

Závěr

V Hvězdově lomu se střídají lávové proudy se sekvencemi pyroklastických proudů strombolských erupcí, jež jsou doprovázeny uloženinami freatomagmatických erupcí.

V lomu Studenec převládají sekvence efuzí, přičemž facie polštářových láv se sklovitými okraji a hyaloklastity zřetelně dokazují vmístění lávy do jezera.

Červenohnědé horniny oxidované strusky s útržky láv z j. části lomu Studenec byly identifikovány jako část aglutinovaného kužele. Ten byl produktem lávové fontány, vznikající při erupcích havajského typu.

Nejsvrchnější polohy v s. částech lomu nad lávovými polohami jsou patrně pyroklastické proudy s četnými alterovanými fragmenty bazického skla, sedimentární příměsí a příměsí karbonatizovaných bomb strombolské erupce.

Dokumentovaná část levínské komplexu byla vytvořena efuzemi a erupcemi bazického monogenetického vulkanismu. Jejich časová posloupnost v rámci celého komplexu není zatím stanovena. Jedno z center erupcí bylo nalezeno na sv. okraji LVP v lomu Studenec. Pravděpodobně na trhlíně vystupovalo bazické magma produkující lávové fontány a vytvářející nevysoké aglutinované kužely (tzv. spatter cones). Tyto drobné útvary v prostředí aluviál-

ní plošiny mohly vytvořit překážku intermitentních permiských toků a tak i za poměrně krátkou dobu přispět k vytvoření jezera. Následující lávy – ze stejného nebo dalšího nedalekého přívodu – se vylévaly do mělkého jezera. Pozdější strombolská aktivita měla pravděpodobně své centrum již mimo námi studovanou lokalitu.

Výzkum vulkanosedimentárního komplexu centrální části podkrkonošské pánve je financován projektem VaV– SP/2e6/97/08.

Literatura

- PONIKELSKÁ, B. (1982): Melafyry levínské plošiny. Diplom. práce. – MS Univ. Karl. v Praze, 88 stran.
- PROUZA, V. – TÁSLER, R., (1985): Přehledná geologická mapa podkrkonošské pánve. – Ústř. úst. geol. Praha.
- PROUZA, V. – TÁSLER, R. (2001): Podkrkonošská pánev. In: PEŠEK, J. et al.: Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky. 128–166. – Čes. geol. úst. Praha.
- RAPPRIČ, V. (2008): Akreční lapilli v melafyrech podkrkonošské pánve. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2007, 39–41.
- SCHOVÁNKOVÁ, D. (1989): Petrologie mladopaleozoických vulkanitů podkrkonošské pánve – část I. Permské bazaltandezity. – MS Čes. geol. služba, 69 s.
- ULRYCH, J. – ŠTĚPÁNKOVÁ, J. – NOVÁK, J. K. – PIVEC, E. – PROUZA, V. (2002): Volcanic activity in Late Variscan Krkonoše Piedmont Basin: petrological and geochemical constraints. – Slov. geol. Mag., 8, 3–4, 219–234.

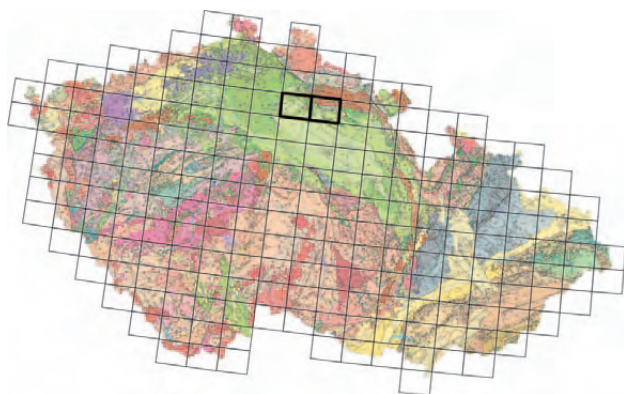
Interpretace svrchního omezení permokarbonu centrální části Českého ráje na základě 3D modelování

