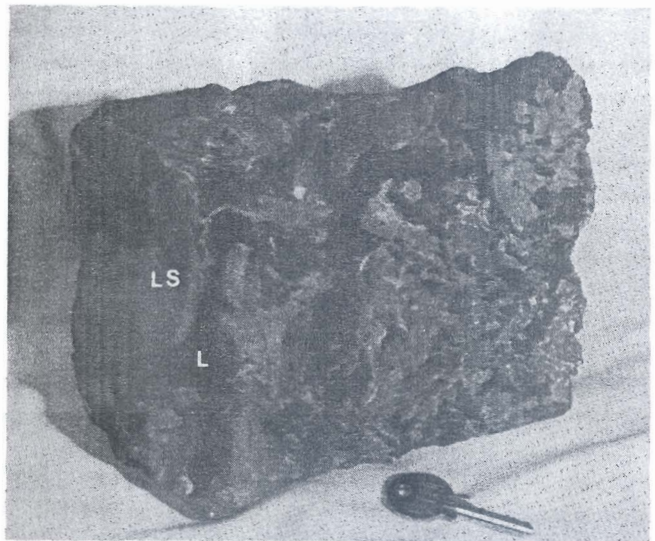
Fig. 8. The contact of lava (L) and limestone (LS) with the reaction rim (R). Height of the sample = 5 cm. K-3



Sl. 9. Skarska parageneza u reakcijskom rubu između lave (L) i vapnenca (LS). Granati (Grt), klinopiroksen (Cpx), prehnit (Ph), volastonit (Wo), Kalcit (Cal) potiskuje devitrificiranu lavu. N+. Širina slike = 3,30 mm. K-3

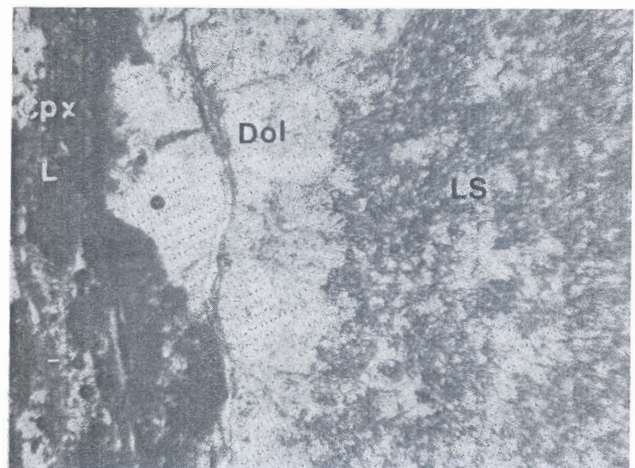
Fig. 9. The skarn parageneses in the reaction rim between lava (L) and limestone (LS). Garnets (Grt), clinopyroxene (Cpx), prehnite (Ph), wollastonite (Wo). Calcite (Cal) displaces devitrificated lava. Thin-section, N+. Width of the photo = 3,30 mm. K-3

ferokalcita što ukazuje na povišenu temperaturu u odnosu na onu na površini Zemlje, jer se ferokalcit može izlučiti u prisustvu Fe^{2+} kationa samo pri temperaturi višoj od 60 do 100 °C kada postaje manje hidratni i ugrađuje se u rešetku karbonata (Tišljar, 1994). Može se pretpostaviti da Fe^{2+} ioni potječu od izmjene



Sl. 10. Anklave vapnenca (LS) u lavi (L). K-4

Fig. 10. The enclaves of limestone (LS) in the lava (L). K-4

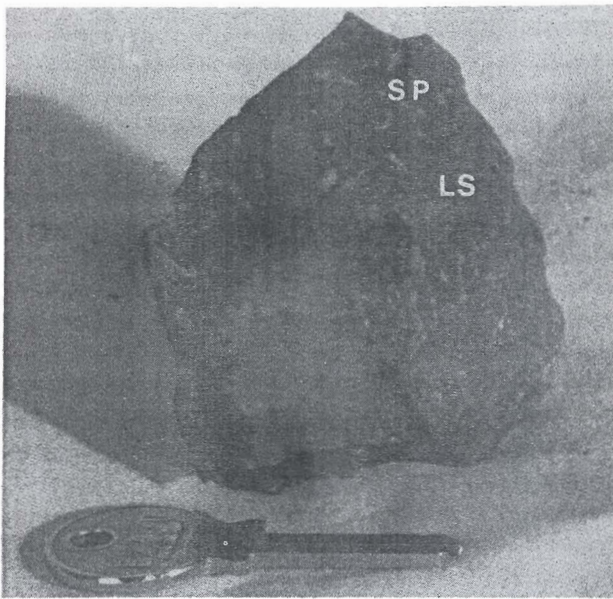


Sl. 11. Rekristalizacija i dolomitizacija vapnenca (LS) na kontaktu s lavom (L). Dolomit (Dol), klinopiroksen (Cpx). N. Širina slike = 1,36 mm. K-4

