

# ORIENTACE PŘÍČNÝCH ZLOMŮ V PAVLOVSKÝCH VRCHÁCH NA JIŽNÍ MORAVĚ (ZÁPADNÍ KARPATY)

Transversal faults direction in Pavlov Hills (Western Carpathians)

Ivan Poul<sup>1,2</sup>, Rostislav Melichar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Česká geologická služba, pobočka Brno, Leitnerova 22, 658 69 Brno, e-mail: istvan@igeo.cz

<sup>2</sup>Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: melda@sci.muni.cz

(34–12 Pohořelice, 34–14 Mikulov)

**Key words:** Outer Western Carpathians, tectonics, limestone, fault, anticline

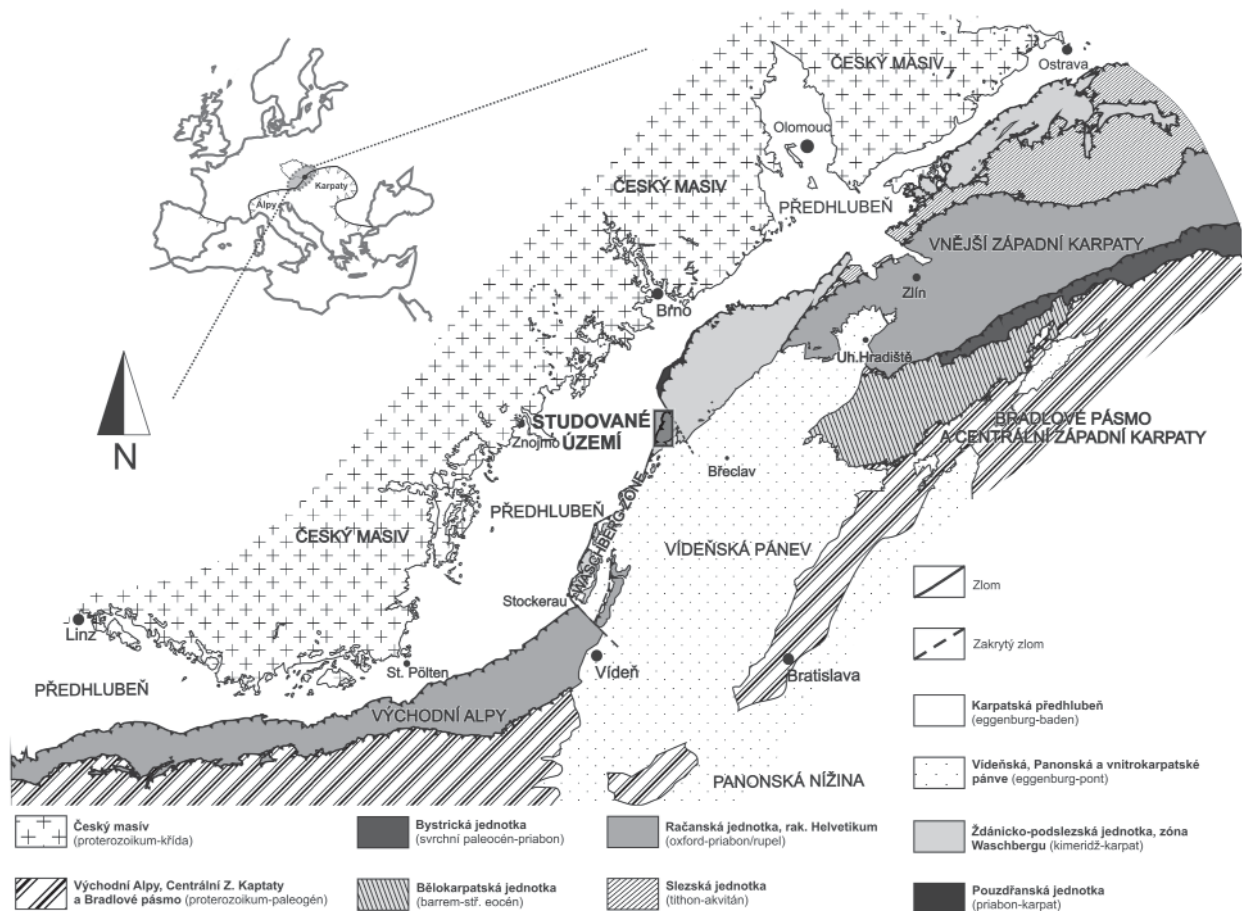
**Abstract**

The structure of the Pavlov Hills was formed during folding and thrusting within the Outer Carpathian accretional wedge in the younger phase of the Alpine orogenesis (Lower Miocene). The area under study was subjected to detailed geological mapping including the collection of compass data. Several anticlines associated with thrusts slightly plunging to the NE were recognized. The anticlinal structures were cross cut by transversal faults in NW–SE direction (perpendicular to fold axis). An echelon arrangement (in N–S direction) was explained as sinistral block displacement along this faults striking in NW–SE direction.

**Úvod**

Pavlovské vrchy jsou označením pro řadu jednotlivých elevací, která probíhá zhruba severojižním směrem od Novomlýnských nádrží na severu až k Mikulovu na jihu

