

# DEFORMACE SVRCHNOBADENSKÝCH TRACHYANDEZITŮ U BOJKOVIC JAKO ODRAZ POSTINTRUZIVNÍ TRANSTENZE V BĚLOKARPATSKÉ JEDNOTCE (VNĚJŠÍ ZÁPADNÍ KARPATY)

Deformation of the Middle Miocene (Upper Badenian) trachyandesites near Bojkovice reflecting post-intrusive transtension in the Bílé Karpaty Unit (Outer Western Carpathians)

Ivan Poul<sup>1,2</sup>, Oldřich Krejčí<sup>1</sup>, Jiří Janečka<sup>2,3</sup>, Roman Živor<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Česká geologická služba, pobočka Brno, Leitnerova 22, 658 69 Brno; e-mail: ivan.poul@geology.cz

<sup>2</sup> Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

<sup>3</sup> Ústav struktury a mechaniky hornin, AV ČR, v. v. i. V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8; e-mail: janecka@irms.cas.cz

<sup>4</sup> Geologický ústav, AV ČR, v. v. i. Rozvojová 269, 165 00 Praha 6; e-mail: zivor@gli.cas.cz

(25–34 Luhačovice, 35–12 Strání)

**Key words:** Outer Western Carpathians, tectonics, Mohr envelope, trachyandesite, transtension

## Abstract

In Bojkovice town vicinity many trachyandesite post-Nealpine intrusions were observed during the geological survey. These rocks were radiometrically dated to the Middle Miocene (Upper Badenian to Sarmatian). Trachyandesites were affected by post-intrusive system of joints with middle to steep dipping to the North. The intrusion in Bojkovice-quarry was deformed under the transtension regime as proven using rock-mechanic tests and non-linear Mohr envelope model.

## Úvod

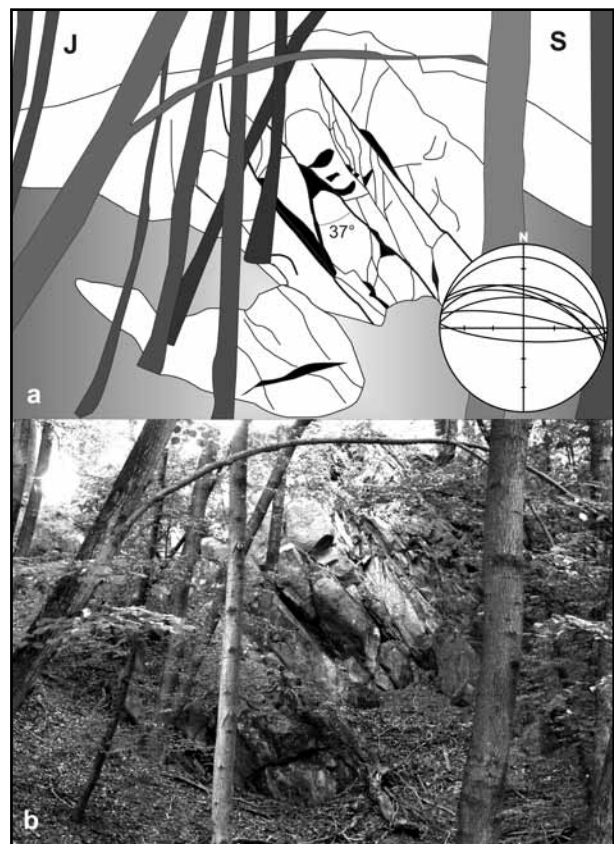
Vulkanity a neovulkanity ve flyšových horninách oblouku Vnějších Západních Karpat jsou relativně vzácné, avšak s velkou vypovídající hodnotou pro datování dílčích tektonických eventů. Horniny pikrit-tešinitové asociace známé ze slezského příkrovu odrážejí spodně křídový extenzní režim sedimentačního prostoru hornin (Poul a kol. 2009). Stáří a pozice neovulkanitů (Bojkovice, Bánov, Bučník u Komně, Nezdenice, Ondřejov aj.) v magurské skupině příkrovů na jv. Moravě byly po dlouhá období předmětem diskuzí. Z nového geologického mapování O. Krejčího (1992) a M. Vůjty (1997) a dalších výzkumů vyplynulo, že se jedná o pravé a ložní žíly, jejichž stáří bylo radiometricky datováno na střední až svrchní baden až sarmat. Pyroxen-amfibolický trachyandezit v Nezdenicích byl volumetricky stanoven na  $13,5 \pm 0,4$  Ma a izotopovým ředěním na  $14,8 \pm 0,4$  Ma (Přichystal a kol. 1998).

