

# SBORNÍK

## ČESKOSLOVENSKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI

ROČNÍK 81 • ČÍSLO 3 • SVAZEK 86

JAN VÍTEK

### MORFOGENETICKÁ TYPIZACE PSEUDOKRASU V ČESKOSLOVENSKU

J. Vítek: *Morphogenetic typification of pseudokarst in Czechoslovakia*. — Sborník ČSGS 86 : 3 : 153—165 (1981). — The author treats of the various interpretations of pseudokarst by different authors and comes to the conclusion that the most important criterion for the systematization of pseudokarst phenomena is both the genesis and the morphology. From this point of view he suggests new typification of these phenomena according to their dimensions, as follows: macroforms (canyons, gorges, rock cities, etc.) mesoforms (different types of caves, sinkholes, some rock forms such as mushroom rocks, larger rock openings), and microforms (rock cavities including the type, rock niches, honeycomb rocks, lapies, weather pits, small rock perforations). Individual types are documented on examples from some locality in Czechoslovakia. (Ru — N)

Za pseudokrasové tvary jsou obvykle považovány povrchové a podzemní útvary, které jsou morfologickou a v některých případech i genetickou obdobou forem krasového reliéfu. Problematika pseudokrasu je v geomorfologii dosud často rozdílně chápána a vysvětlována. Sporné otázky plynou především ze dvou interpretací — petrografické a genetické. Z petrografického hlediska bývají horniny tradičně děleny na krasové (dobře rozpustné): karbonáty, některé halovce, případně i led, a nekrasové (špatně rozpustné nebo standardně nerozpustné). Genetická interpretace, vycházející zejména z klimamorfologické koncepce, poukazuje na to, že i „nekrasové“ horniny podléhají v příslušných klimamorfologických oblastech nebo obdobích (případně extrémních podmínkách) rušivým chemickým účinkům agresivní vody nebo roztoků — korozi, která vede v mikroreliéfu, vzácněji v mezo- a makroreliéfu, ke vzniku tvarů, analogickým tvarům krasovým (Klear 1956, Wilhelmy 1958, Rasmusson 1959, Demek a kol. 1964, Panoš 1965, Hedges 1969, 1978, Szczerban, Urbani 1974, Jakucs 1977, Kastning 1977 a jiní).

Je zřejmé, že žádná z těchto nastíněných interpretací nemůže být přijata nekompromisně a globálně, protože existuje řada přechodných vztahů, ať už v závislosti na petrografii, litologii a struktuře hornin, nebo klimamorfologických podmínkách vývoje reliéfu. Zásadní problém je již v tom, že ani pro termín *kras*, respektive *krasový tvar* neexistuje z genetického a geomorfologického hlediska vzájemně jednotná definice. Domnívám se, že v podmínkách území ČSSR je nejpříjemnější kritérium pro odlišování pseudokrasových tvarů petrografické složení horniny. I když

chemické procesy, narušující strukturu (nebo spolupůsobící při destrukci) „nekrasových“ hornin, vedou ke vzniku tvarů morfologicky podobným formám krasového reliéfu, nelze je jen proto považovat za procesy krasové, neboť jejich geochemická povaha je většinou odlišná od procesu rozpouštění karbonátů. Většina povrchových a podzemních forem v nekarbonátech je polygenetická; na jejich vzniku se podílí jak vlivy mechanické, tak i chemické. Nejinak je tomu ovšem i u mnohých tvarů krasového reliéfu (vyjímání některých mechanicky podmíněných tvarů z komplexu krasového reliéfu a jejich označování jako tvary pseudokrasové by v tomto případě bylo zřejmě samoúčelné — vhodnější je charakterizovat je přímo způsobem vzniku, např. rozsedlinové jeskyně atd.).

Problém vyvstává u některých hornin (zejména klastických sedimentů), obsahujících určitý podíl karbonátových příměsí, kde lze předpokládat vliv krasových procesů. Pro tvary vzniklé v těchto horninách zavedl Maksimovič (1952) vhodný termín *klastokras*; Aneli (1963) je zařazuje k *parakrasu*. V ČSSR sem lze zařadit např. tvary reliéfu v karbonátových slepencích karpatského paleogénu (např. Súlovské vrchy atd.), případně některé detailní tvary ve vápnitých pískovcích a vysokoprocenních slínovcích svrchní křídly. Cigna (1978) rozlišuje ještě tzv. *hypokras* s tvary v ledu a některými dutinami v lávových proudech.

Vedle některých prací, zabývajících se buď typologií dílčích pseudokrasových tvarů (z petrografického či morfologického hlediska) nebo naopak globální syntézou pseudokrasu (Kosack 1952, Otvos 1976), byl jedním z prvních pokusů o typizaci pseudokrasu příspěvek Kuského (1957). Rozlišuje škrapy, závrtvy, několik genetických a petrografických typů jeskyní, zmínil se též o pseudokrasové hydrografii, postavení pseudokrasu v geografickém prostředí a významu těchto jevů pro člověka. Panoš (1978) dělí z genetického hlediska pseudokras na exogenní, endogenní a smíšený; důsledně od něho vymezuje klastokras. Některé další názory zahraničních a našich autorů k obecné problematice pseudokrasu jsou ve stručnosti uvedeny na jiném místě (Vítek 1979).

Při typologii pseudokrasových tvarů lze vycházet z různých kritérií. Nejčastěji bývá užíváno geologického (respektive petrografického) dělení podle druhů hornin, v nichž se jednotlivé tvary vyskytují, nebo kritéria genetického (např. tvary vzniklé zvětráváním, erozí, svahovými pohyby atd.) a dále pak geomorfologického hlediska. Morfogenetická klasifikace (vycházející z geneze a morfologie) je zřejmě nejvhodnější, neboť v různých typech hornin se mohou tvořit morfologicky obdobné tvary, vzniklé kombinací různých genetických činitelů. Vychází z ní i následující stručná systematizace pseudokrasových tvarů v ČSSR podle rozměrové hierarchie: makroformy, meziformy, mikroformy.

