

ANTONÍN IVAN

NĚKTERÉ ASPEKTY NEJSTARŠÍCH ETAP VÝVOJE RELIÉFU ČESKÉHO MASÍVU

A. Ivan: *Some Aspects of Geomorphological Development of the Bohemian Massif in the Pre-platform Stage.* — Sborník ČSGS, 95, 4, p. 233–297 (1990). — The paper treats of the geomorphological interpretation of the geological knowledges of the Bohemian Massif in past geological periods. Apart from others, it deals with the possibilities of preservation of the old relief, especially epiplatform surfaces. Examples are given of the block structure in the surface phenomena, the geomorphological importance is mentioned of sedimentary depressions and the methods of regional comparison.

1. Úvod

V dnešní geomorfologii, charakteristické převahou výzkumů současných procesů, se poněkud překvapivě znovu dostávají do popředí zájmu velmi staré tvary reliéfu. Vedle pohřbených a exhumovaných zarovnaných povrchů, říčních údolí a krasových tvarů se studují i takové rysy jako násunové plochy reliéfových příkrovů a úhlové diskordance v metamorfitech. Věnuje se jim pozornost v rámci paleogeomorfologie i denudační chronologie. Výsledky mají často praktický význam v prospekci nerostných surovin. Stojí např. za zmínku, že na nedávném Prvním fóru Francouzské geomorfologické skupiny (Groupe Français Géomorphologique 1987) se účastníci formou ankety rozhodli dát na první místo jednání právě téma paleoreliéf. Kromě řady koncepčně a metodicky podnětných prací byla např. zdůrazněna skutečnost, že triasový (pohercynský) paleoreliéf v západní Evropě je velmi názorným příkladem významu paleogeomorfologické rekonstrukce pro vyhledávání rud. Zatímco při okrajích triasové transgrese vznikaly při ústí paleoúdolí koncentrace olova, fluoritu a barytu, na pevnině probíhalo hluboké albitické zvětrávání, se kterým byl spojen vznik ložisek uranu (1). Již dlouho je znám význam pohřbených údolí a jejich výplní pro naftovou geologii (8) a rozsypová ložiska. Proto se výzkum paleoreliéfu spolu s morfostrukturní analýzou stává hlavní geomorfologickou metodou při prospekci nerostných surovin.

Cílem článku je shrnout dosavadní poznatky o vývoji reliéfu Českého masívu ve starších obdobích a nastínit problematiku dalšího výzkumu. V tomto směru může mít velký význam geomorfologická interpretace geologických poznatků získaných v posledních desetiletích, z převážné části shrnutých v syntézách regionální geologie (33, 42, 43).

2. Obecné úvahy o možnostech uchování starých tvarů reliéfu v Českém masívu

Pohřbené reliéfy, zejména zarovnané povrchy, jsou zároveň často hlavními úhlovými diskordancemi, využívanými v geologii k datování tektonických pohybů, resp. přiřazování k tektonickým fázím celosvětového dosahu. Jejich podrobná analýza jako výsledků denudačních procesů může přispět k dalšímu sblížení geologie a geomorfologie.

Je pochopitelné, že směrem do minulosti se geomorfologické možnosti výzkumu pohřbených i exhumovaných tvarů reliéfu rychle zmenšují, genetické interpretace jsou nejistější a datování hrubší. V úvahu je třeba vzít i to, že na řadu jevů se již nelze dívat z pozic klasického aktualismu (gradualismu).

Za vhodný metodický přístup považují kombinaci paleogeomorfologické analýzy (s důrazem na paleogeografické a klimamorfogenetické aspekty) a analýzy morfostrukturní. V souhrnu by se získaný soubor poznatků měl odrážet v tom, co lze koncepčně označit termínem „paměť reliéfu“. Navazuje na myšlenku L. Curryho (10), že každý prvek krajiny má „paměť“ určité délky, což ilustroval na příkladu vegetace. V geomorfologii, kde se pohybujeme v jiných časových dimenzích, ukázali na její užitečnost R. U. Cooke a A. Warren (9). Zároveň naznačili, že rozsah paměti recentních tvarů souvisí s jejich složitostí. Studium pohřbených a zvláště exhumovaných tvarů koncepcí dále rozšiřuje. Podle našeho názoru je vhodná zejména pro polygenetické reliéfy s mozaikou různých tvarů vzniklých ve velkém časovém rozpětí. Na rozdíl od koncepce J. Büdela (7) založené na generacích reliéfu, bere více do úvahy endogenní vlivy ve vývoji tvarů. Jeden z problémů, které lze formulovat je, zda složitá morfostruktura Českého masívu má paměť odpovídající délce jeho vývoje.

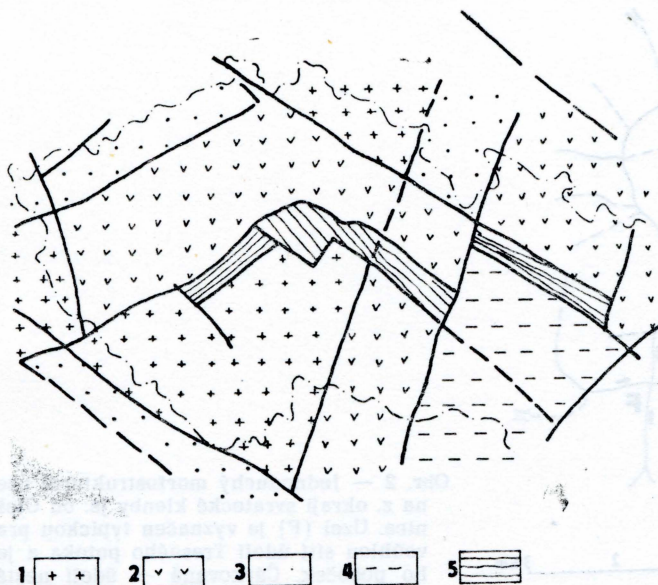
Syntetické úvahy o starších vývojových fázích reliéfu Českého masívu nejdou vesměs dále než do závěrečných etap hercynského tektonického cyklu, resp. té jeho části, ve které vznikl permokarbonské deprese. Pokud takové úvahy byly (např. 29), zdály se zřejmě odvážné a k jejich dalšímu rozvíjení nedošlo. Úvahám o možnostech rekonstrukce vývoje v předplatformní etapě dlouho nepřál názor, že výsledkem hercynské tektogeneze byla mohutná horská elevace, prodávající v následujícím období dlouhou a intenzivní denudaci. Předpoklad hlubokého denudačního sřezu pak vedl k závěru, že z reliéfu starších období se nemohlo nic zachovat a jeho vývoj tedy nelze rekonstruovat. Předpokládalo se, že vysokohorský reliéf měl, alespoň v některých částech příkrovovou stavbu. Nejznámější moldanubický příkrov měl se svými morávními okny i určité aspekty geomorfologické. I kdyby tyto názory byly záhy odmítány, řada novějších prací se k těmto otázkám vrací (34, 26, 22) a diskuse pokračují. Z obecně geomorfologického hlediska jsou zajímavé zejména příkrovy vzniklé spolupůsobením gravitační tektoniky. Jejich předpokladem jsou určité výškové rozdíly v reliéfu. Tzv. reliéfové nebo méně přesně erozní příkrovy vznikly nasunutím na subaerický reliéf.