a dále pokračuje JJZ směrem do Rakouska. V Rakousku toto pásmo kopců pokračuje až k městu Stockerau na Dunaji. Pavlovské vrchy tvořené krami jurských vápenců jsou součástí oblouku Vnějších Západních Karpat (obr. 1),



Obr. 1: Situace studovaného území na rozhraní mezi Alpami a Karpaty.  
 Fig. 1: The area under study – interface between Alps and Carpathians.

kteřý je na jižní Moravě složen ze systému příkrovů hornin převážně flyšového a flyšoidního charakteru (krosněnská skupina příkrovů – zde podložní pouzdřanský a nadložní ždánický příkrov). Rozdílná odolnost karbonátů Pavlovských vrchů vůči erozi ve srovnání s ostatními horninami příkrovů je hlavní příčinou vzniku těchto elevací.

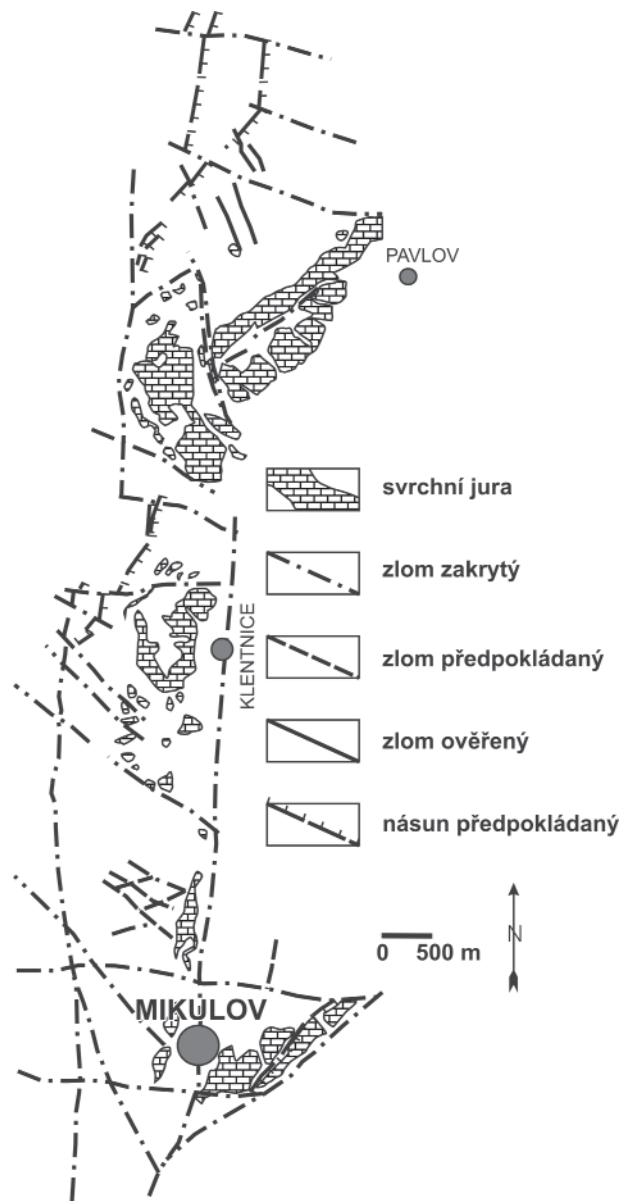
Řetězec vápencových elevací Pavlovských vrchů má z tektonického hlediska na stávajících geologických mapách zcela zvláštní postavení. Na rozdíl od ostatních částí karpatského oblouku má směr S–J a je postižen příčnými zlomy směru V–Z (viz např. Čtyroký ed. 1988b, Havlíček ed. 1988), zatímco jinde v „externidách“ dominují směry horninových pruhů SV–JZ a směry příčných zlomů SZ–JV, které Roth (1980) označil jako „karpatské zlomy“. Toto rozdílné postavení a porušení je v předloženém textu konfrontováno s výsledky nových terénních pozorování a mapování (Poul 2004, Poul 2006, Poul – Melichar 2006, Poul – Melichar 2008).

