

TEKTONICKÉ PORUŠENÍ NEOGÉNU JIŽNÍ ČÁSTI KARPATSKÉ PŘEDHLUBNĚ V OKOLÍ HEVLÍNA

Tectonics of Neogenous rocks from the Southern part of Carpathian Foredeep in the Hevlín surroundings

Otáhalová Marie, Rostislav Melichar

Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno;
e-mail: 423689@mail.muni.cz; melda@sci.muni.cz

(34-14 Mikulov)

Key words: tectonics, Neogene, Carpathian Foredeep, normal faults, paleostress analysis

Abstract

In the locality Hevlín, deformation zone with a dense network of small faults was recognized in Neogene clay of the Carpathian Foredeep. Faults are striking in N–S to NW–SE direction and dipping from E to NE. Two systems of striae were found on fault surfaces. The older one is plunging under medium-sized angles, while the younger is almost sub-horizontal. Corresponding older stress phase has orientation σ_1 273°/69°, σ_2 98°/21° and σ_3 7°/2° ($\mu = -0.61$), and younger σ_1 333°/43°, σ_2 70°/7° and σ_3 167°/46° ($\mu = -0.31$). These orientations do not match Anderson's theory of fracturing and could be perhaps explained by permeating of movements on some fault in the bedrock.

Úvod

V cihelně u Hevlína byly studovány neogenní vrstvy porušené poněkud nezvyklým způsobem. Rekognoskací zde byla zjištěna deformační zóna s hustým výskytem drobných zlomů, které prokazovaly opakovanou aktivaci. Lokalita se ukázala natolik zajímavou, že bylo vhodné provést zde podrobnou paleonapjatostní analýzu.

Zájmová oblast Hevlína leží v jižní části karpatské předhlubně vyplněné neogenními sedimenty (Brzobohatý 2002). V roce 1967 byla lokalita označena jako hypostratotyp stupně karpát (Cicha et al. 1967). Revize této lokality byla provedena v roce 2003 (Doláková et al. 2003). Lokalita byla podrobně studována zejména z paleontologického, příp. ze sedimentologického hlediska (Doláková et al. 2016). Vlastní lokalita slouží jako jíloviště pro místní cihelnu, z hornin zde převažují vrstevnaté jíly karpátu zbarvené do šedé až modrošedé barvy, které jsou spíše hlinité, příp. slabě písčité, střípkovitě rozpadavé. Vrstvy jílu jsou horizontálně uložené a tektonicky obecně málo porušené.

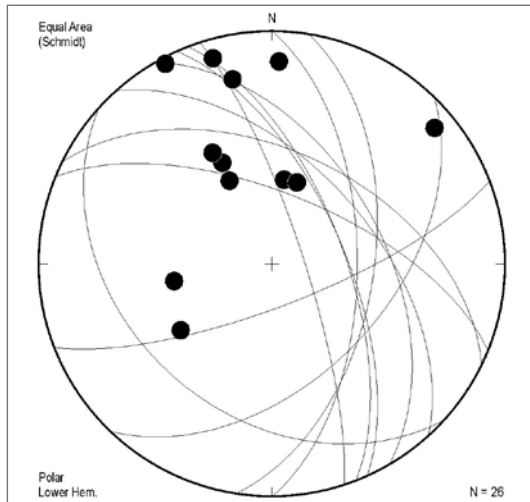
Místo s hustým drobně zlomovým porušením bylo na základě upozornění dr. Dolákové nalezeno v rohové části jezírka zatápějícího nejnižší část jíloviště (obr. 1). V severovýchodním rohu jezírka byly odkopány zlomové plochy, na nichž byly sledovány stopy pohybu v podobě tektonického rýhování. Orientace zlomových ploch byla měřena spádníkovým způsobem geologickým kompasem typu Freiberg ve stupních. Celkem byla změřena orientace 12 zlomových poruch s rýhováním. Vždy byla změřena plocha i rýhování na stejném místě. Poměrně nerovinné zlomové plochy způsobily vyšší chybu měření a odchylky linií rýhování od ploch. Protože rýhování byla po odkopá-



Obr. 1: Poloha studované lokality Hevlín a místo výskytu zlomů (podklad www.mapy.cz).
Fig. 1: Settings of the locality Hevlín and localization of fault occurrence (background www.mapy.cz).