## I. Makroformy

Pokus o vymezení a typologii pseudokrasových makroforem se v geomorfologické literatuře prakticky dosud neobjevil. Komplex pseudokrasových tvarů celé rozměrové a tvarové stupnice, který morfologicky v podstatě připomíná příslušný typ krasového reliéfu, se na našem území **vyskytuje pouze v pískovcových skalních oblastech české křídové pánve**. V těchto morfostrukturách (strukturně-denudační plošiny, tabulové plošiny, kuesty, hřbety apod.) kvádrových pískovců tvoří pseudokrasové

makro-, mezo- a mikroformy podstatnou část reliéfu, takže zde lze hovořit přímo o *pseudokrasovém reliéfu*.

Ke konkávním (negativním) makroformám zde náleží zejména různé údolní tvary, např. *soutěsky* (úzká údolí se skalními stěnami v celém profilu), *kaňony* (údolí se skalními stěnami, úpatními sutěmi a dnem vyplněným sutí nebo aluviem), popřípadě *neckovitá údolí* atd. Skalnatá údolí, založená většinou na výrazných puklinových zónách, jsou běžná ve všech pískovcových oblastech (Děčínská vrchovina, Ralská a Jičínská pahorkatina, Broumovská vrchovina atd.). Jejich vývojem a morfologií (případně postavením v systému pseudokrasových forem) se zabývali např. Novák (1914), Balatka a Sládek (1964), Vítek (1979) aj. Další typy údolních pseudokrasových tvarů (slepá a poloslepá údolí) se v pískovcových české křídové pánve vyskytují jen ojediněle.

Ke konvexním (pozitivním) makroformám v pískovcových morfostrukturách lze zařadit *rozvodní plošiny a hřbety*, členěné na mnoha místech do izolovaných pilířů a věží — *skalních měst* — jež jsou morfologickou analogií tvarů „věžového krasu“. Na povrch plošin a skalních výchozů jsou vázány pseudokrasové mezo- a mikroformy.

Zařazení obdobných pozitivních a negativních makroforem v jiných typech hornin mezi tvary pseudokrasové by podle mého názoru bylo samoučelné, vzhledem k celkové strukturální a litologické odlišnosti a zejména proto, že na ně není vázán výskyt dalších pseudokrasových forem v takové koncentraci, jako v morfostrukturách svrchnokřídových pískovců.

## II. Mezofomy

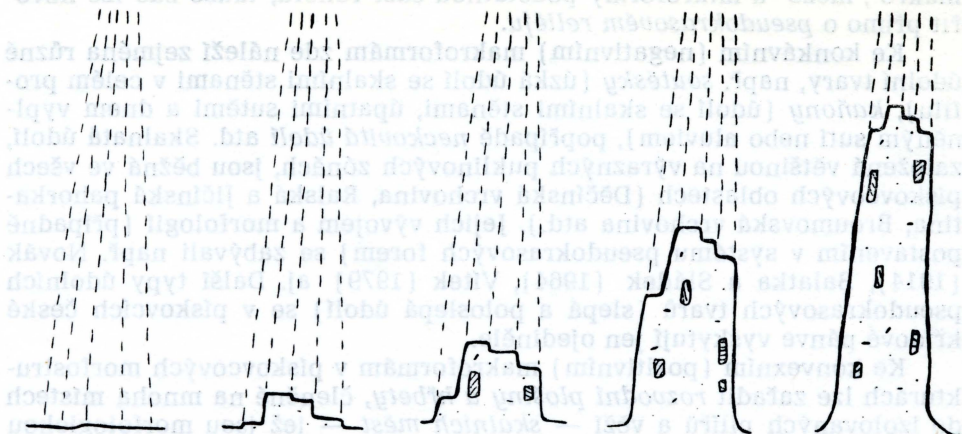
Mezi pseudokrasové mezofomy lze zařadit různé typy jeskyní, závrtů větší skalní perforace i některé skalní útvary.

### J e s k y n ě

Všechny dosud zjištěné pseudokrasové jeskyně na území ČSSR jsou dutinami epigenetickými (sekundárními), vzniklými procesy zvětrávání a odnosu hornin, erozí, svahovou modelací (blokové pohyby, akumulace sutí), popř. jinými geomorfologickými procesy. Většina se jich vytvořila v sedimentárních horninách, díky jejich vhodným geologickým vlastnostem (nesourodost, tektonická porušenost, úložné poměry, propustnost atd.). Podle morfogeneze lze dosud známé jeskyně v ČSSR rozdělit do šesti skupin. Podrobnější popis genetických faktorů a morfologie jednotlivých typů jeskyní s přehledem jejich rozšíření na území ČSR a bibliografií je uveden na jiném místě (Vítek 1980), proto se zde omezím jen na některé důležitější poznámky k morfogenetické typologii.

#### 1. Puklinové jeskyně

Jejich vznik je závislý na existenci výrazné vertikální (nebo šikmé) pukliny a nejčastěji pak na přítomnosti puklinových zón, představovaných zvýšenou frekvencí souběžných nebo sbíhajících se puklin (obr. 1). Tyto puklinové zóny snáze podléhají destrukčním účinkům zvětrávání a eroze. Prostora je závislá na směru puklin; obvykle je svíslá, výrazně v ní převažuje výška nad šířkou.