### Historický vývoj názorů

Svrchnojurské vápence a jejich stavba v rámci Vnějších Západních Karpat byly věcí diskuze po dlouhá období. Vápence ve vněkarpatském flyši byly v 19. století F. E. Süssem shrnovány do tzv. „moravsko–dolnorakouského ostrovního pohoří“ a byl pro ně předpokládán jednotný litologický a tektonický styl (Uhlig 1907). Tyto „autochtonní hrásti“ přibližně S–J směru měly být po svém tektonickém vzniku zaplaveny mořem, které na ně mělo uložit souvrství pískovců. Vlivem následující selektivní eroze se měly z pískovců vynořovat pouze „vztyčené“ partie vápenců (Beyrich 1844). Hrástová stavba byla postupně zamítnuta, neboť byla ověřena alochtonní pozice vápenců. Vápencové bloky pak začaly být v Karpatech označovány původně negenetickým pojmem pro elevaci jako tzv. „bradla“ (termín je podrobněji diskutován v práci Poula et al. 2008).

Vápencová bradla byla považována za malé bloky volně „plovoucí“ v karpatském flyši (např. Uhlig 1907, Jüttner 1922, Jüttner 1940, Čtyroký 1988b) nebo za rozsáhlejší tektonické šupiny (Stráník et al. 1962, Stráník et al. 1999), které byly podle obou jmenovaných hypotéz vylomeny z podloží během vrásnění příkrovů. V pracích jiných autorů byl uvažován vznik bradel na jihu Moravy sedimentární cestou ve formě olistolitů, které byly vrásněny až po zpevnění skluzového tělesa na úpatí svahu. Pokud uvažíme vznik bradel jako malých bloků vylomených z podloží, nebyla otázka orientace zlomů v první polovině 20. století příliš aktuální. Např. v Abelově mapě (1907) nebo i v mapě Jüttnerově (1939) jsou vápencová „bradla“ vyobrazena jako bloky plovoucí ve flyši podle původní Uhligovy teorie (1907) bez tektonického omezení.

Stejskal (1935) sice mylně předpokládal, že vápence Pavlovských vrchů tvoří „tektonickou trosku české série račanské jednotky“, ve své geologické mapě však jako jeden z prvních navrhl vzájemné oddělení jednotlivých vápencových bradel zlomy. Zlomy zakreslil s orientací SZ–JV. V poválečných publikacích nebyl tento směr přijat a zlomy postihující Pavlovské vrchy byly zobrazovány jednak ve směru paralelním s průběhem vrchů, tedy S–J, jednak ve směru kolmém, tj. ve směru V–Z (Matějka a Stráník



Obr. 2: Řešení tektonické stavby Pavlovských vrchů podle Čtyrokého et al. (1995).

