

EVA VANÍČKOVÁ

GEOMORFOLOGICKÝ VÝVOJ ÚDOLÍ DIVOKÉ ORLICE V OBLASTI ZEMSKÉ BRÁNY V ORLICKÝCH HORÁCH

E. Vaníčková: *Geomorphological evolution of the Divoká Orlice River valley in the Zemská brána Gate area.* – Geografie–Sborník ČGS, 112, 4, pp. 388–405 (2007). Geomorphological analysis suggests that the canon shaped valley of the Divoká Orlice River in the southern part of the Orlické hory Mountains is both epigenetic and of antecedent origin. Findings of morphostructural and climate-morphogenetic relief features enable to ascertain the main stages of the geomorphological evolution of the Zemská brána Gate area in the Late Cainozoic. Its varied landforms originated by denudation and erosion, but they have conspicuous features of morphostructural and neotectonic patterns.

KEY WORDS: geomorphology – Divoká Orlice River – Orlické hory Mountains.

Tato studie vznikla v rámci výzkumného záměru PŘF UK v Praze „Geografické systémy a rizikové procesy v kontextu globálních změn a evropské integrace“ (MSM 0021620831).

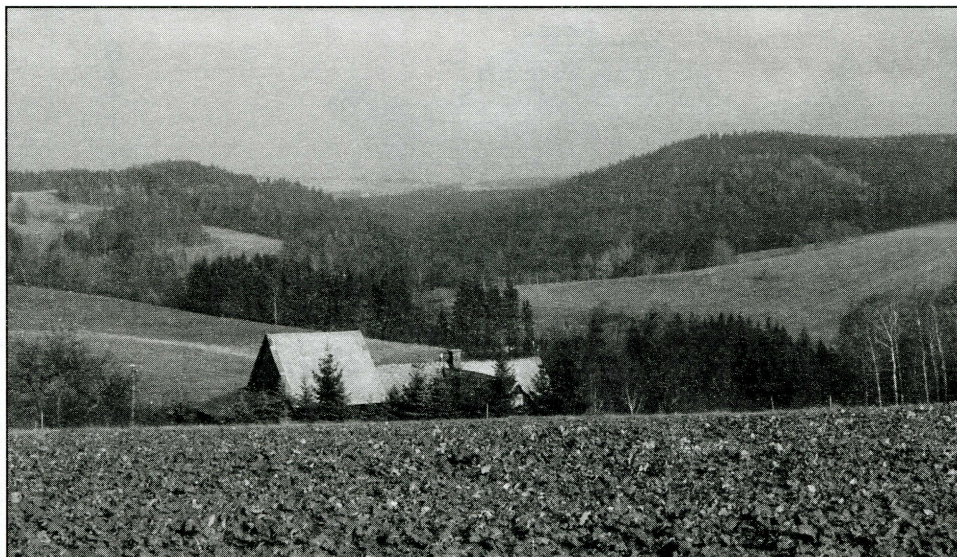
1. Úvod

Údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány (50°08'34'' s. š., 16°34'43'' v. d.) je pokládáno za vzácný příklad epigeneze a antecedence. Přesto byla fyzické geografii a geomorfologii tohoto území dosud věnována poměrně malá pozornost. Tato studie vznikla v rámci fyzickogeografických prací výzkumného záměru PŘF UK v Praze, a to jako součást pokračování regionálního geomorfologického výzkumu Orlických hor.

Hlavním cílem práce bylo zjištění geomorfologického vývoje kaňonovitého údolí Divoké Orlice v mladším kenozoiku. Z dílčích cílů výzkumu bylo co nejpodrobněji poznat geomorfologii studované oblasti a paleogeografickou historii daného území, zmapovat a zanalyzovat povrchové tvary reliéfu ve vztahu k pasivní a aktivní morfostruktuře, se zaměřením na údolí Divoké Orlice, a dále ve vztahu k dosud publikovaným poznatkům identifikovat hlavní rysy a etapy geomorfologického vývoje území a charakterizovat typy a intenzitu současných geomorfologických procesů a jevů.

Studované území se nachází v jižní části Orlických hor při státní hranici s Polskem (obr. 1). Jedná se o oblast v podcelku Mladkovské vrchoviny a Žamberké pahorkatiny (Czudek et al. 1972), která je označována jako Zemská brána (Režný 1979). Území o ploše přes 20 km² bylo vybráno pro jeho zajímavou orografickou polohu na okraji Českého masívu a složitou paleogeografickou historii této části severovýchodních Čech. Vývoj reliéfu této oblasti byl ovlivněn jak morfostrukturními poměry a neotektonickými procesy, tak sekulárními změnami klimato-morfofenetických procesů.

Oblast Zemské brány je součástí orlicko-sněžnického krystalinika (Chlupáč et al 2002) s komplexem metamorfovaných hornin, který je na SV a V omezen



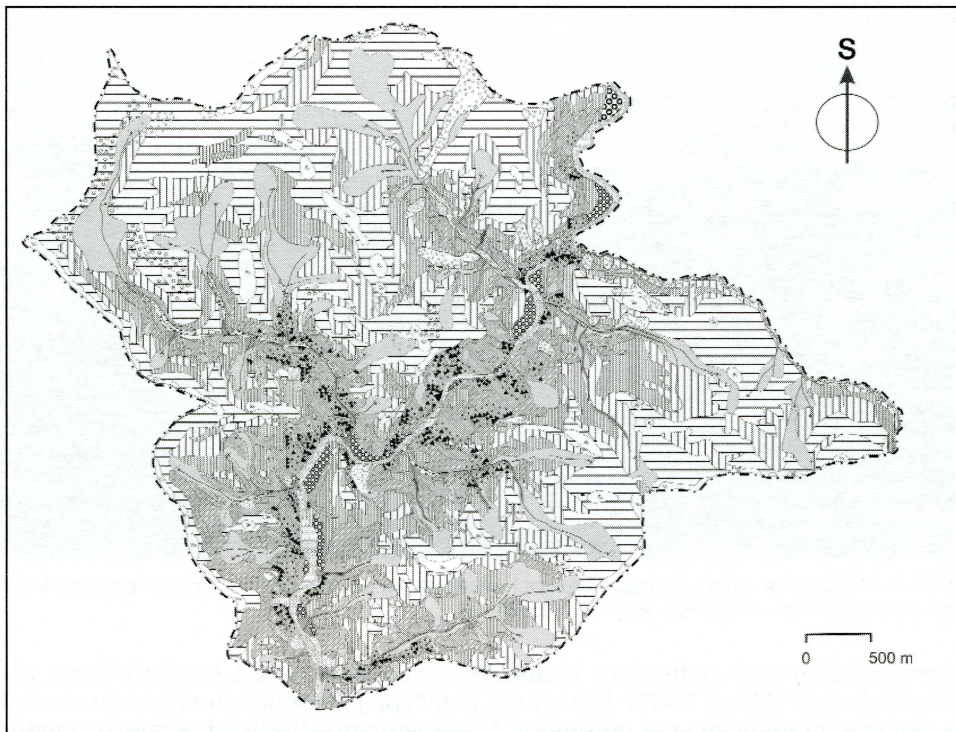
Obr. 1 – Pohled na oblast Zemské brány s kaňonovitým údolím Divoké Orlice ve směru k SV ke státní hranici s Polskem. Foto E. Vaníčková.

svrchnokřídovými sedimenty kladského prolomu a na JZ krystalinikem zábrěžské série (Mísař 1983). Území má poměrně jednoduchou vrásovou stavbu s projevy mladší zlomové tektoniky. V jádrech antiklinálních struktur vystupují (orto)ruly a migmatity, v synklinálách se naopak zachovala nadložní obalová série svorů a pararul (Praclík, Záliš et al. 1967).

Geografickou osou studované oblasti je hluboce zaříznuté kaňonovité údolí Divoké Orlice, které příčně protíná antiklinálu Orlických hor. Divoká Orlice nad Zemskou bránou má směry SZ–JV a S–J a sleduje tak hlavní strukturní směr kry Orlických hor. Tento směr toku k J a JV řeka v oblasti Zemské brány náhle mění do směru SV–JZ a po překonání antiklinální elevace jádra orlicko-kladské klenby se opět vrací do směru S–J.

