

XV. BÁNYÁSZATI, KOHÁSZATI ÉS FÖLDTANI KONFERENCIA



**15th MINING,
METALLURGY
AND GEOLOGY
CONFERENCE**

BESZIERCE, 2013. Április 4–7.
BISTRIȚA, April 4–7, 2013

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania

**XV. Bányászati, Kohászati és Földtani
Konferencia**

**15th Mining, Metallurgy and Geology
Conference**

NYOMDA / Print
ENCITATO, Kolozsvár / Cluj

A konferencia tudományos bizottsága / Scientific committee

WANÉK Ferenc
az EMT Földtani Szakosztályának elnöke
president of Geology Dept. of EMT

Dr. GAGYI PÁLFFY András
az OMBKE ügyvezető igazgatója
general manager of OMBKE

Beszterce, 2013. április 4-7.

0113-1642-9440
az EMT Kohászati és Földtani Szakosztályának elnöke
president of Metallurgy Dept. of EMT

A konferencia szervezője

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT
Bányászati-Kohászati és Földtani Szakosztály

Organizer

Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Mining-Metallurgy and Geology Department

A konferencia elnöke / Chairman

WANEK Ferenc

A konferencia tudományos bizottsága / Scientific committee

WANEK Ferenc

az EMT Földtani Szakosztályának elnöke
president of Geology Dept. of EMT

Dr. GAGYI PÁLFFY András

az OMBKE ügyvezető igazgatója
general manager of OMBKE

Dr. VARGA Béla

az EMT Kohászati Szakosztályának elnöke
president of Metallurgy Dept. of EMT

Köpenymetaszomatózis a nógrád-gömöri vulkáni terület felsőköpenyben

Mantle Metasomatism in the Upper Mantle of Nógrád-Gömör Volcanic Fileds

PATKÓ Levente, ARADI László, LIPTAI Nóra, SZABÓ Csaba

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Közettani és Geokémiai Tanszék,
Litoszféra Fluidum Kutató Labor, 1117, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.; patkolev@vipmail.hu

Abstract

The Nógrád-Gömör Volcanic Field is situated in the northern part of the Pannonian Basin, where Plio-Pleistocene alkaline basalts brought upper mantle xenoliths to the surface. We collected great number of ultramafic xenoliths from the central part of the region (Medves-plateau and Baby-hill) and detailed petrographic studies were carried out. As a result, beside the dominating lherzolite xenoliths, large number of wehrlite xenoliths also appeared, in which the modal proportion of clinopyroxene was increased in contrast to the descending amount of orthopyroxene. These wehrlite xenoliths show very unique texture and main element content compare to lherzolite xenoliths.

Based on our detailed silicate and sulfide petrography and geochemistry of rock forming constituents and sulphide minerals, wehrlite xenoliths are products of a process called stealth mantle metasomatism. This metasomatism is supposed to be caused by a mafic melt agent with high MgO/FeO ratio, which is different from the host alkaline basalt.

Kulcsszavak: nógrád-gömöri vulkáni terület, xenolit, köpenymetaszomatózis, wehrlit, szulfidzárvány

1. Bevezetés

Világszerte ismertek alkáli-bazalt, kimberlit és lamprofir lelőhelyek, amelyek felsőköpeny eredetű közetzárványokat (xenolitokat) szállítottak a felszínre. A Kárpát–Pannon régióban öt helyen is előfordul, hogy a felsőköpenyt neogén alkáli-bazalt olvadékok mintázták meg. Ezen előfordulásuk Ny-ról K-re haladva a következők: Stájer-medence, Kisalföld, Bakony–Balaton-felvidék, Nógrád–Gömör, Persány-hegység.

Munkánk során a Pannon-medence É-i részén található, kevésbé ismert nógrád–gömöri vulkáni terület ultramafikus xenolitjaira koncentráltunk. A terület központi zónájában, a Medves-plató és a Bábi-hegy öt egykori bazaltkőbányájában (Eresztvény, Magyarbánya, Fülek–Rátka, Fülekkovácsi és Terbeléd) gyűjtött xenolitok részletes makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatát végeztük el.

Ismert, hogy a felsőköpeny legfelső részét legnagyobb tömegben spinell lherzolit képezi [1], amit nagyszámú xenolit begyűjtése és feldolgozása is megerősített. Azonban a dinamikus felsőköpenyben lejátszódó folyamatok (pl. részleges olvadás, falközet-olvadék kölcsönhatás) eltérő ásványi összetételű és geokémiai karakterű köpenytestek kialakulását eredményezheti.