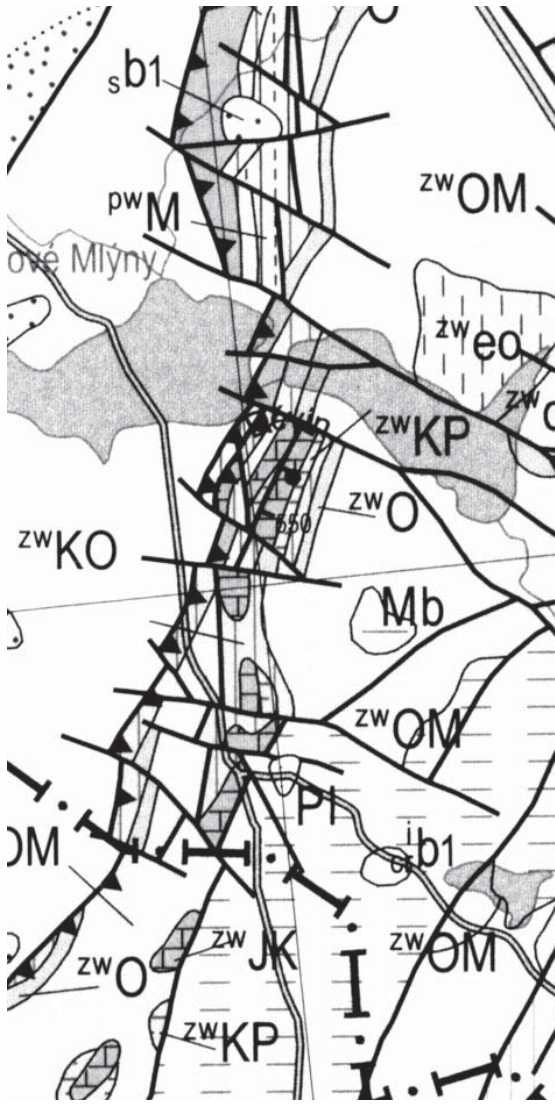
Fig. 2: Tectonics concept of the Pavlov Hills structure in geological map after Čtyroký et al. (1995).

1960, Čtyroký 1988a, Čtyroký 1988b, Havlíček – 1988, Havlíček a Stráník – 1988, Čtyroký et al. 1995, viz obr. 2), i když tyto směry zlomů nebyly ověřeny strukturálními měřeními a ani nezapadaly do širšího strukturálně geologického kontextu Vnějších Západních Karpat. Inovace řešení tektonické stavby je vyobrazena v geologické mapě Chába et al. (2007, obr. 3); řešením mají být různě orientované zlomy orientace S–J, V–Z, SZ–JV a SSV–JJZ směrů, které se často nekonceptně sbíhají a rozcházejí. Zmíněnými zlomy se autoři mapy zřejmě pokusili vysvětlit vznik hlubokých depresí mezi vápencovými „bradly“.