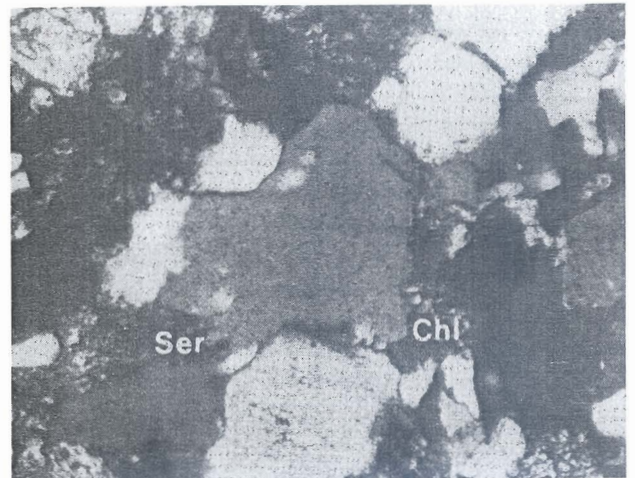
Fig. 11 Recrystallization and dolomitization of the limestone (LS) at the contact with lava (L). Dolomite (Dol), clinopyroxene (Cpx). Thin-section, N. Width of the photo = 1,36 mm. K-4

feromagnezijevih silikata koje je sadržavala devitrificirana bazična lava iz koje su dospjeli u porne vode.

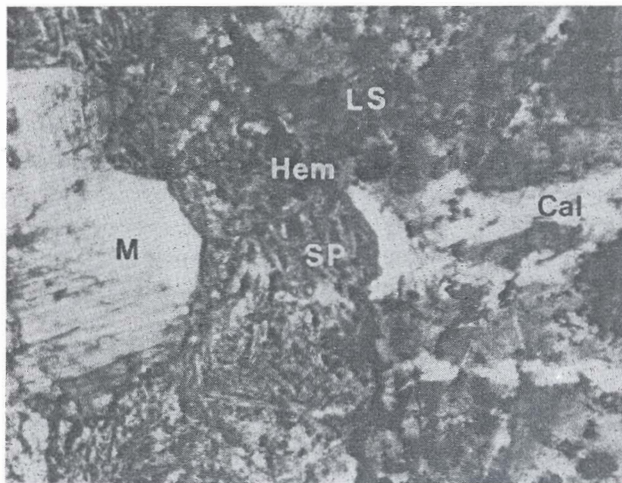
Na sjevernom grebenu (K-5) zapažen je kontakt sivozelenoga spilita amigdaloidne teksture s makrokristalastim vapnencem (sl. 12). Spilit ima glomeroporfirnu strukturu s malobrojnim nakupinama sitnih idiomorfnihi do hipidiomorfnihi piroksena koji su potpuno izmijenjeni, a njihove konture ispunjavaju kalcit, klorit i minerali iz skupine epidot-coisita. Osnova stijene je krupnoarborescentna sa slabim obilježjima pilotaksitne. Svežnjasti agregati letvičastih i igličastih albita mjestimično su usmjereni. U međuprostorima albita zapažaju se zrnasti i skeletasti titanoaugiti, te produkti devitrifikacije vulkanskoga stakla. Po čitavoj stijeni rasuta su sitna zrnca magnetita. Brojne krupne mandule ispunjene su krupnozrnastim kalcitom, a na rubu ponekih nalazi se



Sl. 12. Kontakt spilita (SP) i vapnenca (LS). K-5
Fig. 12. The contact of spilite (SP) and limestone (LS). K-5



Sl. 14. Transformacija matriksa litične grauivake na kontaktu sa spilitom. Sericit (Ser), klorit (Chl). N+. Širina slike = 0,86 mm. K-6
Fig. 14. The matrix transformation of lithic greywacke at the contact with spilite. Sericite (Ser), chlorite (Chl). Thin-section, N+. Width of the photo = 0,86 mm. K-6

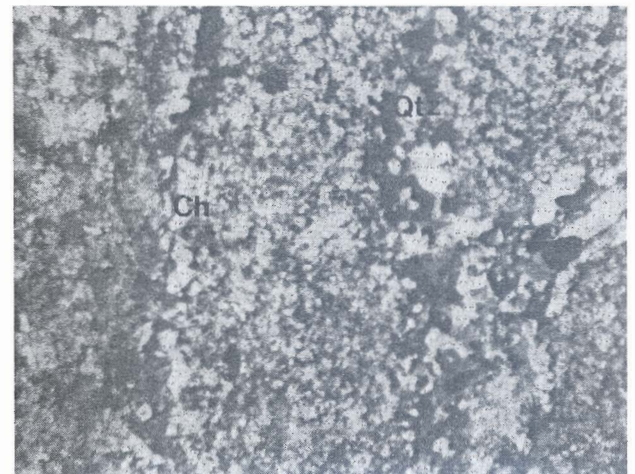


Sl. 13. Kontakt spilita (SP) i vapnenca (LS). Kalcitna mandula (M), hematit (Hem), kalcitna žlica (Cal). N. Širina slike = 3,30 mm. K-5
Fig. 13. The contact of spilite (SP) and limestone (LS). Calcite amygdale (M), hematite (Hem), the calcite veinlet (Cal). Thin-section, N. Width of the photo = 3,30 mm. K-5

