SBORNÍK ČESKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI
ROČNÍK 1994 • ČÍSLO 1 • SVAZEK 99

VÍT VILÍMEK

PŘEHLED GEOMORFOLOGICKÝCH VÝZKUMŮ STŘEDNÍ ČÁSTI KRUŠNÝCH HOR

V. V i l í m e k: *The Review of the Geomorphological Research in the Central Part of the Krušné hory (Ore Mountains).* - Sborník ČGS, 99, 1, 29 - 38 (1994). - The Ore Mountains belong among thoroughly investigated parts of the Bohemian massif. The survey of geomorphological research is related to the Kateřinohorská klenba Dome. Some geomorphologically relevant information are to be found in geological literature, too.
KEY WORDS: planed surface - slopes - periglacial modelling.

1. Úvod

Krušné hory patří k jedněm z našich nejlépe prozkoumaných oblastí, a to zejména z hlediska geologie. Práce s geomorfologickou tematikou nejsou již tak početné, ovšem řada informací důležitých pro geomorfology je zahrnuta i v pracích geologů.

Přehled geomorfologických výzkumů byl zpracován ve vztahu k oblasti kateřinohorské klenby, která se nachází ve střední části Krušných hor (viz obr. 1).

Geomorfologicky zaměřené práce přehledně shrnuje Král (1968). Do první skupiny řadí ty geologické práce, které se nezabývají přímo geomorfologií, v nichž ale nalezneme údaje, které jsou pro geomorfologický výzkum důležité. Jsou to např. práce J. Jokélyho, G. Laubeho, A. Sauera, všichni in Král (1968). Sem řadí i vysvětlivky k přehledným geologickým mapám 1 : 200 000.

Nejstarší geomorfologické práce, jak poznamenává Král (1968), kladou důraz na erozní činnost řek a vývoj údolí chápou v závislosti na strukturních podmínkách. Náleží sem práce Lohrmanna (1898) a Rathsburga (1904), který se zabývá i paleogeografickými otázkami a všímá si rozdílu v morfologii různých údolí. Danzer (1922) kromě řady geologických poznatků poukazuje na skutečnost, že při zahlubování Ohře dochází k zesílené erozi svahových potoků.

Třetí skupina prací se zabývá parovinnými plochami a je poměrně početná. Ze starších německých prací uvedl Král (1968) mimo jiné Rasmusse (1913). Někteří autoři teorii A. Pencka o samostatnosti denudačních úrovní s odlišným stářím přejímají (např. Büdel, 1935), jiní ji odmítají, např. Käubler (1968). Další názory nalezneme v pracích Neefa (1955), Czudka (1960), Poštolky (1972) a Šťovíčka (1973). Ze starších autorů bych chtěl jmenovat ještě Rathsburga (1904).

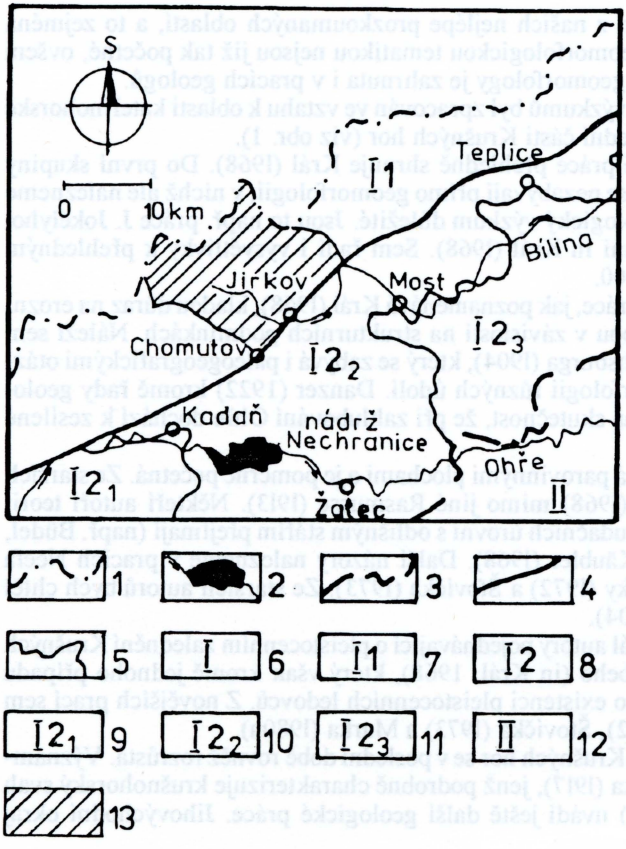
Do čtvrté skupiny řadí V. Král autory pojednávající o pleistocenním zalednění Krušných hor. Mimo jiné uvádí G. Laubeho (in Král, 1968), který však kromě jednoho případu nenalézá žádné jiné důkazy pro existenci pleistocenních ledovců. Z novějších prací sem můžeme zařadit Poštolku (1972), Šťovíčka (1973) a Marka (1980a).

Soubor prací o jižním svahu Krušných hor se v poslední době rovněž rozrůstá. Významná je starší práce Machatscheka (1917), jenž podrobně charakterizuje krušnohorský svah a kategorizuje jej. Král (1968) uvádí ještě další geologické práce. Jihovýchodní okraj

Krušných hor rovněž studoval Váně (1960) a cenným přínosem je i práce Růžičkové et al. (1987). O pleistocenních periglaciálních klimatických podmínkách, pojednávají např. A. Rathsburg a J. Büdel (oba in Král, 1968). J. Büdel v roce 1944 poznamenává, že W. M. Davis a A. Penck (oba in Büdel, 1944) vybudovali učebnice na základě endogenní dynamiky a že nebyl brán zřetel na klimamorfogenetické podmínky. Z novějších prací můžeme jmenovat např. Czudka (1960), Czudka - Demka (1961) a Škvora (1969).