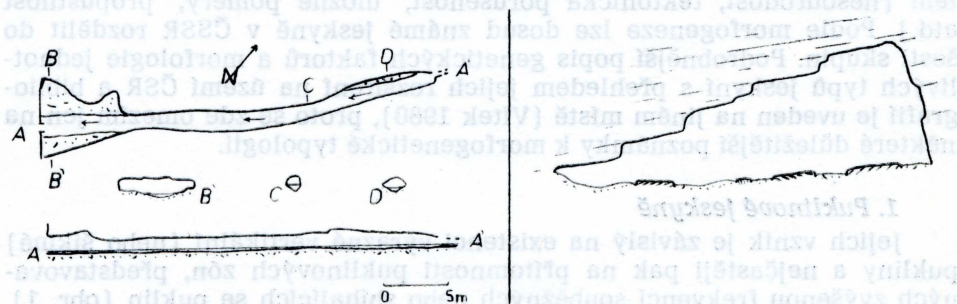


1. Schéma vývoje puklinové jeskyně (v půdorysu) destrukcí horniny na zóně sbíhajících se puklin [čárkovaně].

Puklinové jeskyně se vyskytují v různých typech hornin, ale nejhojnější jsou v tektonicky porušených sedimentech. Především v pískovcích české křídové pánve byla zjištěna řada různě velkých puklinových jeskyní (např. v Děčínské a Broumovské vrchovině, Jičínské pahorkatině aj.); mnohé z nich jsou součástí (respektive uzávěrem) úzkých skalnatých údolí — soutěsek. Obdobné jeskyně jsou i ve svrchnokřídových slínovcích, neovulkanitech (znělec, čedič, andezit), krystalických břidlicích, tvoří se též v granitoidech kvádrouvou odlučností (v žulových oblastech České vysočiny) nebo rozpadem mylonitových poloh (např. v Tatrách).

## 2. Vrstevní jeskyně

Vyskytují se pouze v sedimentárních horninách, protože jejich vznik je závislý na destrukci poloh, např. oddrolováním vrstevních lavic, vyvětráváním nebo vyplavováním méně odolných partií (obr. 2). Tyto jeskyně jsou nízké a relativně široké. (Morfologicky se jim mohou podobat ně-



2. Ukázky vrstevních jeskyní. Vlevo vývěrová jeskyně Bartošova pec [měřil a kreslil J. Vitek 1973], vpravo schématický profil jeskyní, vzniklé oddrolováním vrstevních lavic.



keré jeskyně v krystalických horninách, vzniklé podél horizontálních puklin nebo ploch odlučnosti, které jsou však geneticky puklinovými jeskyněmi).

Mnoho vrstevních jeskyní se vyskytuje ve svrchnokřídových pískovcích. Některé jsou protékány vodou a mají vzhled výrazných vývěrových jeskyní (např. Bartošova pec sev. od Turnova); jiného charakteru je Matějovická jeskyně ve Zlatohorské vrchovině. Výrazné jeskyně jsou ve vrstevní poloze paleogenních sedimentů v údolí Ohře u Sokolova, např. jeskyně Cikánka (Kukla 1950); drobnější jeskyně tohoto typu byly zjištěny i ve flyšových sedimentech Západních Karpat.

### 3. Jeskynní výklenky

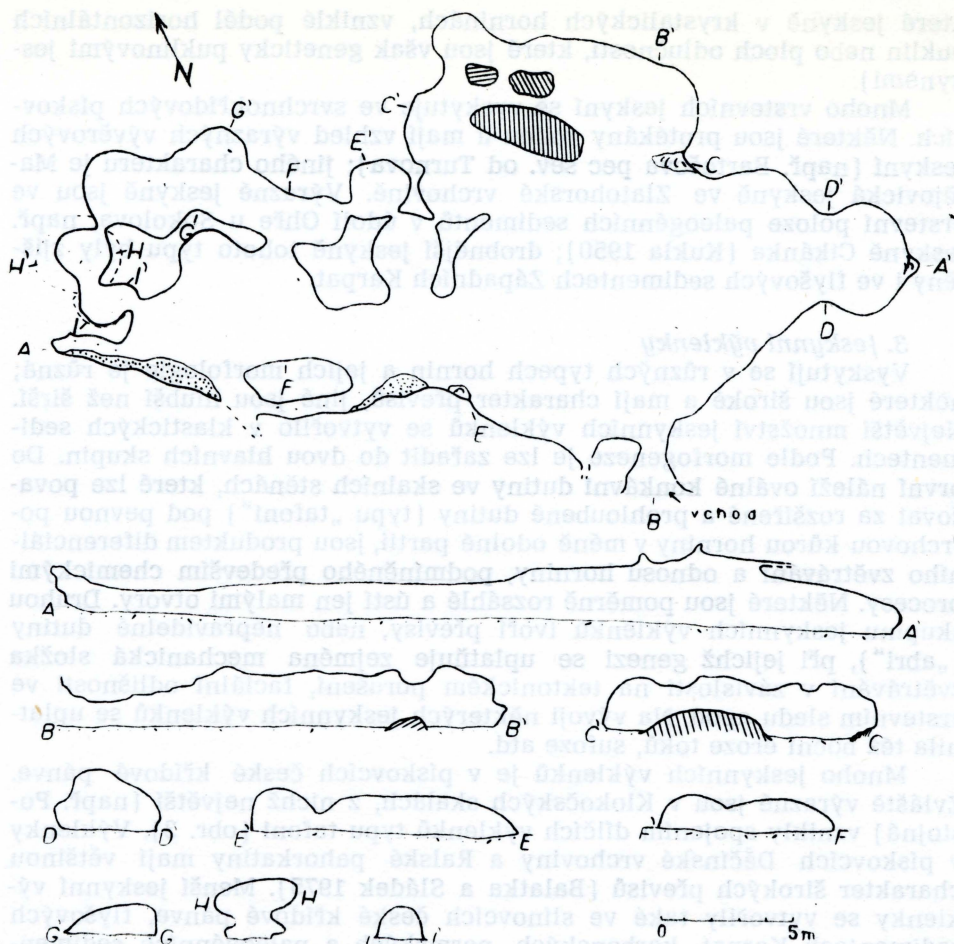
Vyskytují se v různých typech hornin a jejich morfologie je různá; některé jsou široké a mají charakter převisů, jiné jsou hlubší než širší. Největší množství jeskynních výklenků se vytvořilo v klastických sedimentech. Podle morfogeneze je lze zařadit do dvou hlavních skupin. Do první náleží oválné konkávní dutiny ve skalních stěnách, které lze považovat za rozšířené a prohloubené dutiny (typu „tafoni“) pod pevnou povrchovou kůrou horniny v méně odolné partii, jsou produktem diferenciativního zvětrávání a odnosu horniny, podmíněného především chemickými procesy. Některé jsou poměrně rozsáhlé a ústí jen malými otvory. Druhou skupinu jeskynních výklenků tvoří převisy, nebo nepravidelné dutiny („abri“), při jejichž genezi se uplatňuje zejména mechanická složka zvětrávání v závislosti na tektonickém porušení, faciální odlišnosti ve vrstevním sledu apod. Na vývoji některých jeskynních výklenků se uplatnila též boční eroze toků, sufoze atd.

