

in

rálovském Poříčí to ohledu výjim- navštívené spo- a. Elznicovi.

uje obr. 1. Sedi- úhlu kolem 10° 30 m je porušen ěrnější má výšku sla jen asi o 2 m. ý jílovcový pro- inách sloje. V se- helné sloje, ostře, ědými jíly cypri- sílovitě vysunutě podložní jíly. je- rmní. V těže kře, kryta poloha šter- em této zprávy.

ontrastním a cizo- ěděleny zcela os- mioválné až ovál- indexu plochosti osahují výjimečně ou s velmi nízkým centní jílovito-pís- ůčují značnou pet- zi nimi zastoupen z hydrotermálních y, dále pak ruly a ůbatelný podíl při- menných valounů y mikroskopické- ědujícím textu.

ukokratických (kře- ůhradním granitoid- ědně zrnitý, občas ý, místy jen bioti-

tický. Celkové množství živců v něm kolísá kolem 55 % při poměru draselného živce k plagioklasu kolem 1 : 1. Draselný živec je mikroklin nízkého stupně triklinity, plagioklas dvojslídnych odrůd je albit, zatímco biotitická odrůda obsahuje oligoklas až andezín. Podíl křemene, obvykle poněkud vyšší v dvojslídnych odrůdách, kolísá v rozmezí 30 až 35 %. Na slídy připadá 11 až 15 % celkového objemu horniny. Jako akcesorie se uplatňují magnetit, apatit a zirkon. Zatímco dvojslídny odrůdy lze podle klasifikace IUGS označit jako alkalicko-živcové granity a přiřadit je k tzv. krušnohorskému typu, odrůdy biotitické odpovídají monzogranitu ze skupiny typu horského.

Metamorfity. Naprostá většina valounů hornin této kategorie má povahu flebiticky páskovaných migmatitů, v nichž se střídají rovné nebo jen mírně zprohýbané pásy čistě křemeno-živcové s pásy, v nichž se navíc v podstatně míře objevuje biotit. Mezi živci obvykle mírně převládá náznakově mřížkováný mikroklin nad středním až bazickým oligoklasem. Mikroklin často uzavírá kapkovitá až kulovitá zrnka křemene, plagioklas bývá na styku s draselným živcem místy myrmekitický. Křemen objemově zaujímá necelou třetinu horniny, podíl biotitu v melasomových polohách stoupá až na 20 %. Akcesoricky se spolu s apatitem a zirkonem objevuje též ortit. Mezi valouny metamorfítů chybějí horniny nízkého a středního stupně přeměny, jaké se vyskytují v elevacích podloží uvnitř pánve a v její severní a západní obrubě.

Vulkanity. Horniny této kategorie patří výhradně alkalickým bazaltoidům evidentně kenozoického stáří. V černoše-

dé velmi jemnozrné hmotě obsahují vyrostlice pyroxenu o velikosti až ¼ cm a méně často fenokrysty olivínu, obvykle drobnějších rozměrů. Podružně se mezi vyrostlicemi objevuje i biotit. Celkový podíl vyrostlic kolísá v rozpětí 10 až 15 %. Výraznou složku základní hmoty představují izometrická zrnka magnetitu v množství kolem 15 %, ale hlavním minerálem je tu klinopyroxen, jehož podíl dosahuje až 45 %. Světlych minerálů, zastoupených nefelinem a analcimem, bývá maximálně do 20 %. Horninu lze klasifikovat jako olivinický analcimický melanefelinit s biotitem.

Sedimentologické posouzení šterkové polohy ve sloji Antonín dolu Marie vykazuje tyto skutečnosti: poloha vykličňuje severním směrem, na valounech lze v témže směru pozorovat náznaky doškovitého uspořádání, opracovanost valounů naznačuje relativně delší transport a petrografický charakter valounů koresponduje s geologickými komplexy tvořícími v okolí Sokolova jižní obrubu hnědouhelne pánve. Do nitra pánve se tento valounový materiál zjevně dostal prudkým splachem v ojedinělé a náhlé přívalové události a reflektuje epizodické zdramatizování uhlotvorné sedimentační tišiny. Dnešní mírně protiklonné uložení šterkové polohy i okolních sedimentů je v ohledu směru transportu materiálu irelevantní, protože vzniklo až pozdějšími tektonickými pohyby.

Literatura

ZOUBEK, V. a kol. (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000, M-33-XIII Karlovy Vary. – Ústí. úst. geol. Praha.