Metodika a původ dat

Terénní práce byly provedeny na jaře roku 2016.



Obr. 2: Orientace zlomových ploch (oblouky) a rýhování (body) na lokalitě Hevlín, neogenní jíly karpatské předhlubně.

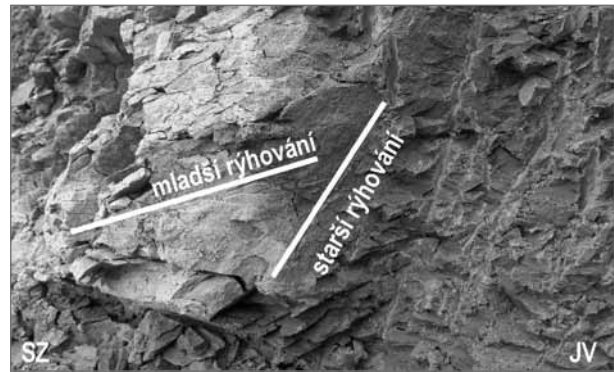
Fig. 2: Orientation of fault surfaces (great circles) and striae (points) at Hevlín quarry, Neogenous clay, the Carpathian Foredeep.

ní zřetelná jen na některých částech ploch zlomů, je počet zlomů dán počtem měřitelných rýhování. Na rýhování byly sledovány asymetrické struktury k určení smyslu pohybu na zlomech. Velká část zlomů vykazovala rýhování dvou různých směrů. Ojediněle se podařilo rozpoznat vzájemné stáří tektonických pohybů.

Naměřená data byla zpracována metodami orientační analýzy v programu Spheristat 3.1. Byla užitá azimutální rovnoplochá Lambertova projekce na spodní polokouli. Paleonapjatostní analýza byla zpracována v programu MARK2010 (Melichar – Kernstocková 2010; Kernstocková 2011). Při tom byly určeny směry hlavních normálových napětí $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$, kde σ_1 je komprese a σ_3 je relativní extenze. Vedle směrů byl stanoven i tvarový parametr elipsoidu napjatosti – tzv. Lodeho parametr (Lode 1926).

Výsledky

Zjištěné zlomové plochy mají převážně směr S–J až SZ–JV se strmým až středním úklonem k V až SV. Jen ojediněle byly dokumentovány i zlomy jiného směru (obr. 2). Rýhování na zlomových plochách se sklání dominantně k SSZ pod velmi mírným nebo středním úklonem, přičemž obě skupiny rýhování jsou zřetelně sklonově odděleny. Ojediněle byly zjištěny i jiné směry rýhování (SV–JZ). Smysly pohybu podél rýhování ukloněných k SSZ měly poklesovou kinematiku, resp. šikmou poklesovou kinematiku s podstatnou levostrannou složkou pohybu. Podle vztahů obou typů

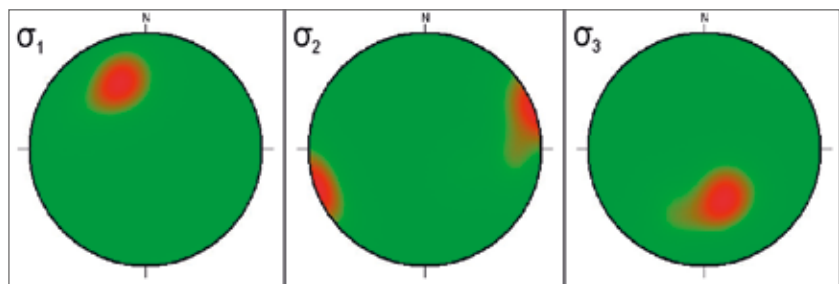


Obr. 3: Vztah dvou generací rýhování na ploše zlomu.

Fig. 3: Relationship of two striation systems on one fault surface.