klorit. Makrokristalasti vapnenac je intenzivno rekristaliziran, gotovo mramoriziran i ima odlike granoblastične strukture. Uz to je i intenzivno impregniran hematitom koji se nalazi i kao tanki pojas duž kontakta spilita i vapnenca, a hematitom je djelomično potisnut i sam kalcit. Vapnenac je razlomljen, a pukotine su ispunjene drugom generacijom nehematiziranoga kalcita (sl. 13). Opisani kontakt ukazuje na izlivanje lave u vapnenac.

D. Kontaktne pojave u sedimentnim stijinama

U izvorišnom području potoka Glogovnica (K-6) pojavljuju se naizmjenično izdanci zelenosivoga spilita homogene teksture i smeđe litične grauivake u kojoj je matriks transformiran. Spilit ima glomeroporfirnu strukturu s reliktnom hijalopilitnom strukturom osnove. U malobrojnim fenokristalima albita nalaze se sekundarni



Sl. 15. Kvarc (Qtz) i kalcedon (Ch) u žilicama vapnenca na kontaktu s keratofinom. K-7
Sl. 15. Quartz (Qtz) and chalcedony (Ch) in the veinlets of limestone at the contact with keratophyre. K-7

minerali, a konture primarnih piroksena ispunjene su sekundarnim kloritom, kalcitom, epidotom i hematitom. Osnova stijene sadrži sitne prutičaste do igličaste albite, te kriptokristalaste agregate bezbojnih i zelenkastih sastojaka arborescentnog i crvolikog izgleda, produkte devitifikacije vulkanskoga stakla. Stijena je impregnirana leukoksenom i drugim opâkim sastojcima uslijed čega su pojedini dijelovi izbruska neprozirni ili vrlo slabo anizotropni. U mnogobrojnim subparalelnim žilicama nalaze se kalcit, pumpeliit, epidot, klorit i kvarc. Loše sortirana litična grauivaka s izrazito nezaobljenim fragmentima kvarca, vulkanskih stijena (devitificirana lava, efuzivi), kvarcita i nešto manjim udjelom izrazito izmijenjenih feldspata, sadrži sericit i klorit (sl. 14) koji ukazuju na transformaciju matriksa uzrokovanu efuzijom. Slična je pojava metamorfoze matriksa pješčenjaka opisana na kontaktu gabra i klastičnih sedimentnih stijena u blizini kamenoloma Hruškovec (Crnković et al., 1974).

U području Curinog potoka, desnog pritoka Glogovnice, približno 1,5 km jugoistočno od prethodno opisanog kontakta, sivozeleni keratofir amigdaloidne

teksture naliježe na mikrokristalasti vapnenac u kojemu je žilna parageneza posljedica magmatske aktivnosti (K-7). Keratofir ima glomeroporfirnu strukturu i reliktnu intergranularnu do intersertalnu strukturu osnove s prilazom u hijaloofitnu. Konture malobrojnih sitnih fenokristala, tipične za piroksene, potpuno su ispunjene kalcitom i sitnim zrcima epidot-coisita, a plagioklasi su albitizirani i uklapaju manju količinu sekundarnoga kalcita i epidot-coisita. Osnova sadrži djelomično hidrotermalno izmijenjene štapičaste do igličaste sraslace dvojke albita, savijene, neravnih rubova i nepravilnog potamnjena, te tankoštapičaste, skeletaste agregate titanogita, zbog kojih struktura podsjeća na spinifex strukturu. U međuprostorima albita i klinopiroksena nalaze se lističasti i lepezasti agregati slabo pleokroitičnoga klorita, kalcit koji potiskuju ostale sastojke stijene, brojni sitnozrnasti agregati epidot-coisita, te neprepoznatljivi arborescentni produkti devitifikacije vulkanskoga stakla. Malobrojne mandule ispunjene su krupnozrnastim kalcitom nepravilnoga potamnjena, a oko stijenci se zapaža kriptokristalasti nejednoliko široki poluopaki rub u kojemu se uz produkte devitifikacije vulkanskoga stakla nalazi neznatno veća koncentracija skeletastih opacitiziranih klinopiroksena od one u osnovi stijene. Smedasta, željezovita tvar nakupljena je na rubovima kalcitnih kristala u vapnencima mikrokristalaste strukture i impregnira pojedine dijelove vapnenca. Vapnenac je intenzivno raspucan, a u žilicama se uz krupnokristalasti kalcit nalaze kvarc i kalcedon koji potiskuje kalcit (sl. 15). Vrlo tanke žilice ispunjene su sivosmedastom slabo anizotropnom željezovitom tvari uz prisustvo opakih zrnaca. Deblje žilice ispunjene neimpregniranim krupnijezrnastim kalcitom mlađe su i presijecaju ostale žilice.