Naproti tomu bezprostřední přínos mohou znamenat klimamorfogenetické interpretace některých pohřbených tvarů, zejména krasových (12, 35) a samozřejmě také korelačních sedimentů. Většina klimamorfologických studií byla zatím zaměřena hlavně na období od mezozoika výše. Ukázaly např. na neudržitelnost pojetí uchování intaktní paleo-

genní paroviny (peneplénu), které mělo v naší geomorfologii po desítky let pevné místo. Zásadní význam v její destrukci měly jednak procesy odnosu hlubokých chemických zvětralin v souvislosti s odkrýváním bazální zvětrávací plochy a utvářením zarovnaného povrchu typu etchplénu [13], jednak mladší, zejména pleistocenní procesy přemodelování plošin [11].

3. Význam blokové stavby

Příznivější podmínky pro názorovou změnu o možnostech rekonstrukce staršího geomorfologického vývoje Českého masívu začala vytvářet koncepce jeho blokové stavby, rozvíjená zhruba od začátku šedesátých let [46]. Znamenala přijetí sítě velmi starých, zčásti hlubinných zlomů s tím, že některé bloky (moldanubikum, Brunnie) dosáhly značného stupně konsolidace již za kadomské tektogeneze. Postupně byla navržena řada modelů blokové stavby včetně geomorfologického [42]. Za zvlášť podnětné pro geomorfologii je třeba považovat dělení bloků na sialické a simatické, které navrhl J. Zeman [49, 48], naznačující vertikální mobilitu bloků a smysl jejich pohybů. Sekulární zvedání lehčích sialických bloků může navozovat úvahy o jejich trvalém snižování denudací, popřípadě vzniku stupňovin zarovnaných povrchů. Naproti tomu klesání těžších bloků simatických může naznačovat nejen možné fosilizace zarovnaných povrchů sedimenty nebo vulkanickými produkty, ale také exhumace, ke kterým mohlo docházet v obdobích celkových epeirogenetických zdvihů masívu. Zvlášť složitý vývoj lze předpokládat tam, kde bloky prodělávaly změny od simatických k sialickým a naopak (obr. 1). Z hlediska vývoje bloků od proterozoika můžeme rozlišovat:



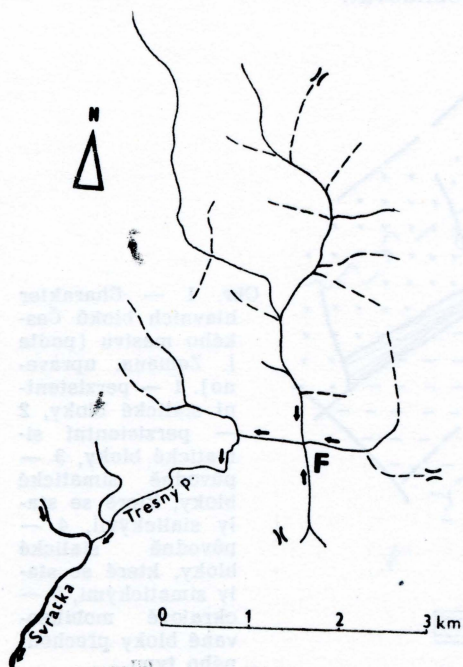
Obr. 1 — Charakter hlavních bloků Českého masívu (podle J. Zemana, upraveno). 1 — perzistentní sialické bloky, 2 — perzistentní simatické bloky, 3 — původně simatické bloky, které se staly sialickými, 4 — původně sialické bloky, které se staly simatickými, 5 — okrajové mobilizované bloky přechodného typu.

- a) bloky, které byly po celou dobu sialickými (moldanubikum),
- b) bloky, které byly po celou dobu simatickými (tepelsko-barrandienský),
- c) bloky původně simatické, které se staly sialickými (západomoravský),
- d) bloky původně sialické, které se staly simatickými (Brunnie).

Velký geomorfologický význam by měly mít hranice mezi bloky. Teoreticky se na nich mohou stýkat reliéfy, jejichž založení spadá do časově velmi vzdálených období. U řady významných zlomů byly konstatovány změny smyslu pohybů, doložené velkými (řádově kilometry) rozdíly v denudačním sřezu na obou stranách zlomu, opačnými, než bychom předpokládali jen na základě současné morfologie (okrajový sudetský zlom, mariánskolázeňský zlom; 34, 50). Z geomorfologického hlediska na nich docházelo ke vzniku tektonické inverze reliéfu.

Vlastní okraje Českého masívu, které jsou z velké části mimo naše státní území, tvoří rovněž hlubinné zlomy, místy v kombinaci s flexurami. Dávají masívu jako celku hrástový charakter zejména na jz. a sv. straně. Jihozápadní okraj tvoří systém směru SZ—ZV, ke kterému náleží zejména zlom dunajský, bavorský křemenný val a další, zčásti kulisovitě uspořádané poruchy. Na SV má stejný směr oderský zlom a s ním rovnoběžný okrajový sudetský zlom. Stupňovitý profil je zde komplikován tzv. před-sudetskou monoklinálou. Flexurní ohyb komplikovaný zlomy je i na východní straně, kde pohřbený fundament masívu končí na peripieninském lineamentu.

Na většině okrajových ker se ukládaly po značnou část platformní etapy koreláttní sedimenty, které pohřbívají staré reliéfy. Mocnosti sedimentů, zejména pokud jde o trias a juru, podstatně překračují mocnosti zachované na vyšších kráčh.



Obr. 2 — Jednoduchý morfostrukturní uzel na z. okraji svratecké klenby jz. od Olešnice. Uzel (F) je vyznačen typickou pravoúhlou sítí údolí Tresného potoka a jeho poboček. Čárkovaně — údolí nestálých toků.