Mnoho jeskynních výklenků je v pískovcích české křídové pánve. Zvláště výrazné jsou v Klokočských skalách, z nichž největší (např. Postojná) vznikly spojením dílčích výklenků typu tafoni (obr. 3). Výklenky v pískovcích Děčínské vrchoviny a Ralské pahorkatiny mají většinou charakter širokých převisů (Balatka a Sládek 1975). Menší jeskynní výklenky se vytvořily také ve slínovcích české křídové pánve, flyšových sedimentech Karpat, karbonských, permských a paleogenních sedimentech (pískovce, arkózy, slepence). Řada menších výklenků vznikla idestrukci granitoidních skalních útvarů (např. v Jizerských horách), v krystalických břidlicích (např. v Orlických horách, Hrubém Jeseníku), v buližnicích (v okolí Prahy), kvarcitech (Hřebeny), amfibolitech, neovulkanitech (Pořana, Doupovské hory aj.) i jiných horninách.

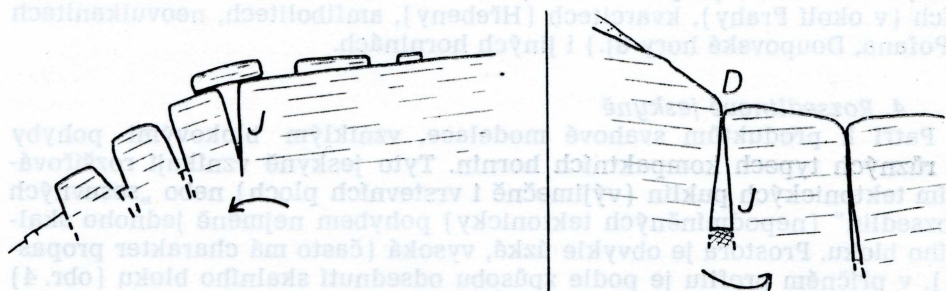
### 4. Rozsedlinové jeskyně

Patří k produktům svahové modelace, vzniklým blokovými pohyby v různých typech kompaktních hornin. Tyto jeskyně vznikají rozšiřováním tektonických puklin (výjimečně i vrstevních ploch) nebo „sesuvných rozsedlin“ (nepodmíněných tektonicky) pohybem nejméně jednoho skalního bloku. Prostora je obvykle úzká, vysoká (často má charakter propasti), v příčném profilu je podle způsobu odsednutí skalního bloku (obr. 4) buď střechovitá nebo tvaru V (zde tvoří strop výše položené skalní bloky). Při modelaci rozsedlinových jeskyní se uplatňují i další geomorfologické vlivy, zejména zvětrávání hornin, říčení a akumulace bloků.

Rozsedlinové jeskyně jsou typické zejména pro flyšovou oblast Vnějších Karpat, např. Moravskoslezské Beskydy (350 m dlouhá jeskyně Cy-



3. Postojná jeskyně v Klokočských skalách. Příklad mohutného jeskynního výklenku, vzniklého spojením dílčích konkávních výklenků [typu tafone] ve svrchnokřídových pískovcích. (Měřil a kreslil J. Vitek 1978)



4. Dva způsoby vzniku rozsedlinových jeskyní. Vlevo jeskyně (J), vzniklá odsednutím skalního bloku od skalní stěny. Jeskynní dutina vznikne překrytím rozsedliny (tvaru V) výše položenými bloky. Vpravo jeskyně (J) vzniklá zpětným záklonem bloků do svého, jeskyně je střechovitě uzavřena, povrch svahu bývá stupňovitý s podélnými depresemi (D). Šipky značí směr pohybu bloků.

rilka na Pustevnách, 56 m hluboká propastovitá jeskyně na Kněhyni atd.), Slovenské Beskydy, Hostýnské vrchy, Javorníky, Vizovickou vrchovinu atd. (Demek 1964, Foldyna 1968, Pavlica 1972). Větších rozměrů jsou i rozsedlinové jeskyně ve svrchnokřídových slínovcích a pískovcích (Víteček 1977, 1979). Obdobné prostory vznikly také rozpadem neovulkanitových těles zejména v Českém středohoří, Lužických horách, Cerové vrchovině aj. (Král 1950, Kuský 1957, Stárka 1967). Geneticky zajímavé jsou jeskyně v ortorulovém svahu údolí Dyje u Vranova (Špalek 1935).

Rozsedlinové jeskyně jsou také běžné v oblastech tvořených karbonátovými horninami, kde jsou částečně modelovány i krasovými procesy a nezřídka mají vyvinutou sintrovou výzdobu (obvykle nejsou vyjímány z forem krasového reliéfu). K jejich vzniku dochází např. v okrajích krasových planin (Nešvara 1974), destrukcí trosek vápencových a dolomitových příkrovů v obalových sériích Západních Karpat, procesy camberingu v travertinových elevacích apod.

### 5. Jeskyně v sutích

Jsou volnými prostorami mezi balvany v suťových závalech na dně některých skalnatých údolí nebo v balvanových haldách a mořích. Vznik sutí bývá dáván do souvislosti obvykle s kryogenním zvětráváním v periglaciálních podmínkách, některé sutě jsou však holocénní. Jeskynní prostory mezi balvany mají nepravidelný půdorys a profil, obvykle se střídají prostornější partie s úžinami a plazivkami. Mnohé jsou průlezné v délce několika set metrů.

Suťové jeskyně různých rozměrů jsou zejména v pískovcích české křídové pánve (např. v Broumovské vrchovině, Ralské pahorkatině), menší jsou v granitoidech (Jizerské hory, Vysoké Tatry aj.), neovulkanitech (České středohoří, Cerová vrchovina) atd.

