

## TEKTONIKA VÝSKYTU DEVONU U ADAMOVA

Tectonics of occurrence of Devonian rocks near the town of Adamov

Jiří Rez, Rostislav Melichar

Katedra geologie a paleontologie Př MU, Kotlářská 2, 611 37, Brno

(24-32 Brno)

**Key words:** Moravian karst, Brno massif, variscan thrusting, neotectonics

### Abstract

There is a special occurrence of Upper Devonian rocks within the Proterozoic granodiorites of the Brno Massif in the surroundings of Adamov (about 1 km NNE of Adamov). The outcrops consist of basal clastics and limestones. The rocks are strongly ductile or brittle-ductile strained. The dip direction and dip of foliation vary from 316/88 in the basal clastics to 256/50 in the limestones. The trend and plunge of axis of the cylindricity is 220/38 and corresponds to the average lineation 215/29. The setting of the Devonian rocks in Proterozoic granodiorites is interpreted as a tectonic slice along a fault plane. According to asymmetric structures, the western block was thrust over the eastern block to the NE. The deformation passed through several steps: 1. Upper block was thrust over the lower one (D1); 2. This tectonic zone was strained by younger dextral thrust (D2); 3. The final structure was modified by neotectonics faulting and rotation.

### Úvod

Uvnitř brněnského masivu bylo dosud nalezeno několik výskytů devonských hornin, které mají zásadní význam pro řešení jeho tektonického vývoje. Vedle nejrozsaáhlejšího severojižního pruhu při metabazitové zóně byla nalezena řada lokalit u východního okraje brněnského masivu: ve vrtu Melkov-1 (Vocilka 1971), jihozápadně od Vratíkova (Kettner 1949a), západně od Valchova (Buriánek – Melichar 1997), mezi Veselicí a Petrovicemi (Zapletal 1922; Kettner 1949b; Dvořák – Pták 1963; Slavík – Chadima – Melichar – Hanžl 1996), a východně od Adamova (Kettner 1949a). Výsledky studia lokality posledně jmenované jsou předmětem tohoto článku. Podrobnou dokumentaci lze najít v práci Reze (2001). Práce byla podpořena grantem GAČR 205/00/0356.

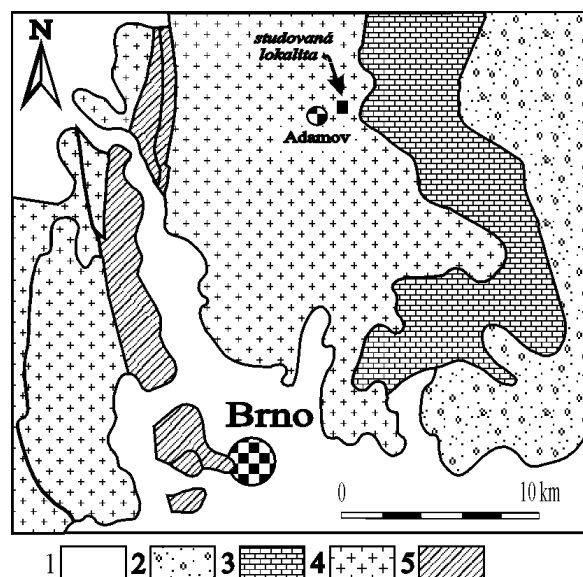
Studovaná lokalita leží asi 1 km východně od Adamova při silnici z Adamova směrem na Josefov v jádře jednoho z meandrů Křtinského potoka (obr. 1). Jedná se o výchozy devonských bazálních klastik a vápenců ve východní granodioritové kře brněnského masivu (v granodioritech typu Blansko, obr. 2). Tyto výchozy devonu nejsou povrchově propojeny s hlavní masou devonských hornin Moravského krasu.

V minulosti se danou lokalitou blíže zabýval Kettner (1949a), Dvořák (Dvořák – Pták 1963, Dvořák – Friáková – Mitrenga – Rejl 1984) a Hanžl (1996). Všichni zmiňovaní přikládali uvedené lokalitě velký význam. Kettner tuto strukturu interpretoval jako velmi hluboce zavrásněnou synklinálu devonských hornin vyběhající z Moravského krasu do brněnského masivu. Dvořák a Hanžl ji popsali jako tektonickou šupinu vyvlečenou na zlomu značného významu.