S blokovou stavbou úzce souvisí morfostrukturní uzly. Rozumí se jimi přímé i nepřímé reliéfové projevy disjunktivní tektoniky na křížení zlomů a puklin dvou nebo více směrů (obr. 2). Přímými projevy jsou kerné tvary reliéfu, nepřímými projevy tvary, u nichž tektonika usměrnila činnost exogenních procesů (fluviálních, krasových apod.). Oba typy projevů se mohou různě kombinovat. Z morfotektonického hlediska jsou důležitá zejména křížení reaktivovaných hlubinných zlomů. V současném reliéfu se projevují buď jako tektonické kotliny s akumulacním reliéfem dna (Chebská pánev na křížení oháreckého a mariánskolázeňského zlomu), nebo erozně-denudační sníženiny, v jejichž vývoji hrála významnou roli diferenciální eroze (Tišnovská kotlina na křížení železnohorského zlomu a Boskovické brázdy). V případě, že byl reaktivován jen jeden z křížících se zlomů, vznikl morfostrukturní uzel nižšího řádu (křížení mariánskolázeňského zlomu se zlomem litoměřickým). U hlubinných zlomů, které nebyly nověji reaktivovány a jsou při tom prokázány (např. geofyzikálně), by mělo být jedním z blízkých úkolů geomorfologie hledání jejich možných diskretních projevů v reliéfu.

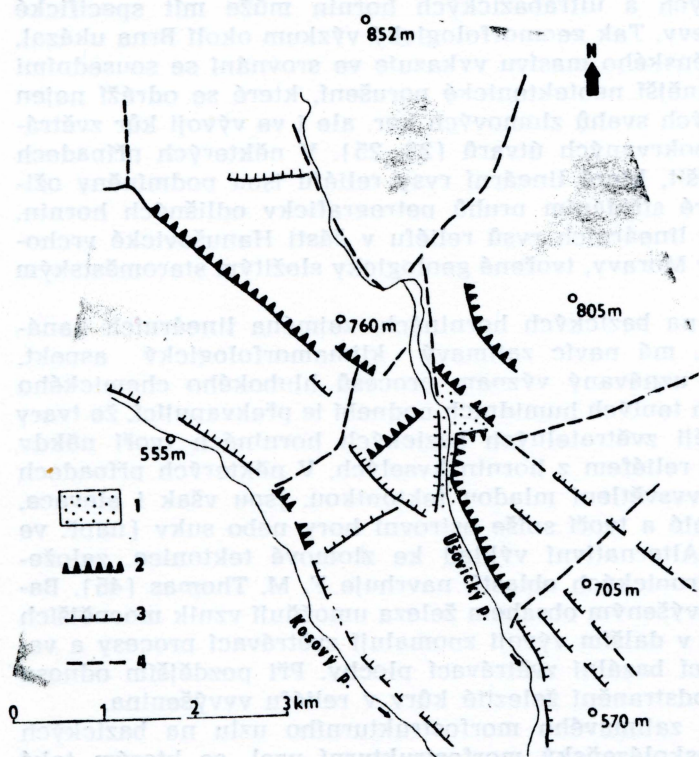
Z. Mísař (31, 32) ukázal, že existují úzké vztahy mezi blokovou stavbou Českého masívu a rozmístěním a typem starých bazických a ultrabazických těles. Přírodní kanály komínovitého typu vznikly na křížení základních zlomů, kanály puklinového typu a ultrabazické tektonické zóny jsou lineární prvky související rovněž s disjunktivní tektonikou a konečně složité komínovité — puklinové kanály jsou na křížení hlubinných zlomů.

Porušení bazických a ultrabazických hornin může mít specifické morfostrukturní projevy. Tak geomorfologický výzkum okolí Brna ukázal, že bazická zóna brněnského masívu vyznačuje se srovnáním se sousedními granodiority intenzivnější neotektonické porušení, které se odráží nejen ve členitosti okrajových svahů zlomových ker, ale i ve vývoji kůr zvětrávání a kvartérních pokryvných útvarů (23, 25). V některých případech je však obtížné rozlišit, které lineární rysy reliéfu jsou podmíněny oživením poruch a které střídáním pruhů petrograficky odlišných hornin. Tak je tomu např. u lineárních rysů reliéfu v části Hanušovické vrchoviny západně od řeky Moravy, tvořené geologicky složitým staroměstským pásmem.

Studium reliéfu na bazických horninách, zejména lineárních kanálů puklinového typu, má navíc zajímavý klimamorfologický aspekt. S ohledem na dnes uznávaný význam procesů hlubokého chemického zvětrávání v oblastech teplých humidních podnebí je překvapující, že tvary na chemicky snadněji zvětratelných bazických horninách tvoří někdy elevace nad okolním reliéfem z hornin kyselých. V některých případech se dá předpokládat vysvětlení mladou tektonikou. Jsou však i elevace, které jsou plošně malé a tvoří spíše ostrovní hory nebo suky (např. ve Slavkovském lese). Alternativní vklad ke zlomové tektonice, založený na poznatcích z tronických oblastí, navrhuje F. M. Thomas (45). Bazické horniny svým zvýšeným obsahem železa umožňují vznik mocnějších železitých kůr, které v dalším vývoji zpomalují zvětrávací procesy a vedou ke vzniku elevací bazální zvětrávací plochy. Při pozdějším odnosu zvětraliny vzniká po odstranění železité kůry v reliéfu vrvýšenina.

Příkladem velmi zajímavého morfostrukturního uzlu na bazických horninách je mariánskolázeňský morfostrukturní uzel, se kterým také

souvisí známé minerální prameny. Vznikl na křížení hlubinných zlomů litoměřického (JZ—SV) a mariánskolázeňského (SZ—JV). Částečně se uplatňuje i směr S—J, na který poukázal již E. Herneck (19). S křížením pravděpodobně souvisel již vznik proterozoického mariánskolázeňského metabazitového komplexu a později drobné výskyty neovulkanických hornin, u kterých je zajímavé, že se nacházejí jen na vyzdvížené kře Slavkovského lesa a Tepelské vrchoviny, kdežto v přilehlé části Tachovské brázdy chybí. Na neotektonicky reaktivovaném mariánskolázeňském zlomu vznikl výrazný, téměř školní příklad zlomového svahu, jehož geneze je např. ve srovnání s nedávno mnohokrát diskutovaným svahem krušnohorským zcela jednoznačná. Charakter svahu, jeho výška, sklonové poměry a příčný profil se v podélném směru rychle mění v závislosti na celkové amplitudě pohybů a petrografickém složení. V okolí Kynžvartu v horninách karlovarského žulového plutonu je svah až 400 m vysoký, velmi příkrý a má stupňovitý profil podmíněný dílčími poruchami. Vlastní uzel je v prostoru petrografického styku několika jednotek a projevuje se neobvyklou konfigurací údolních a svahových tvarů, které v okrajovém svahu vytvářejí výraznou topografickou diskontinuitu ve formě tzv. zlomového zálivu (fault embayment). Jeho součástí jsou nadměrně široká údolí Ušovického potoka a jeho zdrojnic s lomenými úseky směrů SZ—JV, JZ—SV a S—J (obr. 3). Zlomový záliv je zčásti výsledkem přímých tektonických pohybů, zčásti diferenciální eroze (s možným přispěním hydrotermálních alterací). Podíl obou procesů není zcela