### 6. Kombinované jeskyně

Na jejich vzniku a vývoji se výrazně uplatňují nejméně dva genetické činitele, jejichž vliv nemusel být stejně intenzivní ve shodném období. Výsledný tvar jeskyně se pak morfologicky obvykle blíží k příslušným morfogenetickým typům.

Příklady kombinovaných jeskyní lze nalézt v různých typech hornin. Běžné jsou např. kombinace puklinových a vrstevních jeskyní (pískovec, neovulkanitové aglomeráty), puklinových a suťových jeskyní (pískovec, granitoidy, neovulkanity), rozsedlinových a suťových jeskyní, puklinových a rozsedlinových jeskyní, jeskynních výklenků a suťových jeskyní (pískovec, krystalické břidlice) atd. (Rovněž všechny jeskynní výklenky jsou geneticky kombinovanými jeskyněmi, ovšem morfologicky tvoří vyhraněný typ.)

## Z á v r t y

Podle způsobu vzniku a morfologie lze pseudokrasové závrtky a závrtům podobné konkávní tvary rozdělit do tří skupin: 1. Závrtky vzniklé procesy suťovní subsidence (mají půdorys oválný nebo protažený podél výrazných puklin), 2. Závrtky vzniklé svahovými procesy, zejména blokovými pohyby (v půdorysu jsou protáhlé, většinou paralelní se směrem svahu), 3. Závrtky představující kombinaci předchozích typů.

Závrtky vzniklé suťovní substinencí byly popsány především z České

vysočiny (Soukup 1937, Balatka a Sládek 1969, Král 1975, Zapletal 1966 aj.), zejména ze svrchnokřídových pískovců (např. Jičínská pahorkatina), vzácněji se vyskytující ve svrchnokřídových slínovcích (vých. Čechy) a paleogenních sedimentech (nad údolím Ohře u Sokolova), neovulkanitových elevacích aj. Závrtý a závrtům podobné deprese ve svazích, vzniklé gravitačními pohyby horninových bloků, se vyskytují zejména ve vysokých pohorích Západních Karpat (Kunský 1957, Nemčok 1972 aj.), např. v Nížkých, Západních a Vysokých Tatrách, Slovenských Beskydech, Moravskoslezských Beskydech aj., a to v různých typech hornin (krystalických i sedimentech). Vznik nevelkých závrtových depresí, vázaných na blokové pohyby hornin, lze sledovat i na některých místech v České vysočině (Pašek a Košťák 1977, aj.).

### Skalní perforace

Souhrnně tak označují skalní brány, mosty, okna a tunely, které patří k nápadným pseudokrasovým mezo- a mikroformám. Za *skalní brány* jsou považovány perforace obvykle větších rozměrů, kde alespoň jedna strana dosahuje skalní základny, u *skalních mostů* splývá stropní část s úrovní okolí. *Skalní okna* bývají obvykle menší a nedosahují úpatí skály, u *skalních tunelů* výrazně převažuje délka nad šířkou a výškou. V nekrasových horninách vznikají skalní perforace především procesy diferenciálního zvětrávání a odnosu hornin, a to jednak splýváním protilehlých skalních výklenků nebo na situaci výrazných puklin v úzkých pířích (Novák 1914, Rubín 1959, Balatka a Sládek 1974, Vítek 1979 aj.).

Skalní brány se vyskytují především v klastických sedimentech (pískovce české křídové pánve), kde dosahují též největších rozměrů. K největším pískovcovým skalním branám (mostům) v Evropě patří Pravčická brána (16 m vysoká a dole 27 m široká, s „mostem“ 3 m mocným) v Děčínské vrchovině. Menší skalní brány jsou téměř ve všech pískovcových skalních oblastech v Čechách. Vzácněji se vyskytují i v jiných typech hornin (Rubín 1959, Vítek 1977, aj.).

Skalní okna patří k hojným tvarům selektivního zvětrávání různých typů hornin. Běžné jsou zejména v pískovcích české křídové pánve i v jiných sedimentech a pyroklastických neovulkanitech (Slanské vrchy, Vtáčnick, Štiavnické vrchy, Burda aj.). Vzácnější jsou v jiných typech hornin, např. v granitoidech (zde se tvoří v tektonicky porušených partích, formou odlučnosti i vyvětráváním xenolitových poloh), krystalických břidlicích (podél puklin a ploch foliace) atd.

Skalní tunely se vyskytují hlavně v pískovcích a jiných klastických sedimentech, vzácněji v tektonicky porušené žule (Tatry), krystalických břidlicích, pyroklastických neovulkanitech aj.

Zvláštní skupinu tvoří tzv. *nepravé* brány či okna, vzniklé např. v trhlinách překrytých balvany nebo v rozsedlinách mezi zřícenými a odseďlými bloky a podobně.

### Skalní útvary (tors)

Konvexní (pozitivní) mezoformy jsou dosud většinou ze systému pseudokrasových tvarů neprávem vyjímány, což zřejmě vyplývá z jejich nesnadného vymezení. Z karsologického hlediska lze za pseudokrasové tvary považovat i některé izolované skalky (zejména výchozy typu *tors*)

bizarně modelované diferenciací zvětráváním, které se morfogeneticky v podstatě neliší od obdobných konvexních forem v krasovém reliéfu (Panoš 1965). Na těchto útvarech je nezřídka vyvinutá pestrá mozaika pseudokrasových mikroforem.

V pseudokrasovém reliéfu pískovcových morfostruktur české křídové pánve lze za pseudokrasové mezofomy považovat např. tzv. *skalní hříby*, výrazně modelované selektivním zvětráváním v dílčích faciálních změnách ve vrstevním sledu pískovců (Vítek 1981). Obdobné skalní útvary typu tors jsou běžné i v jiných horninách např. v žulách České vysočiny (Kettner 1948, Ginzel a Novák 1962, Demek a kol. 1964, Votýpka 1970 aj.), ve flyšových sedimentech aj. horninách v Karpatech atd.; účelnost jejich zařazování k pseudokrasovým tvarům je v tomto případě ovšem diskutabilní.