### Výsledky a jejich diskuze

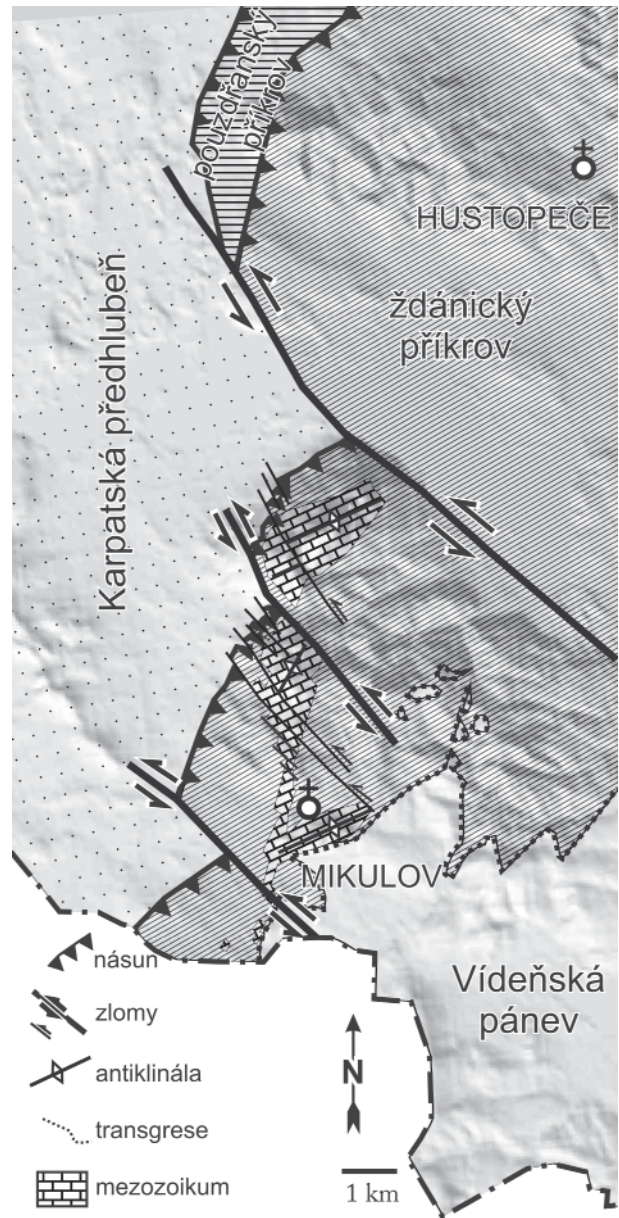
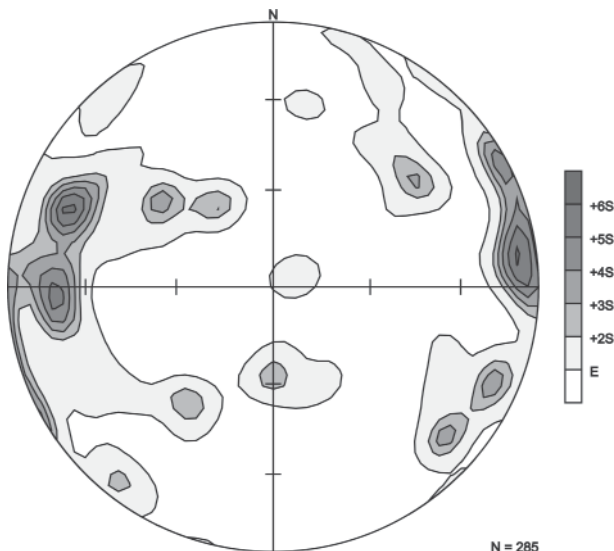
Geomorfologicky lze na našem území rozlišit tři části Pavlovských vrchů:

1. hřbet Svatého kopečku směru JZ–SV východně od Mikulova;



Obr. 3: Výřez okolí Pavlovských vrchů z geologické mapy v měřítku 1 : 500 000. Struktura je řešena nekoncepčně pomocí zlomů různých orientací (Cháb et al. 2007), vysvětlivky viz originální mapa.

Fig. 3: Detail of the geological map (scale 1 : 500 000) in Pavlov Hills surroundings. Authors try to find a solution of structure to faults in various directions (Cháb et al. 2007), key - see original map.



Obr. 5: Nová koncepce kulisovitého řešení (en echelon) tektonické stavby okraje karpatského oblouku v okolí Pavlovských vrchů je řešena pomocí násunů s orientací SV-JZ a příčných zlomů s orientací SZ-JV.

Fig. 5: A new structural conception (en echelon) of the marginal part of the Carpathian thrust belt in Pavlov Hills surroundings is compiled by thrusts striking in NE-SW direction and by transversal faults striking in NW-SE direction.

Obr. 4: Orientace (příčných) zlomů v rámci Pavlovských vrchů.  
Fig. 4: Transversal faults orientation in equatorial diagram (Pavlov Hills).