VRATISLAVICKÝ ZLOM – NOVÝ ODKRYV U LIBERCE V SEVERNÍCH ČECHÁCH

The Vratislavice fault – a new outcrop near Liberec in northern Bohemia

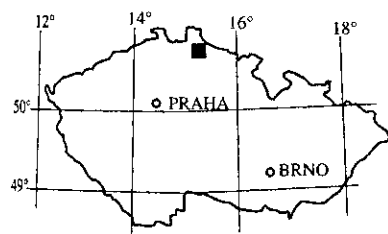
JOSEF KLOMÍNSKÝ¹ – VLADISLAV BĚLOHRADSKÝ³ – FERRY FEDJUK² – PAVEL SCHOVÁNEK¹

¹ Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

² Geohelp Praha, Na Petřínách 1897, 160 00 Praha 6

³ GeoServis Liberec, Mikulášská 622, 460 01 Liberec

(03–14 Liberec)



Key words: normal fault, breccia, basaltandesite, Krkonoše-Jizersa Massif

Abstract: The Vratislavice fault of the sudetic direction (NW-SE) has been exposed in a new road cut on eastern outskirts of the Liberec town. It can be classified as a normal dilatational fault with a multi-stage brecciation and cementation of the fault filling.

It consists of over 100 m wide zone containing fragments of basic Permo-Carboniferous volcanics („melaphyres“), acidic dykes (aplites) and quartz vein stockworks.

Úvod

V blízkosti pivovaru ve Vratislavicích nad Nisou na jihovýchodním okraji Liberce bylo v nově budovaném silničním zářezu obnažena přes 100 metrů široká zóna sudetského směru (SZ-JV) tvořená libereckým granitem s proniky „melafyrových“ a křemenných žil v různé míře rozpukáním a hydrotermálně alterovaném libereckém granitu. Tato zóna, kterou označujeme jako **vratislavický zlom**, patří do roje normálních dilatačních zlomů, které probíhají západní částí krkonoško-jizerského masivu.

orubní stěny horizontu lomu Marie (zobrazuje obr. 2). 1 – cyprisově souvrstvek „30“, 3 – uhlí sloje rky, 5 – podložní jíly.

Zlomy sudetského směru

Dilatační normální zlomy v granitu se vyznačují opakovanou brekciací a cementací ostrohranných až polozaoblených úlomků a drtě různé proveniencie. Jde o úlomky okolního granitu, brekcie starších horninových žil a mladší hydrotermální žiloviny, včetně xenolitů hornin přemístěných gravitačně z paleopovrchu (LÁZNIČKA 1988).

Do této kategorie patří zlomy sudetského (sz.-jv.) směru, dominující v širším okolí Liberce. Byly založeny již v závěrečných fázích variské tektogeneze severního okraje Českého masivu, periodicky ožívány během mezozoika a terciéru a seizmicky aktivní jsou dodnes (GRÄNZER 1901, ADAMOVIČ a COUBAL 1999).