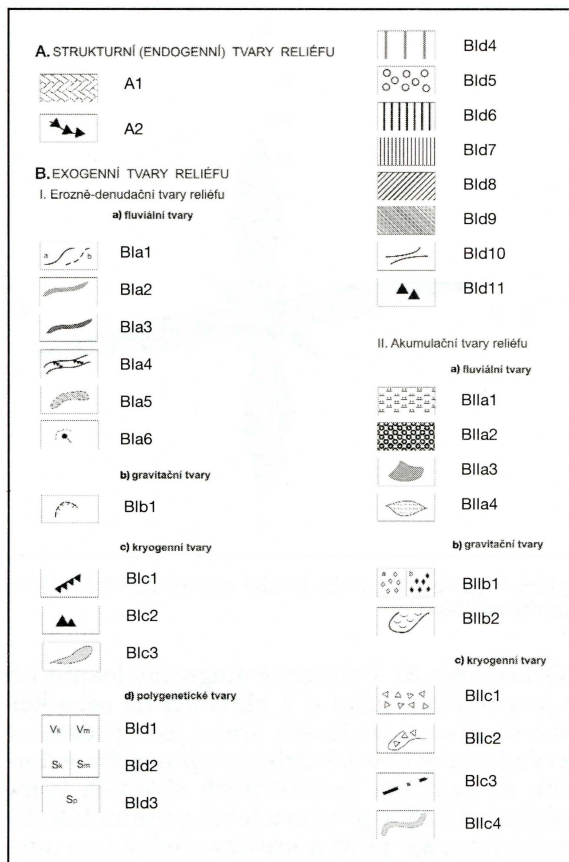
Území horního toku Divoké Orlice a zejména jeho údolí v úseku, kde protíná antiklinálu Orlických hor (tedy v tzv. Zemské bráně), je dosud poměrně málo prozkoumáno. V literatuře je hodnoceno především z pohledu přírodovědného a krajinářského. Oblastí Zemské brány věnovali pozornost zejména Režný (1975, 1976, 1979) a Vítek (1975, 1991a, 1991b, 1994, 2000). Jedná se především o popisy geologických a geomorfologických specifík území a o geologicko-geomorfologickou inventarizaci skalních tvarů, kryogenního reliéfu apod. Studie zaměřené na vývoj říčních údolí se soustředily zejména na dolní a střední tok Divoké Orlice (Balatka, Sládek 1965) a střednímu toku Divoké Orlice se věnovala také Vavřínová (1942, 1946). Oblast Zemské brány je také zmiňována ve studiích geomorfologických poměrů podstatně širšího území (Demek et al. 1965; Demek, Kopecký 1995).

Vznik a vývoj údolí Divoké Orlice popsal nejdříve Režný (1975, In: Roček et al. 1977), jehož názory jsou přejímány dodnes (např. Vítek 1991b, 1994; Demek, Kopecký, Vítek 1997). V oblasti Zemské brány je toto údolí v literatuře označováno jako průlomové (Sládek In: Demek et al. 1965; Režný 1975, 1976, 1979; Vítek 1991a, 1991b, 1994, 2000; Demek, Kopecký 1995). Pojem průlomů je chápán jako hluboký údolní zářez, příčně protínající morfostrukturní elevaci. V případě



Obr. 2 – Geomorfologická mapa oblasti Zemské brány (Vaníčková 2005). A. Strukturní (endogenní) tvary reliéfu: A1 – strukturní plošiny a mírně ukloněné svahy o sklonu do 5°; A2 – skalnaté hřbety, hřbety suků. B. Exogenní tvary reliéfu: I. Erozně-denudační tvary reliéfu: a) fluviaální tvary: B1a1 – erozní rýhy, koryta vodních toků (a – stálá, b – občasná); B1a2 – výrazné erozní rýhy, balky; B1a3 – strže (obraty), B1a4 – stupně a skalní peahy v řečišti; B1a5 – opuštěná koryta, mrtvá ramena; B1a6 – prameniště, pramenné mísy; b) gravitační tvary: B1b1 – sesuvy, odtrhy (odlučná plocha sesuvu); c) kryogenní tvary: B1c1 – mrazové sruby, izolované skály typu tor (svahové tory); B1c2 – skalní stěny modelované kryogenními procesy; B1c3 – úpady (údolí typu dellen); d) polygenetické tvary: B1d1 – erozně-denudační plošiny a velmi mírné svahy o sklonu 0–2° vrcholové (k – krystalinikum, m – mezozoikum); B1d2 – erozně-denudační plošiny a velmi mírné svahy o sklonu 0–2° sedlové (k – krystalinikum, m – mezozoikum); B1d3 – erozně-denudační plošiny a velmi mírné svahy o sklonu 0–2° svahové, tzv. spočinky na svahu; B1d4 – erozně-denudační svahy mírně ukloněné o sklonu 2–5°; B1d5 – erozně-denudační plošiny a mírné svahy o sklonu do 5° na neogenních akumulacích; B1d6 – erozně-denudační svahy středně ukloněné o sklonu 5–15°; B1d7 – erozně-denudační svahy příkře ukloněné o sklonu 15–25°; B1d8 – erozní svahy velmi příkře ukloněné o sklonu 25–35°; B1d9 – erozní svahy strmé o sklonu nad 35°, srázy; B1d10 – úzké a skalnaté hřbety vzniklé protnutím údolních svahů; B1d11 – skalní výchozy. II. Akumulační tvary reliéfu: a) fluviaální: B1Ia1 – údolní niva (aluvium, holocenní akumulace); B1Ia2 – fluviaální sedimenty říčních teras (pleistocén); B1Ia3 – detekční (výplavový) kužel; B1Ia4 – fluviaální ostrovy, šterkové lavice; b) gravitační tvary: B1Ib1 – sutě, suťové haldy, lokality skalního říčení (a – mezozoikum, b – krystalinikum); B1Ib2 – sesuvy; c) kryogenní tvary: B1Ic1 – kamenné, balvanové moře; B1Ic2 – balvanový proud; B1Ic3 – hranice modelového území (oblast Zemská brána, Orlické hory); B1Ic4 – řeka Divoká Orlice.

kaňonovitého údolí Tiché Orlice je průlomové údolí dáváno do souvislosti se zlomovým pásmem (Žatečka 1996; Demek, Kopecký, Vítek 1997). Například průlomové údolí Tiché Orlice mezi Lichkovem a Mladkovem je pokládáno za průlom, vázaný na lichkovský zlom Z–V směru. Režný (1976) upozornil na umístění „průlomových“ údolí Divoké i Tiché Orlice v nižších morfostrukturních krách ob-



lasti. Existenci nižších ker dokládají kromě výškové polohy také v jejich prostoru zachované reliktky křídových sedimentů. Vznik studované části údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány byl umožněn jednak prohybem Orlických hor a jednak jejich původním pokrývem sedimenty křídového stáří.

2. Metodika a postup prací

Geomorfologie studované oblasti byla zkoumána podle zjištěných povrchových tvarů reliéfu a jejich vztahu ke geologické stavbě a klimatomorfogenetickým procesům. Byla vytvořena podrobná geomorfologická mapa v původním měřítku 1:10 000 (obr. 2) a popisy dokumentačních bodů (Vaníčková 2005). Dále byla provedena morfostrukturní analýza puklin a zlomové tektoniky, na které navazovala analýza údolní soustavy. Analýza

údolní sítě spočívala v konstrukci podélných a příčných profilů údolím Divoké Orlice, které byly interpretovány se snahou podrobněji poznat tektonickou predispozici údolí a jeho vztahy k aktivní i pasivní morfostruktuře.

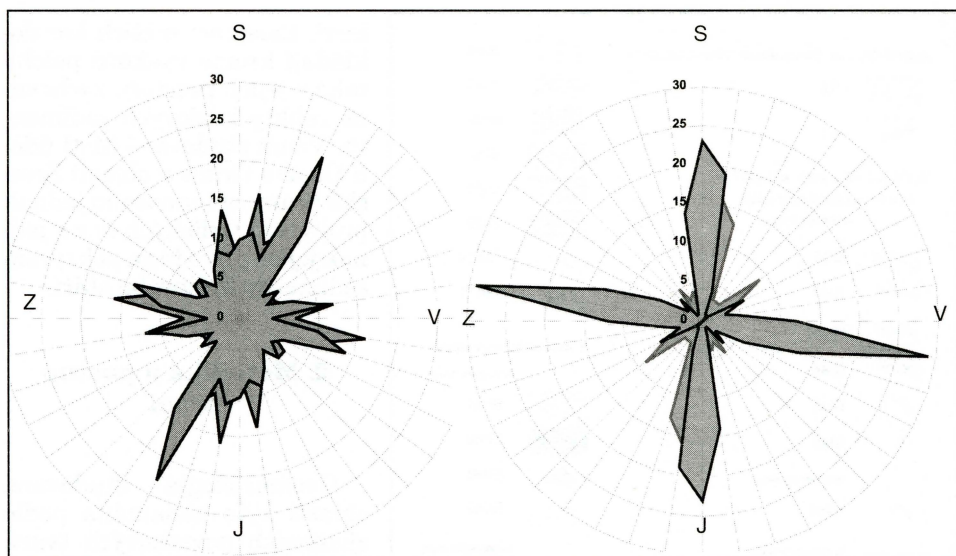
Výsledky geomorfologické analýzy byly porovnány s dosud publikovanými poznatky o paleogeografické historii Orlických hor a jejich přilehlých oblastí. To umožnilo identifikovat hlavní rysy a etapy geomorfologického vývoje studovaného území Zemské brány a charakterizovat typy a intenzitu současných geomorfologických procesů a jevů. Byly popsány hlavní etapy geomorfologického vývoje oblasti Zemské brány se zaměřením na kaňonovitě údolí Divoké Orlice.

