

## VÝSLEDKY STRUKTURNÍHO STUDIA KULMSKÝCH SEDIMENTŮ V OKOLÍ SUCHDOLU NAD ODROU

Results of the structural study of the Culm sediments near Suchdol nad Odrou

Josef Havíř<sup>1,2</sup>, Helena Gilíková<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno;

<sup>2</sup> Ústav fyziky Země, PFF MU, Tvrdeho 12, 602 00 Brno; e-mail: josef.havir@ipe.muni.cz

(25-12 Hranice)

*Key words:* Moravian-Silesian Palaeozoic, Variscan compression, orientation of structures, folds

### Abstract

The article informs about preliminary results of the structural study of the Culm sediments near Suchdol nad Odrou. ESE-vergent asymmetric tectonic folds of km order represent the dominant structure found in the studied region. These folds are a part of the Variscan ESE-vergent fold-thrust system formed in the eastern part of the Nížký Jeseník region (for instance Grygar – Vavro 1995). The products of shear deformation (duplexes, asymmetric folds of dm order, striation), connected with folding, were studied at several sites in the region near Suchdol nad Odrou. These shear structures are known also from other regions on the SE margin of the Nížký Jeseník Upland (Havíř et al. 2003). At one site (site G150, S of Fulnek), the sharp folds of dm order with predominantly steep fold axes were found. The origin of the folds at site G150, which orientation differs from characteristic orientations of fold structures studied at other sites, is not reliably interpreted.

### 1. Úvod

V rámci projektu 6207 „Základní geologické mapování 1:25 000 oblasti Maleník-Poodří“ byla v roce 2006 prováděna strukturní měření na vybraných lokalitách kulmských sedimentů situovaných na listu 25-122 Suchdol nad Odrou. Cílem tohoto článku je předběžně informovat o výsledcích těchto nových strukturních studií.

### 2. Geologie studované oblasti

Paleozoické horniny kulmské facie vystupují na listu 25-122 Suchdol nad Odrou v jeho sz. části, mezi městy Odry a Fulnek. Kulmské horniny jsou na listu zastoupeny kyjovickými vrstevy, představujícími jemnozrnnější (pelititčtější) člen hradecko-kyjovického souvrství. Jedná se o horniny vzniklé turbiditními proudy usazující se v distální části postupně zmlčující se mořské pánvi (Kumpera 1983). Dle nálezů vůdčí fosilní fauny stratigraficky kyjovické vrstvy spadají do goniatitové zóny Goy1 (Lehotský 2007).

Litologicky jsou kyjovické vrstvy tvořeny převážně rytmicky střídajícími se zbrídlíčnatělými prachovci a jílovcí. Břidlice jsou jen místy postiženy nevýraznou kliváží z. až sz. směru. Kromě břidlic jsou na listu podřízeně zastoupeny také jemně zrnité, slídnaté, slabě vápnité droby. Droby z větší části tvoří pouze několika cm až metrové polohy v břidlicích.

### 3. Pozorované tektonické strukturní prvky

Strukturní studium kulmských sedimentů na listu Suchdol nad Odrou bylo zaměřeno jednak na analýzu geometrie velkých tektonických vrás kilometrových rozměrů a jednak na analýzu menších struktur spojených s deformacemi v ramenech velkých tektonických vrás.

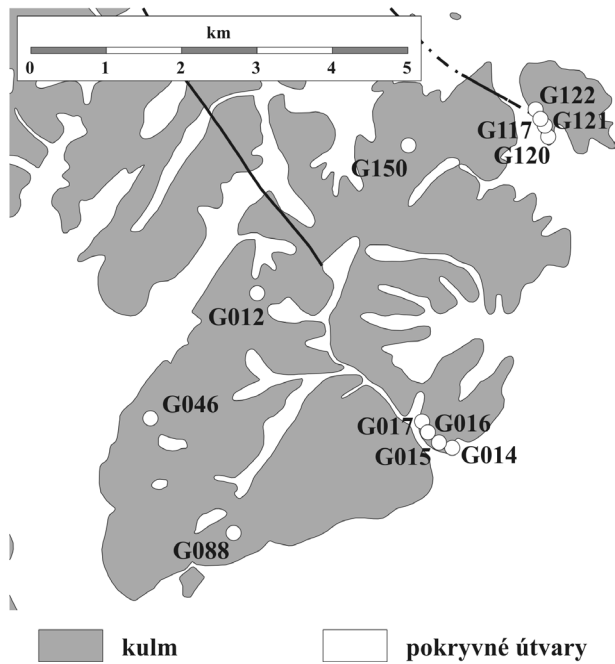
### 3.1. Geometrie zámkových oblastí řádově kilometrových vrás