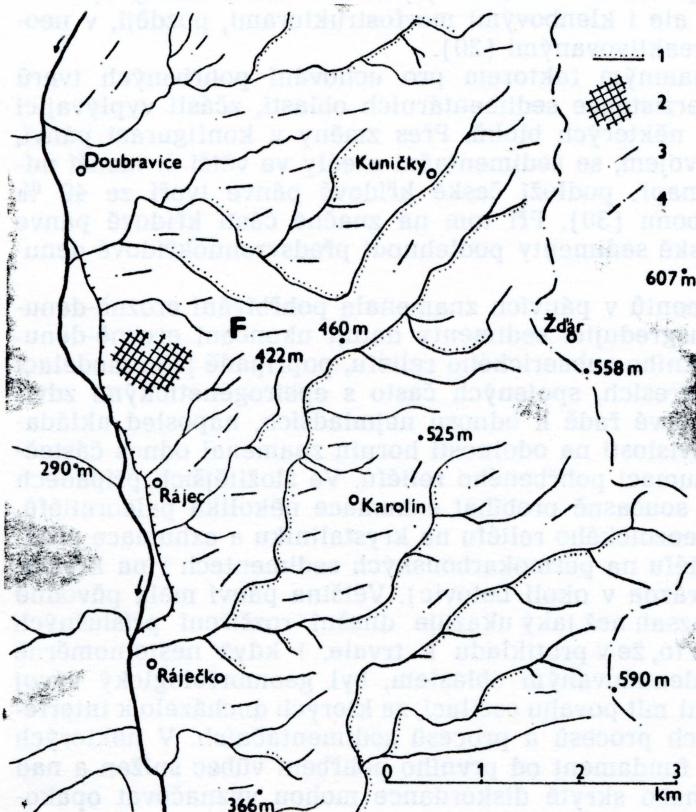


Obr. 3 — Schéma Mariánskolázeňského morfostrukturního uzlu. 1 — kvartérní fluvialní sedimenty na dně zlomového zálivu, 2 — výrazné okrajové svahy vázané na zlomy, 3 — méně výrazné svahy vázané na zlomy, 4 — údolí na předpokládaných tektonických poruchách.

jasný, v každém případě je však vliv tektonické predispozice nesporný a dobře jej vystihuje termín „fluviotektonika“, který v této souvislosti použil E. Herneck (19).

Ačkoli morfostrukturní uzly mají největší význam z hlediska vývoje reliéfu v mladších geologických obdobích, byly vždy významným faktorem v lokalizaci sedimentárních pánví, vulkanických center apod. Z tohoto hlediska jsou např. mimořádně zajímavé zbytky spodní křídý v Řečkovicko-kuřimském prolomu severně od Brna (28). Složitý příklad morfostrukturního uzlu nižšího řádu se zbytky svrchní křídý a badenu se nachází na levém údolním svahu Svitavy v severní části Blanenského prolomu. Morfostrukturní uzel, jehož ohnisko se nachází v dolní části klenovitě deformovaného svahu, vyznačují vějířovité údolní sítě poboček Svitavy s výrazně výškově asymetrickými údolními, vzniklými pravděpodobně tahovými napětími v procesu vyklenování. Křídové a miocenní sedimenty se nacházejí v topograficky exponované poloze v jakémisi neutrálním bodě dvou směrů tahových napětí (obr. 4).

V úvahách o významu a vývoji blokové stavby a morfostrukturních uzlů je důležitý poznatek, že „přes několikeré opakování tektonických pochodů se stále uplatňují tytéž směry poruch, mezi nimiž převládá 7—8 směrů“ (Z. Pouba, 37). To naznačuje, že i když směry tektonických



Obr. 4 — Morfostrukturní uzel (F) vyznačený kombinací prstencovitě a vějířovitě údolní sítě levých poboček Svitavy u Rájce n. Svít., na granitoidních horninách brněnského masívu. 1 — vyšší svahy výškově asymetrických údolí, 2 — zbytky křídových a neogenních sedimentů na mírném údolním svahu Svitavy, 3 — linie naznačující směr sklonu terénu, 4 — rozvodní linie.

napětí se mohly různit, zmíněný počet směrů zřejmě stačil k tomu, aby odchylky byly již existujícími poruchami absorbovány a přizpůsobeny dané situaci.

Základní bloky se zpravidla rozpadají v mozaiku ker nižších řádů. Dá se říci, že v průběhu vývoje se síť zlomů postupně zhušťovala a k vyvrcholení tohoto trendu došlo v neotektonické etapě. Např. podle V. V. Bělousova [5] je Západoevropská platforma, a tedy i její část Český masív, příkladem mladé platformy výjimečně silně rozdrobené křížícími se zlomy. Toto porušení způsobuje, že všechny svahy vázané na zlomy nad určitou amplitudu pohybů (asi 200 m) jsou stupňovité nebo rozvětvené.

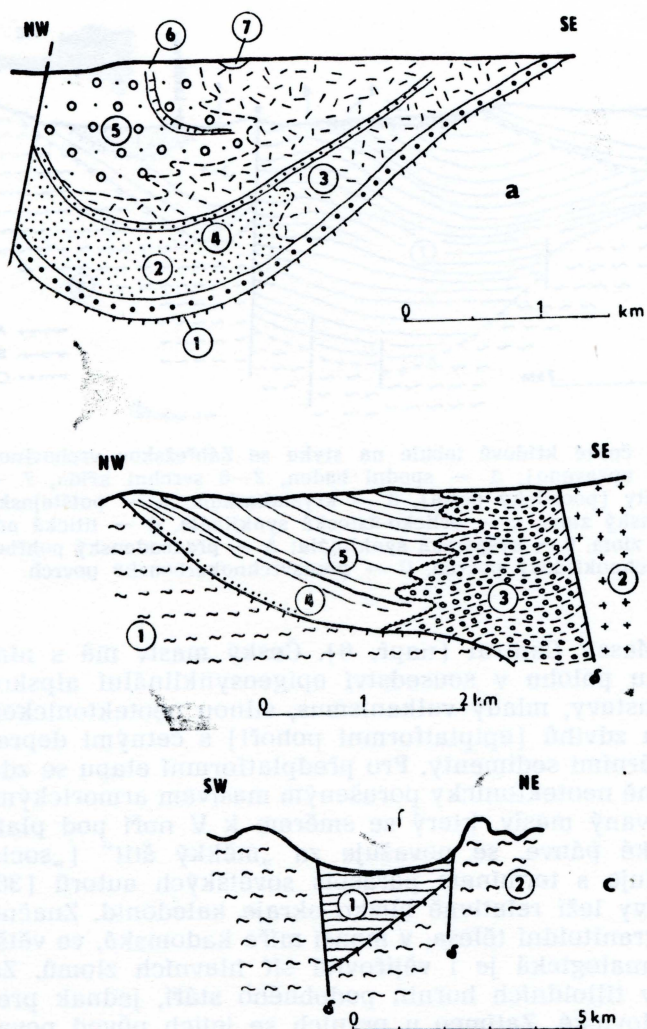
4. Význam sedimentárních depresí a jejich výplně

Geologické výzkumy přinášejí stále více dokladů o určující roli zlomové tektoniky pro konfiguraci sedimentárních pánví před hercynskou tectogenezí (např. 18, 15). Můžeme proto předpokládat, že na území Českého masívu vznikala opakovaně kerný reliéf, nepochybně i typu hrástí a prolomů. Z hlediska naší problematiky jsou zajímavé zejména asymetrické příkopy. Vznikaly v různých obdobích předplatformní i platformní etapy (obr. 5, 6).

