

Metemorfne kamnine v globokih vrtinah pri Mariboru

Metamorphic rocks in the deep boreholes near Maribor

Mirka TRAJANOVA

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana

Ključne besede: Metamorfne kamnine, petrografija, Pohorska formacija, strukturna geologija, Slovenija, Vzhodne Alpe

Key words: Metamorphic rocks, petrography, Pohorje formation, structural geology, Slovenia, Eastern Alps

Kratka vsebina

Šest vrtin za raziskave in kaptažo termalne vode je pri Mariboru poleg terciarnih klastitov presekalo okoli 1000 m metamorfnih kamnin. Njihovo zaporedje je značilno za Pohorje in za vzhodno Kobansko. Na območju vrtin izstopata dve tektonski coni: zgornja, med 510 in 550 m na stiku med Štalenskogorsko in Filitno formacijo ter globlja približno med 460 in 590 m, ki nakazuje reverzni prelomni stik Filitne s Kobansko formacijo. Coni pripadata drugi in tretji krovnii enoti akrecijskega klina, ki so nastale pri koliziji Evropske in Afriške plošče. V slovenskem delu Vzhodnih Alp so dokazane štiri Alpske krovne enote.

Abstract

Six research-captive boreholes for thermal water passed through a pile of metamorphic rocks near Maribor (Eastern Slovenia) that is on average about 1000 m thick. The succession of metamorphic rocks is characteristic for the Pohorje Mt. and eastern Kobansko region. In the area of the boreholes two tectonic zones are more pronounced: the upper one, at a depth of about 510 to 550 m at the contact of the Štelenska Gora and Phyllite formations and the deeper one at a depth of about 460 to 590 m, indicating the reverse fault junction of the Phyllite and Kobansko formations. They belong to the second and the third thrust unit of the accretionary wedge formed at the collision of the European and African plates. Four Alpine nappe units are proven in the Slovenian part of the Eastern Alps.

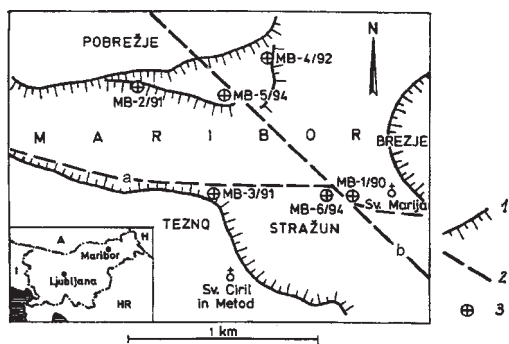
Uvod

Metamorfne kamnine v okolici Maribora so bile obravnavane regionalno v okviru OGK 1:100 000 in na listu Maribor in Leibnitz izdanjajo na območju vzhodnega Pohorja (Žnidarčič & Mioč, 1988, 1989, Premru 1976). Njihove petrološke značilnosti so podrobno obdelali Hinterlechner-Ravnikova (1971, 1973), Hinterlechner-Ravnikova in Moine (1977) ter

Hinterlechner-Ravnikova in sodelavci (1991 a,b).

Med leti 1989 in 1994 je mariborsko Podjetje za zdravstvo, turizem in rekreacijo financiralo vrtanje šestih globokih vrtin v Stražunskem gozdu in Pobrežju pri Mariboru v raziskovalne namene in za kaptažo termalne vode (sl.1). Presekale so kar okoli 1000 m debel paket metamorfnih kamnin, ki predstavljajo neposredno nadaljevanje Vzhodnih Alp pod sedimentnimi kamninami Panon-

skega bazena. Najdetaljneje so obdelali vrtno MB-1, vendar pa ni bila sistematično vzorčevana, zato imamo o njej najmanj petrografskih podatkov. Litologija vrtin je bila delno obravnavana v sklopu karotajskih raziskav (Brezigar & Trajanova 1995), njihovi profili in petrografski podatki pa do sedaj še niso bili objavljeni. Pri interpretaciji in izdelavi litoloških modelov vrtin je predstavljalo glavno težavo brezjedrno vrtanje na drobce iz izplake, ki so bili v povprečju veliki okoli 3 mm. Jemani so bili po intervalih na dva metra in onesnaženi z više ležečimi kamninami. Neustrezna je bila tudi spremljava vrtanja in vzorčevanje, ki ju je organiziral investitor sam. Najbolj sistematično sta bili vzorčevani vrtini MB-5 (končna globina 860 m) in MB-6 (v prvi fazi vrtana do 930 m in poglobljena do končne globine 1126 m), ki pa sta najkrajši. Ostale štiri vrtine segajo do globin 1332 m (MB-1), 1600 m (MB-2), 1603 m (MB-3) in 1590 m (MB-4).