3. Výsledky geomorfologické analýzy

3. 1. Puklinová analýza

Puklinová měření prováděná v rámci orlicko-sněžnického krystalinika potvrdila hlavní směry pasivní morfostruktury. Ve sledované oblasti dominují dva na sebe kolmé směry, a to směr S–J a V–Z. S–j směr zlomů je spjat se vznikem mohutné orlicko-kladské klenby (Pauk 1932) a směr V–Z vznikl v průběhu variské orogeneze (Svoboda, Chaloupský et al. 1961).

V diagramech puklinových měření jsou nápadné rozdíly mezi lokalitami



Obr. 3 – Četnost směrů puklinových ploch (v gradech) lokalit levého a pravého břehu Divoké Orlice v oblasti Zemské brány (Vaníčeková 2005)

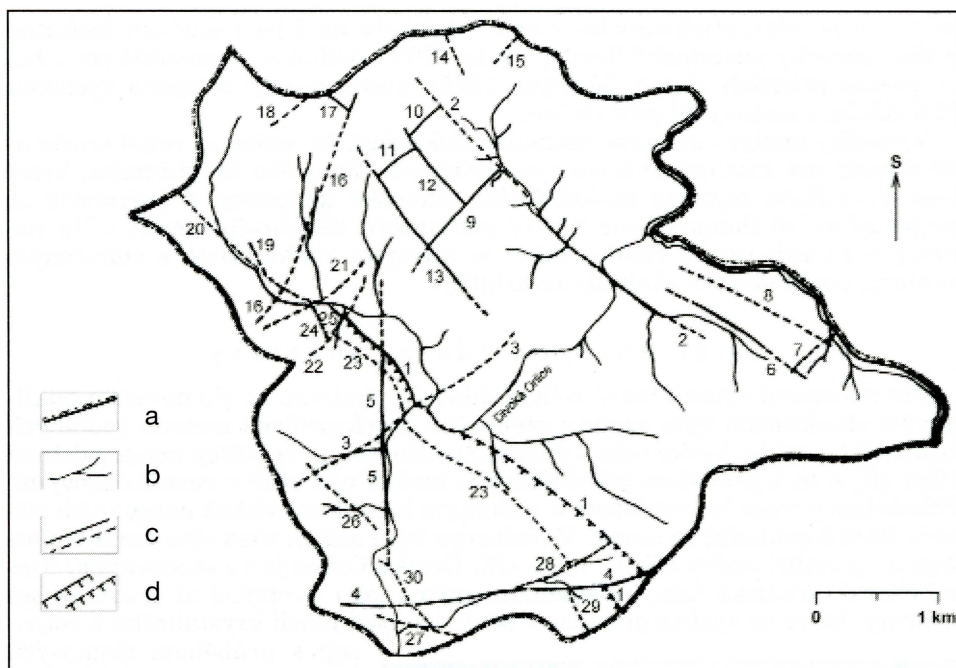
pravého a levého břehu Divoké Orlice (obr. 3). Puklinové diagramy lokalit při pravém břehu řeky představují jednoduché růžice o 2 hlavních na sebe kolmých směrech, zatímco puklinové diagramy při levém břehu jsou podstatně složitější. Skalní útvary nad pravými břehy Divoké Orlice mají podobu jednoduše členěných skalních výchozů, se vznikem kvádrovitých skalních tvarů a blokovým rozpadem. Naopak skalní útvary v prostoru levého břehu této řeky jsou členité a lámavé, s četnými výstupky, pilíři a převisy. Jedná se o morfostrukturní projevy výskytu zlomové zóny.

3. 2. Analýza zlomových struktur

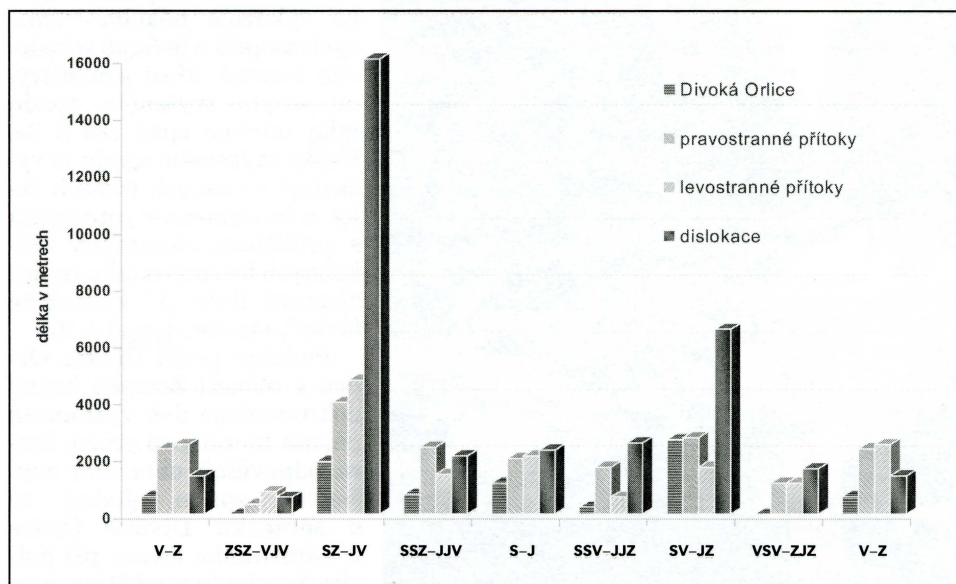
Výsledkem analýzy zlomových struktur je především tektonická skica oblasti Zemské brány v původním měřítku 1:25 000 (obr. 4). Studovaným územím probíhá několik zlomových linií s různými morfologickými projevy. Tektonické porušení se projevuje jak podélnými dislokacemi, paralelními s hlavní regionální strukturou antiklinály Orlických hor, tak příčnými (případně diagonálními) dislokacemi, které jsou zhruba kolmé k hlavnímu hřbetu Orlických hor. Příčné dislokace směru SV–JZ vznikaly pravděpodobně při kaledonské orogenezi (Buday, Kodým et al. 1961) a podélné dislokace směru SZ–JV byly vytvořeny až v průběhu saxonské fáze alpské orogeneze.

Hlavní směry zlomových linií oblasti Zemské brány jsou směr SZ–JV a směr SV–JZ (obr. 5). Zlomové struktury studovaného území jsou vázány především na rozhraní orlicko-sněžnického a zábřežského krystalinika (Fajst 1974). Nejrozsáhlejší poruchovou zónou v oblasti Zemské brány, která prochází středem studované oblasti, je systém dvou paralelních podélných zlomů SZ – JV směru (viz obr. 4, pod čísly 1, 23), které tvoří výše uvedené rozhraní jádra obalové jednotky krystalinika.

Severovýchodní omezení tohoto pásma má charakter násunového zlomu (Čech 1996). Tektonicky vymezeny jsou i výskyt svrchnokřídových sedimentů



Obr. 4 – Tektonická skica oblasti Zemské brány (Vaničková 2005). Sestaveno podle Cucové (1990), Čecha (1996), Fajsta (1979), Matějky (1925), Opletala (1959) a Žižkovského (1968). Čísla 1–29: číselné označení zlomových linií; a – hranice studované oblasti, oblast Zemské brány, Orlické hory; b – vodní toky; c – zlomové linie ověřené (zjištěné), předpokládané; d – násunový zlom zjištěný, předpokládaný.



Obr. 5 – Délka údolních úseků vodních toků a zastoupení dislokací jednotlivých směrů v oblasti Zemské brány (v metrech; Vaničková 2005)

tů v s. a sv. části studovaného území. Dislokace na J jsou součástí mohutné příčné poruchy pastvinské flexury (Fajst 1974). Jedná se o rozsáhlé poruchové pásmo příčných zlomů (Matějka 1925), které protíná zejména východní část údolní soustavy Divoké Orlice.

Výsledky analýzy zlomové tektoniky dokládají, že současný reliéf studované oblasti má morfostrukturní rysy orlicko-sněžnického krystalinika, které jsou důsledkem zejména poslední fáze saxonské tektoniky. Nejvýrazněji se projevují právě zlomové linie SZ–JV směru (tzv. sudetského směru). Na zlomových zónách vznikl členitý reliéf se strmými svahy, často s obnaženým skalním podkladem či skalnatými hřbítky.