Interpretation of the Permo-Carboniferous top envelope in central part of Bohemian Paradise

ZUZANA TASÁRYOVÁ – ZUZANA SKÁCELOVÁ

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1; zuzana.tasaryova@geology.cz, zuzana.skacelova@geology.cz

(03-34 Sobotka, 03-43 Jičín)



Key words: Permo-Carboniferous, 3D modelling, Mnichovo Hradiště Basin, Krkonoše Piedmont Basin

Abstract: Correlation of well and geophysical data provides the framework for 3D modelling of subsurface deposits. Outcropping deposits and structures covered by Quaternary could be as well successfully detected and relations between them revealed. Pre-sedimentary relief of Cretaceous deposits in the NE-part of

Mnichovo Hradiště Basin; digital elevation model of Permo-Carboniferous top envelope of the western part of Krkonoše Piedmont Basin; and Lužice Fault zone with deformed Prosečné Formation acquired by kriging are presented in this paper. Combination of borehole geophysics and outcrop data supported construction of 100 m × 100 m grid resolution model of top Permo-Carboniferous envelope. Therefore, the upthrow on Lužice fault was evaluated (≥ 320 –370 m), pre- to synsedimentary relief of Jizera palaeovalley in depths from –250 m to –300 m above sea level was revealed and probable Permo-Carboniferous formation boundaries were assessed based on the model.

Klíčovým nástrojem pro rekonstrukci průběhu podpovrchových uloženin je 3D modelování na základě korelace vrtných a geofyzikálních dat. V kombinaci s digitálním modelem reliéfu a omezením vycházejících uloženin zároveň lze 3D modely využít při konstrukci geologických map. V rámci aktivity *Prostorové modelování geologické stavby v pánevních oblastech* projektu Výzkumného centra, která je soustředěna na stavbu podloží české křídové pánve, tvoří podstatnou součást rekonstrukce modelování svrchního omezení permokarbonu. Model stropu permokarbonu nejenom vykresluje presedimentární

reliéf křídý a pokřídových formací, ale poskytuje také informaci o tektonickém postžení permokarbonských uloženin. Prezentovaný model centrální oblasti Českého ráje, který byl zkonstruován pro potřeby projektu VaV SP/2e6/97/08 Evropský geopark UNESCO Český ráj, ilustruje kontakt mnichovohradištské a podkrkonošské pánve, tzn. přechod permokarbonských uloženin z podloží na povrch.

Charakteristika permokarbonské centrální části Českého ráje

Mnichovohradištská a podkrkonošská pánev jsou dílčími depocentry jednotného sedimentačního prostoru, který byl založen v podobě transtenních intermontánních pánví během westphalu (Tásler et al. 1979). Obě pánve tvoří tranzitní prostor mezi středoevropskou a sudetskou oblastí, kde se během stephanu rozšířila sedimentace z podkrkonošské pánve (PKP) směrem na Z až do centrální části mnichovohradištské pánve (MHP) a uloženiny stephanu až autunu plynule přecházejí z jedné pánve do druhé (Holub – Tásler in Malkovský et al. 1974). V centrální části Českého ráje je charakteristika sedimentární výplně pánví při konstrukci modelu stropu permokarbonské důležitá pro období westphal–autun v PKP a autun v MHP a lze ji rozčlenit do následujících souvrství (Tásler et al. 1981):