Sl.1. Skica lege vrtin; 1 – terase reke Drave, 2 – prelom: a-Lovrenški prelom, b-Dravski prelom; 3 – vrtina

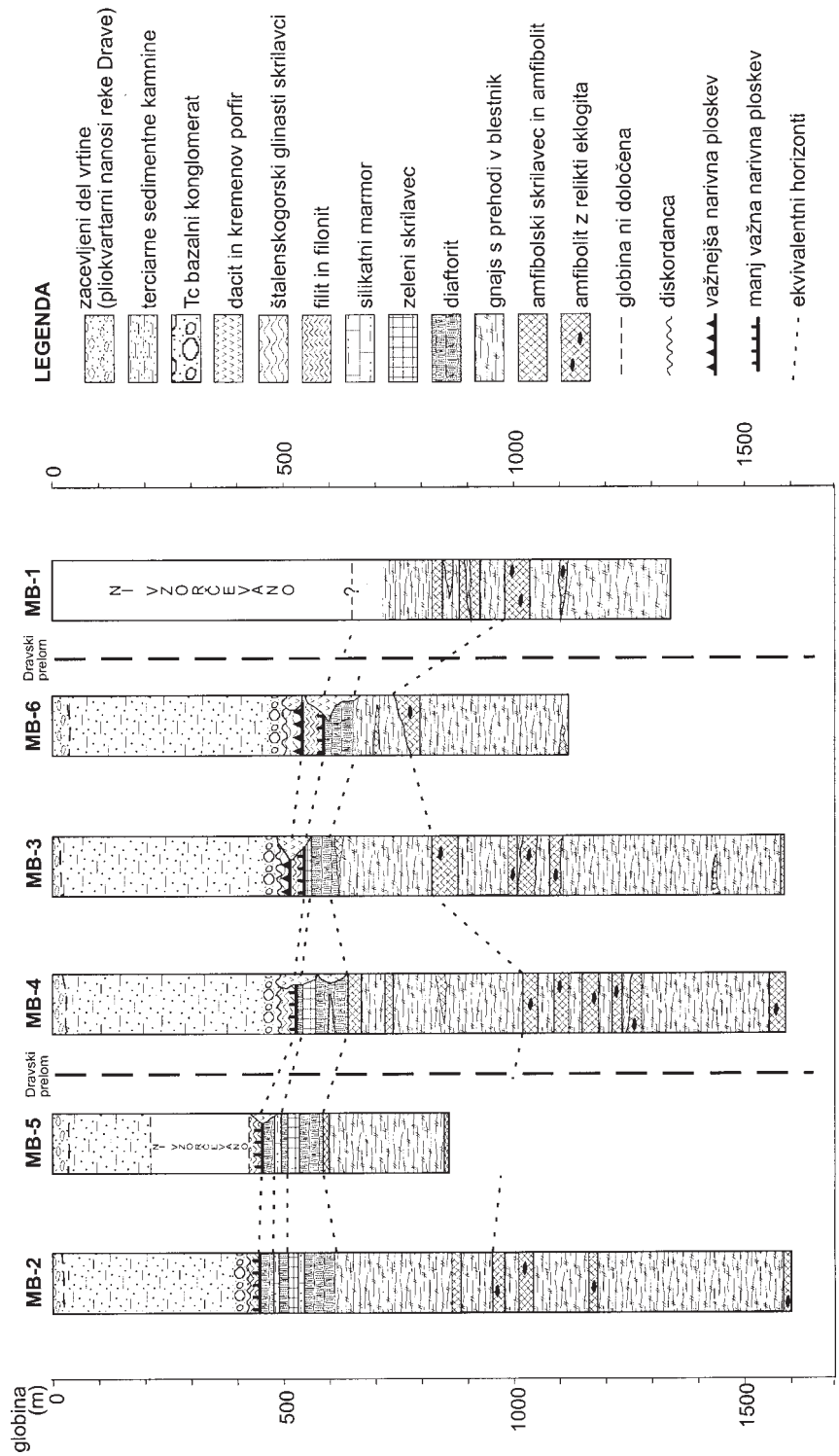
Zaporedje litoloških členov in njihove glavne značilnosti

Glede na to, da kamnine terciarnih sedimentov niso bile vzorčevane (razen nekaterih odsekov v vrtini MB-3), se bomo omejili le na metamorfnu zaporedje, ki se pričinja na globinah med 430 in 510 m (sl. 2). Sledili ga bomo od zgoraj navzdol. V zgornjem delu vrtin so označeni intervali pliokvartarnih nanosov reke Drave, ki so jih zacevili, naprej pa so do metamorfne podlage prikazani kot enotne, terciarne, pečeno-meljaste kamnine. Meja terciarnih plasti z metamorfnu podlago

je diskordantna in se pričinja z bazalnim konglomeratom. Zaledje njegove sedimentacije so predstavljale pretežno metamorfne kamnine.