Intruze neovulkanitů v. od Uherského Brodu proběhla zřejmě po dosunutí příkrovů během spodního badenu, snad během začínajícího rozpadu orogénu. Přichystal a kol. (1998) uvádějí, že intruze proběhly skrz násunovou plochu bělokarpatské jednotky a současně i napříč nezdenickým zlomem (nejvýznamnější místní tektonická linie). Mnohé z intruziv však ještě prodělaly křehké deformace spojené s kompresí. Předložený článek bude pojednávat a diskutovat o napjatostním stavu během vmístění neovulkanitů a nastalých procesech během jejich křehkého porušení.

## Popis lokality

Zkoumaná lokalita – trachyandezitový lom – je situována na jz. okraji města Bojkovice pod vrchem Nový Světlov. V současné době je lom opuštěný, zarostlý vegetací a značně zasucený. V j. cípu lomu (pod zámekem) byl prozkoumán skalní výchoz, jehož rozměry jsou přibližně  $40 \times 15$  m a který je složený ze zdravých, relativně hrubo-

zrných, často anizotropních trachyandezitů. Na výchoze byly měřeny orientace diskontinuit, které jsou vyhlazeny a u kterých se předpokládá tektonický pohyb (obr. 1).



Obr. 1: Diskontinuity v deformovaném trachyandezitu a) interpretace, b) fotografie se strukturálním měřením (spodní plocha Lambertovy projekce).

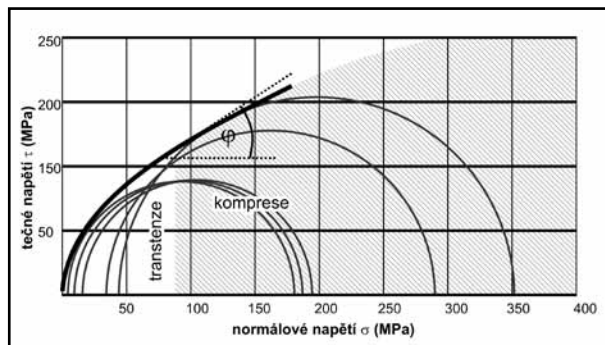
Fig. 1: Joints in tectonically affected trachyandesite a) interpretation, b) photograph with structural data (lower hemisphere).

Ve vulkanických horninách je dobře patrný systém k S ukloněných diskontinuit, které jsou však slabě alterovány a striace na jejich povrchu patrná není. Druhý méně vyvinutý systém tvoří vertikální až subvertikální diskontinuity orientace přibližně V–Z (obr. 1a).

### Metodika

V lomu bylo odebráno několik vzorků zdravých trachyandezitů, ze kterých byla vyřezána tělesa pro mechanické testování smykové pevnosti. Ze získaných laboratorních měření byla vypočtena lineární a nelineární Mohrova obálka pro neodvodněné parametry smykové pevnosti. Získané výsledky použité do Coulomb-Andersonova modelu byly porovnány s terénními strukturálními měřeními.

Z trachyandezitu byly vyrobeny válečky průměru 3 cm a výšce 6 cm, tyto byly posléze testovány v triaxiálním přístroji při různých komorových tlacích (5–45 MPa, obr. 2) tak, aby bylo možné z výsledků získat parametry Mohrovy obálky. Vzorky byly testovány za běžné pokojové teploty jako vyschlé, kdy je možné předpokládat působení minima pórových tlaků, které by jinak snižovaly smykovou pevnost (= efektivní parametry). Smykové testování probíhalo v laboratořích Geologického ústavu Akademie věd ČR v Praze. Získaná Mohrova obálka (funkce normálového a tečného napětí na nejpříznivěji orientované smykové ploše) omezuje plochu možných výskytů napjatosti, které zkoumaná hornina přeneše, aniž by došlo ke vzniku poruch nespojitosti.



Obr. 2: Mohrovy kružnice a Mohrova obálka smykové pevnosti pro nenasycené trachyandezity z Bojkovic.

Fig. 2: Mohr circles and Mohr envelope of the shear resistance for unsaturated trachyandesite from Bojkovice.

### Výsledky

Vzhledem k tomu, že předpokládáme vznik obou systémů na sebe navazujících diskontinuit během jedné napjatostní fáze, nebo v návaznosti po sobě, lze předpokládat, že úhel mezi oběma systémy bude respektovat Coulomb-Andersonův model křehkého porušení. Pro rovinnou napjatost předpokládá zmíněný model vznik diskontinuity pod úhlem  $45^\circ - \varphi/2$  od působícího největšího normálového napětí  $\sigma_1$ . S rostoucí smykovou pevností a úhlem vnitřního tření se tedy snižuje velikost úhlu mezi konjugovanými diskontinuitami. Velikost lineárně aproximovaného úhlu vnitřního tření byla stanovena na  $37^\circ$ , což by mělo odpovídat úhlu  $26,5^\circ$  mezi vektorem normálového napětí  $\sigma_1$  a plochou diskontinuity (obr. 2).