Dominantními strukturami pozorovanými ve studovaném regionu jsou tektonické asymetrické východovergentní vrásy řádově kilometrových rozměrů. Jedná se o struktury tvořící součást vrásovo-násunové stavby (Grygar – Vavro 1995) představující nejvýznamnější projevy variské deformace ve východní části regionu Nížkého Jeseníku. Souvislost východovergentních asymetrických vrásových struktur s pohyby podél velkých násunů dokládají také např. seismické profily interpretované Čížkem a Tomkem (1991).

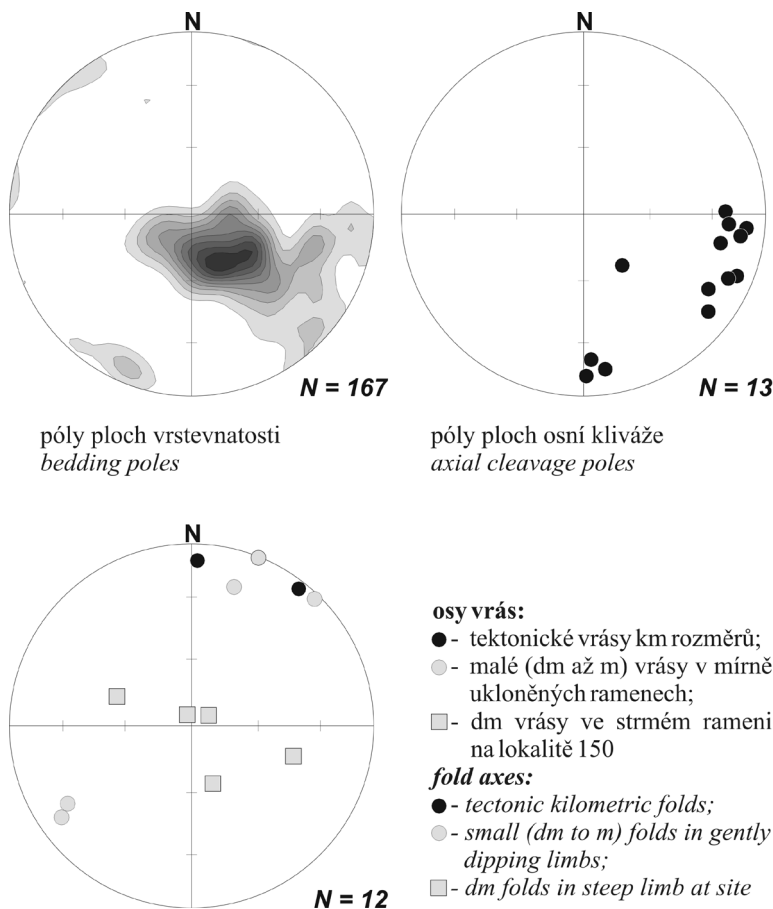
Na dvou lokalitách (G046 sv. od Oder a G120 jv. od Fulneku, viz obr. 1) byly detailněji sledovány zámkové oblasti těchto velkých tektonických vrás. V obou případech šlo o synformy se subhorizontálními osami orientovanými ve směru SSV-JJZ až SV-JZ (obr. 2), tedy v souladu s obecným trendem orientace vrásových os ve východní části Nížkého Jeseníku (viz Kumpera 1983). Východní ramena jsou mírně až středně ukloněná, západní ramena jsou strmá a překocena (obr. 3). K ohybu vrstev dochází náhle, rozměry zámkové oblasti jsou ve srovnání s rozměrem ramen velmi malé, řádově decimetrové až metrové. Na lokalitě G120 u Tachovic, kde jsou tektonicky ohýbány vrstvy tvořené převážně břidlicemi a prachovci, je zámková oblast intenzivně porušena osní kliváží upadající strmě k ZSZ.

### 3.2. Deformační struktury v ramenech řádově kilometrových vrás

V ramenech výše diskutovaných řádově kilometrových vrás jsou vyvinuty četné doprovodné střížné struktury. Jedná se zejména o drobné tektonické šupiny (duplexy) nejméně metrových rozměrů (obr. 4). Ve většině pří-



Obr. 1: Schematická mapa studovaných lokalit.  
Fig. 1: Schematic map of studied sites.