Kumburské souvrství (sv. westphal) tvoří uloženiny iniciální fluvialní sedimentace, často přeplavované, se zdrojovou oblastí na J od PKP. Během sedimentace následujícího syřenovského souvrství (stephan B) dochází k vytvoření aluviálních plošin s jezery, močály a rašeliništi s uhelnou sedimentací, které se koncem stephanu B spojují v jednotné jezero. Na hranici stephanu B a C dochází k přerušení sedimentace v důsledku variské tektogeneze a nastupující semilské souvrství (stephan C) je charakterizováno změnou zdrojové oblasti – na S od PKP – a sedimentací ve formě aluviálních vějířů. Vrchlabské souvrství (sp. autun) studované oblasti charakterizují uloženiny anoxického jezera, postupujícího z PKP směrem do MHP. Postupem sedimentace vrchlabského souvrství jezero zaniká a v PKP je nahrazeno vznikem aluviálních plošin s občasnými říčními toky a izolovanými jezery, jejichž sedimentace je přerušována intenzivní vulkanickou činností. Naproti tomu v MHP je po zániku jezera veškerá sedimentace nahrazena výlevy bazaltandezitoidů. Uloženiny prosečenského souvrství (sv. autun) PKP jsou produktem depozice aluviálních plošin s mělkými jezery, která se v závěru sedimentace spojují a prohlubují. Vrstevní sled prosečenského souvrství je ve studované oblasti buď zcela nahrazen výlevy bazaltandezitoidů, nebo jeho redukováná mocnost je přiřazována nadložnímu choťevickému souvrství. Nejsvrchnější autun charakterizuje narůstající podíl fluvialní sedimentace (choťevické souvrství) a dozívající vulkanická činnost. V choťevickém souvrství jsou uložena tělesa ryolitových ignimbritů a podstatná část sedimentárního sledu je nahrazena výlevy bazaltandezitoidů.

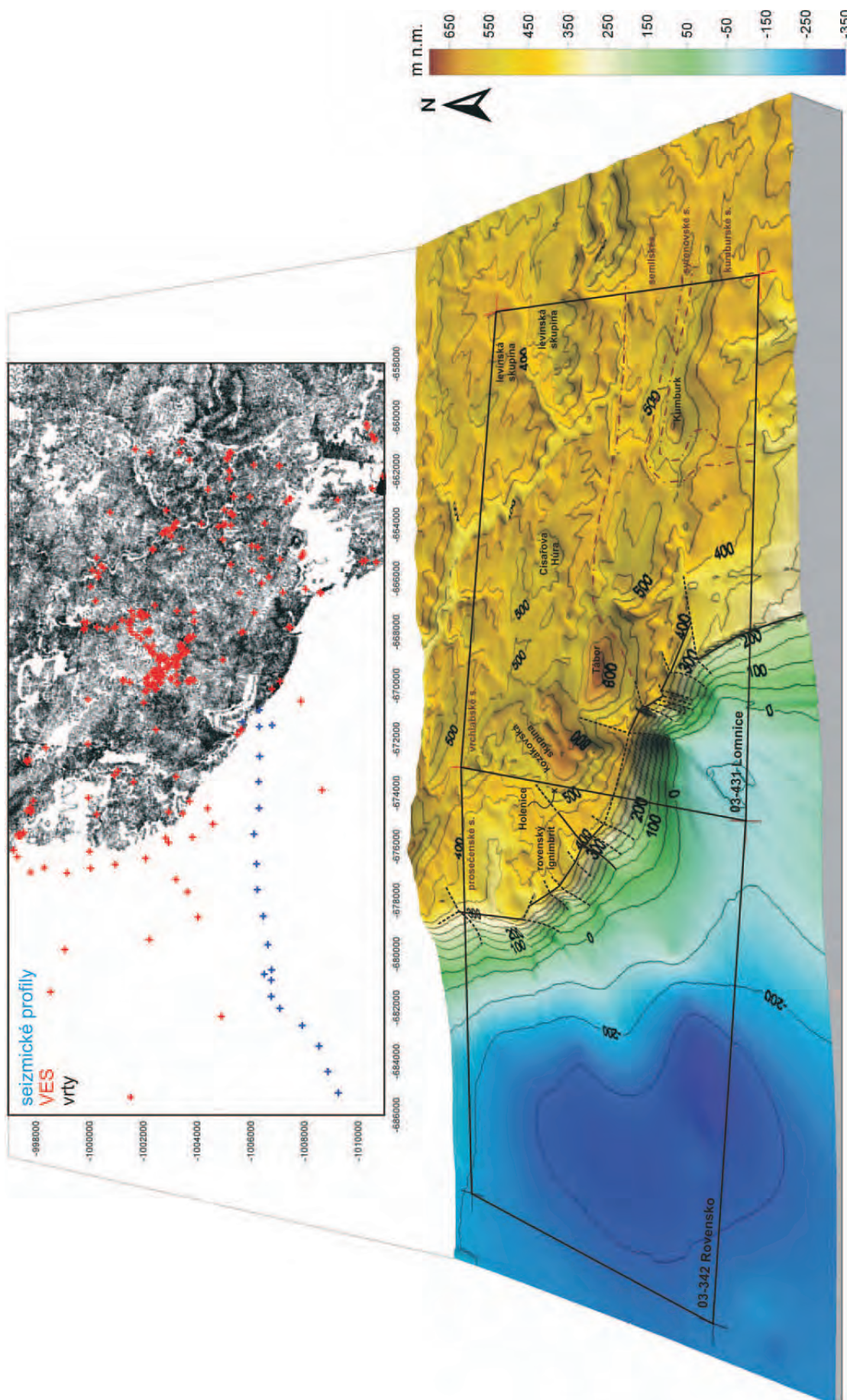
Vulkanity centrální oblasti Českého ráje jsou vázány na vrchlabské a nerozlišené prosečenské a choťevické sou-