Diskusija

Kontakti magmatskih i sedimentnih stijena na području Kalničkoga gorja su različiti. Neki su tektonski ili tektonsko-rasjedni, a neki su posljedica efuzije lave u okolne sedimente. Efuzije su bile višekratne i različite po intenzitetu, brzini izlivanja, količini lave i temperaturi lave. Različit je bio i stupanj konsolidiranosti sedimentnih stijena, kao i mjesto izlivanja s obzirom na odnos prema površini. Zapažene kontaktne pojave odnose se na promjenu strukturno-teksturnih i kemijskih svojstava kontaktnih stijena.

Tektonske i tektonsko-rasjedne kontakte sa šejlovima (K-1) i pješčenjacima (Crnković et al., 1974) prate pojave brečastih zona, mehaničke deformacije na kontaktima u vidu izrazito jake listatosti šejla i kataklaziranosti pješčenjaka, te klizne plohe s velikom količinom glinovite tvari.

O višekratnim, uzastopnim izljevima svjedoče vulkanoklastične breče u kojima su u kontaktu odlomci različitih magmatskih stijena koje pripadaju različitim fazama efuzije. Lava kasnije efuzije je tečenjem zahvaćala kako sediment, tako i djelomično i/ili potpuno konsolidirane magmatske stijene ranijih efuzija (K-2).

Kod naglih efuzija formirane su vulkanske breče (K-1) uz prisustvo vulkanoklastičnoga materijala (K-2). Lava je pri izlivanju kidala sediment i zahvaćala njegove otkinute dijelove, te ih uklapala u svoj tok o čemu svjedoče anklave vapnenca u devitificiranoj lavi (K-1, K-3 i K-4).

Kod polaganijeg izlivanja lave zapaža se utiskivanje lave u sediment bez kidanja fragmenata, a kontaktni rubovi su najčešće markirani većom koncentracijom željezovih oksida (K-5). Uz to se jasno zapažaju kontakt-

ne pojave kao termička prekrizacija, silicifikacija, tvorba sekundarnih metamorfih mineralnih parageneza i slično.

Neki su izljevi lave bili obilni, pa su formirani široki pojasevi lave između fragmenata vapnenaca. Rubni dijelovi na kontaktu s vapnencima su brže hladeni od središnjih dijelova. Zbog toga su strukture rubnih dijelova lave uglavnom arborescentne, dok u središnjim dijelovima ima pojava sitnih fenokristala klinopiroksena (K-4), pa čak i pojava gabroidne strukture (Crnković et al., 1974). Ta se pojava tumači različitom brzinom prijenosa topline, odnosno hlađenja.

Na visoku temperaturu lave ukazuje pojava skarske parageneze (K-3) i intenzivna rekristalizacija, gotovo ramorizacija vapnenca na kontaktu, pri čemu je vapnenac poprimio strukturu s odlikama granoblastične (K-5). Intenzitet rekristalizacije redovito slabi s udaljavanjem od kontakta što se manifestira postupnim smanjenjem veličine zrna (K-3).

Izlijevanje lave niže temperature uzrokovalo je slabu rekristalizaciju i dolomitizaciju koje se zapažaju samo do desetak milimetara daleko od kontakta (K-4).

Intenzitet kontaktnih promjena ovisi i o stupnju konsolidiranosti stijena, te o mjestu izlivanja. Sekvencija siltoznog i glinovitog šejla bila je tijekom efuzije lave u plastičnom stanju o čemu svjedoče međusobna klinasta utiskivanja spilita i sedimenta, pri čemu su zrna kvarca iz siltoznog šejla povijena paralelno rubovima utisnutoga klina (K-2). Na istom kontaktu efuzijom je bio zahvaćen i ranije ekstrudirani, nepotpuno ohlađeni efuziv, pa su fragmenti dvaju efuziva priljubljeni s mjestimice nešto povećanom koncentracijom željezovih oksida.

Strukture kontaktnih magmatskih stijena ukazuju uglavnom na brzo hlađenje. Stijene su često devitificirane, brzo ohlađene lave s vrlo sitnim arborescentnim produktima devitifikacije među kojima se ponegdje prepoznaju samo nejasni svijetli štapičasti presjeci izmijenjenih plagioklasi. Polaganije hladene lave sadrže sitne fenokristale, ali je struktura osnove opet neki varijetet hijalopilitne i pilotaksitne shukture s neizostavnim arborescentnim oblicima kao posljedicom devitifikacije vulkanskoga stakla. Uz to su često prisutne mandule kao posljedica brzoga hlađenja lave.