A nógrád–gömöri xenolitok petrográfiai feldolgozása során az uralkodó lherzolit-sorozat mellett elkülönült egy wehrlit-xenolitból álló sorozat is, amelyben a klinopiroxén részaránya megnövekedett, ugyanakkor a minták ortopiroxénben elészegényedtek. A modális különbségek mellett a wehrlit-xenolitok esetén szintén eltérő szöveti és geokémiai sajátságok tapasztalhatók.

A megfigyelt geokémiai jegyek egy, a befogadó alkáli-bazalttól különböző, feltételezhetően bázisos olvadékkal való kölcsönhatás, azaz a köpenymetaszomatózis eredményei. Munkánk során a kölcsönhatásban résztvevő olvadék összetételét vizsgáltuk és modelleztük.

2. Földtani háttér

Az Alpok, Kárpátok és Dinaridák által határolt Pannon-medence aljzatát két eltérő eredetű mikrolemmez alkotja, az északnyugaton elhelyezkedő ALCAPA és a délkeleten elhelyezkedő Tisza–Dácia, amelyeket a Közép-Magyarországi Zóna választ el egymástól [2].

A térség szerkezeti fejlődése a terciérben három tektonikai szakaszra tagolható [3]. Az első szakaszt az afrikai eredetű ALCAPA mikrolemmez Periadriai-vonal menti jobbos elmozdulása jellemzi, amely az eocénben indult meg és az oligocénben teljesedett ki. A második szakasz, késő-oligocén–kora-miocén során zajlott le, amikor az alpi kollízió hatására az ütköző zónából az ALCAPA K-i irányba kiszökött [4]. A harmadik szakaszt jellemző kiterjedt medence extenzió jellemzi, amelynek hatására a litoszféra erőteljesen kivékonyodott a Pannon-medencében [5].

Miocéntől kezdődően a Kárpát–Pannon régióban a változatos időbeli elterjedésű és kemizmusú vulkanikus tevékenység zajlott. Ezek közül a legfiatalabbak a plio–pleisztocén alkáli-bazaltok, amelyek elszórta jelentkeznek a Pannon-medencében. Keletkezésük az asztenoszféra felemelkedés által előidéztet nyomáscsökkenés hatására történő olvadás eredménye [6]. A nógrád–gömöri vulkáni területen elszórta kibukkanásokban Patakaljától Bárnáig, elsősorban bazanitok és alkáli bazaltok találhatók [7], amelyek nagy számban tartalmaznak ultramafikus xenolitokat.

3. Wehrlit petrográfia

Az öt lelőhelyről szelektált két-két wehrlit-xenolitot úgy választottuk ki, hogy köztük egyaránt szerepelnek kevésbé és erőteljesen wehrlitesedett kőzetek az átalakulási folyamat jobb megértése és modellezése érdekében.

A MERCIER és NICOLAS munkáján [8] alapuló szöveti leírás és osztályozás nehézségbe ütközött, ugyanis az eredeti szöveti bélyegeket a wehrlitesedés folyamata felülírta. A korábbi szövetet az eredeti, olivin-gazdag mezők alapján lehetett meghatározni, amelyeket a klinopiroxén gazdagodás mértékétől függően egyes wehrlit-xenolitok alig, mások bőven tartalmaznak. Az így meghatározott szövet három ekvigranuláris és egy átkristályosodott szövettől wehrlittől eltekintve porfiroklasztos. A vizsgált wehrlit-xenolitokban olivin, klinopiroxén és spinell mindig jelen van. Ezzel szemben ortopiroxén maradványt csak két wehrlit-xenolit klinopiroxénjének a magjában azonosítottunk.

Mikroszkópos vizsgálatok alapján a wehrlitben az olivin a leggyakoribb ásvány, amelynek jelenléte 65–85,5 v/v % között változik. A klinopiroxén-gazdag területeken az erősen kerekített olivinszemcsék kisméretűek (0,05–0,2 mm) és uralkodóan szabálytalan alakú klinopiroxénben fordulnak elő.

A wehrlit xenolitok klinopiroxén tartalma a wehrlitesedés hatásának függvényében 9–35 v/v % között változik. Klinopiroxén ritkán jelentkezik az olivin-gazdag részekben is, ahol méretük kisebb (0,1–0,4 mm), összehasonlítva a klinopiroxén-gazdag, erősen wehrlites részek fűzőld színű szemcséivel (0,3–0,6 mm). A klinopiroxén-gazdag foltok esetén a szabálytalan alakú klinopiroxén szemcsék kerekded és kisméretű (0,05–0,2 mm) olivint és egy-egy spinellt „folynak” körül, amivel szemben az olivin-gazdag foltok piroxénjei hipidiomorf, táblás megjelenésűek.