V jejich mírnějším křídle spočívá sedimentární výplň na druhotně zpříkřeném erozním povrchu. Elevace v jejich sousedství mohly být tvořeny nejen hrástěmi, ale i klenbovými morfostrukturami, později, v neotektonickém období, reaktivovanými (20).

Zdá se, že významným faktorem pro uchování pohřbených tvarů reliéfu byla určitá perzistence sedimentárních oblastí, zčásti vyplývající ze simatické povahy některých bloků. Přes změny v konfiguraci pánví, dané tektonickým vývojem, se sedimentační areály ve větší či menší míře překrývaly. Tak např. podloží české křídové pánve tvoří ze 40 % sedimenty permokarbonu (30). Při tom na značné části křídové pánve musely permokarbonské sedimenty podlehnout předsvrchnokřídové denudaci (obr. 6).

Akumulace sedimentů v pánvích znamenala pohřbívání erozně-denudačního reliéfu. Transgredující sedimenty datují ukončení erozně-denudačního vývoje podložního subaerického reliéfu, popřípadě jeho modelaci při transgresi. Po regresích, spojených často s epeirogenetickými zdvihy, zde docházelo v první řadě k odnosu nejmladších, naposled ukládaných sedimentů. V závislosti na odolnosti hornin znamenal odnos částečnou nebo úplnou exhumaci pohřbeného reliéfu. Ve složitějších případech může v témže území současně probíhat exhumace několika paleoreliéfů, např. předsvrchnopaleozoického reliéfu na krystaliniku a exhumace předsvrchnokřídového reliéfu na permokarbonských sedimentech i na krystaliniku (Boskovická brázda v okolí Letovic). Většina pánví měla původně daleko větší plošný rozsah než jaký ukazuje dnešní rozšíření příslušných sedimentů. Naznačuje to, že v protikladu k trvale, i když nestejnomyrně rychle zvedaným a denudovaným oblastem, byl geomorfologický vývoj pánví složitější a mohl mít povahu oscilací, za kterých docházelo k interferenci pohybů, erozních procesů a procesů sedimentačních. V některých pánvích nemusel být fundament od prvního pohřbení vůbec snížen a nad sebou ležící úhlové nebo skryté diskordance mohou vyznačovat opako-

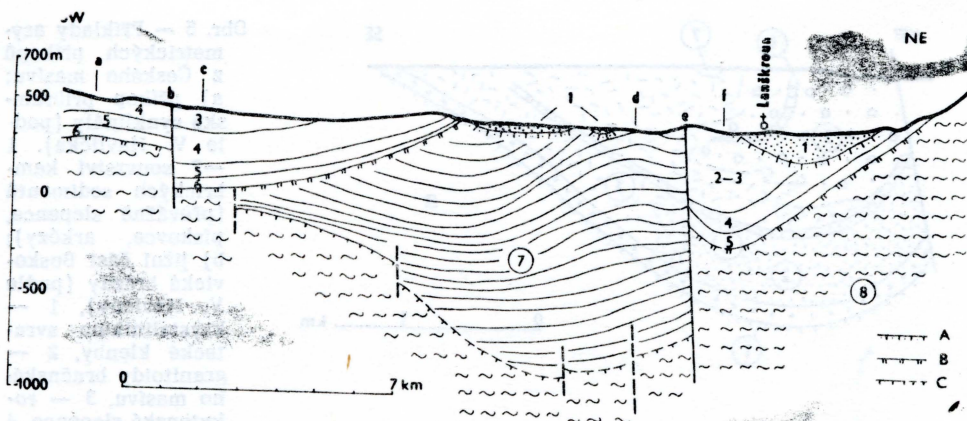


Obr. 5 — Příklady asymetrických příkopů z Českého masívu; a) příkop příbramské synklinály (podle V. Havlíčka), 1 — 7 souvrství kambrických sedimentů (převážně slepence, pískovce, arkózy); b) jižní část Boskovické brázdy (podle V. Havleny), 1 — krystalinikum svratecké klenby, 2 — granitoidy brněnského masívu, 3 — rokytenské slepence, 4 — balínské slepence, 5 — šedá a červená souvrství s uhlými slojemi; c) jižní část Králické brázdy (podle M. Malkovského, upraveno); 1 — křídové sedimenty, 2 krystalinikum orlicko-kladské klenby.

vaná zarovnání reliéfu. Zároveň kontinentální i mořské výplně sedimentárních pánví představují korelační sedimenty geomorfologických procesů na okolní pevnině. Odrážejí řadu faktorů od tektonického režimu přes členitost reliéfu, jeho složení a konfiguraci (průtočnost nebo bezodtokovost pánví), klimatické podmínky až po charakter sedimentačního prostředí.

5. Význam regionálního srovnávání

Cenné informace mohou vyplynout i z regionální srovnávací analýzy. Jako součást evropských hercynid lze Český masív srovnávat s jinými masívy západoevropské platformy. Pro platformní etapu je k tomu velmi



Obr. 6 — Východní okraj české křídové tabule na styku se Zábřehskou vrchovinou (podle M. Malkovského, upraveno); 1 — spodní baden, 2–6 svrchní křída, 7 — permokarbonské sedimenty [poorlický perm], 8 — krystalinikum; a — potštejská antiklinála, b — semenínský zlom, c — orlicko-ústecká synklinála, d — litická antiklinála, e — kyšperský zlom, f — kyšperská synklinála; A — předbadenský pohrbový povrch, B — předsvrchnokřídový povrch, C — předsvrchnokarbonský povrch.