### Zjištěné údaje

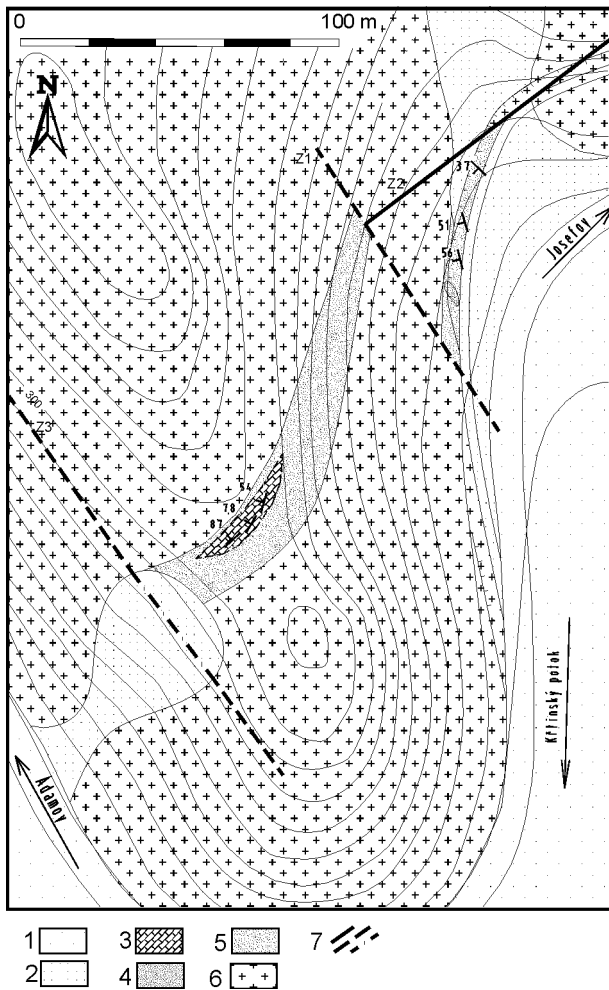
#### Litologie

Devonská bazální klastika jsou na lokalitě zastoupena dvěma odlišnými typy. Převážnou část výskytu tvoří červenohnědé drobnozrnné arkózy. Skládají se z relativně ostrohranných zrn křemene, která silně undulózně zhášejí,



Obr. 1 - Pozice studované lokality: 1 – terciér a kvartér; 2 – kulum; 3 – vápence Moravského krasu; 4 – granodiority; 5 – metabazitová zóna.

Fig. 1 - The position of the locality under study. Key: 1 – Tertiary and Quaternary; 2 – Lower Carboniferous; 3 – limestones of the Moravian Karst; 4 – granodiorites; 5 – Metabasite Zone.



Obr. 2 - Geologická mapa studované lokality v údolí Křtinského potoka: 1 – fluvialní sedimenty; 2 – svahoviny; 3 – vápence; 4 – světlá bazální klastika; 5 – červenohnědá bazální klastika; 6 – amfibol-biotitický granodiorit (typ Blansko); 7 – zlomy ověřené, předpokládané a zakryté.  
 Fig. 2 - The geological map of the region under study (the Křtinský Brook Valley). Key: 1 – fluvial sediments; 2 – deluvial sediments; 3 – limestones; 4 – yellowish basal clastics; 5 – russet basal clastics; 6 – hornblende-biotite granodiorite (Blansko type); 7 – faults.

jsou podrcena a místy mechanicky dvojčatí. Dále jsou přítomny úlomky živců. Převážnou část horniny tvoří sericitická základní hmota. Červené zbarvení způsobuje železitý tmel. Hornina má výraznou foliaci a lineaci. V menší míře jsou zastoupeny světle žluté arkózy. Jsou hrubozrnnější, mají podstatně více klastů na úkor sericitické základní hmoty, která postrádá železitý tmel. Klasty jsou více zaoblené. Zrna křemene opět undulózně zřáhají a jsou podrcena. Světle žluté arkózy mají málo výraznou foliaci a ještě méně výraznější lineaci. Silně připomínají mylonitizované granitoidy, avšak byly v nich nalezeny dobře zaoblené valounky křemene prokazující sedimentární původ.