Na području Kalničkoga gorja zapažene su pojave jastučastih lava (Vrkljan, 1989; Halamić & Goričan, 1995; Palinkaš et al., 1998) koje svjedoče o submarinskim izlivanjima ili utiskivanjima u vlažne nekonsolidirane sedimente u kojem su slučaju kontaktne promjene slabe zbog visokog toplinskog kapaciteta vode sadržane u sedimentima. U tim je uvjetima omogućena i spilitizacija stijena, a spiliti su determinirani na temelju kemijskih analiza, te prisutnih albita u izbruscima gdje su njihove dimenzije bile dostatne za determinaciju Beckeovom metodom određivanja relativnog indeksa loma.

Sedimentne stijene na kontaktima s magmatskima najčešće su raspucane, a pukotine ispunjene silikatnim mineralima, kvarcom, kalcedonom, kloritom i epidotom (K-1 i K-4), što je vjerojatno rezultat magmatske aktivnosti. Istoj aktivnosti treba pripisati i mjestimično intenzivnu silicifikaciju (K-1) i impregnaciju željezovim oksidima (K-1, K-2, K-3, K-4 i K-5).

Starost efuzija na području Kalničkoga gorja razmatrao je tijekom dosadašnjih istraživanja veći broj autora na temelju različitih pokazatelja: geoloških odnosa, fosilnih nalaza, mjerenja izotopne starosti i kontaktnih pojava. U nedostatku navedenih pokazatelja starosti

vulkanizma, uspoređivali su slične vulkanogeno-sedimentne komplekse prostorno bliskog područja.

Na temelju *geoloških odnosa* pretpostavljena je za bazaltni vulkanizam gornjotrijaska starost na temelju odredbe karničko-noričkih radiolarija u radiolaritima koji leže neposredno na jastučastim lavama ili su s njima interstratificirani (Halamić & Goričan, 1995). Prema Pamiću (1997) bazalti su kao najzastupljenije bazične magmatske ofiolitne stijene interstratificirane sa srednje-gornjotrijaskim do donjokrednim silicijskim šejlovima, glinjacima, čertovima i vapnencima, pa izljeve, nastale submarinskom efuzijom kao masivne, brečaste i jastučaste lave, smatra sinsedimentacijskima. Herak (1956, 1960) pretpostavlja da je područje sjeverozapadne Hrvatske imalo isti razvojni tip gornje krede, te da je bilo tektonski nestabilno s rasjedanjima, boranjima i magmatskim prodorima. Šimunić & Hećimović (1979) smatraju da je na području sjeverozapadne Hrvatske došlo do prodiranja bazičnih magmatskih stijena tijekom anizika, a o intenzivnoj vulkanskoj aktivnosti svjedoče velike količine tufova. Spilitizirane dijabaze spominju u sklopu vulkanogeno-sedimentnih naslaga koje su se taložile tijekom čitave krede.

Fosilni nalazi su na području Kalničkoga gorja malo-brojni. Za bazalte koji su sastojci kaotičnoga olistostromnog melanža u kojem se nalaze blokovi različitih stijena različite starosti i porijekla, a uz njih grauvake i interstratificirani bazalti sa šejlovima nastali samim olistostromnim mehanizmom, ne može se utvrditi starost, jer u šejlovima i grauvakama nema fosilnih nalaza. Međutim, na Medvednici je za slične naslage u kojima se izmjenjuju šejlovi i grauvake utvrđeno da su taložene u baremu (Pamić, 1997).

Prema Šimunić & Šimunić (1979) u središnjem dijelu Kalničkoga gorja nalaze se kredne kaotične naslage s dijabazima i spilitima u kojima su, među ostalim olistolitima, paleontološki dokumentirani vapnenci raspona starosti alb-gornja kreda. Šimunić et al. (1981, 1982) smatraju da je vulkanogeno-sedimentni kompleks Kalničkoga gorja, kao i Medvednice i Ivanščice, kredne starosti raspona otriv-turon, a u vapnencima Kalnika određena je starost koja odgovara prijelazu donje krede u gornju (alb-donji cenoman).

Vrlo je malo objavljenih podataka o izmjerenim vrijednostima određivanja izotopne starosti. Kalij-argon metodom utvrđena je na uzorcima svježega dijabaza i ofitnoga hornblenda-augitnoga gabra starost koja odgovara ranoj juri (Pamić, 1997). Istom je metodom određena za svježi bazalt interstratificiran u silicijskim šejlovima i rožnjacima starost od 86,8 milijuna godina što odgovara gornjokrednoj, senonskoj starosti (Pamić, 1997a), a autor navodi da ponekad podaci dobiveni na temelju geoloških odnosa i rezultata određivanja izotopne starosti magmatskih stijena nisu jednoznačni, te da su se efuzije bazične lave ponavljale tijekom mezozoika i to u različitim okolišima, otvorenom bazenu i na aktivnom kontinentalnom rubu.