A spinell egyaránt előfordul az olivin- és a klinopiroxén-gazdag foltokban. Kis mennyiségben jelentkezik (0,5–1,5 v/v %). Méretük igen változatos, 0,05–2,5 mm közötti. Valamennyi xenolitban megjelennek zárványként és intersticiálisan is. A wehrlitek a klinopiroxén-gazdag foltjainak klinopiroxénjeiben világosbarna színű, féregszerű (vermikuláris) spinellek is megjelennek.

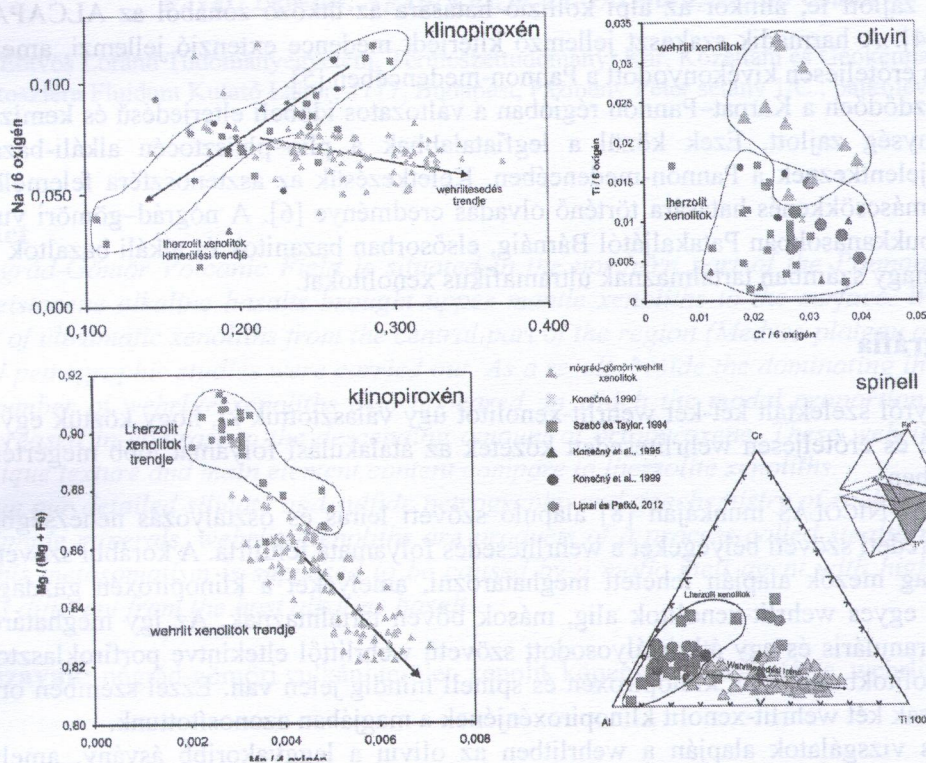
4. Wehrlit főelemgeokémia

A xenolitokat felépítő ásványok főelem összetétele a tíz reprezentatív wehrlit-xenolit mikrosondás elemzésén alapul, ami a petrográfiai leírásra támaszkodik. A mérések eredményei alapján megállapítható, hogy a wehrlit-sorozat xenolitjai nem csak modális és szöveti jellegeikben, hanem geokémiai sajátágaikban is eltérnek a lherzolit-sorozat tagjaihoz képest.

Tanulmányozva az olivinek geokémiai tulajdonságait szembeötlő, hogy a wehrlit-xenolitok olivinjeinek Mn-tartalma nagyobb, ezzel szemben mg-száma kisebb, mint a lherzolit-xenolitokban [9, 12] (1. ábra). Továbbá a wehrlit-xenolitok olivinjei kisebb mg-számmal rendelkeznek és szegényebbek Ni-ben, mint a lherzolit-xenolitok [9, 10, 11, 12].

Feltűnő a wehrlit-xenolitok klinopiroxénjének jelentős Al-gazdagsága a nógrádgömöri lherzolit-xenolitok jellegzetes kimerülési trendjéhez képest (1. ábra). Ti–Cr összefüggésében a wehrlit-xenolitok jelentős Ti gazdagodást mutatnak a lherzolit-xenolitok klinopiroxénjeihez viszonyítva [9, 10, 11, 12] (1. ábra).