2. Zarovnané povrchy a úvalovitá údolí

Problematikou zarovnaných povrchů se v nejbližším okolí zájmového území (viz obr. 1) zabýval ze starších autorů Rathsburg (1904). O oblasti Flájí uvádí, že hřeben tvoří široká a skoro plochá rovina s pokryvem rašeliny o průměrné nadmořské výšce 800 - 900 m. Na dvou místech klesá pod 800 m n.m. (přičemž jedno z nich je v studované oblasti, a to u Nové Vsi v Horách). Již v mladším karbonu a permu musely být Krušné hory snižovány postupně až na dnešní denudační úroveň. To dokazuje tvorba sedimentů karbonu, která je na více místech Krušných hor. O vrstvách písků a štěrků, které jsou kryty bazaltovým pokryvem tvrdí, že jsou oligocenního stáří. Rassmuss (1913) píše o usazeninách oligocenního stáří, které se skládají z křemenných štěrků a písků, částečně sekundárně zpevněných v konglomeráty. Nacházíme je na zarovnaných plošinách, které jsou rozčleněny řekami a musí být tedy stejně staré nebo o něco starší než údolí. Začátek



Obr. 1 - Geomorfologické členění: 1 - státní hranice, 2 - vodní toky (s vodní plochou), 3 - hranice subprovincie, 4 - hranice oblasti, 5 - hranice celku, 6 - Krušnohorská subprovincie, 7 - oblast Krušnohorská hornatina, 8 - Podkrušnohorská oblast, 9 - celek Doupovské hory, 10 - celek Mostecká pánev, 11 - celek České středohoří, 12 - subprovincie Česká tabule, 13 - mapované území. (Podle Jurigové et al., 1986.)

formování dnešního reliéfu severního a jižního svahu Krušných hor klade Rathsburg (1904) do mladších třetihor. Elevace, které se na zarovnaných plošinách vyskytují, mají charakter plochých kopců. Měkké formy podmiňuje výskyt fylitů, ostřejší tvary pak břidlice a bazalty. Vrcholové části Krušných hor si rovněž všímá Laube (1876). Popisuje náhorní plošinu, jak tuto zarovnanou úroveň nazývá, která jen mírně klesá k S a SZ. Je jemně zvlněná plochými a širokými údolími.

Vysvětlivky ke geologické mapě v měřítku 1 : 25 000 se v zájmové oblasti danou tematikou denudačních úrovní nezabývají. Názory na stáří a vývoj denudačních plošin v Krušných horách lze rozdělit do dvou kategorií. První skupina, jejíž myšlenky prosazoval již Machatschek (1917), uvažuje o původně jednotné ploše, která byla druhotně rozlámána a posunuta do různých výšek. Dnes se k ní navrací Král (1968) a Šťovíček (1973). Tuto teorii v zásadě potvrzuje i H. Richter a R. Käubler oba in Král (1968). Obecně zastávají obdobný názor i Czudek (1960) a Votýpka (1975).

Podle druhé skupiny názorů jsou zarovnané povrchy v Krušných horách uspořádány do tří výškových úrovní, které představují tři samostatné parovinné stupně vzniklé ve třech různých obdobích třetihor. Toto pojetí nalezneme i u J. Büdela a J. F. Gellerta (oba in Král, 1968). Zarovnanými povrchy, které se rozkládají přímo v zájmovém území, se v poslední době zabýval např. Šťovíček (1973). Plošinné tvary rozdělil do tří kategorií: 1/ denudační úrovně, 2/ plošiny na sedlech a 3/ vrcholové strukturní plošiny. Denudační úrovně, které jsou zastoupeny nejpočetněji (druhými dvěma typy se již pak nezabývá), rozdělil podle výskytu na mapě do tří oblastí - západní, střední a východní. Všechny mají různou vnitřní výškovou členitost. V západní části - 71 m, ve střední části - 63 m a ve východní části - 7 m. Rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší polohou (ze všech tří částí) je již ale mnohem větší - 208 m. Tuto skutečnost vysvětluje autor tím, že mezi všemi oblastmi vedou mladé příčné zlomy, které Kopecký (1972) řadí do pleistocénu. Šťovíček (1973) se tedy ve shodě s Machatschekem (1917) přiklání k názoru o původně jednotné parovině s výhradou, že nejde o starý terciérní povrch, nýbrž o bazální zvětrávací plochu v rovnovážném stavu. Stejný názor nalezneme i v pracích starších, např. Krále (1968) a Czudka - Demka (1970). Názor, že dnešní zarovnaný povrch není původní paleogenní parovinou zastává i Neef (1955). Tato úroveň odpovídá Büdelově "dolnímu zarovnanému povrchu", J. Büdel in Czudek - Demek (1970). Oba dva jmenovaní autoři však považují za vhodnější termín "etchplain" a podotýkají, že z hlediska teorie dynamické rovnováhy není etchplain v současném mírném humidním klimatu tvarem disharmonickým. Král (1982) uvádí, že E. J. Wayland použil termín etchplain ještě před J. Büdelem a oba dospěli ke stejné teorii. Rovněž uvádí, že termín "parovina" bude nutno nahradit "zarovnaným povrchem", pokud nebude užíváno "etchplain". Domnívá se tak proto, že současný povrch není již dávno totožný s původní parovinou, ale je podstatně snížen. V roce 1968 týž autor uvádí, že již při ukládání spodnooligocenních sedimentů byl původní povrch odnosem snížen o 30 - 50 m, snad i o 100 m. Vyvozuje tak z mocnosti zvětralin v podloží pánví. Skutečnost, že byla bazální zvětrávací plocha dále snižována, dokazuje rovněž Král (1968): "... Tak i největší zachovaný zbytek této plochy na východním okraji zkoumaného území je denudací snížen o 40 m proti předmiocenní úložné ploše čediče Jelení hory." Zbytky zarovnané plochy byly ještě v pleistocénu modelovány erozí, soliflukčními a mrazovými procesy.