Kontaktne pojave opisali su Crnković et al. (1984) i zaključili da je starost gornjokredna zbog niskotemperaturnih kontaktnometamorfničkih promjena u gornjokrednim klastičnim pelitno-siltitno-psamitnim sedimentnim stijenama u koje su magmatske stijene utisnute ili su njima okružene.

Navedeni podaci o starosti bazičnih magmatskih stijena Kalničkoga gorja vrlo su različiti, a stratigrafski raspon od trijasa do gornje krede nerealno je velik za održavanje magmatski aktivnih uvjeta. Izljevi su singenetski sa silicificiranim šejlovima, litičnim grauvakama i

vapnencima koji su pri izlivanju lave bili nepotpuno konsolidirani, bogati vodom i plastični, pa je hlađenje lave bilo relativno brzo uz pojave klinastoga prodiranja i povijanja sastojaka. Postgenetske efuzije u konsolidirane sedimente rezultirale su drobljenjem sedimenta i otkidanjem njihovih fragmenata. Opažanja kontaktnih pojava opisana u ovom radu ukazuju na višekratno izlivanje bazičnih lava u različite sedimentne stijene u različitim uvjetima. O višekratnim efuzijama bazične lave zaključeno je i na temelju opseznoga istraživanja mineraloško-petrografskih obilježja stijena Kalničkoga gorja (Vrkljan, 1989). Određivanje starosti sedimentnih stijena koje su u kontaktu s magmatskima omogućilo bi odredbu relativne starosti magmatske aktivnosti.

Zaključak

Opisani tektonski ili tektonsko-rasjedni kontakti magmatskih i sedimentnih stijena, odnosno kontakti nastali efuzijom bazaltne lave, ukazuju na sinsedimentacijske i/ili postsedimentacijske višekratne različite efuzije glede brzine izlivanja, količine lave, temperature lave, stupnja konsolidiranosti sedimentnih stijena, te mjesta izlivanja s obzirom na površinu. Stoga je i intenzitet kontaktnih pojava različit.

Određivanje međusobnih odnosa različitih petrografskih jedinica na temelju terenskih opažanja otežano je zbog pokrivenosti humusom i vegetacijom, te zbog vrlo intenzivne tektonike kojom su primarni odnosi poremećeni.

O starosti magmatske aktivnosti na području Kalničkoga gorja ima različitih mišljenja. Ovim radom nije dokazana starost, već je samo ukazano na pojave kontakata magmatskih i sedimentnih stijena. Na mjestima gdje je lava prodrila u nekonsolidirani sediment čija je plastičnost rezultirala u opisanim pojavama međusobnog utiskivanja dviju stijena, te povijanja sastojaka, starost je singenetska sa sedimentnom stijenom. Efuzije lave u konsolidirane sedimente mogu se interpretirati postgenetskima. Za odredbu relativne starosti magmatske aktivnosti trebalo bi odrediti starost edimentnih stijena koje su u kontaktu s magmatskim stijenama.

Kamena masa dobivena eksploatacijom u kamenolomu Hruškovec, na području kojega se nalazi najveći broj opisanih kontakata, je heterogena, nejednolikih svojstava, što je rezultat navedenih procesa tijekom formiranja i postgenetskih izmjena magmatskog stjenjskog masiva Kalničkoga gorja.

Primljeno: 2000-01-11

Prihvaćeno: 2000-09-21

LITERATURA

- Crnković, B. (1983): Istraživanje mineralnih sirovina nemetala. Ležište dijabaza Hruškovec (Hrvatsko Zagorje). Arhiv Zavoda za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju RGN fakulteta, 31 str., Zagreb.
- Crnković, B., Babić, V. & Tomašić, I. (1974): Gabro Hruškovec kraj Ljubečice na Kalniku. *Geološki vjesnik* 27, 153-171, Zagreb.
- Foetterle, F. (1861): Die geologisch colorierte Uebersichtskarte des Theiles von Croatien zwischen der Drau und der Save. *Verh. geol. Reichsanst.* XII, 123-124, Wien.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1908): Geologijaska prijelegdna karta Kraljevine Hrvatske Slavonije. Tumač geologijaskoj karti Zagreb. Naklada kr. zemaljske vlade, 75 str., Zagreb.
- Halamić, J. & Goričan, Š. (1995): Triassic Radiolarites from Mts. Kalnik and Medvednica (Northwestern Croatia). *Geol. Croat.*, 48/2, 129-146, Zagreb.
- Herak, M. (1956): Geologija Samoborskog gorja. *Acta Geol.*, 1, 49-73, Zagreb.