Úhel mezi systémy diskontinuit byl zjištěn přibližně  $37^\circ$ . Taková hodnota by odpovídala úhlu vnitřního tření  $16^\circ$ , což je velmi vzdálená hodnota laboratorně změřené pevnosti trachyandezitu.

### Diskuze

Přiléhající nezdenický zlom evidentně sehrál během intruze trachyandezitů klíčovou úlohu. Nelze ovšem bez výhrad předpokládat, že intruze proběhla během regionální extenzní napjatostní fáze a po ní následovala opětovně kompresní, která způsobila deformaci tělesa. S ohledem na „křehké porušení“ (které proběhlo nedlouho po intruzi tělesa) a s ohledem na orientace diskontinuit lze uvažovat nad dvěma „mechanickými“ řešeními: 1) deformace trachyandezitu za tepla nedlouho po intruzi a 2) za studena.

#### Ad 1)

Budeme uvažovat, že trachyandezit byl během namáhání ještě prohřátý a působil zde tlak fluid. Oba faktory zásadně snižují smykovou pevnost horniny, klesá tak úhel vnitřního tření a narůstá úhel mezi diskontinuitami. Takovými podmínkami lze snížit úhel vnitřního tření tak, aby odpovídal vzniku reálných diskontinuit v terénu.

#### Ad 2)

Druhé možné řešení předpokládá trachyandezit v době smykového porušení již utuhlý, avšak porovnání laboratorních výsledků smykové pevnosti a vzniklých diskontinuit tuto variantu spíše vylučuje.

### Závěr

Aby mohlo intrudovat magma skrz horniny, je nutné otevření přírodních cest. K takovému jevu dochází během kolapsu a gravitačního rozvolňování orogenu, kdy převládají divergentní síly – extenzní režim. Vznik intruzí na nezdenickém zlomu (regionální zlomově porušené zóny) během regionální extenzní paleonapjatostní fáze však není příliš pravděpodobný, protože by takto muselo logicky dojít k intruzím ve velmi širokém okolí a na delším úseku zlomu. Během středního a svrchního badenu stále ještě probíhalo otevírání v sousedství vyvíjející se vídeňské pánve formou poklesů na zlomech s orientací SV–JZ až SSV–JJZ (Kováč 2001). Vznik intruzí v okolí Bojkovic je lokální a lze jej spíše předpokládat během transtenzního režimu, kdy na nerovném a patrně velmi hluboce založeném nezdenickém zlomu došlo k otevření lokálních přírodních cest – zlomy v kombinaci s mezivrstevními odlepeními ve flyšových horninách, kterou intrudovaly trachyandezity. Tyto intruze byly křehce porušeny zřejmě nedlouho po intruzi a těleso nebylo vychladlé. Ke vzniku diskontinuit došlo zjevně během pokračujícího otevírání vídeňské pánve během sarmatu při pokračující aktivitě na nedalekém nezdenickém zlomu [více viz článek Krejčí – Poul (v tisku), v tomto časopise].

**Literatura**

- Kováč, M. (2001): Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónského regiónu v miocéne: nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. – VEDA. Bratislava.
- Krejčí, O. (red.) – Havlíček, P. (1992): Geologická mapa ČR, 1 : 50 000, 35-12 Strání. – ČGU, Praha.
- Krejčí, O. – Poul, I. (v tisku): Doklady střednomiocenní násunové tektoniky v bělokarpatské jednotce flyšového pásma Západních Karpat. – Geol. výzk. Mor. Slez., v tisku.
- Poul, I. – Janečka, J. – Melichar, R. (2009): Strukturně geologická pozice svrchnojurských vápencových „bradel“ a slepencových horizontů v okolí Jasenice: součást jednotky ždánicko-podslezské anebo slezské? – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol. 83, 141–150. Brno.
- Přichystal, A. – Repčok, I. – Krejčí, O. (1998): Radiometrické datování trachyandezitu od Uherského Brodu (magurská skupina flyšového pásma). – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997, 33–34. Brno.
- Vůjta, M. (red.) – Krejčí, O. (1997): Geologická mapa ČR, 1 : 50 000, 25-34 Luhačovice. – ČGU Praha.