F. Králík in Škvor (1969) se zamýšlí nad podílem kryoplanačního snížení vrcholků Krušných hor a uvádí, že při jednom kryoplanačním cyklu došlo ke snížení asi o 12 m. Údaj je vztažen na území, které se nachází na geologické mapě na listu M-33-51-B Jirkov.

Původní povrch paroviny se podle Šťovíčka (1973) ve studovaném území nikde nezachoval. Dva čedičové výlevy na Jedlové (853 m n.m.) a Mračném vrchu (853 m n.m.) nemají v podloží žádné zvětraliny, podle nichž by byla stanovena výšková úroveň původního povrchu. Podle Krále (1968) se původní předoligocenní povrch (parovina) zachoval

jen na velmi malých plochách v podloží spodnooligocenních sedimentů. Dále uvádí, že pouze s velkými výhradami můžeme toto časové určení přenášet na nejblíže položené denudační úrovně v téže nadmořské výšce. V souladu se závěry Krále (1968) potvrzuje Šťovíček (1973), že plošné vymezení denudačních úrovní je podstatně menší, než jak stanovil Machatschek (1917).

V zájmovém území pracoval rovněž Poštolka (1972). V teoretických úvahách vychází ze souhrnné práce Krále (1968). Zvolil však jiná kritéria sklonu pro určování hranic denudačních úrovní (až do 4° - 5°). Mladší pokryvné fosilní zvětraliny, které hrají stěžejní roli při určování stáří a vývoje zarovnaných povrchů, uvádí na několika místech. Nejbližším známým výskytem byly do té doby písčité zvětraliny v podloží Kamenného vrchu (842 m n.m.). Další eluvia se nacházejí na jižním úbočí Jeleního vrchu a v ploché depresi mezi Jelením vrchem a Kamennou horou, jedná se o písčité fosilní zvětraliny pleistocenního stáří. V druhém případě došlo k odkryvu vedle lesní cesty v nadmořské výšce 835 - 840 m. Další místa se nacházejí v podloží rašelinišť. Na základě studia pokryvných rašelin stanovuje přibližnou výškovou úroveň denudačních povrchů ve vrcholové části Krušných hor na konci pleistocénu, a to s vyloučením mladších tektonických pohybů významnějšího rázu. Úroveň povrchů se pohybuje od 780 do 835 m n.m. V oblasti Novodomského rašeliniště např. 815 - 820 m n.m. "Zbytky nižších zarovnaných povrchů v Krušných horách jsou označeny jako povrch zlomových stupňů - odpovídají tedy představám o složitějším, alespoň dvoufázovém výzdvihu Krušných hor" (Poštolka, 1972).

Ve vztahu k tektonickým pohybům uvádí Král (1971), že tam, kde je nápadný výškový rozdíl mezi sousedními zarovnanými povrchy (např. 100 m), lze uvažovat i bez geologického pozorování o zlomové linii. Zároveň dokumentuje vztah zarovnaných povrchů a třetihorních vulkanitů. Bazální předvulkanický povrch v jižním předpolí Doupovských hor lze datovat, neboť celá sopečná činnost Doupovských hor, jak uvádí J. Svoboda in Král (1971), náleží k I. neovulkanické fázi Českého masivu. Zarovnaný povrch má pak tedy spodnomiocenní stáří. Nejmocnější vrstvy zvětralin se dochovaly na krách poklesl ých v době saxonských pohybů, v podkrušnohorských pánvích. V sokolovské pánvi mají tyto zvětraliny mocnost i přes 100 m (Buday et al., 1961). Zvětralinový plášť byl postupně při zdvihu Krušných hor odnášen a zdá se, píše Král (1968), že v době, kdy docházelo k sedimentaci souvrství spodního oligocénu, byl již odnos starších útvarů ve značně pokročilém stádiu. Cílek (1964) uvádí zřejmou denudaci před nebo při svrchnokřídové transgresi. V souladu s tím tvrdí Lochmann (1971), že nikde v Krušných horách nebyly dosud bezpečně zjištěny fosilní zvětraliny předoligocenního stáří.

J. Büdel in Král (1971) stanovil kritéria pro rozlohu zarovnaných povrchů. Musí dosahovat nejméně 0,6 ha (75 × 75 m) a sklon nesmí překročit 2°. Král (1971) však nesouhlasí s plošným omezením, neboť u takto ohraničených ploch lze těžko určit vztah ke geologické struktuře, aby mohla být zachována podmínka, že zarovnané povrchy se rozkládají na různě starých a odolných horninách. Tento autor píše, že pokud je třeba stanovit minimální plošné omezení, je vhodnější 200 × 200 m (4 ha). Se sklonovým omezením J. Büdela nesouhlasí Poštolka (1972). Při terénních pracích zjistil, že je vhodnější volit poněkud větší rozpětí sklonu. Hranici stanovil na 4°- 5°. Stejný názor zastával i Šťovíček (1973).