2. řetěz elevací od Šibeničního vrchu (u státní hranice) po Sirotčí hrádek v severojižním směru;
3. hřbet Děvína směru JZ–SV západně od Pavlova.

Oba hřbety (1 a 3) jsou víceméně spojité a paralelní, zatímco severojižní řetěz elevací (2) je výrazně nespojitý a v podélném směru jsou vápencové elevace oddělovány širokými depresiemi tvořenými flyšovými horninami. Lze předpokládat, že tato dvě směrově odlišná pásma budou mít odlišný strukturní původ a oba hřbety směru JZ–SV budou strukturně srovnatelné. To potvrdilo i studium orientace vrstevnatostí (Poul 2006), jejichž směr v Pavlovských vrších odpovídá směru hřbetu Děvína a Svatého kopečku. Problematická je však stavba antiklinál v okolí Mikulova. V geologické mapě jsou zde situovány dva „pruhy“ vápencových bradel: Turolď – Zámecký vrch a naproti Svatý kopeček. Toto lze snadno vysvětlit existencí dvou pruhů antiklinál. Reinterpretace seismických řezů (Poul 2006) potvrdila, že karbonátový hřbet Svatého kopečku pokračuje svou ponořenou částí dále k SV. Tato stavba vznikla v důsledku nasouvání rozsáhlé desky vápenců za vzniku dvou „front“ antiklinál spjatých s násunovými rampami (fault-bent folds, podrobněji viz Poul – Melichar 2008). Osy antiklinál se noří k SV a jsou paralelní se směry násunových ploch a zřejmě kolmé na směr sunutí příkrovů k SZ. Vzhledem k tomu, že se osy obou front antiklinál uklánějí (k SV) pod mladší sedimenty, v erozivním řezu (v mapě) se jeví jako sbíhající se struktury. Tento tvar vznikl v důsledku uklonění zvrásněné vápencové desky, kdy směrnice os antiklinál není orientována přímo po spádnicí zmíněné desky. Analýza křehkých poruch ukázala na typický obraz porušení s výrazným maximem ve směru příčném ke směru os vrás (jiné orientace znázorňují přesmyky a poklesy, více viz Poul 2006 a Poul – Melichar 2008). Rovněž podrobné mapování severo-j jižního pruhu elevací ukázalo na jejich kosé omezení. Tyto dva aspekty vedly k navržení nové interpretace stavby v geologické mapě s výrazným uplatněním kosých zlomů směru SZ–JV (obr. 4, 5). Tyto zlomy se v mapě projevují levostranným posunutím horninových pruhů, resp. poklesáváním sv. ker vzhledem ke křám JZ. Výsledkem takového porušení bylo vytvoření složené *en echelon* struktury velkého měřítka, kdy nastala celková reorientace horninového pruhu do S–J směru, ačkoliv jednotlivé bloky si podržely původní orientaci (osy antiklinál SV–JZ).

Konečná orientace linie vápenců ve směru přibližně S–J vedla předchozí mapující autory k přijetí „klasického“ modelu směrných a kolmých příčných zlomů bez zřejmých důkazů. Tato nesprávná koncepce se však nemohla dobře vyrovnat s „prolukami“ mezi jednotlivými bradly. Kuliso- vité uspořádání však tento jev vysvětluje bezproblémově a zároveň umožňuje sestavení balancovatelné a retrode- formovatelné stavby.

## Závěr

Nově navržená koncepce zlomů vycházející z nového geologického mapování, strukturních měření a reinterpretací seismických řezů (Poul 2006, Poul – Melichar 2008) je prezentována v duchu moderních koncepcí příkrovových teorií a modelů. Pomocí zlomů s orientací SZ–JV (obr. 4) lze současnou strukturu *en echelon* (obr. 5) „oddeformovat“ do původního stavu. Zároveň navržená koncepce orientace zlomů na rozdíl od názorů publikovaných dříve i zcela nedávno (Cháb et al. 2007, obr. 3) plně respektuje tektonickou koncepci stavby Vnějších Západních Karpat.