3. 3. Analýza údolní soustavy

Pro stanovení vztahů tvarů reliéfu údolního systému ke zlomovým a puklinovým strukturám byla využita především morfografická metoda podélných a příčných profilů. Vodní toky v oblasti Zemské brány vytvářejí nepravidelnou říční síť, a to s převahou poledníkových směrů nad směry rovnoběžkovými. Poledníkový směr lze vzhledem k zjištěným lokalitám reliktních neogenních říčních štěrků pokládat za starší. V půdorysu říční sítě se však významně uplatňují diagonální směry SZ–JV a SV–JZ. Divoká Orlice je ve studovaném území charakteristická četnými změnami směru toku s ostrými až pravouhlými zákruty, které se vyskytují pouze v odolných horninách krystalinika a souvi-

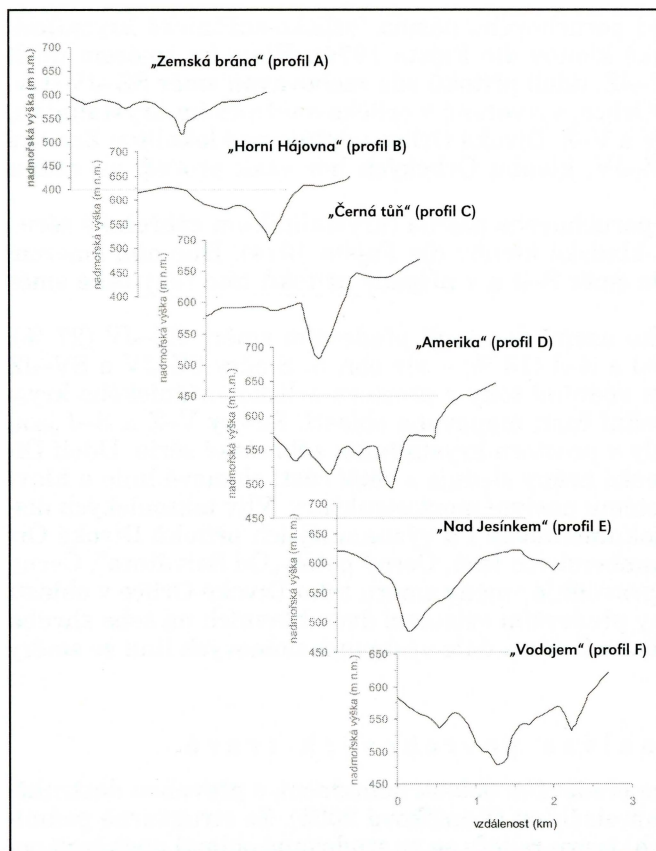
sejí s průběhem zlomových linií především SZ–JV směru.

Divoká Orlice má ve sledovaném úseku (0–53 říčního km) průměrný spád cca 6,23 ‰. Její spádová křivka vykazuje několik výrazných stupňů a je často schodovitě lomená. Mezi jednotlivými stupni zvýšeného spádu řeka udržuje spád cca 6 ‰. Úseky zvýšeného spádu se vyskytují v různých částech řeky, a to zejména v souvislosti s průběhem zlomových linií kolmých ke směru toku (např. zlomová linie „U Pašerácké lávky“, viz obr. 4, pod č. 2).

Podélný profil Divoké Orlice v oblasti Zemské brány dokumentuje dvě významná pásma hloubkové eroze, která odpovídají oblastem zvýšeného spádu. Jedná se o soutěsku Divoké Orlice u kamenného mostu při polské hranici (na počátku „prolomu“, viz obr. 6) a o údolí Divoké Orlice v centrální



Obr. 6 – Kamenný most na Divoké Orlici v Zemské bráně. Foto E. Vaníčková.



Obr. 7 – Sériový profil Divoké Orlice v oblasti Zemské brány (Vaničková 2005)

(obr. 7).

Vítek (1991a) označuje údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány jako kaňonovitou soutěsku. Vznik soutěsky a peřejí je podle Režného (1975) podmíněn mimořádnou odolností migmatitů k říční erozi, které jsou zde intenzivně provrášněné a bohatě prosycené živcovými a křemennými žilkami. Divoká Orlice v Zemské bráně navíc proráží příčně jak hřbet Orlických hor, tak hlavní směr (SV–JZ) břidličnatosti migmatitů (Režný 1975). V souvislosti s průlomovým údolím je zdůrazňována zejména výrazná změna směru toku z původně SZ–JV na SV–JZ, a rovněž zvýšený spád (např. Vítek 1994). U Nekoře Divoká Orlice krystalinikum opouští, a mění ostře směr odvodňování z cca S–J na Z–V. Horní tok Divoké Orlice (od pramene po Zemskou bránu) tedy sleduje původní směr úklonu hlavní kry krystalinika Orlických hor (SSZ–JJV), zatímco střední a dolní část povodí této řeky má výraznou tendenci odvodňování k západu.

Interpretace analýzy směrů údolní sítě ve vztahu ke geologické stavbě potvrdila rozdělení území Zemské brány na dvě specifické oblasti, jejichž styčnou hranici je poruchové pásmo násunového zlomu o směru SZ–JV. Tato morfotektonická zóna probíhá středem studovaného území mezi jednotkou orlicko-sněžnického krystalinika a jednotkou krystalinika zábřežské série:

části orlickohorské antiklinály mezi 2 zlomovými liniemi směru SZ–JV (37–37,5 říční km, viz obr. 4, pod č. 1, 2). Divoká Orlice má v tomto úseku až dvojnásobek průměrného spádu (15 ‰), zachovává však hlavní směr napříč klenbou Orlických hor.

Významnou hloubkovou a zpětnou erozi dokládají také údolí hlavních přítoků Divoké Orlice v této oblasti, která mají na dolních tocích hluboké a sevřené příčné profily. Analýzou příčných údolních profilů bylo možné v úseku Divoké Orlice mezi 0–65 říčním km zjistit nejméně pět dílčích úseků s charakteristickým údolním profilem. Oblast Zemské brány zaujímá třetí a zčásti čtvrtý úsek se sevřenými údolními profily o průměrné relativní hloubce 90 m

1. Oblast na S a SV od poruchového pásma (orlicko-sněžnické krystalinikum, jádro orlicko-kladské klenby dle Fajsta 1974). Hlavním směrem údolí Divoké Orlice je směr SV–JZ, údolí přítoků zde zachovávají směr SZ–JV (tzv. sudetský). Údolí Divoké Orlice, vytvořené v orlicko-sněžnickém krystaliniku, sleduje také směry SZ–JV a V–Z. Divoká Orlice udržuje nad lokalitou Zemské brány zhruba průběh SZ–JV, klenbu Orlických hor však proráží ve směru SV–JZ.

2. oblast na J a JZ od poruchového pásma (krystalinikum zábřežské série, obalová jednotka orlicko-kladské klenby dle Fajsta 1974). Hlavním směrem údolí Divoké Orlice je zde směr S–J a v případě přítoků této řeky také směr V–Z.

V říční síti studovaného území dominují především směry SZ–JV (27 %), SV–JZ (18 %), Z–V (14 %) a S–J (13 %) – viz obr. 5. Směry SZ–JV a SV–JZ jsou sledovány především vodními toky v prostoru orlicko-sněžnického krystalinika, tedy v sv. a střední části mapované oblasti. Směry V–Z a S–J jsou časté především na J, tedy v prostoru krystalinika zábřežské série. Údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány sleduje z větší části zlomové linie a hlavní směry puklinového systému pasivní morfostruktury. Vliv tektonických dislokací na směr údolí je dokumentován i u významnějších přítoků Divoké Orlice (např. vodní tok ze Žamberských lesů, Černý potok „Od Salvátora“, Černý potok atd.). Ostré, často pravouhlé změny směru toku Divoké Orlice v oblasti Zemské brány jsou určeny především existencí dvou hlavních na sebe zhruba kolmých směrů puklin (S–J a Z–V), a dále výskytem zlomových linií se směry SZ–JV a SV–JZ.

3. 4. Analýza povrchových tvarů

Území Zemské brány je především oblastí denudační, s převahou destruktivních tvarů nad tvary akumulacími (Vaníčková 2005). Ze strukturně podmíněných (resp. endogenních) tvarů reliéfu se ve studované oblasti nacházejí povrchové tvary, spojené jednak se zlomovými strukturami (např. strmé až srázné svahy s obnaženým skalním podkladem), a jednak tvary litologicky podmíněné (např. skalnaté hřebety, hřebety suků apod.). Z exogenních tvarů reliéfu zde byly zaznamenány skupiny destruktivních tvarů fluviačního, gravitačního, kryogenního a polygenetického původu, např. erozně-denudační plošiny a svahy různé sklonitosti, hřebety vzniklé protnutím údolních svahů, skalní výchozy a defilé, erozní rýhy, strže, sesuvy, mrazové sruby, kryoplanační terasy a úpady. Z exogenních akumulacních tvarů byly zjištěny fluviační, gravitační a kryogenní tvary, např. říční terasy, výplavové kužely, hranáčové sutě, akumulace sesuvů a kamenná moře. Soubor povrchových tvarů studovaného území je vyjádřen v podrobné geomorfologické mapě (viz obr. 2) zpracované v originálu do měřítko 1:10 000.

Antropogenní tvary jsou v oblasti Zemské brány zastoupeny konkávními a konvexními formami, spojenými především s povrchovou těžbou. Z konkávních tvarů je evidován především systém lomových jam, z konvexních forem navážky v okolí lomů (Vaníčková 2005). Nejrozsáhlejší antropogenní tvary jsou spojeny s budováním pohraničního opevnění Československa v letech 1935–1938.