Ve vrcholové části převládají široce rozevřená a mělká úvalovitá údolí. Jedná se o pramenné části potoků s nevýrazně vyvinutou údolní nivou, která bez zřetelných hranic přechází do okolních svahů. Druhým méně častým typem jsou hluboká erozní údolí ve tvaru "V" s příkrými svahy. Údolní niva je jen velmi úzká nebo zcela chybí.

Otázku vzniku úvalovitých údolí (v německy psané literatuře "Dellen") shrnuje H. Schmitthenner in Macka - Demek (1956): "... vznikaly společnou činností splachu, klouzání sutí a jejího odstraňování. Vznikaly dříve i dnes." Zcela odlišný názor zastává Büdel (1937). Popírá možnost, že by v dnešní době a v našem podnebí docházelo na svazích mírnějších než 17° - 27° ke klouzání sutí. Svahy úvalovitých údolí mají vesměs

sklon menší než uvedené hodnoty. Vznik těchto údolí řadí do ledových dob, kdy pomalu se pohybující suťové soliflukční proudy obrušovaly podloží a vytvářely podstatnou část údolí. Soliflukce byla podle něj nejdůležitějším činitelem tam, kde bezprostředně nepůsobil ledovec. Rovněž H. Kellersohn in Macka - Demek (1956) považuje vznik úvalovitých údolí za výsledek pleistocenních denudačních pochodů. Třetím názorem na vznik úvalovitých údolí je možnost, že se jedná o tvary staršího humidního cyklu, kde geomorfologický cyklus dospěl do pokročilého stádia vývoje a na dolních a středních úsecích byl dodatečně prořezán mladší erozní činností. Zastánce tohoto názoru je Krejčí (1935). Rovněž Macka - Demek (1956) se přiklánějí k názoru o příslušnosti úvalovitých údolí ke staré říční síti. Periglaciální modelace sice také přispěla, ale nebyla rozhodující. Výsledkem z tohoto období bylo zanesení dolních částí svahů hrubšími i jemnějšími zvětralinami. J. Krejčí dále uvádí, že některé části údolí bývají trvale nad hladinou podzemní vody, a proto je někdy potoční koryto nezřetelné, jinde vyschlé. Určení stáří erozního cyklu, jehož zachované tvary se nalezly, bude možné až při posouzení širší oblasti.

3. Svahy

Král (1968) pohlíží na svahy Krušných hor ze dvou hledisek: 1/ geneticky (denudační, strukturní a zlomové svahy), 2/ morfologicky. Syntézou obou hledisek vytvořil tyto kategorie svahů: a) mírné erozně denudační, b) příkré erozně denudační, c) strukturní svahy čedičových lávových příkrovů, d) výrazné zlomové svahy, e) méně výrazné zlomové svahy, které byly rozrušeny erozí svahových potoků. Nejrozšířenější jsou mírné erozně denudační svahy. Zpětnou erozí potoků jsou rozrušovány a přecházejí v příkřejší svahy. Pro jejich dnešní tvar měla rozhodující význam pleistocenní soliflukce. V tom se shodují A. Rathsburg a J. Büdel oba in Král (1968). Zahlubování potoků začalo v pliocénu a intenzivně probíhalo i v teplejších obdobích pleistocénu, neboť jej vyvolaly pliocenní zdvihy a pleistocenní klimatické změny.

Následující souhrn názorů se týká jv. svahu Krušných hor. Ve vymezeném území a rovněž v. odtud mapoval Šťovíček (1973). Uvádí, že zlomové části jv. svahu jsou poměrně dobře vyvinuty. Přerušeny jsou jen v místech, kde ústí vodní toky, jež vedou z hor do pánevní oblasti. V těchto místech se podél potoků vytvořily svahy erozní. Z pěti základních typů svahů, které rozlišil Machatschek (1917), jsou v daném území dva, a to druhý a třetí v pořadí. První z těchto dvou charakterizoval jako mírnější, nad jehož úpatím je zachován mladý zlomový stupeň. Nachází se mezi Horním Jiřetínem a Litvínovem. Na něj navazuje další typ svahu, jenž se vyskytuje mnohem řidčeji. Zlomový stupeň zasahuje až do hřebenové oblasti a jako plochý povrch splývá s vrcholovou partií. Příkrý svah je vysoký až několik set metrů. Mladý zlomový stupeň Machatschek (1917) dokazuje tak, že se zachovala poměrně ostrá horní hrana a příkrý sklon zlomových faset. Píše i o geologickém důkazu: "Že se jedná o mladý zlomový stupeň, dosvědčuje jak geologický nález (zejména výskyt sedimentárních hrud v silně rozrušeném souvrství a zvláštní povaha krystalinických hornin na okraji pohoří), tak i jeho morfologicky zachovalý stav (rozuměj svahu)..."