**Literatura**

- Abel, O. (1907): Geologische Spezialkarte Auspitz und Nikolsburg 1 : 75 000. – Geol. Reichsanst. Wien.
- Beyrich, E. (1844): Über die Entwicklung des Flözerbirges in Silesien. – Archiv f. Min. Geogn. Bergsbau u. Hütt. Herausgeg. v. B. Karsten H. v. Dechen Berlin Bd. 18. Berlin.
- Čtyroký, P. ed., (1988a): Geologická mapa ČSR 1 : 50 000 – list 34–14 Mikulov. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Čtyroký, P. ed. (1988b): Základní geologická mapa ČSSR – list 34–142 Mikulov. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Čtyroký, P. – Havlíček, P. – Stráník, Z. – Pálenský, P. (1995): Geologická přírodovědná mapa CHKO a BR Pálava 1 : 25 000. – ČGÚ. Praha.
- Havlíček, P. ed. (1988): Základní geologická mapa ČSSR – list 34–124 Pouzdřany. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Havlíček, P. (ed.) – Stráník, Z. (1988): Geologická mapa ČSSR – list 34–12 Pohorelice. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Cháb, J. – Stráník, Z. – Eliáš, M. (2007): Geologická mapa České republiky, 1 : 500 000. – Česká geologická služba, Praha.
- Jüttner, K. (1922): Entstehung und Bau der Pollauer Berge. – A. Bartosch, Nikolsburg.
- Jüttner, K. (1939): Geologisches Karte des Unteren Thayalandes. – Mitt. Reichsst. Bodenforsch., 1, 1, Wien.
- Jüttner, K. (1940): Erläuterungen zur geologischen Karte des unteren Thayalandes. – Mitt. Reichsst. Bodenforsch., 1, 1, 1–57. Wien.
- Matějka, A. – Stráník, Z. (1961): Zpráva o geologickém výzkumu Pavlovských vrchů, část 1. – MS, Geofond. Praha.
- Poul, I. (2004): Paleonapjatostní analýza zlomů Pavlovských vrchů (Západní Karpaty). – MS, diplomová práce, PŘF MU. Brno.
- Poul, I. (2006): Nový tektonický model Pavlovských vrchů – flat-ramp-flat geometrie v externích Západních Karpatech. – MS, PŘF MU. Brno.
- Poul, I. – Janečka, J. – Melichar, R. (2008): Jurassic/Cretaceous limestones in nappes of the Outer Western Carpathians (Czech Republic). – Sbor. Slovtec 2008, 108–110. Bratislava.
- Poul, I. – Melichar, R. (2006): Flat-ramp-flat thrust geometry in the Outer Western Carpathians (Palava Hills, Czech Republic). – Volumina Jurassica, 4, 2006, 62–63. Warsaw.
- Poul, I. – Melichar, R. (2008): Rock Mechanics as a Significant Supplement for Cross-Section Balancing (An Example from the Pavlov Hills, Outer Western Carpathians, Czech Republic). – sbor. YORSGET 2008, Universidad de Oviedo, 439–443. Oviedo.
- Roth, Z. (1980): Západní Karpaty – terciérní struktura střední Evropy. – Ústř. Úst. Geol. a Academia. Praha.
- Stejskal, J. (1935): Geologická stavba Pavlovských vrchů se zřetelem na stratigrafii a tektoniku flyše, II. – Věst. St. geol. Úst. Čs. Republ., 11, 15–29. Praha.
- Stráník, Z. – Hanzlíková, E. – Eliáš, M. (1962): Zpráva o geologickém výzkumu Pavlovských vrchů II. – MS, ČGÚ. Praha.
- Stráník, Z. – Čtyroký, P. – Havlíček, P. (1999): Geologická minulost Pavlovských vrchů. – Sbor. geol. Věd, Geol., 49, 5–32. Praha.
- Uhlig, V. (1907): Über die Tektonik der Karpaten. – Sitz. Ber. K. Akad. Wiss, math. Naturwiss. Kl., Bd. 116, 1, 871–982. Wien.