vrství (Pešek et al. 2001). S výjimkou reliktů ryolitových ignimbritů v okolí Rovenska pod Troskami (obr. 1) chemické složení vulkanitů odpovídá bazaltandezitům s přechodem k trachybazaltandezitům, bazaltům a trachybazaltům (Schováňková 1994). Podle stratigrafické pozice lze bazaltandezitoidy centrální oblasti (obr. 1) rozdělit do následujících skupin (Schováňková 1985): skupina Císařské hůry (vrchlabské s.), kozákovská (rozhraní listů Rovensko a Lomnice) a levínská skupina (Studeneč) na hranici vrchlabského a prosečenského souvrství, skupina prosečenského souvrství (těleso Holenice) a skupina subvulkanitů (těleso Tábor). Permské bazaltandezitoidy jsou ve většině případů efuzivní uloženiny lávových proudů (kozákovská skupina), v menší míře doprovázené uložením tufů a pyroklastik (levínská skupina, skupina prosečenského souvrství). Naproti tomu intruziva skupiny Císařské hůry jsou interpretována jako lakolit cedrového typu a subvulkanické těleso Tábor je pravděpodobně vulkanický peň (Schováňková 1994).

Data a metodika tvorby 3D modelu

Pro vytvoření prostorového modelu reliéfu permokarbonské oblasti Českého ráje byly vyhodnoceny veškeré objekty evidované v databázi GDO ČGS – Geofondu, interpretace geofyzikálních měření a povrchové výchozy. Pro modelování byl využit pravoúhlý systém souřadnic JTSK. Databáze bodů modelu povrchu permokarbonské oblasti v podloží kvartérních a křídových sedimentů byla vytvořena z evidovaných vrtů GDO, které zastihly permokarbonské souvrství, a údajů o nadmořských výškách zastiženého povrchu permokarbonské oblasti. Základní údaje o složení zastižené horniny a jejího regionálně geologického zařazení byly nově vyhodnoceny a korelovány. Problematické údaje, týkající se chyb v anotaci geologického profilu a lokalizace objektu, byly kontrolovány v primární dokumentaci uložené v archivu posudků Čes. geol. služby – Geofondu. Z dostupných archivních geofyzikálních údajů byla digitalizována data seizmického průzkumu. Především seizmický reflexní profil P/31 z roku 1981 poskytl údaje o hloubce báze křídý a o bázi karbonských sedimentů. Pro výchozové oblasti povrchu permokarbonské oblasti v sv. části studovaného území byly odečteny hodnoty z digitálního modelu reliéfu vrstevnic v měřítkách 1 : 25 000 a 1 : 10 000. Maska pro výběr vrstevnic byla vytvořena prostřednictvím programu ArcGIS podle archivních základních geologických map 1 : 25 000 a digitální geologické mapy ČR 1 : 50 000. Tento soubor byl doplněn o vrty s kvartérním pokryvem tak, aby byl zohledněn jeho rozsah především v oblastech s jeho vyšší mocností.