Vápence studované lokality jsou středně šedé s výraznou foliací a méně výraznou lineací. Jsou tvořeny mikritickým karbonátem. Vápence jsou proniknuty několika generacemi žilného kalcitu, z nichž nejstarší jsou silně plasticky deformovány. Byly pozorovány také stylolity

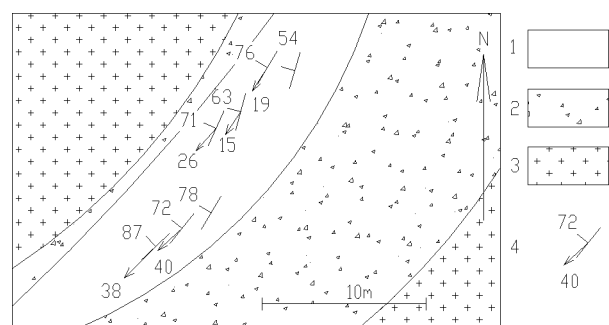
zvýrazněné oxidy železa. Vznik stylolitů lze spojit s některou z mladších etap tvorby žil. Makroskopicky byly na výchozech pozorovány četné flexury a vrásky velikosti řádově 10 cm.

### Tektonika

Podrobným mapováním studované lokality bylo zjištěno, že výskyt devonských hornin je rozdělen do dvou částí. První část s vápenci a bazálními klastiky je nejlépe obnažena ve vrcholové partii hřbetu. Druhá část je obnažena v zářezu lesní cesty – zde vystupují pouze bazální klastika obou zmíněných typů (obr. 2).

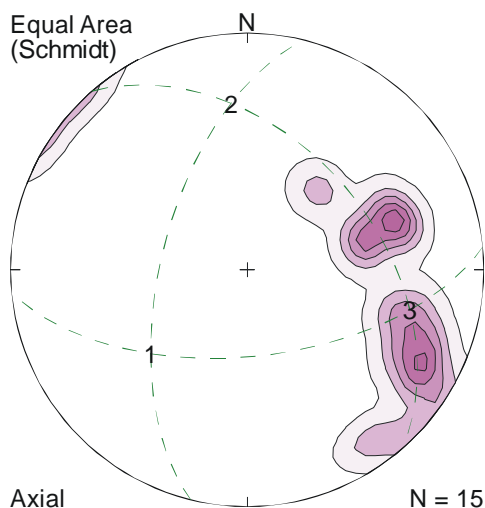
Na jednotlivých výchozech byly detailně studovány drobné tektonické prvky. V devonských horninách výrazně dominuje plošně paralelní stavba deformačního původu. Plochy deformační foliace nemají jednotný průběh. Jejich směry se stáčí od směru 316/88 ve výchozu vápence, který je situován nejdále na jihozápad, až po směr 222/37 ve výchozu bazálních klastik, který leží nejvíce na severovýchod (obr. 2). Mírné stáčení foliace je patrné i v detailu na výchozech vápenců (obr. 3). Póly ploch všech foliací vytváří v azimutální projekci pásmovou kružnici, která dokumentuje cylindricitu stavby (obr. 4). Její osa se uklání k jihozápadu pod poměrně strmým úhlem 38° (orientace osy 220/38). Tato osa je téměř totožná s průměrnou hodnotou lineace 215/29 (obr. 5), která je reprezentována agregátovou lineací protažení. Lineace má v podstatě jednotný směr SV–JZ s úklonem 15 až 40° k JZ. Zajímavým faktem je výskyt vápenců pouze v zóně s nejstrmější stavbou, zatímco v místech s mírnějšími sklony pozorovány nebyly.

Mikrotektonické porušení bylo sledováno v orientovaných výbrusech. Většina výbrusů byla orientována kolmo k foliaci paralelně s lineací, jeden výbrus byl v orientaci kolmo k ose vrásky zalomení. Ve výbrusech byly pozorovány asymetrické struktury. Ve vápencích se jednalo hlavně o porfyroklastové systémy typu  $\sigma$  s tlakovými stínami. Vápence byly deformovány velmi intenzivně plasticky, což