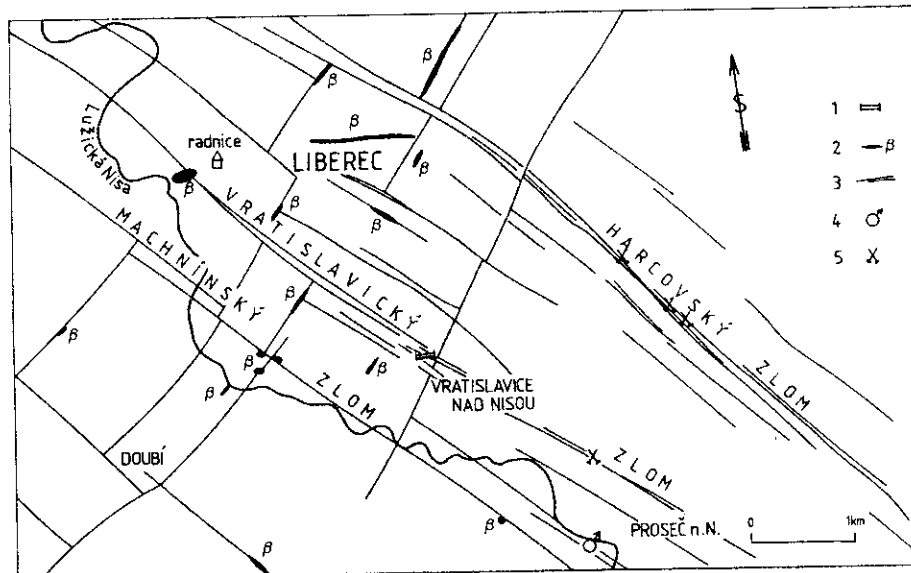
Tyto normální dilatační zlomy jsou součástí poměrně širokého lužického zlomového pásma, k jehož hlavním strukturám patří zejména lužický přesmyk a machnínsko-šimonovický zlom s úklonem 60° až 80° k SV. Tyto zlomy také vymezují hrást Ještědského hřbetu na JZ a SV. Jsou četné i v krkonošsko-jizerském masivu, kde vytvářejí asi 3 km širokou zónu mezi machnínským a harcovským zlomem (obr. 1). Nejčetnější jsou v území mezi Libercem a Jabloncem nad Nisou (obr. 1). Opakovaná brekciace okolních hornin a několikaetapová cementace jejich úlomků (podíl mezerní matrix kolísá mezi 10 až 90 %) svědčí o jejich dlouhodobé aktivitě. Celková délka tohoto roje zlomů, odhadovaná na několik desítek kilometrů, nebyla dosud změřena. Zvláště dominantním centrem Liberce. Liberecký granit v jejich okolí nese znaky různě intenzivního drcení a hydrotermální alterace. V takovém prostředí se často vyskytují permokarbonské žíly andezitů až bazaltandezitů, tzv. „melafyry“, o mocnosti několika decimetrů až několika metrů, popisované již např. GRÄNZEM (1929). Při opakování pohybů na těchto zlomech byly „melafyry“, patrně v mezozoiku, přeměněny na tektonické brekcie a stmeleny několika generacemi křemene nebo červenohnědou silicifikovanou hmotou s oxidicko-hydroxidickým železitým pigmentem. Takové zlomy později sloužily jako přírodní dráhy kenozoických neovulkanitů prostorově i

geneticky spjatých se starší (41,9–13 Ma) a případně i s mladší (11,4–3,95 Ma) sítou oherského riftu (ADAMOVIČ a COUBAL 1999). Magnetická anomálie v centru Liberce indikuje přítomnost terciérních bazaltoidů pod kvartérem náplavy Lužické Nisy. Tato struktura by mohla být vulkanickým centrem, z něhož jsou odvozeny další drobné žilné i komínové výskyty bazaltoidů v blízkém okolí.

Tyto četné žíly a malé sopouchy bazanitů, limburgitů a nefelinitů jsou subvulkanické formy pravděpodobně mnohem objemově rozsáhlejších, později zcela erodovaných efuzí, ležících často přímo nad těmito zlomy a směru již dlouho slouží jako vodiče zemětřesených vln ze vzdálenějších epicenter (GRÄNZER 1901). Jsou to také kolektory prostých i minerálních vod (např. vývěr Vratislavické kyselky) včetně výronů CO₂ a radonu. Recentní pohyby na tektonické síti sz.-jv. směru jsou dokumentovány GRÄNZEREM (1901), který podrobně popsal účinky zemětřesení, které postihlo Liberec a jeho širší okolí 10. ledna 1901. Epicentrum zemětřesení se nacházelo v okolí Hronova a Náchoda na hronovsko-poříšském zlomu. Podle GRÄNZERA (1901) mělo zemětřesení v místě epicentra intenzitu M₆ v deseti-stupňové škále. Právě jednou z hypotéz vzniku dilatačních zlomů je mechanismus mělkých zemětřesení evokující v velkém měřítku transport fluid. Tato vesměs hydrotermální fluida vyvolávají hydraulické štěpení okolních hornin a jejich výplně. Mnoho pohybů je epizodických, takže zlom může přecházet do trhliny, na které není žádný laterální pohyb, ale pouze dilatace. Trhliny a trhlinové stadium zlomu se vyznačuje výplní v podobě drtě, přemístěné gravitačně z paleopovrchu a okolních stěn (LÁZNIČKA 1988). Podle SIBSONOVY klasifikace (1977) jejich výplně odpovídají široké škále kataklastických hornin.

Vratislavický zlom

Vratislavický zlom je zaznamenán na základní geologické mapě 1 : 25 000 (KLOMÍNSKÝ et al. 2002). Jeho průběh byl v terénu sledován pouze podle četných úlomků křemenné



Obr. 1. Síť tektonických zlomů v okolí Liberce v západní části krkonošsko-jizerského masivu.