A ultrabázisos kőzetek spinell összetételének bemutatásához a Al–Cr–Ti diagramot használjuk, amely a köpeny folyamatok érzékeny indikátora. A wehrlit-xenolitok spinelljei Ti-gazdagodást mutatnak a lherzolit-xenolitokhoz viszonyítva, amelyek Al- és Cr-gazdagok [9, 11, 12] (1. ábra). A wehrlitokban előforduló spinellek Fe-ban szintén gazdagabbak a lherzolitokhoz képest.



1. ábra. Klinopiroxén, olivin és spinell főelem diagramok. A wehrlitek mérései mellett a lherzolit-xenolitok adatai az irodalomból származnak [9, 10, 11, 12].

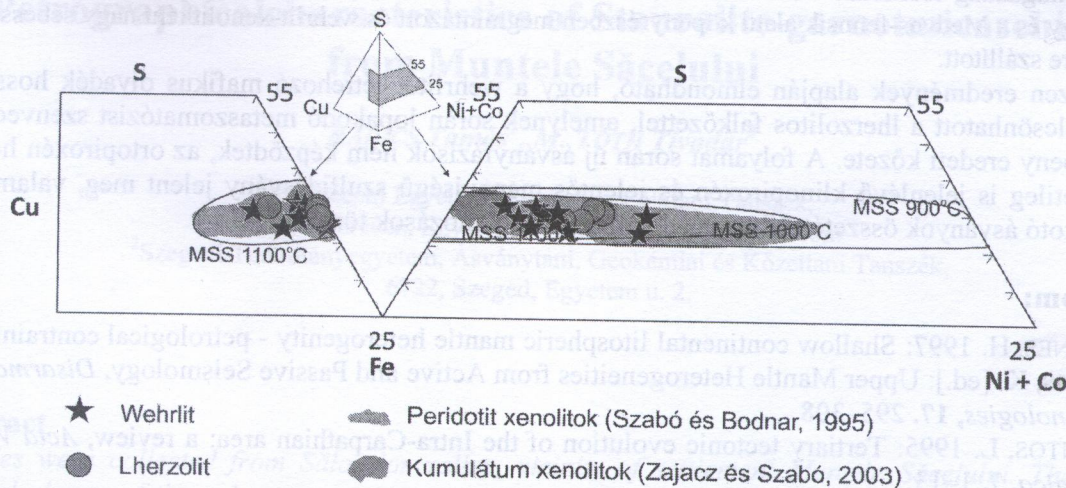
5. A kőzetek szulfidbeágyazódásai

A köpeny xenolitokban előforduló szulfidásványok petrográfiáját, valamint főelem-geokémiai összetételét is tanulmányoztuk. Munkánk során az elsődleges szulfidszemcséket vizsgáltuk részlete-sen, amelyek szöveti helyzetük és ásványos összetételük alapján köpeny körülmények között képződtek még azelőtt, hogy a felszínre szállító magma megmintázta a felsőköpenyt. Szöveti helyzetük alapján két típus különíthető el: szulfidzárványok szilikátásványokban („e-típus”), valamint a szemcsék között elhelyezkedő, intersticiális szulfidszemcsék („i-típus”). A mikroszkópos jegyek alapján négy, különböző fázist – MSS-t (monoszulfid szilárdoldat), pentlanditot, kalkopiritet, és másodlagos oxidásványokat – lehet meghatározni.

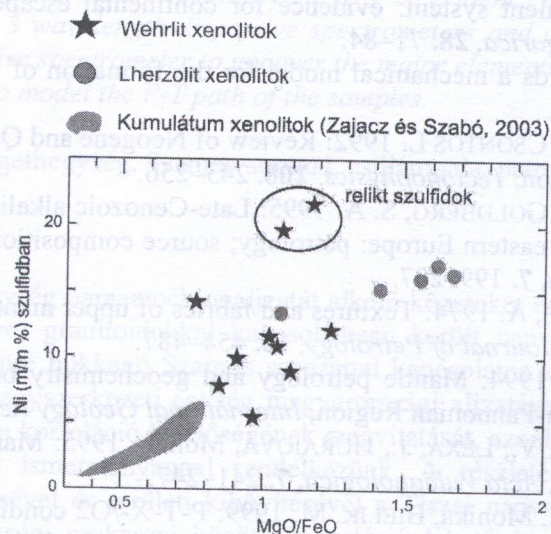
A szulfidok ásványkémiájáról elmondható, hogy a xenolitokra számolt teljes szulfidösszetételek alapján a nógrád-gömöri vulkáni terület általunk vizsgált központi részéről származó wehrlit-xenolitok nagyobb Fe- és kisebb Ni-tartalommal jellemezhetők, mint a lherzolit-xenolitok. A szulfidbeágyazódások szöveti helyzete, lelőhelye és a számolt kémiai összetétele között kapcsolat nem fedezhető fel, sem a lherzolitok, sem a wehrlitek esetében. Ezen adatokat összehasonlítva a nógrád-gömöri vulkáni területéről korábbi munkákkal [13, 14] megállapítható, hogy a jelen dolgozatban tárgyalt szulfidbeágyazódások lényegesen eltérnek ezektől, különösen a wehrlit xenolitokban megjelenő szulfidok.