V vrtinah MB-3 in MB-6 (za MB-1 ni znano), ki se nahajata na južnem delu območja na sl.1 v Stražunskem gozdu, se zaporedje kamnin začne s šibko metamorfoziranimi skrilavci Štalenskogorske formacije, debelimi od 20 do 45 m. Tu se pojavijo predorninski drobci podobni dacitu, vendar močno spremenjeni, predvsem sericitizirani. Blizu narivne meje s sledečo formacijo se nahaja leča kvarcita. Navzdol sledijo v vseh vrtinah (razen MB-1, kjer ni podatkov) filiti in filoniti, ki dosežejo debelino do 50 m. Mehki filoniti so se zaradi načina vrtanja zdrobili in so v vzorcih zastopani podrejeno. Skrilavost je izražena v dveh smereh: subhorizontalna s_1 vzdolž mikrolamin in s_2 prečno na mikrolamine, ki je pogosto posledica plisirane strukture, raztapljanja zaradi pritiskov ali rahlih strižnih zamikov. Glavni minerali v sestavi filita so: kremen, muskovit/illit (sericit), klorit in albit. V nekaterih nivojih je močno zvišana količina neprosojnih mineralov, ki so koncentrirani pretežno vzdolž sekundarne skrilavosti. V tem delu je nekoliko pogostejši kremenov porfir, ki je, tako kot dacit in okolne kamnine, hidrotermalno spremenjen. Te spremembe se nadaljujejo v milonitiziran in retrogradno spremenjen horizont (sl.3), ki je po predhodnih raziskovalcih poimenovan diaforitni in zaradi retrogradne metamorfoze spada v facies zelenih skrilavcev (Hinterlechner-Ravnik, 1973, Žnidarčič & Mioč 1988, 1989). Njegova grobo ocenjena debelina znaša okrog 100 m. Navzdol prehaja zvezno v manj milonitizirane gnajse in blestnike z granati (sl.4).

Med filitnim horizontom in diaforiti so zeleni skrilavci Kobanske formacije, ki so verjetno navzgor in navzdol omejeni z narivnim stikom, vendar tega na osnovi drobcev ni bilo mogoče potrditi. Najizrazitejši so v vrtinah MB-2, MB-4 in MB-5, ki se na nahajajo na severnem delu sl.1 blizu Pobrežja, kjer jih spremljajo tudi tanke leče silikatnega marmorja. Njihova debelina znaša od približno 40 m v vrtini MB-4, do približno 15 m v MB-3. Sestavljeni so iz klorita, kremen, plagioklazov, malo biotita, amfibola, mineralov epidota ter akcesornih mineralov. V primerih izrazitejše milonitizacije s kloritizacijo biotita in neznatno epidotizacijo je



Sl. 2. Litološki profili vrtn MB-1 do MB-6. Za razlago glej tekst.



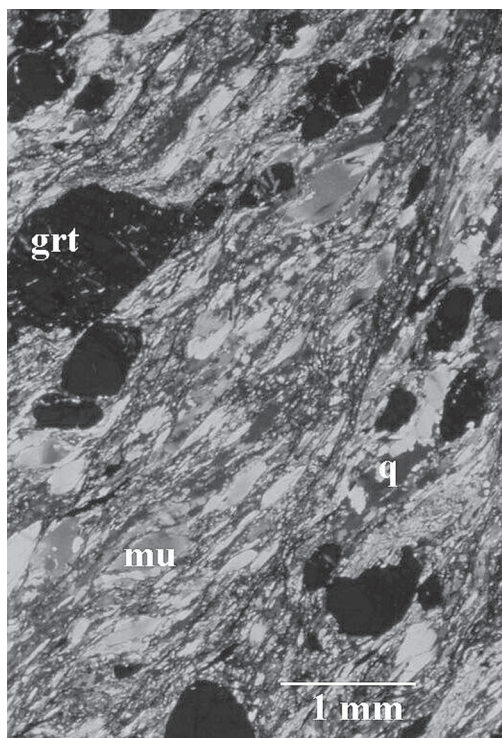
Sl. 3. Diafторит. Retrogradno spremenjen, milonitiziran biotitno-muskovitni gnajs. MB-2, glob. 487 m. Merilo je v cm.