1 – odkryv vratislavického zlomu u vratislavického pivovaru, 2 – žíly a sopouchy bazických neovulkanitů, 3 – schéma hlavních zlomů, 4 – vývěr vratislavické kyselky, 5 – staré hornické dobývky Fe-rud a křemene.

žiloviny
chu směr
kými kut
nou rudu

Odkr
možnost
mová str
kou vněj
Její zápa
mocnost
V odkry
od 0,5 do
ho křem
Střední d
mene s č
mu post
chloritiz
dem. V p
tonického
norůžov
závalky
být úlom
tů, které
v době j
pro pale
menty té
Ještědsk
padně J

Textury

Textury
znaky k
chanism
kognato

Etapo
mentují
ny v gra
epizodi
zlomu j
intenziv
hydrote
vé“ zák
následn
a 3). V
doprov
žíly (fo

V da
křemen
kryptok
a hydro
cích au
s tmelie
V po
je červ
klasty r
fyrové
brekcie

žiloviny a alterovaného „melafyru“. Na pivovarském vrchu směrem na JV je stopa tohoto zlomu zvýrazněna mělkými kutacími pracemi na křemen nebo na chudou železnou rudu.

Odkryv u vratislavického pivovaru dává poprvé možnost nahlédnout do infrastruktury tohoto zlomu. Zlomová struktura zde dosahuje mocnosti cca 100 m se širokou vnější aureolou drcení okolního libereckého granitu. Její západní okraj není v odkryvu zastížen a proto celková mocnost zlomového pásma může být podstatně větší. V odkryvu jsou zastíženy tři „melafyrové“ žíly o mocnosti od 0,5 do 5 m s doprovodem mléčně bílého hydrotermálního křemene a silicifikované hmoty oxidů a hydroxidů Fe. Střední část zlomové struktury tvoří žilník žil a žilek křemene s častým hematitem. Liberecký granit je v okolí zlomu postižen hydrotermální alterací vyznačující se jeho chloritizací, hematitizací, silicifikací a granulačním rozpadem. V prostoru hlavní „melafyrové“ žíly při jv. okraji tektonického pásma bylo nalezeno několik kusů bledě červenorůžového pískovce (o průměru do 20 cm) s ojedinělými závalky křemenné žiloviny (o velikosti 3 cm). Mohou to být úlomky křídových, případně i zechsteinských sedimentů, které se vyskytovaly v nadloží vratislavického zlomu v době jeho tektonické aktivity. Tento nález má význam pro paleogeografii svrchní křídly, případně permu. Sedimenty těchto útvarů se na dnešním povrchu vyskytují až za Ještědským hřbetem ve vzdálenosti přes 10 km na J, případně JV.

Textury výplně vratislavického zlomu

Textury výplně vratislavického zlomu mají dominantní znaky křehkých deformací odpovídající dilatačnímu mechanismu s významným vlivem hydrotermálních fluid i kognátových vod v závěrečných fázích jejich vývoje.

Etapovitý vývoj výplně vratislavického zlomu dokumentují fotografie v příloze X. V počáteční fázi byly pukliny v granitu vyplněny žilami „melafyru“ (foto 1). Pozdější epizodické svírání a dilatace stěn puklin vratislavického zlomu jsou doprovázeny multifázovou brekciací výplně a intenzivní cirkulací termálních fluid vyvolávající frontální hydrotermální alteraci a silicifikaci především „melafyrové“ základní hmoty (foto 4). „Melafyrové“ autoklasty jsou následně tmeleny žilníkem mléčně bílého křemene (foto 2 a 3). V této etapě vznikaly v okolním podrceném granitu a doprovodných aplitových žilách i samostatné křemenné žíly (foto 1).

V dalším stadiu brekciace výplně jsou starší brekcie i křemenný žilník tmeleny tmavohnědou hmotou tvořenou kryptokrystalickou gelovitou směsí silicifikovaných oxidů a hydroxidů Fe jaspisové povahy (foto 5). V těchto brekciích autoklasty převládají nebo jsou přibližně v rovnováze s tmelící hmotou.