A Fe–S–(Ni+Co) rendszerben [15] összehasonlítva az adatokat a korábban vizsgált lherzolit [13], valamint alsókéreg eredetű kumulát xenolitokban leírt szulfidokkal [14] különbségeket fedezhetünk fel (2. ábra). A kumulát xenolitok Fe koncentrációja meghaladja mind a wehrlitből, mind a

lherzolitból származó szulfidokét és a teljes összetételek az MSS 1100 °C-on meghatározott stabilitási tartományába esnek (2. ábra) [15]. A wehrlit-xenolitok – két kiugró xenolit kivételével – átmeneti összetételt képviselnek a lherzolitok és a kumulát-zárványok között, az 1100 és 1000 °C-on stabil MSS tartományának határán helyezkednek el.



2. ábra. A tanulmányozott wehrlit és a reprezentatív lherzolit-xenolitokra számolt átlagos szulfid-összetételek a Cu-S-Fe-Ni(+Co) rendszerben. A stabilitási tartományok KULLERUD et al. [15] alapján.



3. ábra. A tanulmányozott lherzolit és wehrlit xenolitok átlagos szulfidjaiban a Ni-tartalom változása a közzettel egyensúlyban lévő olvadék MgO/FeO arányának függvényében, összehasonlítva ZAJACZ ÉS SZABÓ [14] által vizsgált kumulátum xenolitjainak értékeivel. A megjelölt két xenolitban a szulfidás-ványok nem köthetők a wehrlitesedéshez.

6. A metasomatózist okozó fluidum kémiai jellegei, eredete

A metasomatózis jobb megértése érdekében számításokat végeztünk a kölcsönható köpeny olvadék MgO/FeO arányáról. Ennek segítségével becslést adhatunk a metasomatizáló olvadék összetételére. Az olvadékösszetétel számolását az olivin és klinopiroxén átlagos összetételéből, valamint az ásványokkal egyensúlyban lévő olvadék és az ásványok közötti megoszlás hányadosból, az $(\text{MgO/FeO})_{\text{olvadék}} = D$ (megoszlási hányados) $/(\text{FeO/MgO})_{\text{cpx/ol}}$ egyenlet alapján végeztük el [16]. Ezen értékekben jelentős eltérést tapasztaltunk a két közetcsoporthoz, ami arra utal, hogy az eredeti köpeny-lherzolitot egy kis MgO/FeO arányú (azaz vasban gazdag) olvadék metasomatizálta, ami a szilikátok és szulfidok összetételét megváltoztatta, többek között FeO-ban gazdagította. A számolt MgO/FeO értékeket ábrázolva a wehrlit-xenolitok szulfidjainak Ni- és Fe-koncentráció függvényében feltételezhető, hogy a változó metasomatizáló olvadék

és a lherzolit közötti kémiai kölcsönhatás során alakult ki a klinopiroxén-gazdag részek jelenlegi összetétele (3. ábra). Feltételezésünk szerint ez a mafikus olvadék keletkezése után és felfelé áramlása során kölcsönhatásba lépett a felsőköpeny lherzolitjával és a nagy kőzet/olvadék térfogatarányú köpenyrészekben klinopiroxénüggazdag csomókat – azaz wehrlitet – formálhatott a lherzolitban, amit a későbbi alkáli bazalt a Bábi-hegy és a Medves-fennsík alatti köpenyrészben megmintázott és wehrlit-xenolitként nagy sebességgel a felszínre szállított.