Typ svahu číslo tři (podle Machatschekova dělení) probíhá od Horního Jiřetína až k údolí Kundratického potoka. Všechna údolí potoků, které tečou kolmo na úpatí, byla založena tektonicky. Erozní činnost vody však již původní zlomový charakter svahů setřela a dnes se jeví jako erozní. Spodní hranici těch úseků jv. krušnohorského svahu, které Šťovíček (1973) označil jako zlomové, klade na hranici terciérních sedimentů a krystalinika. Král (1968) o krátkých, svahových tocích na jv. okraji Krušných hor píše, že směr toků zhruba odpovídá největšímu spádu. Na určitých úsecích je nutné předpokládat i přizpůsobení směru tektonickým liniím nebo geologické struktuře. Obecně však geologické struktury a litologie podmiňují (až na výjimky) jen detailní modelaci.

Nedaleko odtud, v širším okolí Chomutova, mapoval Poštolka (1972), který soudí, že zlomové svahy se nijak výrazně neprojevují. Okraj pohoří totiž tvoří velice mírné a plynulé svahy, přecházející bez patrnějšího rozhraní do ploché pánevní oblasti. Tento autor rovněž potvrzuje, že úpatí Krušných hor se nekryje s rozhraním krystalinika a pánevních sedimentů, ale je posunuto ponČkud k JV.

Šebesta (1984) použil při zkoumání krušnohorského svahu interpretace leteckých snímků. Fotolineace tektonického charakteru sledoval na základě povahy říční sítě. Zóny mylonitizované a částečně zvětralé mají větší zvodnění, což se může projevit na vegetaci. Na ukloněných zlomových plochách probíhá eroze téměř plošně a pokud tato nepůsobí blízko lokální erozní báze je zpětná eroze omezena. Okrajový krušnohorský svah nejlépe splňuje požadavky, které uvedl Thornbury (1969) pro zařazení do kategorie "zlomový svah". Jedná se o přímočarý průběh zlomového svahu bez ohledu na starší geologickou strukturu, výskyt facetových ploch a úpatních sníženin pod svahem často se suťovými prameny.

Náznak schodovitého pojetí krušnohorského svahu lze nalézt u Machatscheka (1917). Blokovou stavbu předpokládal i Král (1966). Marek (1980a) se nedomnívá, že by schodovitost svahů byla výsledkem pouhého diferencovaného výdvihu jednotlivých bloků. Předpokládá též poklesy bloků, které lze zahrnout buď do tektonických poklesů nebo jsou svéráznou formou blokových svahových pohybů gravitačních. Tektonické pukliny dokazuje ve štolách pod zámkem Jezeří Marek (1980b).

Rybář (1980) uvádí, že řada svahů je porušena pomalými pohyby o nízké rychlosti. Vzhledem k působení denudačních procesů jsou morfologické znaky těžko identifikovatelné. Blokové rozčlenění pokračuje za zdánlivou hranou svahu (tj. vrchol Jezeří), to znamená až po Medvědí skálu. Projevuje se to existencí izolovaných návrší se skalními výchozy v centru. Od sebe jsou odděleny mísovitými depresemi s eluviální výplní. Bez ohledu na to, zda schodovitý svah vznikl pouze diferencovaným výzdvihem bloků, je v každém případě zřejmé, že docházelo k zvýraznění a zpříkření svahů. Tak vznikly podmínky pro tvorbu nejrůznějších forem rychlých svahových pohybů. Existenci blokové stavby potvrdily i nejnovější práce - Kopecký et al. (1985) a Zeman (1988). První z nich dokazuje na základě geofyzikálních indicií, že stupňovitost pokračuje i pod pánevní výplní. Zeman (1988) dává kerné pohyby do souvislosti především s příčným systémem zlomů. Kry v různých nadmořských výškách se skládají z hornin o stejné odolnosti proti denudaci.

Váně (1960) popisuje Šibeniční hůrku, která se před odtěžením nalézala 1,2 km severně od Kundratric, jako velmi starý a zcela uklidněný sesuv. Nebyly totiž nalezeny žádné známky mladších svahových pohybů. Sesuv mohl být již částečně denudován a jeho původní tvar zastřen dalšími sesuvy i běžnými sutěmi. Sesuv je nejspíše pleistocenní. E. Růžičková a A. Zeman měli možnost sledovat postup skrývkových prací na této lokalitě a objevila se tak nová fakta. Problematické otázky však zůstávají. "Těžko si lze představit zachování celistvosti kaolinizovaných rul vzhledem k transportu z krušnohorského svahu", uvádějí Růžičková et al. (1987). Návrh vysvětlení podává S. Hurník v téže práci: "Zřícení a překocení proběhlo za dočasného zpevnění." Pojivem rozumí půdní led. K sesuvu by tedy muselo dojít v chladném období pleistocénu. Uvolněná část permafrostu s masou hornin získala dnešní pozici až dodatečně. Problémem ovšem zůstává možnost zachování zvětralinového pláště krystalinika na svahu hor až do kvartéru. Rybář (1982) tvrdí, že skalní řícení proběhlo opakovaně, ve více fázích a nejmladší z nich bylo holocenní. Růžičková et al. (1987) připouštějí vliv zemětřesení na uvolnění skalních hmot a skalní řícení kladou do závěru pleistocénu. Maximální zjištěnou intenzitu otřesů uvádějí 6° MSK, a to v Komořanech a Duchcově.

Nejpříkřejší svahy vykazuje jádro kateřinohorské klenby. Naproti tomu křídlo klenby tvoří jakýsi mezistupeň. Morfologický rozdíl je především výsledkem rozdílných mechanických vlastností hornin parasérie proti granitoidním horninám jádra klenby. Parameta-

morfity snadněji podléhají destrukci. Jsou měkčí, lépe zvětrávají a v důsledku výrazné břidličnatosti se též snadno rozpadají. Jádro klenby bylo více vyzdviženo. Hraniční linie jádra vůči křídlu je vyjádřena strmým svahem o podobné sklonitosti jako ty, které směřují do pánve.

