

PŘÍSPĚVEK K OTÁZCE VZNIKU GRANITOIDNÍCH ELEVACÍ V ZÁPADNÍ ČÁSTI ČERNOVODSKÉ PAHORKATINY, ŽULOVSKÝ BATOLIT

A contribution to the problem of the granitoid elevations genesis in the western part of the Černá Voda Hilly land, Žulová batholith

Aleš Vídeňský¹, Daniel Nývlt², Petra Štěpančíková³

¹ Ústav geologie a paleontologie, PřF, Univerzita Karlova, Albertov 6, 128 43 Praha 2; e-mail: vidensky@natur.cuni.cz

² Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno; e-mail: nyvlt@cgu.cz

³ Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8; e-mail: stepancikova@irms.cas.cz

(14-22 Jeseník)

Key words: Žulová batholith, Granite landforms, denudational processes, etchplanation

Abstract

The aim of this paper is to present a hypothetical model of the genesis of granitoid elevations East of the Kobylá nad Vidnavkou village. Two diverse hypotheses have been developed for the elevations' origin in the literature: (1) glacial erosional sculpting into roche moutonnées, and (2) irregularities of the basal surface of weathering. Applying morphometrical research methods we could show that the elevation elongations strongly correlate with the preferred orientations of the fracture system of the Žulová granite. The studied elevations do not bear any characteristic micro- and/or macro-features of glacial modelling. Granitoid elevations in the studied area are therefore very plausibly built of exposed irregularities of the stripped basal weathering surface (etchplain) and could be denoted as basal knobs.

Úvod

Žulovská pahorkatina, jejíž součástí je studovaná oblast, je již několik desetiletí předmětem studia stop kontinentálního zalednění. Přítomnost polygenetického reliéfu, který byl produktem pravděpodobně paleogenního tropického zvětrávání a zvýšeného odnosu mocných poloh zvětralin během mladého tektonického výzdvihu (Demek et al. 1964; Ivan 1983; Pecina et al. 2005) a jeho pozdější ovlivnění přítomností kontinentálního ledovce a periglaciálními procesy, nám v současnosti umožňuje zkoumat tyto odlišné exogenní činitele a jejich vzájemné vztahy. Je však nutné podotknout, že řešení mnoha otázek není snadnou a jednoznačnou záležitostí vzhledem k dalšímu faktoru, jímž je křehká tektonika, která se zde projevovala v terciéru a kvartéru (Ivan 1997).

Tato práce se zabývá studiem geneze granitoidních elevací v. od obce Kobylá nad Vidnavkou. Autory Jüttner (1912); Demek et al. (1964); Ivan (1965); Demek (1976) či Pecina et al. (2005) jsou považovány za nízké exfoliační klenby, které byly ledovcem přemodelovány v typické oblíky. Naopak Ivan (1983) nebo nověji souhrnně Czudek (1997, 2005) považují tyto elevace za nerovnosti bazální zvětrávací plochy a nesouhlasí s jejich pozdějším výraznějším ovlivněním deterzní činností kontinentálního ledovce.