### III. Mikroformy

Mezi pseudokrasové tvary lze zařadit některé mikroformy zvětrávání a odnosu hornin, jejichž morfologická obdoba se vyskytuje též na skalním povrchu v krasovém reliéfu (některé typy těchto mikroforem jsou ovšem běžnější v „nekrasovém“ reliéfu). Patří sem zejména skalní dutinky a výklenky, voštiny, škrapy, skalní mísy a také drobné skalní perforace.

#### Skalní dutinky a výklenky, voštiny

Mělké i hlubší oválné dutinky, různotvaré výklenky (menších rozměrů než jeskynní výklenky) a voštiny ve svislých, šikmých nebo převislých skalních stěnách se vyskytují v různých typech hornin, především v klastických sedimentech.

Skalní dutinky a výklenky různých tvarů i velikostí patří k typickým formám mikroreliéfu ve skalních oblastech svrchnokřídových pískovců. Některé jsou mělké, jiné se do nitra zahlubují pod pevnější povrchovou kůrou horniny (dutinky typu *tafoni*); často se vyskytují v celých soustavách a sítích, oddělených tenkými lištami (*voštiny*). Většina autorů dnes považuje tyto mikroformy za produkty selektivní denudace, vyvolané mechanickým a chemickým (biomechanickým, biochemickým) zvětráváním a odnosem horniny. Běžné jsou ve skalních oblastech Děčínské a Broumovské vrchoviny, Ralské a Jičínské pahorkatiny aj. (Novák 1914, Balatka a kol. 1969, Vítek 1979, atd.). Stejně mikroformy jsou i v obdobných typech sedimentů, např. ve flyšových arkózách a slepencích (Czudek a kol. 1961), permských a karbonských arkózách a drobách aj.

Poněkud odlišné typy skalních dutinek a výklenků se vyskytují v granitoidech. Nápadné jsou zvláště dutinky typu *tafoni*, které vznikají pod pevnější povrchovou kůrou horniny ve svislých a převislých skalních stěnách (Klaer 1956, Wilhelmy 1958 aj.). Jsou produktem chemického a mechanického zvětrávání, kdy méně odolné partie pod ochrannou kůrou (obvykle prostoupenou limonitem) vyvětrávají. Některé výskyty skalních dutinek, výklenků i voštin v granitoidech České vysočiny byly uvedeny (Demek a kol. 1964, Chábera 1961, Votýpka 1970 aj.) z Žulovské pahorkatiny, Javořické vrchoviny, Šumavy, Jizerských hor, Krkonoš atd. Různotvaré dutinky a výklenky vznikly diferencovaným zvětráváním i v neovulkanitech (pyroklastických i kompaktních) např. na Pořaně, v Kremnic-



kých a Slanských vrších, Českém středohoří, Doupovských horách aj. Mělké dutinky se vzácněji vyskytují i v krystalických břidlicích (Českomoravská vrchovina), pegmatitech, kvarcitech atd.

### Š k r a p y

Patří k poměrně běžným mikroformám i v některých typech „nekrasových“ hornin. Morfologicky a mnohdy i geneticky jsou skutečnou obdobou škrapů v krasovém reliéfu; jsou rovněž výslednicí chemických, mechanických (biochemických, biomechanických) zvětrávacích procesů. Terminologii škrapů v krasovém reliéfu (Bögli 1960) lze aplikovat i pro většinu pseudokrasových škrapů (pseudoškrapů).

V granitoidech se vyskytují zejména *žlábkové škrapy*, představované různě hlubokými žlábkami, oddělené oblými hřbítky v šikmém skalním povrchu. Jejich vznik je vysvětlován (Klaer 1956, Demek a kol. 1964, Panoš 1965, Votýpka 1970 aj.) společným působením mechanické eroze stékající srážkové vody a chemického zvětrávání. V žulách České vysočiny byly žlábkové škrapy zjištěny např. v Jizerských horách, Žulovské pahorkatině, Javořické vrchovině atd.; drobné škrapové rýhy a jamky jsou i ve Vysokých Tatrách. Ojedinelé výskyty žlábkových škrapů byly zjištěny i v krystalických břidlicích (Žďárské vrchy), kvarcitech a jiných krystalických horninách

Škrapy jsou běžné i v klasických sedimentech, zejména v kvádrových pískovcích (Novák 1914, Balatka a kol. 1969, Skřivánek a Rubín 1973, Vítek 1979). Byly zde vyčleněny (Vítek 1981) *žlábkové škrapy* (žlábkami oddělené souvislými nebo dílčími hřbítky), vzniklé mechanickým i chemickým působením srážkové vody v nesourodé hornině; obdobné jsou *meandrovité, stěnové a hrotovité škrapy*, dále *jamkové škrapy* (a *skalní mísy*, jimž je věnována pozornost v následující subkapitole) na jejichž vývoji se podílí i vegetace kořenovou destrukcí a biochemickými vlivy, a *šlápotovité škrapy*, vzniklé *vyvětráváním podél mezivrstvních spár* nebo destrukcí skalních mís. Výrazné žlábkové škrapy jsou místy i ve flyšových sedimentech (např. na Čertových stěnách v údolí Senice).

### S k a l n í m í s y

Tyto oválné prohlubně na povrchu vodorovných nebo mírně skloněných skalních ploch se vyskytují v různých typech hornin; v karbonátech bývají označeny jako škrapy typu *kamenice*. Klasické studie o skalních mísách pocházejí ze žulových oblastí, kde patří k nejtypičtějším mikroformám. Dnes obecně platí názor (Klaer 1956, Chábera 1961, Demek a kol. 1964, Hedges 1969, Ollier 1969 aj.), že vznikají složitými procesy zvětrávání a odnosu horniny, při nichž hrají roli v jednotlivých fázích vývoje jak vlivy mechanické (oddělování minerálních zrn např. mikrogelivací), tak i chemické (rozklad některých minerálů, např. biotitu) a jistě i biochemické (změnami chemických vlastností a pH vody stagnující v mísách).