Sl. 4. Muskovitni gnajs z granati. Plastično deformirana levkosoma nakazuje delovanje desnega striga. MB-6, glob. 930,3 m. Merilo je v cm.

bilo makroskopsko težko ugotoviti, kateri drobci pripadajo diafторitom in kateri zelenim skrilavcem Kobanske formacije.

Nastopajo plastične deformacije in prehodi med plastičnimi in lomnimi deformacijami. V posameznih vrčinah so najizrazitejše približno do globin med 600 in 650 m na prehodu v gnajnsko formacijo. Nastale so zaradi večfaznih tektonskih dogajanj, ki so delno starejša, delno sinhrona ali pa tudi mlajša od krovne zgradbe Pohorja (Trajanova, 2002). Zaradi milonitizacije je nastopila segregacija v levkosome in melanosome ter v prevladujoče lepidoblastične dele (blestnik) z vmesnim gnajsom. Z globino milonitizacija pojema, vendar je prisotna do dna vrčin. Za ves interval je značilna blastomilonitna struktura, prikazana na sl.5. Približno med 620 in 980 m se v gnajsu pojavljajo tanki odseki očesnega gnajsa.



Sl. 5. Blastomilonitna struktura gnajsa z muskovitnimi ribicami. Vrtina MB-6, gl. 930 m, Muskovit (mu), granati (grt), kremen (q). MB-6, glob. 930 m.

Pod okoli 700 m se postopno začne almandinovo-amfibolitni facies, ki je omejen s pričetkom natopanja stavrolita in distena. V vrtini MB-5 se stavrolit pojavi prvič že na globini 630 m globine. V ostalih vrčinah ju zasledimo okoli globine 800 m, jasneje pa je

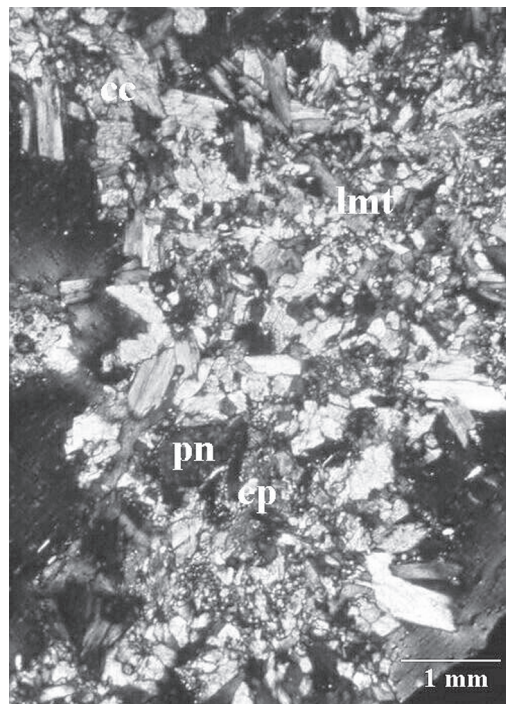
njuna prisotnost registrirana šele na približno 1100 m, kjer zasledimo v sericitu tudi relikte sillimanita. Gnajs in blestnik sta v zgornjem delu biotitno-muskovitna. Količina obeh mineralov se močno spreminja in z večanjem globine ponekod prevlada biotit. Stalna in značilna primes metapelitov tega horizonta je lističavi grafit. Zaradi delne metamorfne diferenciacije (predvsem migracije kremenice) je ponekod koncentriran v kovinsko sive trake vzdolž skrilavosti. Med metamorfozo se je močno deformiral, slično kot večji lepidoblasti muskovita. Karakterističen sekundarni rudni mineral je pirotin. Čeprav le v sledovih, ga vedno spremlja halkopirit. Sled sfalerita smo našli le v vrtni MB-3.