4. Geomorfologický vývoj

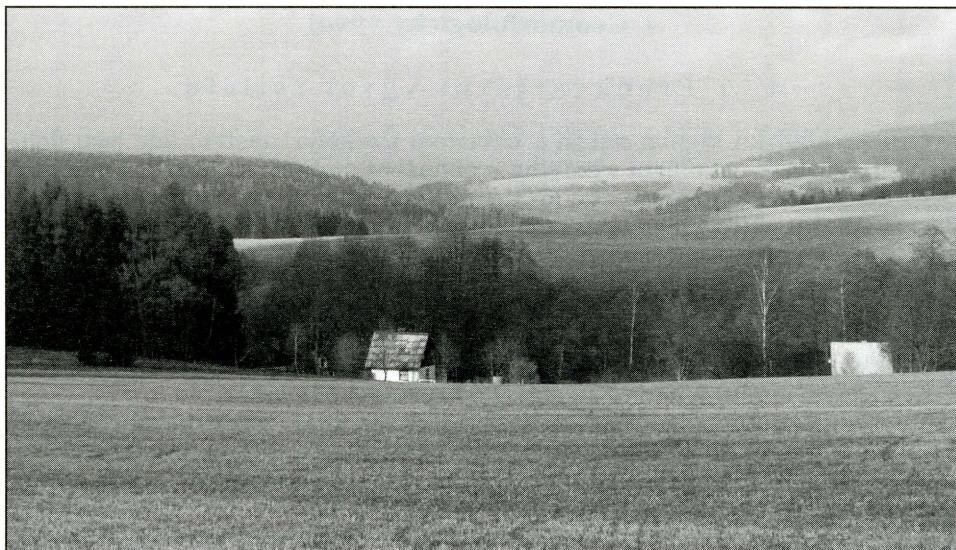
4. 1 Předkvartérní vývoj reliéfu

Orlicko-kladská klenba náleží k oblastem Českého masívu, kde jsou doloženy dlouhodobé sekulární výzdvihy a obnažení metamorfovaných jaderných částí klenby, zastoupených zde křemeno-živcovými rulami (Fajst 1979). Důkazem zdvihu jádra klenby a jeho denudace jsou také relikticky křídových sedimentů, které se v současné době nacházejí v nadmořských výškách kolem 600–700 m. To je o cca 200–300 m výše než hypsometrická úroveň hranice křídů s krystalinikem podél západní strany okraje pohoří. Sedimenty svrchní křídly spočívají přímo na orlicko-sněžnickém krystaliniku (Opletal et al. 1980) a dokládají tak transgresi křídového moře na denudovaný předkřídový reliéf s obnaženým skalním podložím starého krystalického jádra.

Vývoj oblasti Zemské brány lze z geologických údajů sledovat od období po ústupu svrchnokřídového moře (cenoman až spodní turon). Relikty marinních sedimentů jsou zachovány jako denudační ostrovy svrchnokřídových hornin v zakleslých kráčích po obou stranách dnešního údolí Divoké Orlice (Žamberké lesy, U Čiháku), a při západní hranici studovaného území. Od ústupu epikontinentálního svrchnokřídového moře byla tato oblast souší (Svoboda et al. 1964), jejíž povrch byl stále denudován. Výchozím prvkem pro poznání geomorfologického vývoje údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány jsou lokality svrchnomiocenních až pliocenních sedimentů (Klomínský et al. 1994), které jsou ve střední a SZ části studované oblasti zachovány v různých nadmořských výškách (Opletal 1959). Ve stejném období vznikly rovněž relikticky štěrků v jižní části studovaného území (Fajst 1979). Lokality neogenních štěrků jsou součástí pruhu miocenních sedimentů S–J, případně SZ–JV směru, označovaného jako divokoorlický (Balatka, Sládek 1962), který byl v té době pravděpodobně hlavním miocenním tokem odvodňujícím Orlické hory.

Ríční síť orlické oblasti měla až do konce spodního miocénu jiné uspořádání než v současné době. Východní část Českého masívu byla v té době pod vlivem alpinské orogeneze, která se ve spodním miocénu projevila především poklesy a vznikem karpatské prohlubně (Chlupáč et al. 2002). Moře karpatské prohlubně se během spodního miocénu – badenu – rozšířilo až do východních Čech (Czudek 2005). Hlavní erozní bázi někdejších vodních toků SV části Českého masívu byla tedy hladina miocenního moře, a v případě divokoorlického toku (pravděpodobně) jeho lanškrounský záliv na J a JV.

Podle Balatky a Sládka (1965) teče dnešní horní tok Divoké Orlice stejným směrem k J a JV jako v období existence miocenního moře. Údolí Divoké Orlice mezi Orlickými a Bystřickými horami je pokládáno za tektonicky predisponované. Křemenné štěrky podél horního toku Divoké Orlice (mezi Kláštercem n. O. a Nekoří, u Bredůvky, na rozvodí Orlic, a rovněž zbytky štěrků u Zaječín a rezidua u Bartošovic v Orlických horách) jsou na základě jejich relativní výšky a polohy řazeny mezi relikticky akumulací miocenního, tzv. divokoorlického, toku. Jihovýchodní směr tohoto toku byl podle Balatky a Sládka (1965) zachován ještě ve spodním miocénu. Později se v souvislosti s výzdvihem Orlických hor a poklesem Pardubické pánve (kotliny) vytvořily podmínky pro celkové odvodňování k Z. Zvýšila se tím také erozní činnost zejména těch přítoků Divoké Orlice, které tekly od V a SV na Z a SZ. Podle Balatky a Sládka (1965) pronikl dolní tok dnešní Divoké Orlice (původně svahový tok směřující od Potštejna k Z) zpětnou erozí dále k V, kde podchytil horní část miocenního toku Divoké Orlice. Horní tok Divoké Orlice (od pramene



Obr. 8 – Zarovnané povrchy střední části Orlických hor s údolím Divoké Orlice – při hranici s Polskem, oblast Zemské brány. Foto E. Vaníčková.

po Zemskou bránu) tedy sleduje původní směr úklonu hlavní kry krystalinika Orlických hor (SSZ–JJV), zatímco střední a dolní část povodí této řeky má výraznou tendenci odvodňování k západu.

Existenci paleogenní (eocenní, Czudek 2005) zarovnané úrovně dokládá shodná poloha některých erozně-denudačních plošin s krystalinickými a mezozoickými horninami s různou geomorfologickou odolností (obr. 8). Vývoj kaňonovitého údolí Divoké Orlice probíhal až od období pliocénu a kvartéru. Dokladem tohoto názoru jsou nad tímto údolím umístěné fluvialní akumulace neogenního (svrchnomiocenního?) stáří uložené vodním tokem, který ve směru od S k J odvodňoval Orlické hory. Miocenní říční síť se vyvíjela pravděpodobně v úrovni denudačních svahů a plochých hřbetů, které v současné době leží mezi 580 m a 670–680 m n. m. (Svrchno)miocenní vodní toky protékaly širokými údolními typy úvalovitých depresí, zahloubených většinou kolem 50 m pod úroveň relativně plochého, mírně členitého paleoreliéfu (Kunský, Zoubek 1968), který vznikl po ústupu svrchnokřídového moře v průběhu paleogenní denudace.

Morfostrukturní vývoj reliéfu Orlických hor a tedy i vývoj údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány ovlivnila především saxonská etapa alpské orogeneze, která se v sv. části Českého masívu projevila rozlámáním a diferenciálním výzdvihem orlicko-kladské klenby. Tyto tektonické pohyby vyvolaly zesílení denudace a eroze terciárního reliéfu. Měkké polohy miocenních uloženin podlehly z větší části odnosu a jejich zachované reliktu byly tektonicky vyzdviženy. Celkové antiklinální vyklenutí Orlických hor dokládají kromě polohy denudačních plošin také reliktu svrchnokřídových sedimentů při z. hranici studované oblasti. Tektonická aktivita v mladších třetihorách podminila vznik neúplně zarovnaných povrchů. V této etapě vývoje reliéfu vynikal mírně zvlněný až plošinový povrch, zarovnávací jak krystalinické horniny tak mezozoické sedimenty (Demek et al. 1965). Plochý hřbet Orlických hor tedy v této interpretaci představuje reliktu vyzdviženého a denudovaného paleogenního zarovnaného povrchu.