V pokročilém stadiu brekciace výplně většinou dominuje červenohnědá matrix, která uzavírá nebo obtéká autoklasty nejen „melafyru“, žilného křemene a křemen-„melafyrové“ brekcie, ale především až 20 cm velké autoklasty brekcie vzniklé v průběhu předcházející etapy drcení

(foto 5). V partiích, kde matrix převládá nad autoklasty, mívají drobné protáhlé fragmenty „melafyru“ zřetelnou subparalelní orientaci. Za nejmladší lze považovat drobné křemenné žíly (foto 5).

Postupné etapy dilatace jednotlivých zlomů lze někdy pozorovat i tam, kde jedinou výplní je žilný křemen. V horní části foto 6 je zachycen kontakt granitu s nejstarší asi 2 cm mocnou křemennou žílou. Dutiny, pokud nebyly zcela vyplněny z obou stran kolmo k puklině rostoucími krystaly, byly v závěrečné fázi zaplněny jílovitou hmotou. Obdobná žíla vznikla při další dilataci pukliny. Vzniklý prostor byl v tomto případě prakticky zcela vyplněn křemem. Nápadná je nesouměrnost této žíly. Rychlost krystalizace křemene z jedné strany, která obsahuje neasimilované úlomky granitu, byla přibližně dvojnásobná ve srovnání se stranou druhou. K největší dilataci pukliny a k nejdelšímu období cirkulace roztoků s SiO_2 došlo během třetí etapy. Nejprve vykrystalovaly kolmo k puklině až 3 cm dlouhé, poměrně špatně omezené krystaly šedobílého křemene. Ke vzniku mladšího křemene docházelo již pouze apozicí; krystalující SiO_2 přijímal optickou orientaci starších krystalů a ukládal se v závislosti na změně složení cirkulujících hydrotermálních roztoků jako paralelní různě mocné a různě zbarvené vrstvy.

Petrografický popis výplně

Petrografická povaha výplně tektonického pásma byla studována na šesti výbrusech. Tři z nich zachycují fragmenty hornin bez doprovodné křemenné výplně. Jedním z nich je vulkanit zjevně permokarbonského stáří. Jde o horninu výrazně mandlovcovitou s výplní kalcitu a chloritu a vyrostlicemi plagioklasů lištovitého i tlustě tabulkovitého habitu. Základní hmota, skládající se z krátce lištovitých plagioklasů, rudních zrněk a vulkanického skla, částečně devitifikovaného, má intersertální stavbu. Mafické silikáty jsou zcela rozloženy. Horninu lze klasifikovat jako andezit až bazaltický andezit.

Druhý výbrus zastihuje vyvřelinu podstatně kyselejší povahy. Skládá se převážně ze živce, většinou draselného, a zrněk křemene. V podružném množství hornina obsahuje rudní opaktní minerál, jednak v izometrických xenomorfních zrnech, jednak v tyčinkovitých mikrolitech. Jako akcesorie se objevují drobná okrouhlá zrnka granátu. Hornina má povahu aplitu (slabě granitického) a zjevně patří žilnému doprovodu krkonošsko-jizerského granitu.

Třetí výbrus je psamitický sediment makroskopicky růžové barvy. Je tvořen semiangulárními až semiovalními zrnky křemene o rozměrech v horních desetinách milimetrů. Podružně je doprovázen klasty živců. Jde o středně až hrubě zrný pískovec.

Další tři výbrusy patří brekci, v níž jsou kombinovány horninové fragmenty a mladší křemenná žilovina. Úlomky hornin, vesměs ostrohranně omezené, jsou ve všech třech případech tvořeny permokarbonskými vulkanity. Jde o horniny bohatě porfyrické s vyrostlicemi plagioklasů ve značném stupni alterace (sericitizace a deanortitizace). Obdobné plagioklasty vystupují i v základní hmotě, spolu

s rudními zrny a devitifikovanou mezostází. Mafické silikáty se nezachovaly. Svou petrografickou povahou odpovídá hornina alterovanému andezitu. Její úlomky jsou tmelely poměrně hrubě zrnitou hmotou prakticky čistých zrn křemene o nízkém stupni undulosity (do 6° vnitřních úhlů zhášení).