Váně (1960) se zabývá úsekem Podhůří - Horní Jiřetín. Horské svahy jsou zde výrazné, neboť hlavní pokleslá kra zasahuje až těsně ke svahu a chybí méně pokleslá "mezikra" v rozštěpeném krušnohorském zlomu, která jinde zmírňuje morfologický stupeň.

V závislosti na struktuře masivu a na mechanických vlastnostech různých petrografických typů hornin krystalinika se vytvořil dnešní charakter krušnohorských svahů. Uplatnila se rovněž tektonika. Dalšími vlivy se projevilo klima a destrukční procesy vnějších geologických sil.

4. Periglaciální modelace a pleistocenní zalednění

Již Büdel (1937) poukazoval na to, že vliv klimatu ledových dob v Krušných horách byl daleko větší, než se všeobecně předpokládalo. Přesto, že toto pohoří nebylo, dle většiny autorů, v pleistocénu zaledněno (viz níže), byla periglaciální modelace velmi účinná. Vznikaly např. mrazové sruby a srázy, kamenná moře, balvanové haldy a proudy a tvary soliflukční. Ovlivněn byl i vývoj údolní sítě a svahů, neboť došlo k jejímu prohloubení, vyvíjela se svahová asymetrie a pod.

Czudek - Demek (1961) zdůrazňují, že je třeba zjistit, do kterého stádia dospěl vývoj reliéfu v podmínkách periglaciální klimamorfogenetické oblasti. Autoři porovnávají rozdíl v modelaci Hrubého Jeseníku a Krušných hor. V Hrubém Jeseníku dospěl vývoj do druhého stádia Peltierova schématu (Peltier, 1950) a to vzhledem ke značnému rozčlenění reliéfu před kvartérem a k jeho větší nadmořské výšce. Poměrně úzké hřbety byly tedy brzo protnuty. Krušné hory mají hřebenovou část širší, a proto došlo ke snížení kryoplanací jen lokálně a reliéf je polygenetický.

Otázku planace řeší Demek - Czudek (1961) v rámci jedné klimamorfogenetické oblasti, jako proces souběžného působení snižováním shora a rovnoběžným ústupem svahů, v závislosti na morfologii terénu, petrografických podmínkách a úložných poměrech hornin. Sekyra (1960) uvádí, že ve všech glaciálech můžeme předpokládat obdobu jevů a procesů. Tvary ze stadiálu Rissu (a starší) jsou jen málo zachovalé. Důvodem je zřejmě intenzivní denudace v následujících stadiálech. V chebské a sokolovské pánvi se ovšem v mohutných kaolinických odkryvech zachovaly velké (do hloubky přes 10 m) kryoturbační deformace risského stáří z období existence permafrostu.

O soliflukčních proudech z oblasti Krušných hor pojednávají krátce Malkovský et al. (1985): "Soliflukční proudy jsou produktem mrazového zvětrávání při remodelaci některých vrcholů. Mocnost se zpravidla pohybuje do dvou metrů, ve sníženinách až do pěti metrů." Stratigraficky jsou soliflukční proudy těmito autory řazeny do mladého pleistocénu, výjimečně pak do středního pleistocénu.

Přesto, že horní hrana jv. svahu Krušných hor nemá v průměru velkou nadmořskou výšku, stala se nivační činnost důležitým modelačním činitelem. Příčinou bylo pravděpodobně vyživování sněhových polí deflací sněhu z rozsáhlých vrcholových plošin, jak udává J. Šebesta (in Malkovský et al., 1985). Jako první pojednávali o zalednění Krušných hor G. Laube a A. Sauer (in Král, 1968). Laube (1876) mluví pouze o jednom nalezeném místě, které dokazuje někdejší ledovec. O stejném místě mluví A. Sauer ve "Vysvětlivkách ke speciální geologické mapě Saska".

Marek (1980a) připouští existenci menšího horského ledovce a zdá se mu pravděpodobná. Údajně tomu napovídá mísovité údolí horního toku Albrechtického potoka, mísovitý závěr deprese Jezeřského potoka s izolovaným skaliskem jako nunatakem (? - autor článku) a hluboká kaňonovitá údolí Velkého a Malého pekla. Král (1968), ve

shodě s A. Rathsburgem, nesouhlasí s pojetím, které vedlo k představě o krušnohorském zalednění v pleistocénu. K tomuto názoru se přiklánějí i Poštolka (1972) a Šťovíček (1973), a to z toho důvodu, že nenalezli žádné tvary reliéfu, které by existenci zalednění dokazovaly. J. Šťovíček sledoval údolí Červeného potoka, jehož pramenná oblast může připomínat ledovcový kar.