Na prehodih biotitno muskovitnega gnajsa v amfibolski gnajs do amfibolit je praviloma malo muskovita ali pa nastopa samo biotit. Opazna je tudi sprememba barve granata, ki je tu oranžno rožnat, v ostalih delih pa rahlo vijoličasto rožnat. Občasno zelo hitro menjavanje amfibolitnih in gnajskih različkov je vidno v vseh vrtnah. Kaže, da gre za postopen prehod iz dvosljudnega gnajsa preko amfibolskega gnajsa v amfibolit. V takih delih je ponekod zaslediti rogovec slične drobce z znaki opalizacije. Najizrazitejša cona z rjavkasto polporsojnimi drobci se nahaja v vrtnah MB-3, MB-4 in MB-6 približno med 850 in 1230 m globine. Poleg amfibola (rogoveče in aktinolita), kremenca, granata in klinozoisita, vsebujejo kordieritu in andaluzitu slične minerale, ki nakazujejo prisotnost kontaktne metamorfoze. To je hkrati območje, kjer se v vseh vrtnah najpogosteje pojavljajo leče amfibolita. Dokaj različen nivo njihovega nastopanja in kataklastična tekstura sta lahko posledica vpliva Dravskega preloma (Premru, 1976).

Amfibolit je pogosto produkt retrogradne metamorfoze eklogita, ki predstavlja najmočnejše metamorfozirane kamnine v vrtnah. Njegove debeline ni mogoče ugotoviti, ker postopno prehaja v amfibolit. Spoznamo ga po reliktnih mineralih (omfacitu, distenu, zoisitu) in po številnih reakcijskih robovih okrog primarnih mineralov. Neprekinjena plast amfibolita je debela do 40 m, celotna debelina paketa s krajšimi intervali gnajsa in blestnika pa znaša 100 do 240 m. Zvezno in najgloblje nastopa v vrtni MB-4 v globinah med 1025 in 1260 m (glej sl. 2). V tem paketu kamnin je kot rudni mineral zastopan predvsem ilmenit, ki je nastal po obodu

blastov rutila. Z zunanje strani ga največkrat obdaja titanit. Od rudnih mineralov so zastopani predvsem pirotin in sledovi halkopirita ter redek pirit.

V vrtnah MB-2, MB-3, MB-5 in MB-6 se približno do globine 850 m pojavlja v posameznih odsekih močno onesnaženje z drobci iz višjih intervalov, predvsem s terciarnimi peščenjaki in muljevci. Vzrok je poleg načina vrtanja verjetno v tem, da vrtnice lokalno potekajo po prelomnih conah Lovrenškega in Dravskega preloma. Hkrati so v podobnih globinah bolj ali manj izražene hidrotermalne spremembe, ki so vidne tudi v vrtni MB-4. Močne so sericitizacija, kloritizacija (z žilnim in gnezdastim peninom), kalцитizacija, zeolitizacija, piritizacija in okremenitev. Razen sericitizacije nastopajo predvsem razpoklinsko in le delno segajo v okolno kamnino. Laumontit v združbi s kloritom peninom, sericitom in kalцитom oblikujejo v razpokah hidrotermalne žile. V jedrovanem odseku vrtnice MB-6 so na globini 930 m vidne zeolitne žilice. Bele skorjice laumontita smo pogosto našli tudi med drobci iz plake (sl.6).



Sl. 6. Drobec iz izplake sestavljen pretežno iz laumontita (lmt). Penin (pn), epidot (ep), kalcit (cc). MB-6, glob. 894 m.

Za vrtino MB-1 ni ustreznih podatkov, čeprav je zelo verjetno, da so glede na neposredno bližino obeh prelomov hidrotermalne spremembe prisotne tudi v njej.

Zaključek

Prevrtano območje na podlagi litologije v grobem delimo na štiri dele, ki so razdeljeni v smeri vzhod-zahod in severo-severozahod – jugo-jugovzhod.

Prva delitev (glej položaj vrtin na sl. 1) odreže severni del ozemlja z vrtinami MB-2, MB-5 in MB-4. V njih so terciarne sedimentne kamnine odložene diskordantno na filitih, v južnem delu v vrtinah MB-3 in MB-6 ter verjetno tudi v MB-1? pa na kloritno-kremenovih glinastih skrilavcih. Številni trgani blasti in razpoke zapolnjene s kloritom, kremenom in v zadnji fazi s kalcitom, imajo ekstenzijski značaj. V južnem delu je opazna praktična odsotnost marmoriziranih vložkov, ki se izklinjajo v smeri zahod-vzhod in odsotnost kloritno-amfibolskih skrilavcev, ki so v severnem delu jasno izraženi. Območje vrtin seka reverzni Lovrenški prelom (sl.1), zaradi katerega imamo v vrtinah MB-3 in MB-6 (verjetno pa tudi v MB-1) v zgornjem delu zelo mešano skupino filitoidnih kamnin, katerih prehodov ni mogoče jasno opredeliti. V vrtinah MB-2, MB-4 in MB-5 pa so nejasni odnosi med formacijama zelenih skrilavcev in diaforita (sl. 2).