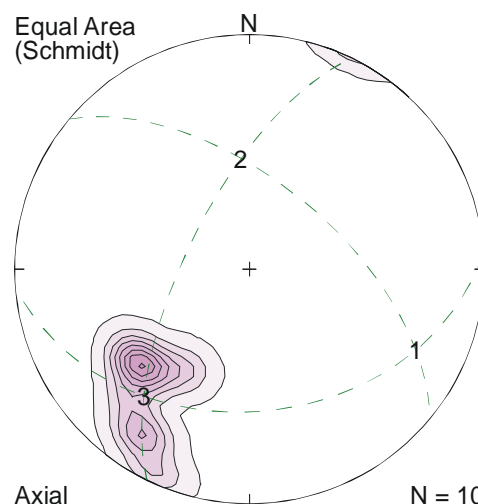
Obr. 3 - Detail mapy vrcholových partií s výchozy vápenců v meandru Křtinského potoka. Strmá foliace se stáčí podle osy ukloněné k JZ. Legenda: 1 – vápence; 2 – bazální klastika; 3 – granodiorit; 4 – foliace a lineace.

Fig. 3 - The detail sketch of the top parts with the outcrops of limestones in the meander of the Křtinský Brook. Steep foliation is rotated around the axis inclined to SW. Key: 1 – limestones; 2 – basal clastics; 3 – granodiorites; 4 – foliation and lineation.



Obr. 4 - Konturový diagram pólů foliace vápenců a bazálních klastik v meandru Křtinského potoka. Bod 1 je pól pásmové kružnice a osa cylindricity 220/38.

Fig. 4 - The contoured plot of equal-area projection for the poles of foliation in limestones and basal clastics in the meander of the Křtinský Brook. Point 1 corresponds to the  $\pi$ -pole of the mean  $\pi$ -circle and indicates the axis of the flexion 220/38.



Obr. 5 - Konturový diagram lineací vápenců a bazálních klastik v meandru Křtinského potoka. Bod 3 je průměrná lineace 215/29.

Fig. 5 - The contoured plot of equal-area projection of the stretching lineation in limestones and basal clastics in the meander of the Křtinský Brook. Point 3 corresponds to the average lineation 215/29 (eigenvector of the orientation matrix).

dokládají četné téměř izoklinálně provrásněné tmavší polohy (fosilní zbytky?). Několik generací žilek a stylolity zvýrazněné oxidy železa indikují deformační mechanismus tlakového rozpouštění, respektive přenos fluid v závěrečných fázích deformace a také po deformaci. Žilky vznikly jak před vznikem kliváže (jsou zvrásněné s osními plochami vrásek paralelními s plochami foliace/kliváže), tak po vzniku kliváže před vznikem zalomených vrás (došlo u nich k rozkluzu podle ploch kliváže), a také po ukončení plastických deformací a to v několika generacích.

Arkózy bazálních klastik byly v mikroměřítku deformovány křehce-duktilně. Asymetrické struktury vznikaly buď rozvlečením zrn nebo prokluzem mezi dvěma zrny. Místy se v těchto horninách nacházejí také porfyrklastové systémy  $\sigma$  s tlakovými stíny a někdy také foliační rybky.

Ve všech strukturních výbrusech byl na základě asymetrických struktur určen smysl pohybu jako pravostranný s přesmykovou složkou, což indikuje přesmyknutí západní kry směrem na severovýchod.

### Interpretace pozorované stavby

#### Geometrie stavby

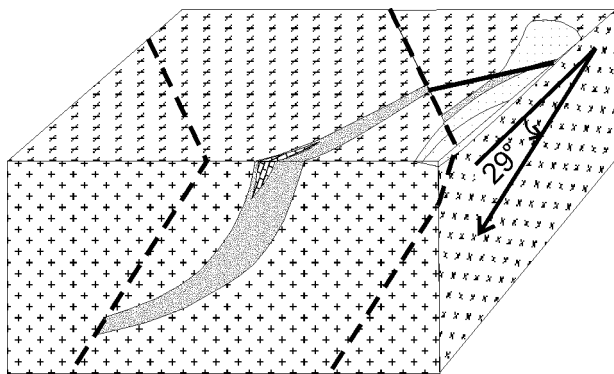
Poměrně dobrá odkrytost, četnost tektonických měření a také výšková členitost terénu umožnily dobře rozpoznat detailní geologickou stavbu tohoto drobného výskytu devonu.