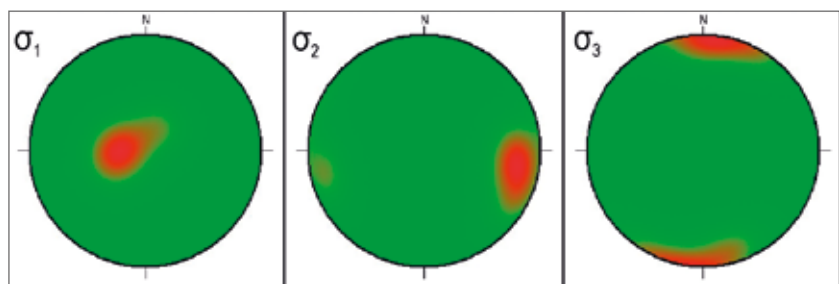
rýhování (obr. 3) bylo možno konstatovat, že strmější rýhování (L_1 17/60) je hrubší a starší než jemnější subhorizontální rýhování (L_2 344/9). Zajímavá je vysoká hustota zlomů, která extrémně dosahovala takové míry, že zlomy téže orientace byly vzájemně vzdáleny pouze 2 až 3 cm při velikosti pohybu několika milimetrů až prvních centimetrů. Vzájemný vztah těchto paralelních zlomů nebylo možné pozorovat.

Při napjatostní analýze byly vymezeny dva napjatostní stavy – dvě deformační fáze. Napjatostní stav starší deformační fáze (obr. 4) měl kompresní hlavní normálové napětí σ_1 subvertikální v orientaci 273/69, střední hlavní normálové napětí σ_2 bylo mírně ukloněné v. až jv. směrem s orientací 98/21 a extenzní hlavní normálové napětí σ_3 vyšlo subhorizontální směru SSV–JJZ (orientace 7/2). Zjištěný Lodeho parametr má hodnotu $\mu = -0,61$, tj. σ_2 se



Obr. 4: Konturové diagramy ukazující směry hlavních normálových napětí starší fáze $\sigma_1 = 273/69$, $\sigma_2 = 98/21$, $\sigma_3 = 7/2$ z lokality Hevlín, výstup z programu MARK2010.

Fig. 4: Contour plots showing directions of principal stresses of older phase: $\sigma_1 = 273/69^\circ$, $\sigma_2 = 98/21^\circ$, $\sigma_3 = 7/2^\circ$ from the site Hevlín, output from MARK2010 software.



Obr. 5: Konturové diagramy ukazující směry hlavních normálových napětí mladší fáze $\sigma_1 = 333/43$, $\sigma_2 = 70/7$, $\sigma_3 = 167/46$ z lokality Hevlín, výstup z programu MARK2010.

Fig. 5: Contour plots showing directions of principal stresses of younger phase: $\sigma_1 = 333/43^\circ$, $\sigma_2 = 70/7^\circ$, $\sigma_3 = 167/46^\circ$ from the site Hevlín, output from MARK2010 software.

svou hodnotou výrazně blíží velikosti σ_3 . Do starší fáze byly přiřazeny zlomy s rýhováním středně strmým (L_1).

Pro mladší tektonickou fázi (obr. 5) bylo zjištěno kompresní napětí σ_1 středně ukloněné k SSZ (333/43), střední napětí σ_2 subhorizontálního směru VSV–ZJZ (70/7) a extenzní napětí σ_3 středně ukloněné k JJV (167/46). Pro tuto fázi měl Lodeho parametr hodnotu $\mu = -0,31$. Během mladší fáze byly reaktivovány dříve vytvořené zlomy za vzniku subhorizontálního rýhování.

Diskuze a závěr

Orientace hlavních normálových napětí získané paleonapjatostní analýzou jsou poměrně neočekávané. Standardní orientace napjatostí mladých zlomů obvykle respektují Andersonovu teorii vzniku zlomů (Anderson 1942), kdy jedno z hlavních normálových napětí (σ_1 , σ_2 , σ_3) má subvertikální orientaci. Takovou orientaci lze při určité toleranci vidět pouze u starší fáze, zatímco fáze mladší takové představě odporuje. Hypoteticky by to mohlo být způsobeno různými faktory, jako např. rotací bloků, deformačními nehomogenitami apod.