V granitoidech České vysočiny se dokonale vyvinuté skalní mísy vyskytují v Jizerských horách, Krkonoších, Českomoravské vrchovině, Žulovské pahorkatině, na Šumavě aj. (Chábera 1961, Demek a kol. 1964, Votýpka 1970 aj.). Poměrně běžné jsou skalní mísy i ve svrchnokřídových pískovcích, např. v Broumovské vrchovině (Vítek 1979), ve flyšových sedimentech v Karpatech (Czudek a kol. 1961) i v jiných klastických sedi-

mentech. Vzácnější výskyty skalních mís jsou v ostatních horninách, např. ortotulách (Žďárské vrchy), svorech (Hrubý Jeseník), pegmatitech a kvarcitech (Rejvízská hornatina), andezitech (Štiavnické vrchy) atd.

## ZÁVĚR

Předložený příspěvek je pokusem o morfogenetickou typologii pseudokrasu v ČSSR za současného stavu jejich poznání. Pseudokrasové tvary celé rozměrové a tvarové stupnice se vytvořily v pískovcových morfostrukturách české křídové pánve, které lze z karsologického hlediska označit jako pseudokrasový reliéf. Jemu se částečně blíží (ovšem jen v plošně i tvarově omezených, příznivými geologickými a geomorfologickými podmínkami daných regionech) i morfostruktury tvořené některými jinými typy hornin, např. flyšovými sedimenty Vnějších Karpat, svrchnokřídovými slínovci apod. V ostatních horninách se pseudokrasové tvary vyskytují pouze v některých dílčích nebo izolovaně vyvinutých tvarech.

Za podnětnou diskusí k problematice pseudokrasu upřímně děkuji doc. dr. Vladimíru Panošovi, CSc.

## Literatura

- ANELLI F. (1963): Fenomeni carsici, paracarsici e pseudocarsici. *Giornale di geologia*, s. 2<sup>a</sup>, 31:11—25. Bologna.
- BALATKA B., LOUČKOVÁ J., SLÁDEK J. (1969): Vývoj pískovcového reliéfu České tabule na příkladu Polomených hor. *Rozpravy ČSAV, řada MPV, 79 (5)*, 38 str. Academia, Praha.
- BALATKA B., SLÁDEK J. (1964): Vývoj údolí v pseudokrasových horninách jihovýchodní části Polomených hor. *Československý kras, 15 (1963)*: 37-50. Praha.
- (1969): Závrtý v nekrasových horninách České vysočiny. *Zprávy Geografického ústavu ČSAV, 6(8)*: 1-9. Brno.
- (1974): Pískovcové skalní brány v Čechách. *Ochrana přírody, 29*:247—250, 283—285, 314—317. Praha.
- (1975): Výklenky v křídových pískovcích České vysočiny. *Ochrana přírody, 30*: 273-275. Praha.
- BÖGLI A. (1960): Kalklösung und Karrenbildung. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplement. 2*: 4-21. Göttingen.
- CIGNA A. A. (1978): A Classification of Karstic Phenomena. *International Journal of Speleology, 10*:3—9. Milano.
- CZUDEK T., DEMEK J., STEHLÍK O. (1961): Tvary zvětrávání a odnosu pískovců v Hostýnských vrších a Chřibech. *Časopis pro mineralogii a geologii, 6*: 262-269. Praha.
- DEMEK J. (1964): Jeskyně ve flyšových pískovcích moravskoslezských Karpat. *Československý kras, 15 (1963)*: 127-130. Praha.
- DEMEK J., MARVAN P., PANOŠ V., RAUŠER J. (1964): Formy zvětrávání a odnosu žuly a jejich závislost na podnebí. *Rozpravy ČSAV, řada MPV, 74 (9)*, 59 str. Academia, Praha.
- FOLDYNA J. (1968): Pseudokras v godulských vrstvách dílčího příkrovu godulského (Moravskoslezské Beskydy). *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské (řada hornicko-geologická), 14*: 83-105. Ostrava.
- GINZEL G., NOVÁK E. (1962): Topografie skal Jizerských hor. 72 str. Severočeské muzeum, Liberec.
- HEDGES J. (1969): Opferkessel. *Zeitschrift für Geomorphologie, 13*: 22-55. Berlin — Stuttgart.
- (1978): Karst caves in silicate rocks. *D. C. Speleograph, 34*: 1-2. Alexandria.
- CHÁBERA S. (1961): Mísovité zvětrávání žuly v Jižních Čechách. *Sbor. Kraj. muzea, přír. vědy, 3*: 51-67. České Budějovice.
- JAKÚCS L. (1977): Morphogenetics of karst regions. 284 str. Akadémiai Kiadó, Budapest.