Plynulý průběh stáčení foliací od JZ k SV v obou částech výskytu svědčí o jejich vzájemné návaznosti. Proto byly oba konce spojeny předpokládaným zlomem (Z1). Předpokládaný pohyb na tomto zlomu by mohl být

pravostranný horizontální posun nebo sklonový posun, kdy jihozápadní kra byla zdvižena. Kombinace obou možností se jeví jako nejpravděpodobnější. Severovýchodní ukončení je předpokládáno na zlomové poruše (Z2) pozorované dále v zářezu lesní cesty. Jihozápadní ukončení není známo, avšak na západním svahu hřbetu ani na levém břehu Křtinského pokračování devonských hornin nebylo nalezeno. Proto je toto ukončení řešeno rovněž mladší tektonikou (Z3), její směr je však zcela hypotetický.

Ze zjištěného směru sklonu osy cylindricity stavby k JZ lze usoudit, že v jihozápadní části mapy jsou odkryty relativně vyšší části struktury než na severovýchodě. Při vzdálenosti obou vzdálenějších konců pruhu asi 170 m a sklonu osy cylindricity 37°, respektive 29°, lze odhadnout výškový rozdíl obou konců na 128 m, respektive 94 m. Tento výškový rozdíl je ještě umocněn hypsografickým rozdílem asi 15 m, který je k uvedenému rozdílu nutno přičíst. Výsledný výškový rozdíl mohl být ovlivněn ještě tektonickým pohybem na zlomu Z1, který by však působil v opačném smyslu a hodnotu skoku by snižoval o přibližně 40 m.

Nyní lze konstruovat řez popisovanou strukturou. Velmi strmá foliace ve vápencích se do hloubky 75–105 m stočí do sklonu 33°, což v příčném řezu odpovídá sklonu 0° (obr. 6). Úhel otočení mezi nejstrmější a nejméně strmou polohou zjištěný přímo v terénu je přibližně 90°. Můžeme předpokládat, že část polohy s nejmenším sklonem je velmi blízká bazální ploše násunu, který pravděpodobně způsobil ohnutí pruhu devonských hornin. Tuto polohu lze tedy přirovnat k přetrženému rameni překocené vrásky. Za předpokladu, že těchto násunů bylo více, prostým vynásobením výškového rozdílu 75–105 m dvěma až čtyřmi, podle toho, jak moc byla deformace intenzivní, respektive jaká byla délka



Obr. 6 - Prostorový model stavby, šipka ukazuje průměrnou lineaci.

Fig. 6 - 3D-model of the structure, the average direction of lineation is marked by arrow.

násunu, dostaneme mocnost takto vytvořených šupin asi 150-200 až 300-400 m (obr. 7a). Tento údaj je v poměrně shodě s obdobnou stavbou z kontaktu brněnského masivu s němčicko-vratíkovským pruhem, kde byly mapováním prokázány tektonické šupiny mocnosti 150–300 m (Melichar – Kalvoda 1997).

#### Příčiny omezeného výskytu vápenců

V podloží násunové plochy u Valchova byla popsána obdobná struktura menších rozměrů (Buriánek – Melichar 1997; Melichar – Hladil – Leichmann 1999). Díky velmi dobrému odkrytí bylo zjištěno, že vápence jsou