K 3D modelování bylo využito softwaru SURFER fy Golden Software, který umožňuje sestavit model reliéfu z nestejnoměrného pokrytí datovým souborem s vypočítaným gridem v pravidelné, uživatelem definované síti. Grid lze vytvořit několika matematickými metodami, k sestavení 3D modelu v oblasti Českého ráje byla vybrána jako nejvhodnější metoda kriging. Hustota bodů pro modelování je ve v. části dostatečně hustá, v z. části velmi řídká. Metoda kriging umožnila sestavit ve v. části velmi podrobný reálný



Obr. 1. Mapa vrtných a geofyzikálních dat s vygenerovaným modelem stropu permokarbonské centrální části Českého ráje, ilustrující zlomy lužické poruchy, pozice vulkanických skupin (černě) a hranice jednotlivých souvrství (hnědě).

model, v z. části ukázala pouze pravděpodobný charakter deprese (vzdálenost nejbližšího bodu je v některých případech více než 30 km). Proto grid 100 m × 100 m je v této části především matematickým modelem.

Definitivní 3D model reliéfu permokarbonu byl vytvořen z celkového počtu 39 621 dat; z toho 449 vrtů pochází z databáze ČGS – Geofondu a 38 údajů ze seizmického reflexního profilu P31/81.

Grid definitivního 3D modelu reliéfu permokarbonu v oblasti Českého ráje byl spočítán v síti bodů 100 m × 100 m. Presentovaný model (obr. 1) je dvakrát převýšen, nasvícený ze SZ pod úhlem 45°, s pohledem od J pod úklonem 40°.

Model svrchního omezení permokarbonu

Pomocí modelování byl zkonstruován průběh lužické poruchy, oddělující MHP od PKP. Rovenský zlom, probíhající paralelně s lužickou poruchou v MHP, interpretován nebyl z důvodu omezeného množství dat v MHP (obr. 1). Hlavní násuny S ker po lužické poruše na JJZ jsou datovány do paleocénu až spodního eocénu, mladší extenzní fáze spojená s vývojem subparalelních zlomů poklesového charakteru je řazena do středního až svrchního miocénu (Coubal 1990). Z modelu stropu permokarbonu je patrné, že relativní výzdvih permokarbonu PKP oproti MHP – nebereme-li v úvahu erozi svrchní části prosečenského souvrství – po odečtení vrstevnic průběhu lužické poruchy na povrchu ze základních geologických map 1 : 50 000 není nižší než 320–370 m. Celkový výzdvih permokarbonu PKP je pravděpodobně vyšší vzhledem k vyvlečení cenomanských a pravděpodobně i permských uloženin MHP po lužické poruše (obr. 1) během přesmykového režimu (Grygar 2003).

Strop permokarbonu v MHP ilustruje předkřídový sedimentární reliéf (obr. 1). Orientace deprese v hloubce –250 až –300 m n. m. v z. části území listu 03-342 Rovensko odráží část jizerského paleoúdlí, depocentra iniciálních fluvialních uloženin cenomanu (Uličný 2004), které se vyvinulo v lužické depocentrum s celkovou mocností uloženin cenomanu ca 120 m.