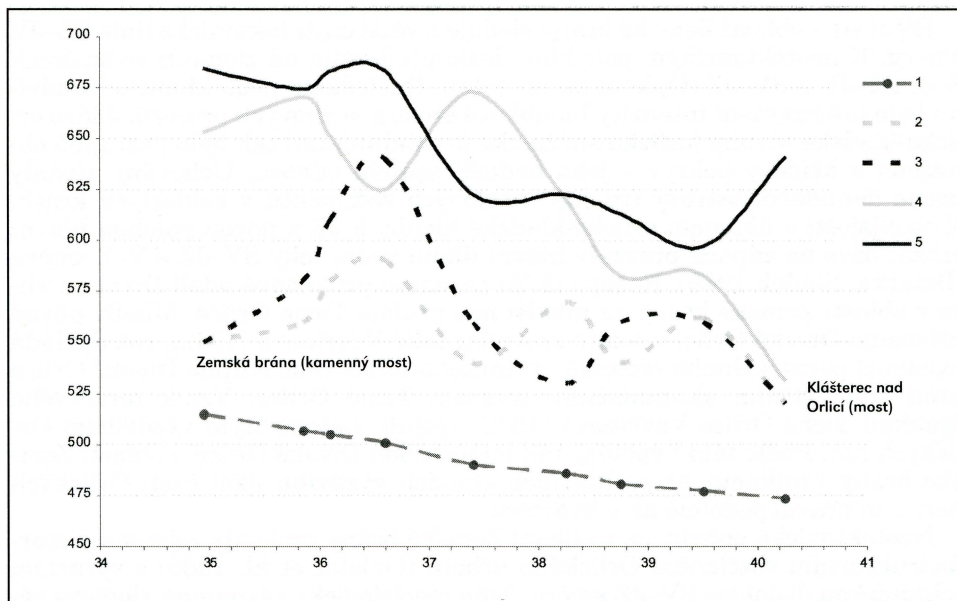
Říční síť v oblasti Zemské brány sleduje z větší části tektonické linie SZ–JV směru. K neotektonickým pohybům došlo především na zlomech ve směrech S–J, SZ–JV a SV–JZ (Opletal et. al. 1980). Důsledkem neotektonického zdvihu bylo také zvýšení intenzity hloubkové eroze a svahových procesů. Jádro orlicko-kladské klenby (orlicko-sněžnické krystalinikum) tak bylo postupně obnaženo a křídový pokryv v jeho nadloží podlehl odnosu. Uchovány zůstaly pouze denudační ostrovy (relikty) křídových sedimentů v zakleslých kráech. V souvislosti s úklonem orlicko-kladské klenby k JZ a novou polohou hlavní erozní báze na západě převzaly hlavní úlohu vodní toky SV–JZ a V–Z směru (Balatka, Sládek 1965). Režný (1975) považuje průlomové údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány za mladší než průlom Tiché Orlice. Mladší původ přisuzuje Divoké Orlici v tomto srovnání také Vavřínová (1942), což dokládá existencí pouze jednoho zřetelně vyvinutého terasového stupně Divoké Orlice proti třem říčním akumulacním terasám Tiché Orlice. Vznik terasového systému Tiché Orlice Vavřínová (1942) spojuje s etapovitým výzdvihem Orlických hor. Podle této hypotézy tak mohlo údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány vzniknout až po hlavních etapách výzdvihu jižní části Orlických hor, a to pravděpodobně až v kvartéru.

Neotektonické pohyby se v oblasti Zemské brány projeví zejména v morfostrukturním rozčlenění Orlického hřbetu (Opletal et al. 1980) s výraznou tektonickou dislokací SV–JZ směru. Tato morfologicky významná zlomová zóna je kolmá k hlavnímu orografickému průběhu hřbetové části Orlických hor, v prostoru dnešního údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány. Puklinová měření dále dokládají, že tato poruchová zóna je pravděpodobně styčnou zónou dvou různě vyzdvížených (stoupajících) hrástových bloků. Nasvědčuje tomu i poloha denudačních plošin, které se vyskytují v bezprostředním okolí sevřeného údolí při erozní hraně svahu podél pravého břehu Divoké Orlice o cca 50 m níže než nad protilehlou (levostrannou) erozní hranou svahů.

Tohoto poruchové pásma v orlickohorské antiklinále využil od SV původně svahový tok a již v pliocénu si vyhloubil údolí do méně odolného křídového pokryvu a později se epigeneticky zařezával i do odolnějšího krystalinika, přičemž jeho původní směr, podmíněný strukturními poměry křídových sedimentů, zůstal zachován. Zatímco původní údolí miocenního „divokoorlického toku“ bylo nejspíše při morfofotektonickém rozčlenění a celkovém výzdvihu oblasti Orlických hor v pliocénu opuštěno (Balatka, Sládek 1965). Proces epigenese nasvědčuje uchování svrchnokřídových sedimentů po obou stranách údolí Divoké Orlice. Jejich poloha je však určena především jejich umístěním v zakleslých kráech, která je ochránila před erozně-denudačními procesy.

4. 2 Vývoj reliéfu v kvartéru

Změny klimatických podmínek koncem terciéru a během kvartéru způsobily i změny v intenzitě a typech geomorfologických procesů. Původní neogenní reliéf byl rozčleněn říční sítí a vzniklo také hluboké údolí Divoké Orlice. Nejvýraznější změny a hlavní fáze jeho zahloubení jsou spojeny s kvartérem obdobím vývoje reliéfu. Dnešní modelace povrchových tvarů oblasti Zemské brány je především výsledkem působení klimato-morfofogenetických procesů v kvartéru. Toto území bylo v pleistocénu dlouhá období v periglaciální zóně. Uplatňovaly se exogenní modelační procesy, spojené v obdobích glaciálů zejména s fyzikálním zvětráváním. V pleistocénu zároveň probíhala hloubková eroze Divoké Orlice a v oblasti Zemské brány vzniklo charakteristické údolí se sevřeným příčným profilem. Strmé svahy hlubokého údolí Divoké Orlice



Obr. 9 – Průběh horní erozní hrany a rozvodních hřbetů ve vztahu k údolnímu dnu Divoké Orlice v oblasti Zemské brány. Osa x – vzdálenost od pramene (km), osa y – nadmořská výška (m n. m.), 1 – údolní dno, 2 – erozní hrana při pravém břehu, 3 – erozní hrana při levém břehu, 4 – hřbet – pravý břeh, 5 – hřbet – levý břeh.

byly vytvořeny v odolném krystalinickém podloží jeho intenzivní hloubkovou erozí v porušených horninách zlomové zóny. Během erozivního zahlubování říční sítě se vyšší partie reliéfu měnily na mírné erozní a denudační svahy.

Největší zahloubení údolí Divoké Orlice dosahuje ve střední části studovaného území, tedy v prostoru orlickohorské antiklinály (obr. 9), vymezené dvěma zlomovými pásmy směru SZ–JV. Řeka zde vytváří koryto přímo ve skalním podloží a údolí má sevřený profil typu ostrého „V“. Popisovaný údolní úsek Divoké Orlice vznikl antecedencí (Režný 1975), tedy pomalým výzdvihem skalního podloží centrální části orlickohorské antiklinály v pliocénu a kvartéru. Neotektonické pohyby se projeví ve zvýšené hloubkové erozi Divoké Orlice, která vyvolala rovněž zpětnou erozi na jejích přítocích. Tento proces je nápadný zvláště u Černého potoka, který je pravostranným přítokem Divoké Orlice, a to v prostoru poruchové zóny, omezující jednotky orlickosněžnického krystalinika a krystalinika zábřežské série. Zpětná eroze postupuje v údolí Černého potoka proti směru toku k S a SV.

Dynamika vývoje svahů údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány závisela na intenzitě antecedentního prohlubování tohoto kaňonovitého údolí a dále na měnících se klimato-morfogenetických procesech v podmínkách chladného a semiaridního podnebí glaciálů a sezónně periglaciálního či mírně teplého humidního podnebí interglaciálů a holocénu. V průběhu zahlubování údolí Divoké Orlice vznikala na jeho svazích rozsáhlá skalní defilé. Na obnažených skalních výchozech krystalinických hornin se uplatňovaly především kryogenní procesy mrazového zvětrávání. Reliktem kryogenních procesů z období mladšího pleistocénu jsou v oblasti Zemské brány mrazové sruby s kryoplanáčními terasami a autochtovní kamenná moře. Tvar hlavních údolí byl navíc přetvářen svahovými procesy, např. sesuvy a skalními říčními. Skalní



Obr. 10 – Balvanité řečiště Divoké Orlice v oblasti Zemské brány. Foto E. Vaníčková.

stěny ustupovaly „do svahu“ a vznikaly stupňovité mrazové sruby (Vítek 1975, 1991a). Relikty destrukčních procesů především z období mladšího pleistocénu a holocénu jsou také četné masivní bloky a balvany v řečišti Divoké Orlice (obr. 10). Úpatí svahů často lemuje plášť zvětralin. V teplejších interstadiálech se uplatnila intenzivní soliflukce, jejímž dokladem jsou četné balvanové proudy nebo (méně často) balvanová a kamenná moře. Tyto svahové akumulace obsahují často i sedimentární horniny křídového stáří.