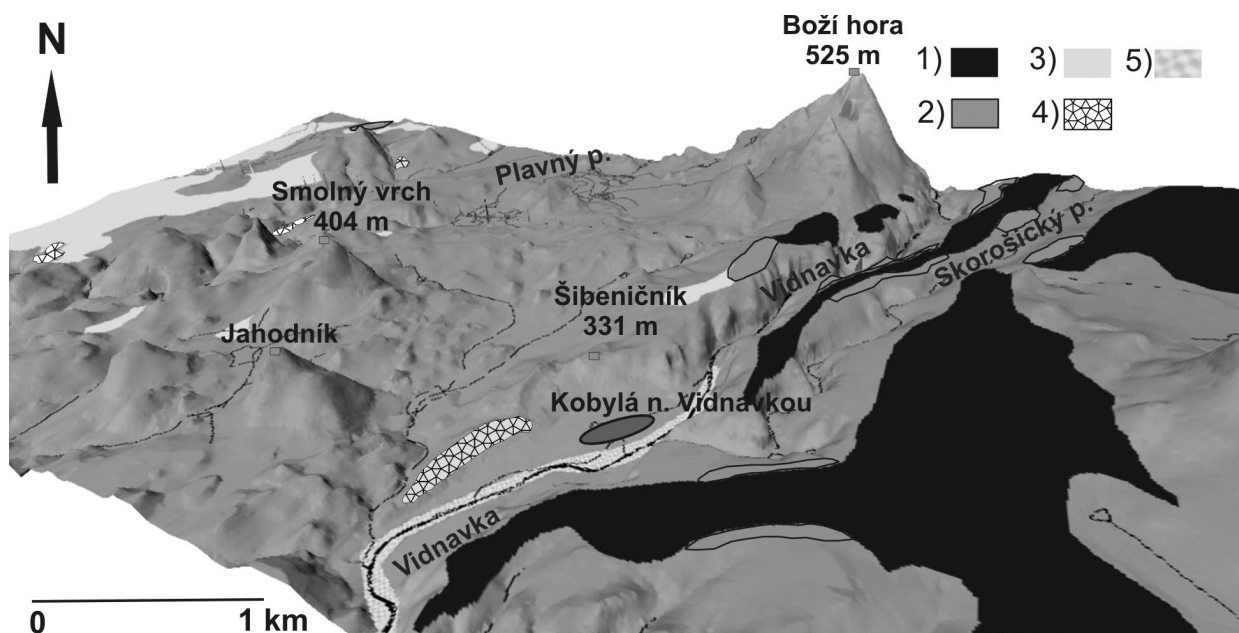
Hlavním záměrem výzkumu byla snaha o potvrzení či vyvrácení teorie, která předpokládá přímý kontakt kontinentálního ledovce se studovanými elevacemi. Došlo-li skutečně k takovému kontaktu bazální části ledovcové masy se skalními elevacemi, pak můžeme odůvodněně předpokládat charakteristické přemodelování těchto

tvarů v oblíky. Typickými znaky takto přemodelovaných elevací je protažení ve směru pohybu ledovce a mírnější náběžná a strmější sestupná strana. Vzhledem k jednoznačně pleistocennímu stáří elevací (viz kapitolu Lokalizace a geologie území) a předpokládané běžné rychlosti plošné denudace granitoidních povrchů nelze počítat se zachováním mikro- a mezo-forem povrchů elevací, které by nasvědčovaly subglaciálním erozním procesům. Z tohoto důvodu byly hlavní použítou metodou morfometrická měření tvarů elevací a jejich srovnání se strukturální stavbou žulovského batolitu a známými směry postupu kontinentálního ledovce v širším území.

Vlivem ledovce na modelaci podložního granitoidního reliéfu se v poslední době zabývalo množství autorů (m.j. Lidmar-Bergström 1997; Glasser – Bennett 2004; Hall – Phillips 2006), stejně tak i podmíněností preglaciálních tvarů na výsledný tvar oblíků (m.j. Lindstrom 1988; Johansson et al. 2001; Olvmo – Johansson 2002).

Lokalizace a geologie území

Studované elevace se nalézají v depresní oblasti, ležící v západní části Černovodské pahorkatiny, která je okrem Žulovské pahorkatiny (viz obr. 1). Z pohledu našeho výzkumu bylo nejvýznamnějším dějem předkvartérního vývoje reliéfu především hluboké selektivní chemické zvětrávání granitu v tropickém klimatu. Do tohoto období nepochybně spadá i počátek vývoje studovaného území, které následně dostalo za procesu etchplanace (odnosu zvětralin) ve spojení s tektonickým výzdvihem a klimatickými změnami vzhled mírně zvláňené bazální zvětrávací plochy s různě výraznými elevacemi (Ivan 1983).



Obr. 1: Morfologie studované oblasti (5x převýšený digitální model reliéfu); 1) aluviální sedimenty (Saale 1), 2) glaciofluviální sedimenty (Elster 2), 3) tilly (Elster 2), 4) aluviální a fluviální sedimenty (Saale 2), 5) fluviální sedimenty (holocén).
 Fig. 1: Morphology and topography of the studied area (5 times exaggerated digital elevation model); 1) alluvial fan deposits (Saale 1), 2) glaciofluvial deposits (Elster 2), 3) tills (Elster 2), 4) alluvial and fluvial deposits (Saale 2), 5) fluvial deposits (Holocene).