Podezření, že by se jednalo o druhotné deformace spojené s těžbou nebo gravitačními pohyby vyvolanými vznikem deprese jíloviště lze s poměrně vysokou jistotou vyloučit. Jednak je soubor rýhování směrově poměrně homogenní i na vzdálenost několika jednotek až prvních

desítek metrů, jednak paleonapjatostní analýza ukázala existenci dvou homogenních tektonických fází. Navíc orientace zlomů na odkryvu byla spíše protiklonná (převíslá). Rovněž přítomnost subhorizontálního rýhování mluví proti druhotnému vzniku. Lze tedy oprávněně předpokládat, že se jedná o projevy tektonické. Rovněž rotaci bloků lze poměrně jasně vyloučit vzhledem k zachovalé horizontální pozici vrstev studovaných sedimentů. Jednou z mála reálných možností tektonické interpretace nalezených struktur, které prokazatelně vznikaly v těsné blízkosti povrchu a nesouhlasí s Andersonovou teorií vzniku zlomů, je reakce na pohyby na zlomech v krystalinickém podloží. Ty se mohou složitě prokopírovávat do pokryvu, ve kterém pak mohou vytvářet druhotné deformační zóny. Ani tento mechanismus však zjištěnou disproporcí nevysvětluje zcela bezproblémově. Přesnou interpretaci je tak za stávajícího stavu znalostí nutno nechat otevřenou.

Poděkování

Autoři děkují zejména paní RNDr. Nele Dolákové, CSc., za upozornění na toto zajímavé místo. Dále patří dík editorce Mgr. Pavle Tomanové Petrové, Ph.D., a recenzentům za cenné rady a připomínky ke článku, které přispěly k jeho zkvalitnění.

Literatura

- Anderson, E. M. (1942): The Dynamics of faulting. – Oliver and Boyd. Edinburgh.
- Brzobohatý, R. (2002): Neogenní páne na Moravě. – In: Chlupáč, I. – Brzobohatý, R. – Kovanda, J. – Stráník, Z. (eds): Geologická minulost České republiky, 344–353. Academia. Praha.
- Brzobohatý, R. – Cicha, I. (1993): Karpatská předhlubeň. – In: Přichystal, A. – Obstová, V. – Suk, M. (eds): Geologie Moravy a Slezska, 123–128. MZM a Sekce geol. věd PŘF MU. Brno.
- Cicha, I. – Ondřejíčková, A. – Seneš, J. – Špička, V. – Tejkal, J. – Zapletalová, I. (1967): Holostratotypus und Faziostratotypen des M3 (Karpation). – In: Cicha, I. – Seneš, J. – Tejkal, J. (eds): Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miocän M3 (Karpation), 50–102. SAV. Bratislava.
- Doláková, N. – Hladilová, Š. – Petrová, P. – Švábenická, L. – Zlinská, A. – Halášová, E. – Andreyeva-Grigorovich, A. S. – Kvaček, Z. (2003): Hypostratotypes of the Karpatian Stage. – In: Brzobohatý, R. – Cicha, I. – Kováč, M. – Rögl, F. (eds): The Karpatian – A Lower Miocene Stage of the Central Paratethys, 21–26. Masaryk University. Brno.
- Doláková, N. – Holcová, K. – Pouzot, Ch. (2016): Hevlín. – In: Tomanová Petrová, P. (ed.): Molasse Meeting 2016 & 18th Conference on Upper Tertiary: excursion guide: Brno, 26–27 May 2016, 28–33. Masaryk University. Brno.
- Kernstocková, M. (2011): Paleonapjatostní analýza polyfázově reaktivovaných zlomů na příkladu barrandienu. – MS, disertační práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. Brno.
- Lode, W. (1926): Versuche fiber den Einfluß der mittleren Hauptspannung auf das Fließen der Metalle Eisen, Kupfer und Nickel. – Zeitschrift für Physik, 36, 11–12, 913–939. DOI: 10.1007/BF01400222.
- Melichar, R. – Kernstocková, M. (2010): 9D space – the best way to understand paleostress analysis. – Trabajos de Geología, 30, 69–74. Universidad de Oviedo. Oviedo.