Strop permokarbonu v PKP (obr. 1) odráží nadmořskou výšku povrchových hornin. Zatímco permské sedimenty vycházejí na povrch v rozmezí 300–500 m n. m., vulkanity dosahují nadmořských výšek 500–650 m. Výjimku tvoří uloženiny kumburského souvrství na vrchu Kumburk, které byly vyzdviženy do nadmořské výšky 600 m v důsledku

průniku neogenního nefelinického bazanitu. Obdobným způsobem bylo také vyzdviženo vrchlabské a semilské souvrství v okolí vulkanického pně vrchu Tábor. Hranice mezi kumburským, syřenovským, semilským a vrchlabským souvrstvím v jv. části území listu 03-431 Lomnice odráží průběhy zlomů orientovaných ve směrech SZ-JV a SSV-JJZ, které však v modelu stropu permokarbonu prozatím nebyly interpretovány. Detailní interpretace průběhu těchto zlomů proběhne po dokončení mapování listu 03-431 Lomnice a po konstrukci modelu území ve větším detailu. Rozhraní semilského a vrchlabského souvrství j. od tělesa Tábor je v terénu překryto kvarténními deluviálními sedimenty. Pravděpodobný průběh zlomu oddělujícího tato souvrství je prezentován na modelu stropu permokarbonu (obr. 1). Hranici vrchlabského a prosečenského souvrství zakrývají výlevy bazaltandezitoidů kozákovské skupiny.

Model stropu permokarbonu centrální části Českého ráje bude i nadále aktualizován a dojde k jeho rozšíření na okolní mapové listy 1 : 25 000 pokrývající území geoparku Český ráj v návaznosti na probíhající mapování této oblasti.

Literatura

- COUBAL, M. (1990): Compression along faults: Example from the Bohemian Cretaceous Basin. – *Miner. slov.*, 22, 139–144.
- GRYGAR, R. (2003): Stratigrafická architektura cenomanu české křídové pánve: Strukturně tektonická analýza podloží české křídové pánve. Dílčí etap. zpráva o řešení úkolu MŽP č. OG-9/02. – MS Min. život. prostředí. Čes. republ. Praha, 10 s.
- HOLUB, V. – TÁSLER, R. (1974): Mladší paleozoikum v podloží české křídové pánve. In: MALKOVSKÝ, M. et al.: Geologie české křídové pánve a jejího podloží. – Ústř. úst. geol., Praha, 72–101.
- PEŠEK, J. – HOLUB, V. – JAROŠ, J. – MALÝ, L. – MARTÍNEK, K. – PROUZA, V. – SPUDIL, J. – TÁSLER, R. (2001): Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky. – Čes. geol. úst., Praha, 243 s.
- SCHOVÁNKOVÁ, D. (1985): Petrochemické typy a chemické trendy mladopaleozoického vulkanismu Českého masívu. – MS Čes. geol. služba, Praha, 43 s.
- SCHOVÁNKOVÁ, D. (1994): Mladopaleozoické vulkanity podkrkonošské pánve. – MS Čes. geol. služba, Praha, 63 s.
- TÁSLER, R. – ČADKOVÁ, Z. – DVOŘÁK, J. – FEDIUK, F. – CHALOUPSKÝ, J. – JETEL, J. – KALIBOVÁ-KAISEROVÁ, M. – PROUZA, V. – SCHOVÁNKOVÁ-HRDLIČKOVÁ, D. – STŘEDA, J. – STRÍDA, M. – ŠETLÍK, J. (1979): Geologie české části vnitrosudetské pánve. – Ústř. úst. geol., Praha, 292 s.
- TÁSLER, R. – HAVLENA, V. – PROUZA, V. (1981): Nové litostratigrafické členění centrální a západní části podkrkonošské pánve. – *Věst. Ústř. úst. geol.*, 56, 129–143.
- ULIČNÝ, D. (2004): Stratigrafická architektura cenomanu české křídové pánve: Vztahy sedimentárních systémů a reaktivace struktur podloží křídů. Záv. zpráva o řešení úkolu MŽP č. OG-9/02. – Min. život. prostředí. Čes. republ., Praha, 19 s.