5. Souhrn nejdůležitějších dosavadních poznatků

V geomorfologicky zaměřené literatuře lze vytypovat několik tematických okruhů, u kterých v posledních letech panovala shoda názorů. Patří sem např. otázky vzniku a vývoje zarovnaných povrchů, absence pleistocenního zalednění (zde ovšem pouze mezi geomorfology, neboť u geologů se objevily náznaky opačného mínění). Názory na stáří a vývoj úvalovitých údolí byly nejednotné již u německy píšících autorů z první poloviny tohoto století. Uspokojivé řešení nebylo předloženo dodnes. Blokové pojetí v pohledu na vývoj jv. krušnohorského svahu nalezneme většinou v pracích, které pocházejí (s výjimkou F. Machatscheka) až z posledních dvaceti let. Stejně tak se změnil i názor na podíl pliocénních a kvartérních pohybů při diferenciaci struktury Krušných hor. Hodnoty výstupných pohybů horského celku se značně liší, obdobně jako u pánevních poklesů. Na tuto otázku navazuje problematika intenzity denudačních pochodů v různých obdobích vývoje reliéfu. S neotektonikou Krušných hor souvisí (i v obecném pojetí nedořešený) podíl vlivu klimatických změn a výstupných pohybů na zahlubování svahových toků. Rovněž rozhraní pliocén - kvartér nebylo v oblasti Krušných hor uspokojivě definováno. Rozporné jsou i názory v oceňování vlivu tektoniky na morfogenezi. Příčná tektonika je zpravidla chápána jako mladší a stejně tak je většinou autorů uznávána existence krušnohorského zlomu, i když jeho místní projevy a dokonce i spojitý charakter jeho průběhu, jsou v literatuře autory pojímány odlišně.

Literatura:

BUDAY, T. et al. (1961): Tektonický vývoj Československa. - Academia, 249 pp., Praha.

BÜDEL, J. (1935): Die Rumpftreppe des westlichen Erzgebirges. - Vehr. u. wiss. Abh. d. 25. Deutschen Geographentages zu Bad Nauheim, 138-147, Breslau.

BÜDEL, J. (1944): Die Morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. - Geol. Rdsch., 24, 482-519, Stuttgart.

CÍLEK, V. (1964): O vzniku a stáří ložisek kaolinu na Chomutovsku a Kadaňsku. - Věst. Ústř. Úst. geol., 39, 363-371, Praha.

CZUDEK, T. (1960): Vliv periglaciální modelace na vývoj povrchových tvarů východní části Nízkého Jeseníku. - Geogr. Čas., 12, 3, 180-188, Bratislava.

CZUDEK, T., DEMEK, J. (1961): Význam pleistocenní kryoplanace na vývoj povrchových tvarů České vysočiny. - Anthropos, 14, 6, 57-69, Brno.

CZUDEK, T., DEMEK, J. (1970): Některé problémy interpretace povrchových tvarů České vysočiny. - Zpr. Geogr. Úst. Čs. Akad. Věd, 7, 9-28, Brno.

DANZER, M. (1922): Morphologische Studien im mittleren Egergebiet zwischen dem Karlsbad-Falkenauer und dem Komotau - Teplitzer Becken. - Arb. Geogr. Inst. Deutsch. Univ. Prag, N.F., 3, 13-48, Prag.

JURIGOVÁ, M. et al. (1986): Geomorfologické členění SSR a ČSR. - Mapy 1:500 000 a 1:1 500 000, Slovenská kartografia, Bratislava.

KÄUBLER, R. (1968): Vergleichende Betrachtungen zu geomorphologischen Ergebnissen im höchsten Teil der Erzgebirges. - Hercynia, N.F., 6, 109-114, Leipzig.

KOPECKÝ, A. (1972): Hlavní rysy neotektoniky Československa. - Sbor. geol. Věd, Ř. A, 6, 77-155, Praha.

KOPECKÝ, L., KVĚT, R., MAREK, J. (1985): K otázce existence krušnohorského zlomu. - Geol. Průzk., 27, 6, 164-168, Praha.

KRÁL, V. (1966): Geomorfologické poměry Krušných hor mezi Rolavou a Chomutovkou a problém paroviny. - Habil. Práce přírodověd. fak. Univ. Karlovy, 110 pp., Praha.