vhodný francouzský Massif Central (např. 6). Český masív má s ním společnou exponovanou polohu v sousedství epigeosynklinální alpsko-himálajské horské soustavy, mladý vulkanismus, silnou neotektonickou aktivitu s převládáním zdvihů (epiplatformní pohoří) s četnými depresemi vyplněnými terciárními sedimenty. Pro předplatformní etapu se zdá účelné i srovnání s méně neotektonicky porušeným masívem armorickým. Tento hluboce denudovaný masív, který se směrem k V noří pod platformní pokryv Pařížské pánve, se považuje za „měkký štít“ („socle mou“, 27). Koreponduje s termínem paraspis sovětských autorů [36, viz však 5]. Oba masívy leží relativně blízko okraje kaledonid. Značné rozšíření v nich mají granitoidní tělesa, v menší míře kadomská, ve větší hercynská. Částečně analogická je i vějířovitá síť hlavních zlomů. Za zmínku stojí i výskyty tilloidních hornin podobného stáří, jednak prekambrické, jednak ordovické. Zatímco u prvních se jejich původ považuje za sporný, v armorickém masívu se ordovické tilloidy považují prokazatelně za glacigenní. Totéž platí i pro stejně staré sedimenty v Dyrnsku. Dále, někteří autoři srovnávají nemetamorfované i metamorfované proterozoické horniny Českého masívu se svrchním proterozoikem (bríoverem) masívu armorického. Jeho nejstarší část má stáří 750–780 miliónů let a je diskordantně uložena na starším pentevrienu [27]. Cl. Klein předpokládá, že tato diskordance představuje popentevrienské zarovnání vzniklé na hranici staršího a mladšího proterozoika. Širší význam této interpretace je v tom, že v současné vlně zájmu o paleoreliéf naznačuje možnost korelace poznatků získaných na pevninských štítech s poznatky o starších etapách vývoje platformních oblastí. Také v Českém masívu jsou velké regionální diskordance, ovšem v důsledku mladšího přepracování zastřené [33]. Jako příklad lze uvést zjištěné transgresivní nasedání metakonglomerátu na metatonalit u Ondřejova [47]. Považuje se za ekvivalent transgrese bríoveru v armorickém masívu.

Až na zmíněný popentevriénský zarovnaný povrch na hranici spodního a svrchního proterozoika, opěrné body o vývoji reliéfu Českého masívu v předkadamském období chybí. Velmi dlouhý a složitý denudační vývoj v tomto období (např. 43) ilustruje skutečnost, že svrchnoproterozoické droby obsahují materiál charakteristický pro Fennosarmatský štít (42). Rovněž D. Ager (2) naznačuje podobnost některých částí mol-danubika se svecofenidy uvedeného štítu, komplexy starými kolem 1,8–2 miliardy let.

Tím se dostáváme k metamorfóze hornin jako faktoru, který rovněž měl, i když nepřímou, na úvahy o vývoji reliéfu ve vzdálených geologických obdobích vliv. V Českém masívu se metamorfní procesy několikrát opakovaly a metamorfované horniny patří mezi nejrozšířenější. Protože klasické pojetí regionální metamorfózy kladlo přeměnu hornin do značných hloubek, z jejich dnešního výskytu na povrchu vyplývala hluboká pometamorfní denudace. Podobně se uvažoval i význam odkrytých granitoidních těles. Dřívější hloubkové schéma metamorfózy je však již opuštěno (41, 44) a větší důraz než na tlak se při metamorfóze klade na teplotu. Zejména nízkotlaká, vysokoteplotní regionální metamorfóza může probíhat v relativně malé hloubce, takže přeměněné horniny se v tektonicky zvedaných oblastech mohou brzy octnout v dosahu denudačních procesů. Navíc, jak uvádí M. Suk (41), metamorfóza geosynklinálních oblastí je v genetické souvislosti se zdvihy. Velký význam má i trvání metamorfních procesů, které bylo v Českém masívu neobyčejně dlouhé. Podle V. Škvora (44) zde období metamorfózy tvořilo v podstatě časově jednotný proces, trvající od svrchního proterozoika do spodního permu, tj. okolo 300 miliónů let. J. Cháb a M. Suk (41) proti tomu rozlišují dvě víceméně samostatné metamorfní etapy, z nichž každá měla trvání kolem 100 miliónů let. V oblasti Jeseníků, tedy již na periférii hercynského orogenénu, byly spodnodevonské sedimenty vystaveny silným tepelným účinkům asi 80 miliónů let (14). Na druhé straně ovšem víme, že ve srovnání s metamorfním a magmatickým cyklem jsou zdvihy horských systémů spíše krátkodobého, epizodického charakteru. Jestliže tedy podle F. Ahnerta (4) eliminace jakkoliv vysokého pohorí destrukčními procesy nepřesahuje 18,5 miliónu let, existuje vysoká pravděpodobnost, že zejména v epigeosynklinálních pohorích, kde jsou zdvihy nejintenzivnější, úroveň denudace může rychle dosáhnout hloubek, v nichž horniny geologicky nedávno prošly procesy regionální metamorfózy.

6. Aktualismus

V úvahách o vývoji reliéfu v období starším než svrchní paleozoikum se nelze vyhnout obecné otázce, do jaké míry se můžeme opírat o dnes silně oťresaný aktualismus. Obecně je problém studován z mnoha aspektů. Zvláště bylo poukázáno na mnohoznačnost koncepce (17) a na to, že stratigrafický záznam je převážně epizodický a odráží spíše události velké intenzity (eventy) než souvislý rovnoměrný vývoj (3). Použitelnost aktualistického přístupu v geomorfologii pro vzdálenou geologickou minulost je tím menší, čím větší význam má v dnešních podmínkách v utváření tvarů reliéfu a v příslušných procesech živá složka přírody. Použitelnost je tedy větší pro reliéfy aridních, glaciálních a vysokohorských

oblastí, které mají také geomorfologické indikátory paleopodnebí nejprůkaznější (24). Proto je pochopitelné, že pro nejstarší období se výzkumy paleopodnebí zaměřují hlavně na zjišťování starých zalednění a obecně rysů spojených s extrémními typy podnebí. Dá se však předpokládat, že značně dlouhé úseky vývoje měly méně vyhraněné podmínky.

Z hlediska našeho problému má pro předhercynské období zásadní význam skutečnost, že až do konce spodního paleozoika probíhal vývoj reliéfu v podmínkách předvegetačního období, kdy ještě nebylo na pevnině vyšší rostlinstvo. Z tohoto aspektu nám chybí zvláště znalosti specifík geomorfologických procesů v bezvegetační krajině s teplým humidním podnebím (zvláště tropickým). Proti dřívějším dosti mlhavým představám o fluvialních procesech (např. 38), ukazují určitý pokrok zejména práce S. A. Schumma (39). Podle něj v předvegetačním období všeobecně převládala aridně vyhlížející krajina. Řeky měly divočí koryta a vytvářely rozsáhlé úpatní náplavové roviny. V suchých rocích se sedimenty hromadily v údolních dnech, ve vlhkých byly pulsovitě vyklízeny. V pánvích tak vznikaly sedimenty varvového typu. Každá povodeň uložila vrstvu písku nebo hrubšího sedimentu, která byla překryta materiálem jemnějším, sedimentujícím během poklesu povodňové vlny. Aridně vyhlížející krajina však nemusela znamenat převahu mechanického zvětrávání. Podle sovětských autorů (např. 40) byla intenzita chemického zvětrávání v prekambriu a spodním paleozoiku v souvislosti s vyšším obsahem CO_2 v atmosféře vyšší než později.