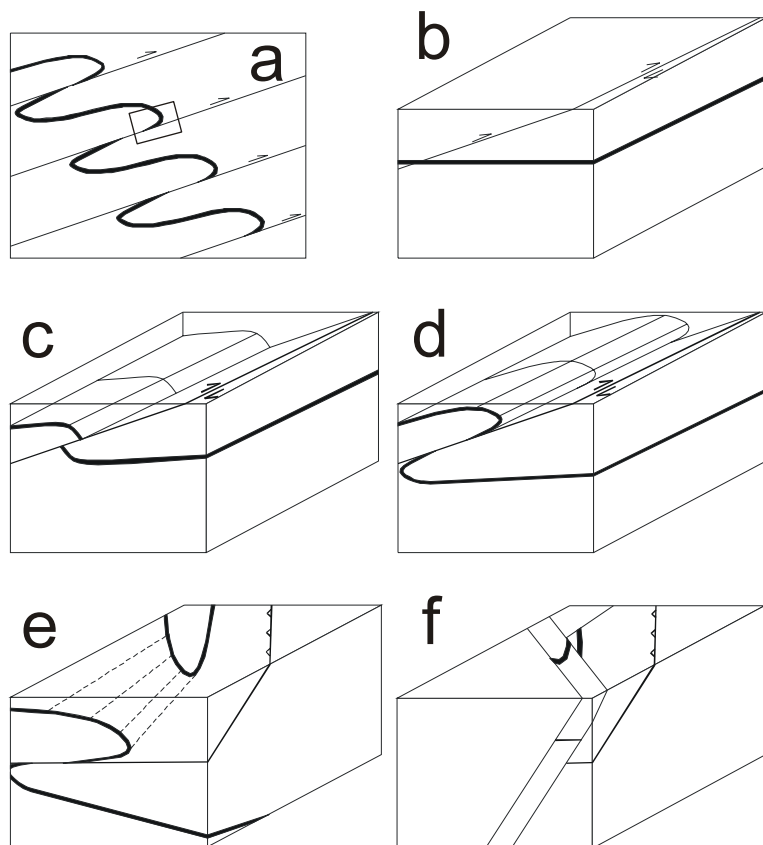
přítomny pouze ve strmé části struktury, zatímco v málo ukloněných místech bylo možno pozorovat pouze znaky tlakového rozpouštění a vzniku kalcitových žil, případně kalcitové impregnace granodioritu. Mechanismus tlakového rozpouštění málo ukloněných vápenců (zřejmě vahou nově nasunutého nadloží) lze přijmout i pro vysvětlení omezeného výskytu vápenců na lokalitě v okolí Adamova.

#### Stáří tektonických pohybů

Poloha devonských hornin v granodioritu brněnského masivu byla před ohybem pravděpodobně rovinná. Tyto horniny se mezi dvě kry granodioritů dostaly tektonicky (fáze D1, obr. 7b), o čemž svědčí velmi silné tektonické porušení mechanismem jednoduchého stříhu. Teprve následnou násunovou deformací D2 byla tato poloha ohnuta (obr. 7c, d). Není možné jednoznačně rozhodnout, zda deformační fáze D1 a D2 byly časově výrazně oddělené nebo zda se jedná pouze o dílčí stádia jednoho a téhož procesu, neboť nelze zcela jednoznačně oddělit pozorované mechanismy deformace (jako to bylo možno na lokalitě u Valchova). Spojitost s výraznou lineací protažení směru SSV–JJZ a pravostranný smysl pohybu s omezenou násunovou složkou řadí tyto deformace k pohybům na moravské střížné zóně při moldanubickém nasunutí.

#### Vznik anomálního úklonu osy stavby

Již při prvním pohledu na geologickou mapu ČR je patrný velmi mírný celkový úklon stavby Českého masivu



Obr. 7 - Blokdiagramy fází deformace devonu v údolí Křtinského potoka: a – hypotetická stavba tektonických šupin, obdélník vyznačuje odkrytou část; b – stav po fázi D1, zapracování devonských hornin do granodioritu; c, d – fáze D2, ohyb polohy vlekem; e, f – neotektonické rotace do dnešní orientace a současné porušení přesmyky.

Fig. 7 – Block diagrams with different phases of deformation of the Devonian rocks in the Křtiny brook valley: a – hypothetical tectonic duplex with young and old thrusts, observed part of the structure is marked by the small rectangle; b – after phase D1: the Devonian rocks are incorporated into granodiorites of the Brno Massif, plane of new thrust is plotted; b, c – two steps of phase D2 with movement progression along the secondary thrust; d, e – neotectonic rotation into recent orientation and contemporaneous faulting.

k severu. Takto ukloněná stavba byla ověřena i na horninách brněnského masivu (severní část metabazitové zóny, němčicko-vratíkovský pruh aj.). Existují však poměrně úzké zóny s anomální orientací. Jedna taková zóna probíhá mezi Vratíkovem a Valchovem, kde se osa stavby anomálně uklání k jihu (Melichar – Kalvoda 1997). Stáří tohoto axiálního ohybu je dobře dokumentováno vztahem k sedimentům platformního pokryvu: ohyb je mladší než sedimenty svrchní křídly, které rotovaly společně s podloží, a je starší než nepostížené bádenské sedimenty u Boskovic. Ostré ukončení anomální orientace osy stavby na zlomu omezujícím z jižní strany křídla valchovského prolomu ukazuje na spojitost ohybu a terciární zlomové tektoniky.