V kvartéru pak bylo území zasaženo dvojím zaledněním. Starší zalednění zřejmě spadá do glaciálu Elster 1, MIS 16 (Pecina et al. 2005). Mladší zalednění náleží glaciálu Elster 2, MIS 12 (Pecina et al. 2005), podle jiných autorů pak do glaciálu Saale 1-Drenthe, MIS 8 (např. Macoun et al. 1965, Prosová 1981). Diskuze stratigrafického zařazení jednotlivých ledovcových sedimentů je detailněji podána v práci Peciny et al. (2005).

Z regionálně geologického hlediska se území nachází ve střední části žulovského batolitu mladovariského stáří (Mísař et al. 1983, Zachovalová et al. 2002). Horninové podloží je tvořeno nejčastěji leukokráním střednězrnitým granitem v různém stupni navětrání. Velmi často je patrné odlupování subhorizontálních vrstviček několik cm mocných. Časté je též písčité zvětrávání, místy i kaolinizace živců či celých granitoidů. Mocnost zvětralinového pláště se pohybuje zhruba od 20 cm do prvních metrů, výjimečně nebylo granitoidního podloží v mělkých strojových rýhách dosaženo. Tam, kde se tak stalo, bylo nalezeno na bázi rýhy nejčastěji žulové eluvium (Grünnerová 1973).

V nadloží granitu se nejčastěji nachází málo mocná hnědá písčité nebo jílovitopísčité hlína s klasty křemene či úlomky žul, která je zřejmě svahového původu. Celý sled je pak obvykle zakončen prvními desítkami cm mocnou vrstvou ornice (Grünnerová 1973).

V okolí studovaného území lze nalézt reliktní výskyt glacienních a glaciofluviálních sedimentů mladšího zalednění, v j. okolí jsou dále překryty druhou generací aluviálních sedimentů (Pecina et al. 2005). Je však nutné zdůraznit, že v depresní oblasti studovaného území nebyly výše zmíněné druhy sedimentů nalezeny.

Metodika

Na základě výše uvedeného předpokladu charakteristického tvaru typického oblíku a s ohledem na malé roz-

měry studovaných elevací, jež nejsou zachyceny ani na nejpřesnějších topografických mapách, byla vypracována následující metodika zaměřená na určení morfologických znaků studovaných elevací.

V terénu byl u protažených elevací nejprve určen směr jejich delší osy. Následně bylo na každé straně elevace (dvě strany ve směru protažení a dvě k nim kolmé) provedeno 5 měření sklonu jejich svahů. Tato měření byla prováděna na pevné desce o přibližných rozměrech formátu A4 přiložené k povrchu svahu. V případě, že směr protažení elevace nebylo možné určit, byla měření prováděna ve směrech S, J, V, Z. Bylo-li to možné, bylo měření provedeno tak, aby rovnoměrně pokrylo celý profil svahu od horní části elevace až po její úpatí. Z každých těchto 5 měření byla při následném zpracování vypočtena průměrná hodnota. Při měřeních byl též kladen značný důraz na eliminaci jakýchkoli antropogenních popř. periglaciálních vlivů. Takto zjištěná průměrná hodnota dle našeho názoru nejlépe odpovídá střednímu sklonu svahů jednotlivých elevací.

Součástí práce bylo i měření ploch puklinové odlučnosti jako srovnávacích dat pro ověření strukturní predispozice studovaných elevací.

Výsledky

Ve studované oblasti byly určeny morfometrické charakteristiky 37 protažených elevací a 2 elevací bez jednoznačného protažení. Na dalších 5 dokumentačních bodech byla provedena pouze strukturní měření puklinového systému.