7. Závěr

Celkově uvedená fakta naznačují, že geomorfologický vývoj Českého masívu v nejstarších obdobích, zejména jeho labilnějších částí, zdaleka nepostupoval kvazipermanentní denudací stále hlubších částí metamorfními a magmatickými procesy zpevňovaného krystalického fundamentu. Avšak ani v oblastech, kde je tento fundament obnažen, nemusel být vertikální rozsah částí kůry, v nichž se geomorfologický vývoj odehrával, příliš velký. V určitých obdobích byly soubory exogenních (denudačních) a endogenních (metamorfních a magmatických) procesů značně vertikálně sblíženy. Pokud to byla období tektonických zdvihů, mohla představovat etapy mimořádně dynamického vývoje reliéfu. V souvislosti se snahami o uplatnění některých progresivních idejí současných vývojových teorií v geomorfologii (16) naznačená vysoce dynamická období dobře zapadají do punktualistické koncepce přerušovaných rovnováh.

Literatura:

1. Actes du premier forum français de géomorphologie. Revue de Géomorphologie dynamique, 26, Paris, Sedes 1987, č. 3, s. 65–96.
2. AGER, D. V.: The geology of Europe. London, McGraw-Hill, 1984, 535 s.
3. AGER, D. V.: The stratigraphic code and what it implies. In: Catastrophes and Earth history, Princeton, 1984, s. 91–110.
4. AHNERT, F.: Functional relationship between denudation, relief, and uplift in large mid-latitude drainage basins. American Journal of Science, 268, New Haven 1970, s. 243–263.

5. BĚLOUSOV, V. V.: Endogennyje režimy matěrikov. Moskva, Nědra 1978, 232 s.
6. BIROT, P.: Morphologie structurale. Tome second, Paris, Presses universitaires de France, 1958, s. 169—464.
7. BÜDEL, J.: Klima — Geomorphologie. Berlin — Stuttgart, Gebrüder Borntraeger, 1977, 304 s.
8. CONYBEARE, C. E. B.: Geomorphology of oil and gas fields in sandstone bodies. Amsterdam, Elsevier, 1976, 341 s.
9. COOKE, R. U., WARREN, A.: Geomorphology in deserts. London, B. T. Batsford, 1873, 374 s.
10. CURRY, L.: Climatic change as a random series. Annals of the Assoc. of American Geographers, 52, Lawrence, Kansas 1962, s. 21—31.
11. CZUDEK, T.: Development of the surface of levelling in the Bohemian Mass with special reference to the Nízký Jeseník Mts. Journal of the Czechoslovak Geographical Society, Supplement for the XXth International Congress London, Praha, NČSAV 1964, s. 144—150.
12. CZUDEK, T., DEMEK, J.: Formy fosilního krasování v podloží glaciálních usazenin u obce Supíkovice ve Slezsku. Přírodověd. čas. slezský, 21, Opava 1960, s. 588—591.
13. CZUDEK, T., DEMEK, J.: Některé problémy interpretace povrchových tvarů České vysočiny. Zprávy Geogr. úst. ČSAV, 7, Brno 1970, č. 1, s. 9—28.
14. DVORÁK, J.: Anchimetamorfóza ve variském tektogénu střední Evropy — její vztah k tektogenezi. Věstník ÚÚG, 64, Praha 1989, č. 1, s. 17—30.
15. DVORÁK, J. et al.: Vliv stavby východní části brněnského masívu na vývoj nadložních sedimentárních formací. Věstník ÚÚG, 59, Praha 1984, s. 21—28.
16. FAIRBRIDGE, R. W.: Cyclical patterns of exposure, weathering and burial of cratonic surfaces, with some examples from North America and Australia. Geogr. Annaler, 70, A, Stockholm 1988, 4, s. 277—283.
17. GOULD, S. J.: Toward the vindication of punctuational change. In: Catastrophes and Earth history. Princeton 1984, s. 9—34.
18. HAVLÍČEK, V.: Vývoj paleozoických pánví v Českém masívu (kambrium — spodní karbon). Sbor. geol. věd, G, 34, Praha, Academia 1980, s. 31—65.
19. HERNECK, E.: Ein typisches Anzeichen rezenter Hebung in der Bruchstufe von Marienbad. Firgenwald, 1, Liberec 1928, s. 156—167.
20. HRÁDEK, M., IVAN, A.: Neotektonické vrásno-zlomové morfostruktury v širším okolí Brna. Sborník ČSSZ, 79, Praha, Academia 1974, s. 249—257.
21. CHÁB, J., SUK, M.: Regionální metamorfóza na území Čech a Moravy. Knihovna ÚÚG, 50, Praha, 1977, 156 s.
22. CHÁB, J. et al.: Problémy tektonického a metamorfního vývoje východní části Hrubého Jeseníku. Sborník geol. věd, G, 39, Praha, Academia 1984, s. 27—72.
23. IVAN, A.: Členitě okraje zlomových ker v okolí Brna a jejich morfostrukturní a klimamorfogenetické aspekty. Zprávy Geogr. ústavu ČSAV, 18, Brno 1981, č. 4, s. 201—232.
24. IVAN, A.: Aktualismus, katastrofismus a současná geomorfologie. Zprávy GGÚ ČSAV, 25, Brno 1988, s. 5—18.
25. IVAN, A., PANOVSKEJ, K.: Předkvartérní zvětraliny u Kohoutovic a jejich geomorfologický význam. Zprávy Geogr. úst. ČSAV, 12, Brno 1975, s. 16—29.
26. JAROŠ, J., MISAŘ, Z.: Deckenbau der Svratka-Kuppel und seine Bedeutung für das geodynamische Modell der Böhmisches Masse. Sbor. geol. věd, G, 26, Praha, Academia 1974, s. 64—82.
27. KLEIN, C.: Tectogenèse et morphogenèse armoricaines et péri-armoricaines. Revue de Géographie physique et Géologie dynamique, 16, Paris, Masson, 1974, č. 1, s. 87—100.
28. KRÝSTEK, I., SAMUEL, O.: Výskyt kriedy karpatského typu severně od Brna. Geol. práce, Správy 70, Bratislava 1978, s. 93—110.
29. MACHATSCHEK, F.: Das Relief der Erde. 1. Bd. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1955, 531 s.
30. MALKOVSKÝ, M. et al.: Geologie české křídové pánve a jejího podloží. Praha, Academia, 1974, 262 s.
31. MISAŘ, Z.: Feeding channels of the pre-Triassic ultrabasic/basic rocks in the Bohemian Massif. Krystalinikum, 10, Praha 1974, s.
32. MISAŘ, Z.: The position of ultrabasic rocks in geotectonic cycles and geological units of Bohemian Massif. In: Geodynamic investigations in Czechoslovakia, Bratislava, Veda 1979, s. 167—177.
33. MISAŘ, Z.: et al.: Geologie ČSSR, I, Český masív, Praha, SPN, 1983, 333 s.