Obr. 2: Konturový diagram pólů ploch vrstevnatosti a bodové diagramy pólů kliváže a vrásových os ve studovaném území.  
Fig. 2: Contoured diagram of bedding poles and diagram of cleavage poles and fold axes in the studied region.

padů byly pozorovány v mírně až středně ukloněných nepřekocených vrstvách (tj. v nepřekoceném rameni kilometrových tektonických vrás). Plochy omezující tektonické šupiny jsou zakřivené a přechází do tektonizovaných ploch vrstevnatosti. Uvnitř jednotlivých šupin jsou plochy vrstevnatosti často v blízkosti tektonického omezení duplexu ohýbány drobnými (obvykle řádově decimetrovými) vlečnými vrásami.

Kromě tektonických šupin jsou dalšími doprovodnými strukturami menší, řádově decimetrové, asymetrické vrásy či flexury vyvinuté zejména v polohách břidlic a prachovců. V mírně ukloněných vrstvách mají tyto doprovodné vrásové struktury východní vergenci. Amplituda vrás do nadloží i do podloží rychle klesá, mocnost polohy postižené touto deformací se pohybuje od několika decimetrů až po první metry. Osy těchto doprovodných vrásových struktur jsou subhorizontální až mírně ukloněné a jsou orientované ve směru SSV-JJZ až SV-JZ (obr. 2).

K doprovodným strukturám dokládajícím střížné pohyby patří také četná rýhování vyvinutá jak na plochách vrstevnatosti, tak i na plochách omezujících tektonické šupiny. Na lokalitě G046 (sv. od Oder) bylo rýhování na ploše vrstevnatosti pozorováno také přímo v zámku vrásy.

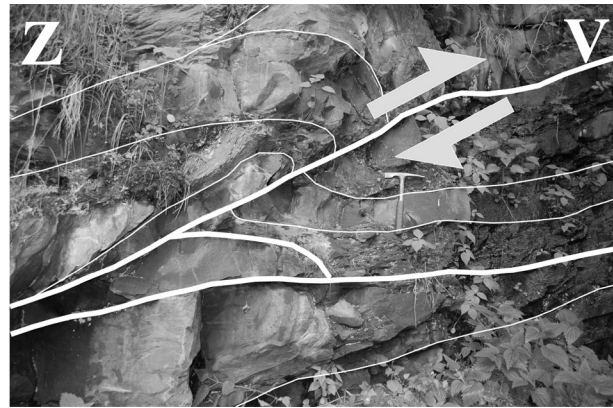
Na soubor měřených orientací ploch s rýhováním (jak na plochách vrstevnatosti, tak na dalších plošných strukturách) byla aplikována paleonapěťová analýza. Pro paleonapěťovou analýzu byl použit programový balík s programem MIM5 (Yamaji et al. 2005), který je spolu s dokumentací volně nabízen na adrese: <http://www.kueps.kyoto-u.ac.jp/~yamaji/PDS/indexe.html>. Tato paleonapěťová analýza je založena na principu vícenásobné inverze (Otsubo et al. 2006, Yamaji 2000). Předběžné výsledky aplikované paleonapěťové analýzy ukazují, že větší část pozorovaného rýhování na plochách vrstevnatosti a na plochách omezujících tektonické šupiny odpovídá relativní extenzi uklánějící se pod středním úhlem k západu (obr. 5).

Geometrie tektonických šupin a drobných (řádově decimetrových) vrás pozorovaných v mírně ukloněných nepřekocených ramenech řádově kilometrových tektonických vrásových struktur dokládá relativní pohyb nadloží k V až JV. Tento pohyb je také v souladu se smyslem kinematických indikátorů na mezivrstevních prokluzech v mírně až středně ukloněných vrstvách. Diskutovaný střížný pohyb koresponduje s vytlačováním jádra velkých (kilometrových) vrás