Druga delitev v smeri približno sever-jug ločuje vrtime MB-2, MB-5, MB-3 in MB-6 od preostalih dveh (sl.1). Razlika je vidna v okrog 80 do 100 m visoki stopnici, ki jo oblikuje Dravski prelom. Ta seka starejši narivni strukturi med filitom in zelenimi skrilavci v severnem nizu vrtin ter obe narivni coni in Lovrenški prelom v južnem nizu vrtin.

Vrtine MB-3, MB-6 in MB-5 lokalno zaidejo v prelomni coni Lovrenškega in Dravskega preloma. Hidrotermalno mineralizacija je verjetno povzročila bližina pohorskega granodiorita, dovodnice za raztopine pa sta predstavljala omenjena preloma.

Mariborske vrtine torej ležijo na območju sečišča Dravskega in Lovrenškega preloma. Nakazovali so ga že nekonsistentni odzivi karotajnih meritev v njih (Brezigar & Trajanova 1995). Nahajajo se na NNW-SSE potekajoči stopnici ob Dravskem prelomu in predstavljajo poglobljanje bazena pro-

ti vzhodu, kot so ga prikazali Fodor et al. (2002). Potrjujejo nadaljevanje E-W poteka-joče stopnice med Pohorjem in Lovrenško-Selniškim tektonskim poljarkom ter krovno strukturo območja, ki jo je prikazala Trajanova (2002, sl. 4). Ugotovljeni sta dve narivni coni. Pripadata nizu krovnih struktur nastalih v akrecijskem klinu pri koliziji Evropske in Afriške plošče in sicer drugi in tretji od štirih, ki so dokazane v slovenskem delu Vzhodnih Alp.

Zahvala

Dr. Ladislavu Placerju se zahvaljujem za kritični pregled teksta, Vidi Pavlici in Andreju Stoparju pa za tehnično pomoč.

Literatura

- Brezigar, A. & Trajanova, M., 1995: Karotajne krivulje v metamorfnih kamninah pri Mariboru. – *Geologija*, 37, 459-481, Ljubljana.
- Fodor, L., Jelen, B., Márton, E., Zupančič, N., Trajanova, M., Rifelj, H., Pécskay, Z., Balogh, K., Koroknai, B., Dunkl, I., Horváth, P., Horvat, A., Vrabec, M., Kraljić, M. & Kevrić, R., 2002: Connection of Neogene basin formation, magmatism and cooling of metamorphics in NE Slovenia. – *Geologica Carpathica* 53, 199-201, Bratislava.
- Hinterlechner-Ravnik, A., 1971: Pohorske metamorfne kamnine. – *Geologija* 14, 187-226, Ljubljana.
- Hinterlechner-Ravnik, A., 1973: Pohorske metamorfne kamnine II. – *Geologija* 16, 245-270, Ljubljana.
- Hinterlechner-Ravnik, A. & Moine, B., 1977: Geochemical Characteristics of the Metamorphic Rocks of the Pohorje Mountains. – *Geologija* 20, 107-140, Ljubljana.
- Hinterlechner-Ravnik, A., Sassi, F.P. & Visona, D., 1991a: The Austric eclogites, metabasites and metaultrabasites from the Pohorje area (Eastern Alps, Yugoslavia): 1. The eclogites and related rocks. – *Rend. Fis. Acc. Lincei* s.9, v.2, 175-190, Roma.
- Hinterlechner-Ravnik, A., Sassi, F.P. & Visona, D., 1991b: The Austric eclogites, metabasites and metaultrabasites from the Pohorje area (Eastern Alps, Yugoslavia): 2. The metabasites and metaultrabasites, and concluding considerations. – *Rend. Fis. Acc. Lincei* s.9, v.2, 175-190, Roma.
- Premru, U., 1976: Neotektonika vzhodne Slovenije. – *Geologija* 19, 211-249, Ljubljana.
- Trajanova, M., 2002: Pomen milonitov in filonitov Pohorja in Kobanskega. – *Geologija* 45/1, 149-162, Ljubljana.
- Žnidarčič, M. & Mioč, P., 1988: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Maribor in Leibnitz. – Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Žnidarčič, M. & Mioč, P., 1989: Tolmač za list Maribor in Leibnitz. – Zvezni geološki zavod, 60 pp., Beograd.