34. OBERC, J.: Fleksura brzežna Sudetów i stanowisko tektoniczne krystaliniku Gór Rychlebskich. Čas. min. ageol., 12, Praha 1967, č. 1, s. 1—12.
35. PANOS, V.: Der Urkarst im Ostflügel der Böhmischen Mass. Zeitschrift f. Geomorphologie, NF, 8, Berlin, s. 105—162.
36. PAVLOVSKIJ, E. V.: Stadii geosinklinalnogo razvitiya „gercinskich massivov“ Francii i Južnoj Germanii. Izv. AN SSSR, geol., Moskva 1960, č. 11, s. 20—46.
37. POUBA, Z.: Beziehungen zwischen der Bruchtektonik und Erzgängen der Böhmischen Masse. Sbor. geol. věd, LG, 10, Praha, Academia 1969, s. 7—23.
38. RUSSELL, R. J.: Environmental change through forces independent of man. In: Man's role in changing the face of the Earth, Chicago 1956, s. 453—470.
39. SCHUMM, S. A.: The fluvial system. New York, John Wiley 1977, 338 s.
40. SINICYN, V. M.: Vvedeniye v paleoklimatologiju. Leningrad, Nėdra 1967, 231 s.
41. SUK, M.: Petrologie metamorfovaných hornin. Praha, Academia. 1979. 255 s.
42. SUK, M. et al.: Geological history of the territory of the Czech Socialist Republic. Praha, Academia 1984, 396 s.
43. SVOBODA, J. et al.: Regionální geologie ČSSR. Díl I. Český masív, Praha, NČSAV 1964. Sv. 1377 s., sv. 2543 s.
44. ŠKVOR, V.: Geologie české části Krušných hor a Smrčín. Knihovna ÚÚG, 48, Praha 1975, 119 s.
45. THOMAS, M. F.: Tropical geomorphology. New York — Toronto, John Wiley, 1974, 332 s.
46. VONDROVÁ, N.: Hlubinné tektonické zóny v českém masívu a jejich význam pro metalogenezi. Geologický průzkum, 5, Praha 1963, s. 161—164.
47. VRÁNA, S., CHÁB, J.: Metatonalite — metaconglomerate relation: the problem of the Upper Proterozoic sequence and its basement in the NE part of the Central Bohemian Pluton. Sbor. geol. věd, G, 35, Praha, Academia 1981, s. 145—187.
48. ZEMAN, J.: Deep-seated fault structures in the Bohemian Massif. Sbor. geol. věd, G, 31, Praha, Academia, s. 155—185.
49. ZEMAN, J.: Geodynamic investigations in Czechoslovakia. Bratislava, Veda, 1979, s. 161—165.
50. ZOUBEK, V.: Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000, M-33-XIII — Karlovy Vary. Praha, NČSAV, 1963, 290 s.

Summary

SOME ASPECTS OF GEOMORPHOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE BOHEMIAN MASS IN THE PRE-PLATFORM STAGE

From the geotectonic point of view the Bohemian Massif is a young platform with many older elements. Contrary to the high degree of consolidation which was attained already in the Upper Proterozoic (paraspis, socle mou), the present relief of block-faulted type is the result of a very intensive neotectonic reactivation (epiplatform mountains). In the composite block structure the sialic or simatic nature of individual blocks has determined both their different vertical mobility (death of denudation) and their facility to preserve paleoreliefs. Important factors in the geomorphological development have also been morphostructural knots (crossing of faults, joint zones, etc.). They have influenced many features of block-faulted basins and valley patterns. The most favourable conditions for the preservation of the buried relief forms have been in the sedimentary basins. Many information about morphotectonics, denudation and correlative sediments have provided asymmetrical grabens.

The very complicated geomorphological development of the Bohemian Massif has not proceeded by a quasipermanent denudation of the past crystalline basement. Geomorphologically, the most important were the short periods when endogenous and exogenous processes came into the same level.

Fig. 1 — Nature of main blocks of the Bohemian Massif (according to J. Zeman, modified). 1 — persistent sialic blocks, 2 — persistent simatic blocks, 3 originally simatic, now sialic blocks, 4 — originally sialic, now simatic blocks, 5 — marginal mobilized blocks of intermediate nature.

- Fig. 2 — Example of simple morphostructural knot (F) in the rectangular valley pattern. Drainage basin of the Tresný potok (brook) in crystalline rocks of the Svratka Dome, SW of the town Olešnice (Moravia).
- Fig. 3 — Example of a complicated morphostructural knot in the surroundings of Mariánské Lázně (West Bohemia). 1 — Quaternary fluvial sediments in the fault embayment, 2 — distinct slopes connected with faults, 3 — less distinct slopes connected with faults, 4 — valleys on supposed tectonic disturbances.
- Fig. 4 — Morphostructural knot (F) in the area of composite annular and fan-like valley pattern on the left-valley side of the Svitava (river). 1 — higher slopes of asymmetric valleys, 2 — rests of the Cretaceous and Miocene sediments on the valley slope, 3 — lines showing direction of slope of the domelike deformed planation surface, 4 — watershed-line.
- Fig. 5 — Examples of asymmetric grabens in the Bohemian Mass. a) graben of the Příbram syncline (according to V. Havlíček), 1 — 7 Cambrian sediments (mainly conglomerates, sandstones and arkoses), b) southern part of the Boskovická brázda (furrow) (according to V. Havlena). 1 — crystalline rocks of the Svratka Dome, 2 — granitoids of the Brno Massif, 3 — Rokytná conglomerates, 4 — Balínka conglomerates, 5 — gray and red strata with coal seams, c) Southern part of the Králická brázda (furrow) (according to M. Malkovský, modified). 1 — Cretaceous sediments, 2 — crystalline rocks of Orlice—Klódzko Dome.
- Fig. 6 — East margin of the (Bohemian Cretaceous Plateau) and its contact with the Zábřežská vrchovina (Highland) according to M. Malkovský, modified). 1 — Lower Badenian sediments, 2–6 — Upper Cretaceous, 7 — Carboniferous and Permian sediments, 8 — crystalline rocks; a — Potštejn anticline, b — Semanín fault, 3 — Ústí n. Orlicí syncline, d — Litice anticline, e — Kyšperk fault, f — Kyšperk syncline; A — pre-Badenian buried surface, B — pre-Upper Cretaceous surface, C — pre-Upper Carboniferous surface.

(Pracoviště autora: Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1, 662 82 Brno.)

Došlo do redakce 25. 4. 1990.

Lektoroval Břetislav Balatka.