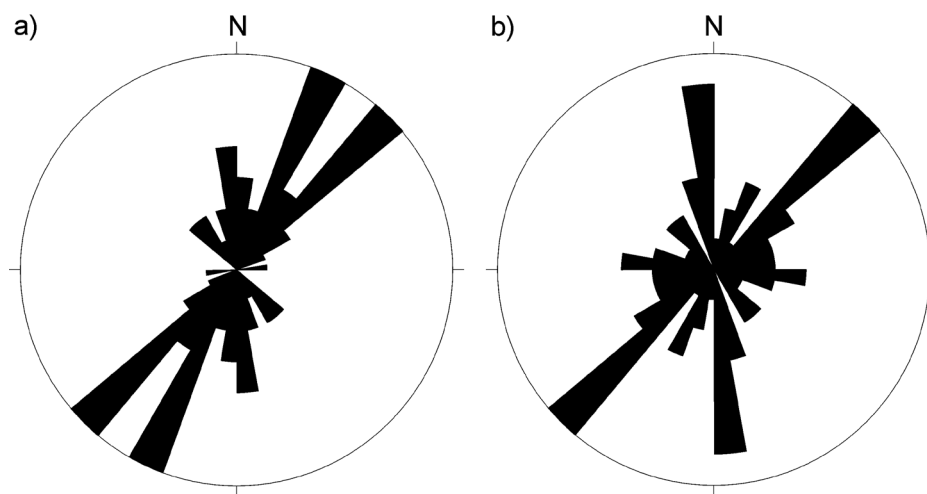
Na obr. 2a jsou zobrazeny směry protažení studovaných elevací. Z diagramu je patrné, že převážná většina elevací je protažena zhruba ve směru SV-JZ až SSV-JJZ. Menší část pak ve směru S-J. Naopak ve směru sudet-

ském (SZ–JV) je protažena pouze malá část měřených elevací.

Další významnou morfologickou charakteristikou je vzájemný poměr sklonů svahů elevací ležících v s. kvadrantu (SZ–SV, předpokládaná náběžná strana) a sklonů svahů ležících v j. kvadrantu (JV–JZ, předpokládaná sestupná strana) u jednotlivých elevací. Ten je vyjádřen pomocí histogramu na obr. 3. Významné je především vcelku rovnoměrné rozdělení jednotlivých elevací do prvních dvou kategorií (viz diskusi).

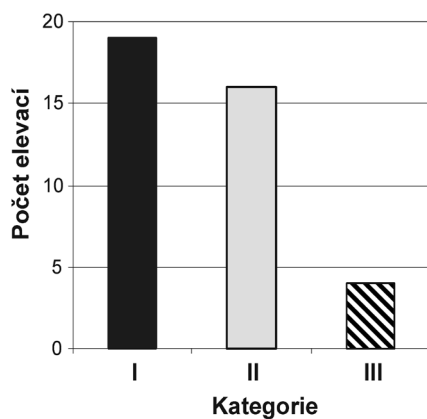
Pro ověření možnosti strukturální predispozice studovaných elevací byla prováděna také měření puklinových

ploch. Na obr. 2b jsou vyznačeny směry puklinových ploch měřených ve studovaném území. I přes poměrně nízký počet měření se velmi výrazně uplatňuje směr SV–JZ, který je charakteristický pro celou širší oblast. Jako poměrně výrazný se jeví též směr S–J, který se sice v regionálním měřítku žulovského batolitu neprojevuje (srovnej s obr. 4), v lokálním měřítku studovaného území však může být velmi významný (viz též Ivan 1983). Za zmínku také stojí nízké zastoupení puklin pro oblast žulovského batolitu jinak velmi typického sudetského směru (SZ–JV). Jako srovnávací data byla použita puklinová měření Štěpančíkové (2005, obr. 4) z velké části žulovského batolitu.



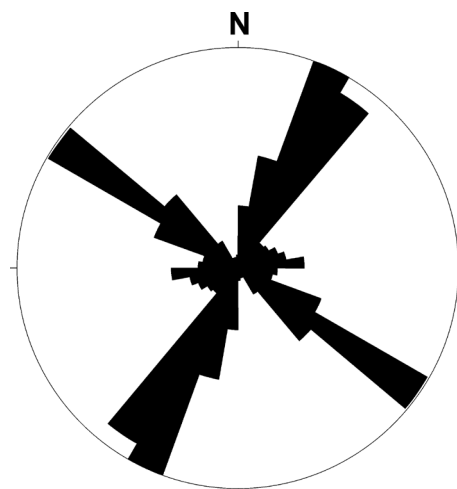
Obr. 2: Růžicový diagram zobrazující směry protažení všech podélných elevací (obr. 2a, 37 měření) a orientaci puklinového systému ve studovaném území (obr. 2b, 43 měření).

Fig. 2: Rose diagram of all elongated elevations orientations (Fig. 2a, 37 readings) and frequency of joint orientation in the study area (Fig. 2b, 43 readings).