Diskuse

Infrastruktura tektonických zón v granitech zpravidla odráží citlivost tohoto druhu hornin na křehkou deformaci, ke které dochází záhy po jejich konsolidaci, a to mnohem dříve, než jsou exhumovány na zemský povrch. Tyto tektonické zóny mají vesměs značnou délku i dostatečný hlubinný dosah a jsou tedy příznivým prostředím pro šíření zemětřesných vln. Rychlost a způsob rozptylu této kinetické energie ve zlomových strukturách patří mezi klíčové faktory ovlivňující genezi různých variant „zlomových“ hornin. Vysoká kompetentnost granitu proto způsobuje, že mechanismus i mělkých zemětřesení evokuje ve velkém měřítku transport fluid uvnitř i kolem zlomových zón (SIMSON et al. 1973). Záznam tohoto „seizmického pumpování“ podzemní vody podél tektonických struktur je systematicky „zapisován“ do složení a textur jejich výplní. Dokladem toho složitého procesu jsou textury vřatslavického zlomového pásma.

Praktický význam studia dilatačních zlomů v granitech úzce souvisí s metodikou parcelace polygonů vybraných pro budování podzemního úložiště radioaktivních odpadů. Analýza jejich směru, rozměru, seizmicity, infrastruktury a hydrogeologické funkce je základním požadavkem pro delimitaci hranic monolitních segmentů. Detekce těchto bloků je hlavním cílem strukturálně-geologického mapování uvedených polygonů.

Závěr

1. V blízkosti pivovaru ve Vřatslavicích nad Nisou na jv. okraji Liberce byla v nově budovaném silničním zářezu obnažena přes 100 metrů široká zóna sudetského směru

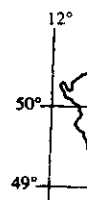
(SZ-JV), skládající se ze sítě horninových a hydrotermálních žil spolu s okolním libereckým granitem v různé míře podrcených a brekciovaných. Tato struktura, kterou označujeme jako **vřatslavický zlom**, patří do roje normálních dilatačních zlomů, které probíhají západní částí krkonošsko-jizerského masivu. Přítomnost „melafyrových“ žil, jejich opakovaná brekciace a cementace jejich úlomků svědčí o velkém hlubinném dosahu vřatslavického zlomu a jeho aktivitě v období posledních 250 milionů let.

2. V prostoru hlavní „melafyrové“ žíly při jv. okraji tektonického pásma bylo nalezeno několik kusů (v průměru do 20 cm) bleďě růžového pískovce s ojedinělými závalky křemenné žiloviny (o velikosti 3 cm). Mohou to být úlomky křídových, příp. i zechsteinských sedimentů, které se vyskytovaly v nadloží vřatslavického zlomu v době jeho tektonické aktivity. Tento nález má význam pro paleogeografii svrchní křídý, případně permu. Sedimenty těchto útvarů se na dnešním povrchu vyskytují až za Ještědským hřbetem ve vzdálenosti několik kilometrů na jih, případně jihovýchod.

Literatura

- ADAMOVIČ, J. – COUBAL, M. (1999): Intrusive Geometries and Cenozoic Stress History of the Northern Part of the Bohemian Massif. – *GeoLines* (Praha), 9, 5–14.
- GRÄNZER, J. (1901): Beiträge zur Geologie der Umgebung Reichenberg – Sonderdruck aus dem I. Programm der K.-Kön. Lehrerbildungsanstalt zu Reichenberg in Böhmen. 1–19.
- GRÄNZER, J. (1929): Tertiäre vulkanische Gesteine in der Umgebung von Reichenberg in Böhmen. – *Mitteilungen des Vereines der Naturfreunde in Reichenberg* 51. Jahrgang.
- KLOMÍNSKÝ, J. et al. (2002): Vysvětlivky k základní geologické mapě 1 : 25 000, list 03-143 Liberec. – MS Čes. geol. služba. Praha.
- LÁZNIČKA, P. (1988): Breccias and coarse fragmentites: petrology, environments, associations, ores. – *Develop. Econ. Geol.*, 25, 823 str. Elsevier.
- SIMSON, R. H. et al. (1975): Seismic pumping – a hydrothermal fluid transport mechanism. – *J. Geol. Soc. London*, 131, 1975, 653–659.
- SIBSON, R. H. (1977): Fault rocks and fault mechanisms. – *J. Geol. Soc. London*, 133, 1977, 191–213.

Fotografie jsou v příloze X



Key wo
tral Bo

Abstrac
materia
is geol
metavo
leozoic
granitoid
„metam
protero

Obr. 1.
1 – neo
mentár
dočeský
typ): 6
nitý bic

Rožmitá
Vacík

ký a amf
až hrubě
12 – hru
středně z
řídce por
zrnitý m