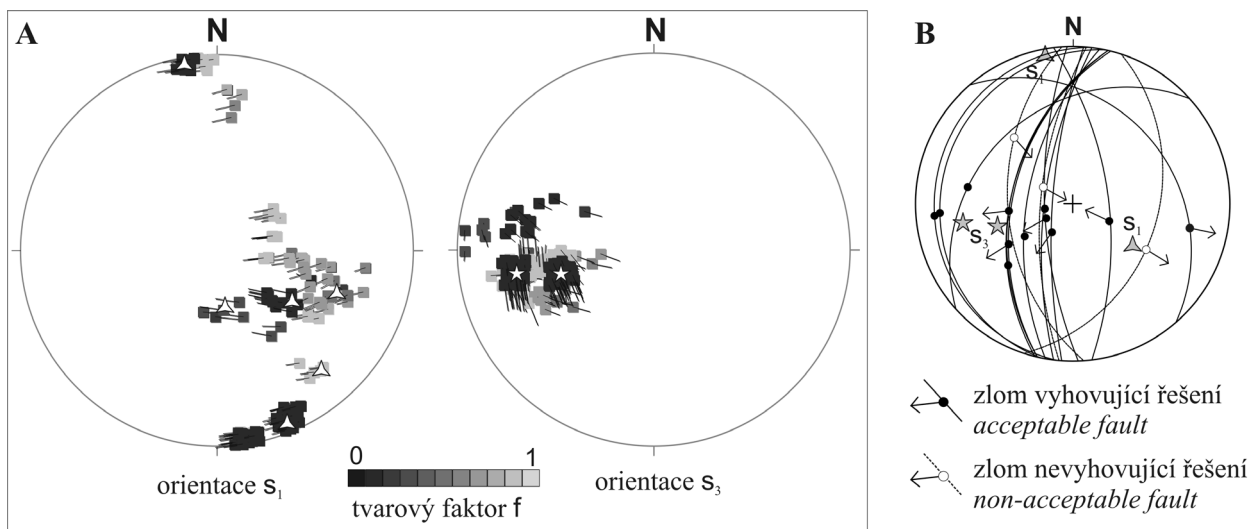
Obr. 3: Geometrie ohybu velké východovergentní vrásy, lokalita G046 (sv. od Oder).

Fig. 3: Geometry of the closure of the great east-vergent fold, site G046 (NE of Odry).



Obr. 4: Tektonická šupina (duplex) v mírném rameni velké východovergentní vrásy, lokalita G046 (sv. od Oder).

Fig. 4: Tectonic scale (duplex) in the gently dipping limb of the great east-vergent fold, site G046 (NE of Odry).



Obr. 5: A - Orientace hlavních os napětí odvozených programem MIM5 (Yamaji et al. 2005) pro podskupiny pěti zlomů. Stupně šedi symbolu vyznačují velikost tvarového faktoru  $f$ . Chvost symbolu ukazuje azimut a sklon opačné hlavní osy napětí spjaté s osou znázorněnou symbolem (tj. v levém diagramu ukazuje pozice symbolu orientaci osy  $s_1$  a chvost symbolu ukazuje azimut a sklon odpovídající osy  $s_3$ ). B - „Nejlepší“ řešení napětíové analýzy vyhovující nejvyššímu počtu zlomů a geometrie zlomů použitých pro analýzu.

Fig. 5: A - Orientations of principal stress axes determined by program MIM5 (Yamaji et al. 2005) for sub-sets of five faults. The color of „tadpole“ symbol represents the value of the stress ratio  $f$ . Tail of the tadpole shows the azimuth and plunge of the opposite principal stress axis, linked to axis marked by tadpole (e.g., in the left diagram, the position of tadpole indicate orientation of  $s_1$  axis, and the tail of tadpole shows the azimuth and plunge of the linked  $s_3$  axis). B - The „best“ solutions of paleostress analysis acceptable for greatest number of faults and geometry of faults used for the analysis.

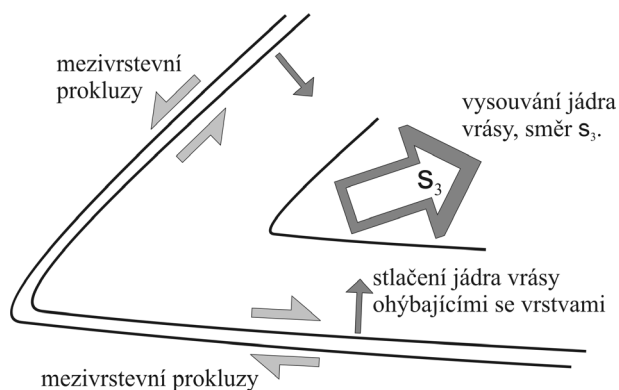
v průběhu vrásnění mechanismem ohybu se skluzem, čemuž odpovídá také k západu ukloněná osa maximální extenze zjištěná na základě paleonapětíové analýzy (obr. 6).