Obr. 3: Histogram četností vzájemného poměru sklonů svahů u jednotlivých elevací. Kategorie I zahrnuje elevace se sklonem v s. kvadrantu (SZ–SV, předpokládaná náběžná strana oblíku) menším než je sklon v j. kvadrantu (JV–JZ, předpokládaná sestupná strana oblíku). Kategorie II zahrnuje opačné případy. Kategorie III elevace se shodným sklonem svahů (39 měření).

Fig. 3: Frequency histogram of slope angle quantity for individual elevations. Class I includes elevations with the angle in the northern quadrant (NW–NE, hypothetical stoss-side of roche moutonnée) greater than in the southern quadrant (SE–SW, hypothetical lee-side of roche moutonnée). Class II includes opposite cases. Class III elevations with identical slope dips (39 readings).



Obr. 4: Orientace puklinového systému granitoidů žulovského batolitu, 616 měření (převzato z Štěpančíková 2005).

Fig. 4: Frequency of joint orientation in the Žulová batholith granitoids, 616 readings (adopted from Štěpančíková 2005).

Diskuze

Předpokládejme nyní, že studované elevace jsou skutečně oblíky, tak jak je uvažováno mnohými autory zmíněnými výše (např. Demek et al. 1964, Pecina et al. 2005). Pak by tyto elevace měly jednoznačně vykazovat výrazné morfologické charakteristiky typické pro definici oblíku. Především pak protažení ve směru postupu ledovce a mírnější náběžnou a strmější sestupnou stranu. Provedená měření (viz obr. 2 a 3) však takovému jednoznačné rysy nepotvrdila.

Soubornější informace o směrech pohybu kontinentálního ledovce v širším území přináší na základě různých metod Gába (1972), Prosová (1981) a Sikorová et al. (2006). Obecně je přijímán převažující směr postupu kontinentálního ledovce od SZ k JV v předpolí Rychlebských hor a Žulovské pahorkatiny. Ten se však mohl výrazně měnit především s ohledem na lokální morfolologii terénu od SZ přes S až k SV. Ve studovaném území lze uvažovat nejčastěji S–J směr kopírující preglaciálně založené údolí Vidnavky s výraznější SSZ–JJV složkou. Předpokládané směry postupu kontinentálního ledovce se výrazněji neliší od převažujících strukturních směrů v dané oblasti, i když jisté odlišnosti jsou zde patrné (viz obr. 2). Nicméně srovnáním protažení elevací (obr. 2a) s orientací puklinového systému (obr. 2b) vidíme poměrně významnou závislost protažení podélných elevací s převažujícími směry puklinového systému v oblasti, především pak v nejhornější zastoupeném směru puklinového systému v oblasti (SV–JZ, srovnej s prací Štěpančíková 2005), který nelze pro směr pohybu ledovce v daném území uvažovat díky výrazné morfologické překážce v podobě hřbetu táhnoucího se od Jahodníku po Smolný vrch. Povšimněme si také méně výrazného směru S–J, který je patrný na Obr. 2a zobrazujícím protažení elevací, stejně tak jako na Obr. 2b. Z hlediska celého žulovského batolitu však tento strukturní směr chybí (Štěpančíková 2005, viz též Obr. 4). Velice zajímavá je absence sudetského směru (SZ–JV) v protažení elevací (obr. 2a), což by mohlo částečně podporovat teorii ledovcové geneze studovaných elevací. Srovnáme-li však orientace protažení elevací (obr. 2a) s lokálními puklinovými měřeními (obr. 2b), na kterém se směr SZ–JV též výrazně neprojevuje, je nutno připustit možnou absenci tohoto strukturního směru (SZ–JV) v lokálním měřítku studovaného území, přestože patří v regionálním měřítku celého žulovského batolitu k nejvýraznějším (Štěpančíková 2005).

Průkaznější morfologickou charakteristikou s ohledem na genezi studovaných elevací je v našem případě nepochybně vzájemný poměr sklonů svahů jednotlivých elevací zobrazený na Obr. 3. Vidíme v celku rovnoměrné rozdělení elevací do kategorií I a II (podrobněji viz popis k Obr. 3), svědčící spíše pro strukturní podmínění recentního tvaru studovaných elevací. V případě ledovcové geneze by měla mnohem výraznější převahu kategorie I.