Nejrozšířenějším typem kvartérních uloženin jsou deluviální a deluvio-fluviální sedimenty. Mohutné hlinitopísčité až balvanité svahové akumulace a výplavové kužele jsou zachovány při úpatí a případně ve spodních částech svahů. Počáteční a koncová stádia glaciálů byla příznivá pro sedimentaci písčitých štěrků, do kterých se vodní tok postupně zařezával. Středně a mlado-pleistocenní štěrky zůstaly zachovány podél údolí v podobě nízkých terasových stupňů. Holocenní údolní nivy vznikaly v relativní výšce do 4 m nad současným dnem řečiště Divoké Orlice. Rozsáhlejší akumulace údolní nivy jsou vyvinuty zejména v jižní části sledovaného území, po té co řeka opouští kaňonité údolí orlicko-horské antiklinály.

V současné době probíhají svahové pohyby a občasná skalní řízení v pásmech nestabilních svahů (především nárazové břehy řeky a přítoků) a místy také fluviální sedimentace na dnech údolí. Specifické mikroklimatické podmínky umožňují i nadále sezónní mrazové zvětrávání obnažených skalních výchozů.

5. Závěry

Území Zemské brány v Orlických horách je příkladem morfostrukturního vývoje reliéfu v pestré neotektonické historii SV části Českého masívu. Současný reliéf oblasti Zemské brány je výsledkem integrace neotektonického vývoje a proměnlivých exogenních procesů v mladším kenozoiku. Tento reliéf lze celkově charakterizovat jako erozně-denudační a s výraznými morfostrukturními vlivy geologické stavby a geotektoniky (Vaníčková, Kalvoda 2006).

Nejstaršími povrchovými tvary jsou reliktů přemodelované paleogenní (eocenní) zarovnané úrovně, které představují denudační plošiny v současných nadmořských výškách 580–680 m. Zásadním údajem pro poznání geomorfologického vývoje oblasti Zemské brány, včetně údolí Divoké Orlice, bylo zjištění reliktů fluvialních šterků neogenního stáří (Balatka, Sládek 1965; Klomínský et al. 1994; Prosová 1974).

Geomorfologický vývoj oblasti Zemské brány s hlubokým údolím Divoké Orlice je spojen s neotektonicky podmíněnou změnou svahových poměrů, erozních bází a celkového odvodňování ze směru k J na směr k Z. Vývoj říční sítě studované části Orlických hor byl podstatným způsobem ovlivněn vznikem morfoloogicky výrazné poruchové zóny v prostoru dnešního údolí Divoké Orlice jako důsledek neotektonických pohybů v pliocénu. Neotektonické zdvihy se projevíly epigenetickým a antecedentním vývojem údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány (Režný 1975; Vítek 1991b, 1994). Současné kaňonovité údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány je však kvartérního stáří. Relativně mladý původ severního údolí dokládají i strmé údolní profily, nevyrovnaný spád toku a stále probíhající hloubková eroze.

Směr toku a vznik severního údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány jsou podmíněny geologickou stavbou orlicko-sněžnického krystalinika, jehož morfostrukturní plán je respektován říční sítí a zároveň průběhem erozně-denudačních procesů. Údolí Divoké Orlice protínající orlicko-horskou antiklinálu je tektonicky predisponované. Vliv dislokací na směr údolí je doložen také u přítoků Divoké Orlice, např. u vodního toku ze Žamberských lesů a na Černém potoce. Ostré a často pravouhlé změny směru toku Divoké Orlice jsou podmíněny existencí dvou preferovaných a vzájemně téměř kolmých směrů puklin S–J a V–Z, a také výskytem dalších zlomových linií se směry SZ–JV a SV–JZ. Významný neotektonický vliv dokládá i provedená podrobná analýza údolní soustavy, která svědčí o stále aktivní zpětné a hloubkové erozi Divoké Orlice a jejich přítoků.

Literatura:

- BALATKA, B., SLÁDEK, J. (1962): Říční terasy v českých zemích. ČSAV, Praha, 578 s.
- BALATKA, B., SLÁDEK, J. (1965): Pleistocenní vývoj údolí Jizery a Orlice. Rozpravy ČSAV, řada MPV, 75, Praha, s. 1–84.
- BUDAY, T., KODYM, O. et al. (1961): Tektonický vývoj Československa. ÚÚG, Praha, 254 s. 6 příloh.
- CUCOVÁ, M. (1990): Geodynamické jevy na Divoké Orlici od Zemské brány k Potštejně. Diplomová práce. PřF UK v Praze, Praha. 58 s., 25 příloh.
- CZUDEK, T. (ed., 1972): Geomorfologické členění ČSR. *Studia geographica*, 23, Brno, s. 1–137.
- CZUDEK, T. (2005): Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru. Moravské zemské muzeum, Brno, 238 s.
- ČECH, S., red. (1996): Geologická mapa 1:50 000. List 14–14 Žamberk. ČGÚ, Praha.
- DEMEK, J. et al. (1965): Geomorfologie českých zemí. ČSAV, Praha, 336 s.

- DEMEK, J., KOPECKÝ, J. (1995): Geomorfologická mapová studie listu státní mapy 1:50 000 Žamberk 14–14. PŘF Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc., 44 s., 3 přílohy.
- DEMEK, J., KOPECKÝ, J., VÍTEK, J. (1997): Geomorfologické poměry listu základní mapy Žamberk 14–14 ve východních Čechách. Sborník Geografie, IX, Brno, s. 23–57.
- FAJST, M. (1974): Geneze klenbových struktur východní části Českého masívu. Zpráva o vědeckovýzkumné činnosti v roce 1974. Ústav geologických věd Karlovy univerzity v Praze, Praha 1975, s. 19–21.
- FAJST, M. (1979): Geologická pozice křemeno-živcových rul orlicko-kladské klenby na základě studia mezoskopických struktur. Kandidátská práce. PŘF Univerzity Karlovy v Praze, 166 s., 16 příloh.
- CHLUPÁČ, I. et al. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 436 s.
- KLOMINSKÝ, J. (ed., 1994): Stratigrafický atlas České republiky. ČGÚ, Praha, 17 příloh.
- KUNŠT, J., ZOUBEK, V., eds. (1968): Československá vlastivěda. Díl 1 – Příroda. Svazek 1 (geologie, fyzický zeměpis). Orbis, Praha, 852 s.
- MATEJKA, A. (1925): Příspěvek ku geologii údolí Divoké Orlice mezi Bartošovicemi a Nekoňí (list Vamberk). Věstník SGÚ, 1, Praha, s. 142–150.
- MÍSAŘ, Z. (1983): Geologie ČSSR I. Český masív. SPN, Praha, 333 s.
- OPLETAL, M. (1959): Geologické mapování Orlických hor 1:25 000 M–33–70–C–a (Kláštelec nad Orlicí). Generální štáb lidové armády. Archiv ČGÚ, Praha.
- OPLETAL, M. et al. (1980): Geologie Orlických hor. Academia, Praha, 202 s.
- PAUK, F. (1932): Příkrovová stavba orlicko-kladské klenby. Práce a studie – Příroda, 9, Pardubice, s. 7–32.
- PRACLÍK, J., ZÁLIŠ, Z. et al. (1967): Závěrečná zpráva o vyhledávacích pracích na radioaktivní surovině v oblasti Orlických hor. Geologický průzkum n.p., závod Nové Město na Moravě. MS Geofond, Praha, 112 s. 54 příloh.
- PROSOVÁ, M. (1974): Geneze reliktního terciéru (SV část Českého masívu). Ústav geologických věd PŘF Univerzity Karlovy v Praze, Praha, 99 s.
- REŽNÝ, K. (1975): Geologické vycházky okresu Ústí nad Orlicí. OPS, Ústí nad Orlicí, 44 s.
- REŽNÝ, K. (1976): Rychnovsko – zeměpisné vycházky. Odbor školství, ONV, Rychnov nad Kněžnou, 118 s.
- REŽNÝ, K. (1979): Skalní tvary v Orlických horách a Podorlicku. Okresní muzeum Orlických hor a Okresní kulturní středisko v Rychnově nad Kněžnou, Rychnov nad Kněžnou, 45 s.
- ROČEK, Z. et al. (1977): Příroda Orlických hor a Podorlicka. Okresní muzeum Orlických hor ve spolupráci s Krajským muzeem v Hradci Králové. SZN, Praha, 660 s.
- SVOBODA, J., CHALOUPSKÝ, J. et al. (1961): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000. List M–33–XVII Náchod. ÚUG, Praha, 185 s. 1 příloha.
- SVOBODA, J. et al. (1964): Regionální geologie ČSSR. Díl I. Český masív. Svazek 2. Algonkium-kvartér. ÚUG, Praha, 544 s.
- VANIČKOVÁ, E. (2005): Geomorfologický vývoj údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány. Magisterská práce. PŘF Univerzity Karlovy v Praze, 192 s., 7 příloh.
- VANIČKOVÁ, E. (2007, v tisku): Přírodní rezervace Zemská brána v Orlických horách. Sborník Orlické hory a Podorlicko, Rychnov nad Kněžnou.
- VANIČKOVÁ, E. (2007, v tisku): Geomorfologický vývoj Zemské brány v Orlických horách. Východočeský sborník přírodovědný, Práce a studie, Pardubice.
- VANIČKOVÁ, E., KALVODA, J. (2006): Geomorfologický vývoj údolí Divoké Orlice v oblasti Zemské brány, Orlické hory. In.: Smolová, I. (ed.): Geomorfologické výzkumy v roce 2006. Vydavatelství UP v Olomouci, Olomouc, 300–305 s.
- VAVŘINOVÁ, M. (1942): Geomorfologický vývoj středního povodí Tiché a Divoké Orlice. Sborník ČSZ, 47, Praha, s. 77–82.
- VAVŘINOVA, M. (1946): Geologie jihozápadního podhůří Orlických hor a okolí Kyšperka a jeho saxonská tektonika. Sborník SGÚ, 13, Praha, s. 342–376.
- VÍTEK, J. (1975): Kryogenní tvary v Orlických horách. Sborník ČSZ, 80, č. 3, Praha, s. 184–192.
- VÍTEK, J. (1991a): Chráněný přírodní výtvar – Zemská brána. Geologicko-geomorfologická inventarizace. Rezervační kniha. Archiv AOPK ČR, Praha, 19 s.
- VÍTEK, J. (1991b): Zemská brána – příklad epigenetického údolí. Geologický průzkum, 12, Praha, s. 374.
- VÍTEK, J. (1994): Práhlomová údolí v Orlických horách. Panorama, 2, Dobré, s. 52–62.
- VÍTEK, J. (2000): Krajinou severovýchodních Čech. OFTIS s.r.o., Ústí nad Orlicí, 168 s.