- Herak, M. (1960): Kreda s ofiolitima u Ivanšćici (sjeverozapadna Hrvatska). *Acta Geol.* 2, 111–117, Zagreb.
- Kišpatić, M. (1909): Dacit od Mozdjenca kod Novog Marofa. *Rad JAZU* 179, 63–67, Zagreb.
- Kišpatić, M. (1913): Kristalinsko kamenje Kalnika. *Rad JAZU*, 200, 161–174, Zagreb.
- Koch, F. (1905): Serpentinско kamenje Zagrebačke i Kalničke gore. *Nast. vjesnik*, 13/2, 217–220, Zagreb.
- Nesse, W. D. (1991): Introduction to Optical Mineralogy. Oxford University Press, 336 str. New York, Oxford.
- Palinkaš, L. A., Bermanec, V., Vrkljan, M. & Medimorec, S. (1998): Pillow Lavas of Hruškovec, North Croatia, Rifting Magmatism or Dismembered Ophiolitic Sequence. Abstracts, International Geological Correlation Programme, Magmatism and Rift Basin Evolution: Peritethyan Region, 7–11. 09. 1998., p. 84, Prague.
- Pamić, J. (1997): The northwesternmost outcrops of the Dinaridic ophiolites: a case study of Mt. Kalnik (North Croatia). *Acta Geologica, Hungarica*, 40/1, 37–56, Budapest.
- Pamić, J. (1997a): Vulkanske stijene Savsko-dravskog međurječja i Baranje (Hrvatska). *Nafta*, 192 str., Zagreb.
- Poljak, J. (1914): Iz geologije Kalničke gore. *Vijesti geol. povj. za kralj. Hrvatsku i Slavoniju*, 3–4, 93–100, Zagreb.
- Poljak, J. (1942): Prilog poznavanju geologije Kalničke gore. *Vjestnik Hrv. drž. geol. zavoda i Hrv. drž. geol. muz.*, 1, 1–43, Zagreb.
- Šimunić, Al. & Šimunić, An. (1979): Litofacijelno raščlanjivanje mezozojskih naslaga Kalničkog gorja. Zbornik radova 4. god. Znan. skupa Sekcije za primjenu geol., geofiz., geokem. Znan. savjeta za naftu Jugosl. Akad. znan. i umjet., Štubičke Toplice (1978), 125–137, Zagreb.
- Šimunić, An. & Hećimović, I. (1979): Tektonski odnosi sjeverozapadne Hrvatske (Ivanšćica, Kalnik i Ravna Gora). Zbornik radova 4. god. Znan. skupa Sekcije za primjenu geol., geofiz., geokem. Znan. savjeta za naftu Jugosl. Akad. znan. i umjet., Štubičke Toplice (1978), 187–198, Zagreb.
- Šimunić, An., Pikića, M. & Hećimović, I. (1982): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100000, List Varaždin, L. 33–69. Inst. geol. istraž. Zagreb, Sav. geol. zavod, Beograd.
- Šimunić, An., Pikića, M., Hećimović, I. & Šimunić, Al. (1981): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100000, Tumač za list Varaždin, L. 33–69. Inst. geol. istraž. Zagreb, Sav. geol. zavod, 75, Beograd.
- Tišljar, J. (1994): Sedimentne stijene. Školska knjiga, 422 str., Zagreb.
- Vrkljan, M. (1988): Eruptivne stijene iz Pake (Kalnik, sjeverozapadna Hrvatska). *Geol. vjesnik*, 41, 133–144.
- Vrkljan, M. (1989): Eruptivne stijene Kalnika. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 94 str., Zagreb.
- Vrkljan, M. (1992): Spilite from Kamešnica, Mt. Kalnik, NW Croatia. *Geol. Croat.*, 45, 53–61, Zagreb.
- Vrkljan, M. (1994): Petrographic Characteristics of Extrusive Rocks from Hruškovec, Mt. Kalnik, NW Croatia. *Geol. Croat.* 47/2, 181–191, Zagreb.
- Vrkljan, M. & Aljinović, D. (1995): Kontakti spilite i sedimentnih stijena na Kalničkom gorju. Knjiga sažetaka 1. hrvatskog geološkog kongresa, 18–21. 10. 1995., str. 101, Opatija.
- Vrkljan, M. & Vragović, M. (1991): Spilite iz gornjeg toka Glogovnice i Rakovog potoka (Kalnik, sjeverozapadna Hrvatska). *Geol. vjesnik*, 44, 181–193.
- Vukotinović, Lj. (1853): Einige ittheilungen uber das Kalniker Gebirge in Croatiën. *Jahrb. geol. Reichsanst.*, 4, 550–552, Wien.
- Wolf, H. (1861–2): Die geologische Verhältnisse des Kalnik Gebirges und der Umgebung von Warasdin Teplitz in Croatiën. *Verh. geol. Reichsanst.*, XI, 229–230, Wien.