Morfometrická měření proto spíše nasvědčují hypotéze uveřejněné Ivanem (1983), který předpokládá, že elevace ve studované depresi jsou nerovnostmi bazální zvětrávací plochy (etchplénu), které se vyvinuly díky nerovnoměrnému zvětrávání granitu výrazně predisponované-

mu i strukturními podmínkami v tělese batolitu a jejich pozdější ovlivnění deterzní činností kontinentálního ledovce bylo zcela zanedbatelné, popř. vůbec žádné.

V depresi se v celkem hojném množství vyskytují často eolizované eratické balvany relativně velkých rozměrů (běžně 30–80 cm v a-ose), avšak menší klasty zde nelze nalézt. Zajímavé je, že na rozdíl od jiných lokalit v širším regionu zde dominují celistvé typy nordik jako jsou vastervik kvarcity, červené baltské pískovce, a některé porfyry. V širším okolí jsou však v této frakci dominantní granitoidní nordické horniny, které se však ve studovaném území vyskytují pouze ojediněle. To nasvědčuje tomu, že tato oblast byla překryta kontinentálním ledovcem, avšak báze ledovce spočívala na mocných zvětralinách o mocnosti i přes 30 m, které byly odneseny teprve později. Z tohoto hlediska představují nalezené nordické balvany denudační relikty dřívějšího pokryvu glacienních či glaciáluálních sedimentů dokumentovaných v jižním předpolí deprese (viz též Pecina et al. 2005).

Dalším faktem potvrzujícím hypotézu obnažených bazální zvětrávací plochy jsou i nálezy torů (výsky prvních metrů) ve studovaném území. Ty svědčí o značném odnosu zvětralin v období po ústupu posledního zalednění a po druhé etapě aluviální sedimentace v širším území (viz Pecina et al. 2005). Je nutné dodat, že pro odnos zvětralin ze studovaného území teprve po ústupu posledního zalednění a po druhé etapě aluviální sedimentace svědčí též celková geomorfologická pozice studované deprese vůči výše položeným glacienním a aluviálním sedimentům širšího okolí. Z tohoto hlediska a s ohledem na stratigrafické zařazení aluviálních sedimentů v širším území Pecinou et al. (2005) do obou sálských glaciálů lze max. stáří deprese a obnažení jednotlivých elevací stanovit na kataglaciální fázi druhého sálského glaciálu (Saale 2-Warthe, MIS 6), tedy přibližně na 150–160 ka BP. Avšak k tomuto procesu mohlo dojít také kdykoliv během viselského glaciálu až po počátek holocénu.

Budoucí výzkum by se mohl zaměřit na tektonickou historii studovaného území, popř. způsob jakým byl z dnešních depresní oblasti odnesen, v minulosti zřejmě poměrně mocný, zvětralinový plášť.

Závěr

Na základě terénních měření lze konstatovat, že protažení měřených elevací silně koreluje s přednostními směry puklinového systému v zájmovém území. Studované elevace nevykazují mikro- ani makro-morfologické charakteristiky typické pro deterzní činností modelované granitoidní oblíky. Studované granitoidní elevace tak s největší pravděpodobností tvoří obnažené nerovnosti bazální zvětrávací plochy (etchplénu), které však nebyly dále modelovány deterzní činností kontinentálního ledovce, jak bylo správně interpretováno již Ivanem (1983). Pro označení těchto elevací je možné přijmout termín použitý Demkem et al. (1964) nízká exfoliační klenba nebo elevace bazální zvětrávací plochy, protože dnes běžně užívaný termín oblík (viz práce citované výše) pro označení nízkých granitoidních elevací v. od obce Kobylá nad Vidnavkou je s ohledem na genezi a vývoj těchto tvarů chybný.

Tento článek vychází z bakalářské práce AV s názvem: Geneze granitoidních elevací v západní části Černovodské pahorkatiny, žulovský batolit, vypracované v roce 2006 na Ústavu geologie a paleontologie Přírodovědecké fakul- ty Univerzity Karlovy v rámci projektu VaV 1D/1/7/05 Paleogeografická, paleoklimatologická a geochronologická rekonstrukce kontinentálního zalednění Česka řešeného Českou geologickou službou.