Také většina kinematických indikátorů pozorovaných v překocených strmých ramenech kilometrových tektonických vrás odpovídá deformacím spojeným s vysouváním jádra vrásy, tj. dokládají střížný pohyb charakteru relativních poklesů. V překocených ramenech byly ale pozorovány také mezivrstevní prokluzy s opačnou kinematikou. Některé z těchto fenoménů mohou souviset s post-vrásovou reaktivací. Lze je ale také spojovat s některými dalšími možnými tektonickými pohyby probíhajícími současně s vrásněním, např. s pohyby souvisejícími s násunovými pohyby

na zlomech upadajících k ZSZ až SZ (tj. na zlomech dokumentovaných Čížkem a Tomkem 1991 a tvořících součást vrásovo-násunové stavby ve smyslu Grygara a Vavra 1995).

### 3.3. Drobné vrásové struktury se strmými osami

Na lokalitě G150 jižně od Fulneku byly ve strmě uložených kulmských břidlicích pozorovány řádově decimetrové špičaté vrásy s převážně strmými vrásovými osami (obr. 2). Místy byla pozorována osní kliváž upadající strmě k severu. Tyto vrásy nebyly v průběhu mapování pozorovány na žádné jiné lokalitě na jv. okraji Nížkého Jeseníku, mimo lokalitu G150. Nelze proto vyloučit, že deformace spojená s těmito vrásami měla jen lokální význam.



Obr. 6: Schéma smyslu mezivrstevních prokluzů a orientace osy maximální extenze při vrásnění vrstev spojeným s ohybem se skluzem.

Fig. 6: Scheme of the sense of the relative slip between the bedding surfaces and the orientation of the maximum extension axis during folding connected with flexural-slip.

#### 4. Závěr

Výsledky strukturálního studia kulmských hornin na listu Suchdol nad Odrou odpovídají v hlavních rysech obecně známé charakteristice tektonické stavby kulmu východní části Nízkého Jeseníku, ve které hrají významnou roli především východovergentní asymetrické vrásky s osami orientovanými ve směru převážně SSV-JJZ (viz např. Grygar – Vavro 1995, Kumpera 1983). Strukturální studium, jehož výsledky jsou stručně prezentovány v tomto článku, přineslo některé údaje upřesňující charakter deformace v ramenech výše zmíněných velkých asymetrických vrás. Jedná se především o doklady střížné deformace související s vrásněním, které jsou srovnatelné s projevy Variské deformace pozorovanými v kulmských sedimentech v některých dalších regionech jv. okraje Nízkého Jeseníku (viz např. Havíř et al. 2003). Na jedné lokalitě (lokalita G150, jižně od Fulneku) byly ale zjištěny také vrásové struktury, jejichž orientace se liší od běžného trendu známého z jiných lokalit. Původ těchto struktur nebyl zatím spolehlivě objasněn.

#### Literatura

- Čížek, P. – Tomek, Č. (1991): Large-scale thin-skinned tectonics in the eastern boundary of the Bohemian Massif. – *Tectonics*, 10, 2, 273–286.
- Grygar, R. – Vavro, M. (1995): Evolution of Lugosilesian Orocline (north-eastern periphery of the Bohemian Massif): Kinematics of Variscan deformation. – *J. Czech Geol. Soc.*, 40, 1–2, 65–90.
- Havíř, J. – Dvořák, V. – Otava, J. (2003): Nové výsledky strukturálního studia paleozoika okolí Hranic. – *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2002*, 48–51.
- Kumpera, O. (1983): Geologie spodního karbonu jeseníckého bloku. – *Knihovna Ústředního ústavu geologického*, sv. 59, 172 pp.
- Lehotský, T. (2007): Paleontologické zhodnocení spodnokarbonských sedimentů lokalit Fulnek–Jerlochovice a Jestřabí. – *Dílčí zpráva z mapy 25122 Suchdol nad Odrou, MS ČGS*.
- Otsubo, M. – Sato, K. – Yamaji, A. (2006): Computerized identification of stress tensors determined from heterogeneous fault-slip data by combining the multiple onverse method and k-means clustering. – *J. Struct. Geol.*, 28, 991–997.
- Yamaji, A. – Sato, K. – Otsubo, M. (2005): Multiple inverse method software package. User's guide. – *MS Division of Earth and Planetary Sciences, Kyoto University*.
- Yamaji, A. (2000): The multiple inverse method: a new technique to separate stress from heterogeneous fault-slip data. – *J. Struct. Geol.*, 22, 441–452.