Contact Phenomena in the Rocks of Mt. Kalnik (NW Croatia)*T. Vrkljan, D. Aljinović & V. Garašić*

The intensive tectonics, pronounced surface weathering and the terrain covered with a humus and a vegetation complicate the observing of contacts developed between magmatic and sedimentary rocks on the Mt. Kalnik.

Seven contacts with numerous contact phenomena were described (Fig. 1). The contacts have tectonic nature or are the results of lava extrusion into the neighbouring sediments. The extrusions were repeated with variable rate of flow, intensity, quantity and temperatures of lava. The grade of consolidation of sedimentary rocks and the extrusion level were different to. Magmas were extruded in subvolcanic, surface and submarine environment and therefore they were rapidly cooled down. This is reflected in the occurrence of different lavas having arborescent texture, containing mandulas or pillows being intensively converted into spilites. Tectonic and chemical contact phenomena were observed: the pronounced schistosity of sediments grading to the cleavage, contact extrusive breccias, limestone enclaves, wedge shaped denting, cracked sediments, the transformation of matrix, secondary minerals in veinlets and nests in sedimentary rocks, recrystallization, dolomitization, skarn paragenesis, silification, hematitization and the occurrence of ferrocalsite.

Some contacts are characterized by the tectonic nature (K-1). The primary contacts are either without contact-metamorphic changes (K-2), or with them (K-3, K-4, K-5), whereas some contacts are characterized by close space relationship between magmatic and sedimentary rocks and also with contact phenomena in the sedimentary rocks (K-6, K-7).

The contact of spilite and shale (K-1) containing breccia zones are characterized by tectonic and magmatic activity (Fig. 2). Shale is cracked and has pronounced schistosity. It has undergone process of silification and hematitization and contain veinlets filled with quartz, chlorite, epidote and calcite (Fig. 3).

Volcanic breccias have been formed by the fracturing of the sediments due to the rapid movement of lava inserting the broken fragments. Volcanic breccias contain spilite fragments in the contact with dolomite and the fragments of devitrificated lava in the contact with macrocrystalline limestone. All contacts are marked with the narrow hematite zone which penetrates into the dolomite. Anhedral fabric of dolomite indicates high temperature of dolomitization. There are tiny nests of chlorite in dolomite and limestone (Fig. 4). The fragments of devitrificated basaltic lava occur also at the contact (Fig. 5).

In the volcanoclastic breccia (K-2) at the contact are red-brown and black-gray spilites being variably impregnated with hematite, silty shale and clayey shale (Figs. 6 and 7). The contact of two spilite fragments

indicates repeated extrusions. The lavas of later extrusions inserted sediments but also earlier formed uncompletely cooled extrusive rocks, whose contact is marked by the slightly increased concentration of iron oxides. Spilite and shale are characterized by mutual wedge shaped denting pointing to their plasticity in the time of extrusion.

In the rock of breccia appearance microcrystalline limestone and devitrificated lava are at the contact (K-3). The results of high lava temperature are the recrystallization of limestone and the occurrence of skarn paragenesis with Ca garnet, clinopyroxene, prehnite, epidote and wollastonite (Fig. 9). At the reaction rims calcite displaces devitrificated lava. The reaction rims are slightly impregnated with iron oxides and hydroxides.

The enclaves of rosy microcrystalline limestone in the devitrificated basaltic lava are observed (K-4). The limestone is only slightly recrystallized and dolomitized in the narrow zone of contacts indicating the rapid extrusion of low temperatured lava into the limestone (Fig. 10). The rims of extrusion are characterized by arborescent texture, whereas in the central part of extrusion the texture is porphyritic. In the proximity of contacts the limestone contains the accumulations of fine grained epidote. The intensity of contact changes decreases with greater distance from contact (Fig. 11). The veinlets in the limestone are filled with chlorite and epidote. In the devitrificated lava occurs ferrocalsite.

At the contact of the spilite and the limestone (K-5), the limestone is almost completely converted into the marble due to the slow denting of lava having high temperature. The texture of the limestone is similar to the granoblastic texture and is impregnated with hematite, which occurs also in a form of the narrow belt along the contact (Figs. 12 and 13).

At the contact with spilite (K-6) lithic greywacke is characterized by transformed matrix containing sericite and chlorite (Fig. 14).

As the result of magmatic activity the contact of keratophyre lying on the microcrystalline limestone (K-7) are characterized by the occurrence of veinlets filled with quartz and chalcedony and some parts of limestone are impregnated with the iron substance (Fig. 15).

The determination of age of magmatic activity is out of scope of this paper. The extrusions were repeated coming into the contact with different sedimentary rocks. They are syngenetic with silificated shales, lithic greywackes and limestones, which were not completely consolidated in the time of extrusion, but they are postgenetic relative to sediments being fractured and broken away during the extrusion. The age determination of sedimentary rocks being in contact with magmatic rocks may give the age determination of magmatic activity.