ŽATEČKA, P. (1996): Vývoj říčního systému v povodí nejhořejší Tiché Orlice. Orlické hory a Podorlicko, 8, Rychnov nad Kněžnou, s. 17–24.

ŽIŽKOVSKÝ, K. (1968) : Geologické poměry v území mezi Kláštercem nad Orlicí a Kunvaldem. Diplomová práce. Katedra geologie na PřF Univerzity Karlovy v Praze, Praha. 68 s., 12 příloh.

Summary

GEOMORPHOLOGICAL EVOLUTION OF THE RIVER DIVOKÁ ORLICE VALLEY IN THE ZEMSKÁ BRÁNA GATE AREA

Geomorphological analysis suggests that the canyon shaped valley of the Divoká Orlice River in the southern part of the Orlické hory Mountains is both epigenetic and of antecedent origin. Findings of morphostructural and climate-morphogenetic relief features enable to ascertain the main stages of the geomorphological evolution of the Zemská brána Gate area in the Late Cainozoic. Its varied landforms originated by denudation and erosion, but they have conspicuous features of morphostructural and neotectonic patterns.

The present-day landforms of this part of the Orlické hory Mountains are above of the Quaternary age. However, the oldest landforms are relics of a planation surface probably of Palaeogene age, which are preserved as denudational platforms at altitudes between 580 – 680 m. Geomorphological positions of Neogene fluvial accumulations suggest that draining of this region was still directed in the Miocene to the S and SW (E) toward a marine basin. Geomorphological evolution of the Zemská brána Gate area was connected with neotectonically stimulated changes of slope conditions, erosion bases and general draining to the west. The Palaeogene georelief was cut down by denudation during the uplift of the Orlické hory Mountains in the Late Cainozoic.

In addition, river erosion continued in E–W and NE–SW direction which accentuated a new pattern of the river network. The Divoká Orlice River follows a conspicuous discontinuity zone across this dissected vault of the mountains. Already in the pre-Quaternary period, it hollowed a valley in the Cretaceous sediments and later also cut epigenetically more resistant crystalline rocks.

The present-day canyon shaped valley of the Divoká Orlice River in the Zemská brána Gate area is of Quaternary age. It developed during an uplift of the Orlické hory Mountains. The relatively young age of this antecedent valley is manifested by its steep cross profiles and continuing downward and backward erosion. Evolution of slopes in the Divoká Orlice River valley depended on the intensity of antecedent cutting and on changes of climate-morphogenetic processes in the Quaternary. In the course of the river erosion, crystalline rocks were constantly exposed and steep rocky slopes developed. In recent landform changes, slope movements, including rockfalls on steep erosion-denudation slopes and seasonal cryogenic weathering of rocky slopes, are conspicuous.

Fig. 1 – View of the canyon-shaped valley of the Divoká Orlice River in the Zemská brána Gate area in the N–W direction to the Czech–Poland border. Photo E. Vaníčková.

Fig. 2 – Geomorphological map of the Zemská brána Gate area (Vaníčková 2005). A. Structural (endogenetic) landforms: A1 – structural platforms and gentle slopes (gradient of slope 0–5°; A2 – structural ridge, rocky ridges. B. Exogenetical landforms: I. Erosion-denudational landforms: a) fluvial landforms: B1a1 – erosion furrows, channels (a – constant, b – occasional); B1a2 – small “V” shaped Halley (considerable) erosion furrows; B1a3 – gully, B1a4 – rock steps in the riverbed, rock bars; B1a5 – oxbow lake; B1a6 – spring; b) gravitational landforms: B1b1 – landslides (slope breaking, scar of landslide); c) cryogenic landforms: B1c1 – frost-riven scarps, tors (residual rocks); B1c2 – rock walls (ledge) formed by cryogenic weathering; B1c3 – dells; d) polygenetical landforms: B1d1 – erosion-denudation platforms and very gentle slopes, gradient of slope 0–2° (denudation slopes) – platforms of peak (k – crystalline, m – Mesozoic); B1d2 – erosion-denudation platforms and very gentle slopes, gradient of slope 0–2° (denudation slopes) – platforms of saddle (k – crystalline, m – Mesozoic); B1d3 – erosion-denudation platforms and very gentle slopes, gradient of slope 0–2° (denudation slopes) – platforms of slope (k – crystalline, m – Mesozoic); B1d4 – erosion-denudation gentle slopes (erosional slopes), gradient of slope 2–5°; B1d5 – Neogene fluvial accumulations (Neogene gravels), gradient of slope max. 5°; B1d6

– erosion-denudational middle slopes (erosional slopes), gradient of slope 5–15°; BId7 – erosion-denudational steep slopes (erosional slopes), gradient of slope 15–25°; BId8 – erosion-denudational very steep slopes (erosional slopes), gradient of slope 25–35°; BId9 – erosional slopes, gradient of slope more than 35°, rock wall (precipice); BId10 – narrow rock ridges intersected Halley-slopes; BId11 – rock outcrops. II. Accumulational landforms: a) fluvial landforms: BIIa1 – floodplain (Holocene); BIIa2 – river terrace (Pleistocene); BIIa3 – alluvial fan; BIIa4 – fluvial islands and gravel banks; b) gravitational landforms: BIIb1 – talus, talus dump and field, rockfall (a – Mesozoic, b – crystalline); BIIb2 – landslides (landslides colluvium); c) cryogenic landforms: BIIc1 – stone (block) fields; BIIc2 – block (stone) streams; BIIc3 – boundary of the area under study (model region Zemská brána Gate); BIIc3 – Divoká Orlice River.

- Fig. 3 – Frequency of crack directions (grad) of localities on the left riverside (left) and right riverside (right) of the Divoká Orlice River (Vaničková 2005)
- Fig. 4 – Tectonic sketch of the Zemská brána Gate area (Vaničková 2005). Compiled according to Cucová (1990), Čech (1996), Fajst (1979), Matějka (1925), Opletal (1959) and Žižkovský (1968). Numbers 1–29: numeric marking of fault lines; a – limits of the studied area: Zemská brána Gate area, Orlické hory Mountains; b – water streams; c – fault lines verified (ascertained) assumed; d – overfault ascertained (assumed).
- Fig. 5 – The length of the stream valley (axis y), including the Divoká Orlice River, and dislocations of individual directions in the Zemská brána Gate area (in metres; Vaničková 2005). In key downward: Divoká Orlice, right-side tributaries, left-side tributaries, dislocation. S – north, J – south, V – east, Z – west.
- Fig. 6 – A stone bridge over the Divoká Orlice River in the Zemská brána Gate area. Photo E. Vaničková.
- Fig. 7 – The series-profile of the Divoká Orlice River valley in the Zemská brána Gate area (Vaničková 2005). Axis x – distance (km), axis y – altitude (m a.s.l.).
- Fig. 8 – Etchplains of the central Orlické hory Mountains with the Divoká Orlice River valley, in the Zemská brána Gate area. Photo E. Vaničková.
- Fig. 9 – The course the upper erosion edge and watershed ridges and their relation to the riverbed of the Divoká Orlice in the Zemská brána Gate. Axis x – distance from the source (km), axis y – altitude (m a.s.l.) 1 – river-bed, 2 – erosion edge – right valley side, 3 – erosion edge – left valley side, 4 – ridge – right valley side, 5 – ridge – left valley side.
- Fig. 10 – The bouldery riverbed of the Divoká Orlice in the Zemská brána Gate area. Photo E. Vaničková.

(Autorka je postgraduální studentkou katedry fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2; e-mail: vanickova.eva@centrum.cz.)

Do redakce došlo 25. 10. 2006