Ezen eredmények alapján elmondható, hogy a wehrlitet létrehozó mafikus olvadék hosszabb ideig kölcsönhatott a lherzolitos falkőzettel, amelynek során lopakodó metasomatózist szenvedett a felsőköpeny eredeti kőzete. A folyamat során új ásványfázisok nem képződtek, az ortopiroxén helyén az eredetileg is jelenlévő klinopiroxén és jelentős mennyiségű szulfidásvány jelent meg, valamint a kőzetalkotó ásványok összetételében is jelentős kémiai változások történtek.

Irodalom:

1. DOWNES, H. 1997: Shallow continental lithospheric mantle heterogeneity - petrological constraints, in: FUCHS, K. [ed.]: Upper Mantle Heterogeneities from Active and Passive Seismology, *Disarmament Technologies*, **17**, 295–308.
2. CSONTOS, L. 1995: Tertiary tectonic evolution of the Intra-Carpathian area: a review, *Acta Vulcanologica*, **7**, 1–13.
3. CSONTOS, L. NAGYMAROSY, A. HORVÁTH, F. KOVÁCS, M. 1992: Tertiary evolution of the Intra-Carpathian area – a model, *Tectonophysics*, **208**, 221–241.
4. KÁZMÉR, M., KOVÁCS, S. 1985: Permian-Palaeogene palaeogeography along the eastern part of the Insubric-Periadriatic Linament system: evidence for continental escape of the Bakony-Drauzug Unit, *Acta Geologica Hungarica*, **28**, 71–84.
5. HORVÁTH, F. 1993: Towards a mechanical model for the formation of the Pannonian basin, *Tectonophysics*, **226**, 333–357.
6. SZABÓ, CS., HARANGI, SZ., CSONTOS L. 1992: Review of Neogene and Quaternary volcanism of the Carpathian-Pannonian region, *Tectonophysics*, **208**, 243–256.
7. DOBOSI, G., FODOR, R. V., GOLDBERG, S. A. 1995: Late-Cenozoic alkalic basalt magmatism in the northern Pannonian basin; eastern Europe: petrology; source compositions; and relationship to tectonics, *Acta Vulcanologica*, **7**, 199–207.
8. MERCIER, J. C. C., NICOLAS, A. 1974: Textures and fabrics of upper mantle peridotites as illustrated by xenoliths from basalts, *Journal of Petrology*, **16**, 454–487.
9. SZABÓ, CS., TAYLOR, L., 1994: Mantle petrology and geochemistry beneath the Nógrád-Gömör Volcanic Field, Carpathian-Pannonian Region, *International Geology Review*, **6**, 328–358.
10. KONEČNÝ, P., KONEČNÝ, V., LEXA, J., HURAIÓVÁ, Monika 1995: Mantle xenoliths in alkali basalts of Southern Slovakia, *Acta Vulcanologica*, **7**, 241–247.
11. KONEČNÝ, P., HURAIÓVÁ, Monika, BIELIK, M. 1999: P-T-X-fO₂ conditions in upper mantle: evidence from lherzolitic xenoliths hosted by plio-pleistocene alkali basalts (Southern-Slovakia), *GeoLines*, **9**, 59–66.
12. LIPTAI, Nóra, PATKÓ, L. 2012: Deformációs vizsgálatok a Nógrád-Gömör Vulkáni Terület felsőköpeny eredetű ultramafikus xenolitjain, TDK dolgozat, ELTE, Közettani és Geokémiai Tan-szék, TDK (kézirat), 52 o. Budapest.
13. SZABÓ, CS., BODNAR, R. J. 1995. Chemistry and origin of mantle sulfides in spinel peridotite xenoliths from alkaline basaltic lavas, Nograd-Gomor Volcanic Field, northern Hungary and southern Slovakia, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **59**, 3917–3927.
14. ZAJACZ, Z., SZABÓ, CS. 2003: Origin of sulfide inclusions in cumulate xenoliths from Nógrád-Gömör Volcanic Field, Pannonian Basin (north Hungary/south Slovakia), *Chemical Geology*, **194**, 105–117.
15. KULLERUD, G., YUND, R.A., MOHR, G. 1969. Phase relations in the Cu-Fe-S and Cu-Ni-S systems, in: . Wilson, H. D. B [ed.]: Magmatic ore deposits, *Economic Geology Monographs*, **4**, 323–343.
16. SHAW, C. S. J. EYZAGUIRRE J. 2000: Origin of megacrysts in the mafic alkaline lavas of the West Eifel volcanic field, Germany, *Lithos*, **50**, 75–95.