KRÁL, V. (1968): Geomorfologie vrcholové oblasti Krušných hor a problém paroviny. - Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. věd, 78, 9, 66 pp., Praha.
KRÁL, V. (1971): Zarovnané povrchy v jižním předpolí Doupovských hor. - Acta Univ. Carol., Geogr., 1/2, 39-47, Praha.
KRÁL, V. (1982): Zarovnané povrchy České vysočiny. - Doktor. dizert., soubor prací, přírodověd. Fak. Univ. Karlovy, 315 pp., Praha.
KREJČÍ, J. (1935): Zachované tvary staršího erozního cyklu v brněnském okolí. - Sbor. III. sjezdu Čs. geogr., 91-94, Praha.
LAUBE, G. (1876, 1887): Geologie des Böhmischen Erzgebirges. I., II. Teil. - 208 pp., 259 pp., Prag.
LOHRMANN, D. (1898): Einiges aus der geologischen Vergangenheit des Erzgebirges. - 10. Ber. Annaberg-Buchholzer Verh. Naturk., 105-121, Annaberg.
LOCHMANN, Z. (1971): K vývoji kotlin západního okraje České vysočiny. - Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd, 81, 5, Praha.
MACKA, M., DEMEK, J. (1956): K otázce vzniku úvalovitých údolí v Krkonoších. - Sbor. Čs. Společ. zeměp., 61, 35-38, Praha.
MACHATSCHEK, F. (1917): Morphologie der Südabdachung des böhmischen Erzgebirges. - Mitt. K.-Kön. Geogr. Gesell., 60, 235-244, 273-316, Wien.
MALKOVSKÝ, M. et al. (1985): Geologie severočeské hnědouhelné pánve a jejího okolí. - ÚÚG, 424 pp., Praha.
MAREK, J. (1980a): Výsledky inženýrsko-geologických mapovacích prací v oblasti Krušných hor a přilehlého podhůří a jejich praktický význam. - MS Geofond, P 39095, Praha.
MAREK, J. (1980b): Průzkum kvartéru v oblasti kateřinohorské klenby Krušných hor a v přilehlé části severočeské pánve. - Geol. Průzk., 22, 3, 65-68, Praha.
NEEF, E. (1955): Zur Genese des Formenbildes der Rumpfgebirge. - Petermanns geogr. Mitt., 99, 183-192, Gotha.
PELTIER, L. C. (1950): The geographic cycle in periglacial regions as it is related to climatic geomorphology. - Annals of the Association of American Geographers 40, 214-236, 214-236, Lawrence, Kansas.
POŠTOLKA, V. (1972): Geomorfologické poměry jižního svahu Krušných hor mezi údolím Chomutovky a Kundratického potoka. - Dipl. práce Přírod. fak. Univer. Karlovy, 87 s. Praha.
RASSMUSS, H. (1913): Zur Morphologie des nordwestlichen Böhmens. - Z. Gesell. Erdkde, 35-44, Berlin.
RATHSBURG, A. (1904): Geomorphologie des Flohagebietes im Erzgebirge. - Forsch. dtsch. Landeskde, 15, V, 349-542, Stuttgart.
RŮŽIČKOVÁ, E., ZEMAN, A., HURNÍK, S. (1987): Vývoj jihovýchodního okraje Krušných hor a mostecké pánve v mladším kenozoiku. - Sbor. geol. Věd, Ř. A., 18, 9-72, Praha.
RYBÁŘ, J. (1980): Hluboké deformace horských svahů součástí gravitační tektoniky. - Stud. geogr., 70, 139-143, Praha.
RYBÁŘ, J. (1982): Fosilní svahové deformace na jižním svahu Krušných hor. - Sbor. Přísp. Geotech. Symp., Dům Techn. ČSVTS, 56-62, Brno
SEKYRA, J. (1960): Působení mrazu na půdu (kryopedologie se zvláštním zřetelem k ČSR). - Geotechnica 27, Praha.
ŠEBESTA, J. (1984): Sledování exogenetické geologické charakteristiky krušnohorského svahu a jeho okolí na základě interpretace leteckých snímků. - MS ÚÚG, Praha.
ŠKVOR, V. (1969): Vysvětlivky ke geologické mapě 1:25 000 list M-33-51-B (-b; -d) Jirkov. - MS ÚÚG, Praha.
ŠŤOVÍČEK, J. (1973): Geomorfologie střední části Krušných hor mezi údolím Kundratického potoka a Šumným dolem. - Dipl. práce Přírod. fak. Univer. Karlovy, 110 s., Praha.
THORNBURY, W. D. (1969): Principles of Geomorphology. - (J.Wiley and Sons eds.), 594 pp., New York, Jappan Co. Tokyo.
VÁNĚ, M. (1960): Suti a sesuvy na úpatí Krušných hor. - Čas. Mineral. Geol., 5, 2, 174-177, Praha.
VOTÝPKA, J. (1975): Kvartérní modelace zarovnaných povrchů Plechého na Šumavě. - Acta Univ. Carol., Geogr. 1/2, 43-60, Praha.
ZEMAN, J. (1988): Charakter neotektonické morfostruktury Krušných hor a model jejího vzniku. - Věst. Ústř. Úst. geol., 63, 6, 333-342, Praha.

Summary

THE REVIEW OF THE GEOMORPHOLOGICAL RESEARCH IN THE CENTRAL PART OF THE KRUŠNÉ HORY (ORE MOUNTAINS)

The Ore Mountains rank among well investigated areas of the Bohemian Massif. The geomorphology-related literature is not as extensive as the geological one, but a lot of geomorphological information may be found in geological papers, too. Older literature was gathered and discussed especially by Král (1968).

Several thematic areas where most authors share similar views may be found, for instance problems of the origin and development of planed surfaces or areas without Pleistocene glaciation. In the latter case, only geomorphologists share the same views. Both the age and development of valleys in the Ore Mountains are approached in different ways.

The block character of the south-east slope of the Ore Mountains is mostly mentioned in more recent papers. Opinions on the Pleistocene and Quaternary impacts on the uplift of the Ore Mountains changed recently. Different assesments of the tectonical influence on the morphogenesis exist as well. The thwart tectonics in the Ore Mountains is usually considered younger than the longitudinal one and the existence of the Ore Mountains Fault is acknowledged by most authors, too.

Fig. 1 - Geomorphological dicision: 1 - state boundary, 2 - rivers (with water reservoirs), 3 - boundary of a subprovince, 4 - boundary of an area, 5 - boundary of a unit, 6 - the Krušnohorská Subprovince, 7 - area of the Krušné hory Upland, 8 - the Podkrušnohorská Area, 9 - the unit of the Doupovské hory Mountains, 10 - the unit of the Mostecká pánev Basin, 11 - the unit of the České středohoří (Central Bohemian Highlands), 12 - the Subprovince Česká tabule (Bohemian Plateau), 13 - the area under study. (After Jurigová et al., 1986.)

(Pracoviště autora: Přírodovědecká fakulta UK, Albertov 6, 128 43 Praha 2.)

Došlo do redakce 5.4.1993 *Lektoroval Václav Král*