Na základě uvedených znalostí lze anomální úklon k jihu východně od Adamova spojit se vznikem blanenského prolomu, kde větší výškový rozdíl ker (minimálně 370 m, Melichar – Čech 1999) by mohl indikovat větší rotaci bloků. Jihovýchodní protažení okrajového zlomového pásma by směřovalo právě do oblasti východně od Adamova. Též stáří by tedy mohly být i předpokládané zlomy směru SZ–JV.

## Závěr

Výše uvedenou diskusi lze shrnout do několika bodů:

1. Devonské horniny byly do komplexu brněnského masivu zapracovány tektonicky během dvou deformačních fází ve spojitosti s pohyby podél moldanubického nasunutí (?visé-westphal).
  2. Vápence zůstaly zachovány pouze ve strmé poloze (pravděpodobně vlivem tlakového rozpouštění při ponásunové vertikální kompresi).
  3. Anomální úklon osy stavby k jihozápadu lze klást do souvislosti s neotektonickými pohyby při vzniku blanenského prolomu (poturonské, předbádenské).
- Na základě popsání skutečností výskyt devonu u Adamova dobře zapadá do dosud rozpoznávaných zákonitostí tektonické stavby východního okraje brněnského masivu a je zajímavou obdobou ostatních drobných výskytů devonu uvnitř brněnského masivu při jeho východním okraji. Nejlépe jej lze srovnat s výskytem devonu u Valchova, s nímž má řadu společných znaků.

## Literatura:

- Buriánek, D. – Melichar, R. (1997): Devonské vápence zvrásněné s granodiority brněnského masivu v okolí Valchova. – Sborník II. semináře České tektonické skupiny, 50–51. Ostrava.
- Dvořák, J. – Friáková, O. – Mitrenga, P. – Rejl, L. (1984): Vliv stavby východní části brněnského masivu na vývoj nadložních sedimentárních formací. – Věst. Ústř. Úst. geol., 59, 1, 21–28. Praha.
- Dvořák, J. – Pták J. (1963): Geologický vývoj a tektonika devonu a spodního karbonu moravského krasu. – Sbor. geol. Věd, Geol., 3, 49–84. Praha.
- Hanžl, P. (1996): Geologický profil brněnským masivem mezi Čebínem a Skalním mlýnem. – MS, Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity. Brno.
- Kettner, R. (1949a): O zavrásnění devonu Moravského krasu do brněnské vyvřeliny mezi Adamovem a Josefovem. – Věst. St. geol. Úst. Čs. Republ., 24, 99–100. Praha.
- Kettner, R. (1949b): Geologická stavba severní části Moravského krasu. – Rozpr. Čes. Akad. Věd Umění, Tř. II, 59, 11, 1–29. Praha.
- Melichar, R. – Čech, S. (1999): Stop 7: Blansko-Dolní Lhota. 4<sup>th</sup> Meeting of the Czech Tectonic Studies Group, Blansko-Českovice, April 15–18, 1999, Abstracts. – Geolines, 8, 90. Praha.
- Melichar, R. – Hladil, J. – Leichmann, J. (1999): Stop 8: Valchov. 4<sup>th</sup> Meeting of the Czech Tectonic Studies Group, Blansko-Českovice, April 15–18, 1999, Abstracts. – Geolines, 8, 90-91. Praha.
- Melichar, R. – Kalvoda, J. (1997): Strukturně-geologická charakteristika němčicko-vratíkovského pruhu. – Sborník II. semináře České tektonické skupiny, 51–52. Ostrava.
- Rez, J. (2001): Tektonika výskytu devonu u Adamova. – MS, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. Brno.
- Slavík, L. – Chadima, M. – Melichar, R. – Hanžl, P. (1996): Problematika styku brněnského masivu a devonu moravského krasu. – Seminář Skupiny tektonických studií, Jeseník, 26.–29. duben 1996. Program. Abstrakta. Exkurzní průvodce, 43–44. Brno–Jeseník.
- Vocilka, M. (1971): Souhrnná závěrečná zpráva Dražanská vysočina. – MS, Geofond Praha. P 29256.
- Zapletal, K. (1922): Geotektonická stavba Moravského krasu. – Čas. Mor. zem. Mus., 20, 220–256. Brno.