Literatura

- Czudek, T. (1997): Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. – 1–213, Sursum. Tišnov.
- Czudek, T. (2005): Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru. – 1–238, Moravské zemské muzeum. Brno.
- Demek, J. (1976): Pleistocene continental glaciation and its effects on the relief of the northeastern part of the Bohemian Highlands. – *Studia Societatis Scientiarum Torunensis* 8, sectio C (Geographica et Geologia), Nr. 4–6, 63–74.
- Demek, J. – Marvan, P. – Panoš, V. – Raušer, J. (1964): Formy zvětrávání a odnosu žuly a jejich závislost na podnebí. – *Rozpravy ČSAV, řada mat.-přír.* 74, 9, 1–59.
- Gába, Z. (1972): Souvková hlína ze Skorošic a směr pohybu pevninského ledovce. – *Zprávy Vlastivědného ústavu v Olomouci*, 155, 23–28.
- Glasser, N.F. – Bennett, M.R. (2004): Glacial erosional landforms: Origins and significance for palaeoglaciology. – *Progress in Physical Geography*, 28, 1, 43–75.
- Grünnerová, E. (1973): Žulovský pluton. – Závěrečná zpráva vyhledávacího průzkumu. – MS, Geol. průzkum. Zlaté Hory.
- Hall, A.M. – Phillips, W.M. (2006): Glacial modification of granite tors in the Cairngorms, Scotland. – *Journal of Quaternary Science*, 21, 8, 811–830.
- Ivan, A. (1965): Zpráva o výzkumu kryoplanáčnických teras v severozápadní části Rychlebských hor. – *Zprávy Geografického ústavu ČSAV*, 7 (146–B), 1–3.
- Ivan, A. (1983): Geomorfologické poměry Žulovské pahorkatiny. – *Zprávy Geografického ústavu ČSAV*, 20, 4, 49–69.
- Johansson, M. – Olvmo, M. – Lidmar-Bergström, K. (2001): Inherited landforms and glacial impact of different palaeosurfaces in Southern Sweden. – *Geografiska Annaler*, A83, 1–2, 67–89.
- Jüttner, K. (1912): Das nordische Diluvium im westlichen Teile von Österr.–Schlesien. – *Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums*, 12, 2, 191–265.
- Lidmar-Bergström, K. (1997): A long-term perspective on glacial erosion. *Earth Surface Processes and Landforms*, 22, 3, 297–306.
- Lindstrom, E. (1988): Are roches moutonnees mainly preglacial forms? – *Geografiska Annaler*, A70, 323–331.
- Macoun, J. – Šibrava, V. – Tyráček, J. – Knebllová-Vodičková, V. (1965): Kvartér Ostravska a Moravské brány. – Nakladatelství ČSAV. Praha.
- Mísař, Z. – Dudek, A. – Havlena, V. – Weiss, J. (1983): Regionální geologie ČSSR I, Český masív. – 1–380, Praha.
- Olvmo, M. – Johansson, M. (2002): The significance of rock structure, lithology and pre-glacial deep weathering for the shape of intermediate-scale glacial erosional landforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27, 3, 251–268.
- Pecina, V. – Čurda, J. – Hanáček, M. – Kočandrl, J. – Nývlt, D. – Opletal, M. – Skácelová, D. – Skácelová, Z. – Večeřa, Z. – Žáček, V. (2005): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1:25 000, list 14–221 Žulová. – MS ČGS Praha.
- Prosová, M. (1981): Oscilační zóna kontinentálního ledovce. Jesenická oblast. – *Acta Universitatis Carolinae–Geologica*, 25, 265–294.
- Sikorová, J. – Višek, J. – Nývlt, D. (2006): Texture and petrography of glacial deposits in the northern foothill of the Hrubý Jeseník and Rychlebské Mts., Czechia. – *Geological Quarterly*, 50, 3, 345–352.
- Štěpančíková, P. (2005): Selected analyses of the morphostructure of the NE part of the Rychlebské hory Mts. (Czech Republic). – *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 2, 1 (137), 59–67.
- Zachovalová, K. – Leichmann, J. – Švancara, J. (2002): Žulová Batholith: a post-orogenic, fractionated ilmenite – allanite I-type granite. – *Journal of the Czech Geological Society*, 47, 1–2, 35–44.