- KASTNING E. H. (1977): Karst landforms and speleogenesis in Precambrian Granite, Llano County, Texas USA. Proceedings of the 7th Internat. Congress of Speleology, 253—255. Sheffield.
- KETTNER R. (1948): *Všeobecná geologie*, 2. díl, 766 str. Praha
- KOSACK H. P. (1952): Der Verbreitung der Karst- und Pseudokarsterscheinungen über die Erde. Petermanns geograph. Mitteilungen, 96: 16-22. Gotha.
- KRÁL V. (1950): Nekrasová jeskyně v Českém středohoří. Sborník Čs. společnosti zeměpisné, 55: 68-69, 224 a 229. Praha.
- (1975): Sufoze a její podíl na současných geomorfologických procesech v Čechách. Acta Universit. Carolinae, Geographica, 1-2: 23-29. Praha.
- KLAER W. (1956): Verwitterungsformen im Granit auf Korsika. Ergänzt. Petermanns Geograph. Mitteilungen, 261: 1-146. Gotha.
- KUKLA J. (1950): Pseudokrasové jeskyně u Loktu na Sokolovsku. Československý kras 3: 274-178. Brno.
- KUNSKÝ J. (1957): Typy pseudokrasových tvarů v Československu. Československý kras, 10: 108-125. Praha.
- NEMČOK A. (1972): Gravitačné svahové deformácie vo vysokých pohoriach slovenských Karpát. Sborník geologických věd, řada HIG, 10: 7-38. Praha.
- NEŠVARA J. (1974): Deformace Karsových masívů Západních Karpat. Sbor. geologických věd, řada HIG, 11: 177-192. Praha.
- NOVÁK V. J. (1914): O formách kvádrových pískovců v Čechách. Rozpravy České akademie, II. tř., 23 (19), 26 str. Praha.
- OLLIER C. D. (1969): Weathering. 304 p. Olier a Boyd, Edimburg.
- OTVOS E. G. Jr. (1976): „Pseudokarst“ and „pseudokarst terrains“: Problems of terminology. Geological Society of America Bulletin, 87 (7): 1021-1027. Boulder.
- PANOS V. (1965): Problém krasovní nekarbonátových hornin. Časopis pro mineralogii a geologii, 10: 105-109. Praha.
- (1978): K typologii krasu. Sbor. prací přírodověd. fakulty Univ. Palackého 58, geograf. geol., 17: 83-132. Praha.
- PAŠEK J., KOŠTÁK B. (1977): Svahové pohyby blokového typu. Rozpravy ČSAV, řada MPV, 87 (3), 58 str. Praha.
- PAVLICA J. (1972): Historie a současný výzkum pseudokrasových puklinových jeskyní v Moravskoslezských Beskydech. Přírodovědecký sborník, 25: 267-275. Ostrava.
- RASMUSSEN G. (1959): Karstformen im Granit des Fichtelgebirges. Die Höhle, 10: 1-4. Wien.
- RUBÍN J. (1959): Turistické zajímavosti ČSR (Geologie). 95 str. STN, Praha.
- SKRIVÁNEK F., RUBÍN J. (1973): Caves in Czechoslovakia. 136 str. Academia, Praha.
- SOUKUP J. (1973): Závrtům podobné prohlubiny v oblasti kvádrových pískovců Českého ráje. Od Ještěda k Troskám, 16: 9-12. Turnov.
- STÁRKA V. (1968): Pseudokrasové sluje v čedičovém příkrovu Pohanského vrchu u Hajnáčky. Československý kras, 19 (1967): 81- 86. Praha.
- SZCZERBAN E., URBANI F. (1974): Carsos de Venezuela. Parte 4: Formas carsicas precambricas del Territorio Federal Amazonas y Estado Bolivar. Boletín de Sociedad Venezol. de Espeleologia, 5: 27-54. Caracas.
- SWEETING M. M. (1972): Karst landforms. 362 p. Macmillan, London.
- ŠPALEK V. (1935): Ledové sluje u Vranova nad Dyjí. Sborník Čs. společnosti zeměpisné, 41: 49-55. Praha.
- VÍTEK J. (1977): Vývoj skalních a jeskynních forem ve slínovcích východní části české křídové pánve. Sborník Čs. společnosti zeměpisné, 82: 279-292. Praha.
- (1979): Pseudokrasové tvary v kvádrových pískovcích severovýchodních Čech. Rozpravy ČSAV, řada MPV, 89 (4), 58 str. Academia, Praha.
- (1980): Typy pseudokrasových jeskyní v ČSR. Československý kras, 30 (1978): 17—28. Praha.
- (1982): Typy škrapů v pískovcích české křídové pánve. Československý kras, 32 (v tisku), Praha.
- VOTÝPKA J. (1970): Ukázky zvětrávání žul Českého masivu. Acta Universit. Carolinae, Geographica, 2: 75-91. Praha.
- WILHELMY H. (1958): Klimamorphologie der Massengesteine. 238 p. Georg Westermann Verlag, Braunschweig.
- WINKELHÖFER R. (1976): Die Höhlentypen im Sandstein der Sächsischen Schweiz. Proceedings of the 6th Internat. Congr. Speleol., 3: 325-330. Praha.
- ZAPLETAL L. (1966): Geomorfologie Osoblažské pahorkatiny. Acta Un. Palackianae; Geograph., 7: 13-188. Praha.

MORPHOGENETISCHE TYPISATION DES PSEUDOKARSTES IN DER  
TSCHECHOSLOWAKEI

Der Beitrag betrifft die morphogenetische Typisation des Pseudokarstes in der Tschechoslowakei. Der Verfasser hält für Pseudokarstformen in der Tschechoslowakei solche in den Nichtkarbonaten entstandenen Formen, die sich als morphologische, bzw. genetische Analogie der Karstreliefsformen zeigen. Der Dimensionsabstufung entsprechend, teilt man die Pseudokarstformen folgendermassen: 1. Makroformen (irgendmanche Typen von Felsentälern in den Sandsteinmorphostrukturen des Böhmisches Kreidebeckens; stellenweise als die „Felsenstädte“ gegliederte Wasserscheideplateaus und Kämmen); 2. Mesoformen (sechs Grottentypen, „Dolinen“, Felsenperforationen und „Tors-typen“ Felsenformen); 3. Mikroformen (Felsennischen, „Tafoni“, Brückellöcher, Karren und Felsennäpfe). Besonders vollkommen entwickelte Pseudokarstformen der Ausmass -- und Gestaltskala finden sich in den Sandsteinmorphostrukturen des Böhmisches Kreidebeckens, wo man schier über ein „Pseudokarstrelief“ sprechen kann. Häufig findet man die Pseudokarstformen auch in den anderen Sedimenten, Neovulkaniten, Granitoiden, Gneiss, vereinzelt auch in anderen Gesteinstypen. Die Pseudokarstformen sind als Produkt der geomorphologischen Prozesse, namentlich der Gesteinverwitterung und Abtragung, der Hangblockbewegungen, Erosion, Suffosion usw. entstanden.

Texte von Federzeichnungen:

1. Das Entwicklungsschema einer Klufthöhle.
2. Schichthöhle, links die Entsprunghöhle „Bartošova pec“ bei Turnov, rechts ein schematischer Profil einer Schichthöhle.
3. Die Höhle „Postojna“ in den Oberkreidesandsteinen in den Klokočské skály Felsen.
4. Zwei Beispiele von Entstehung der Spalthöhlen.

Texte von Fotografien:

1. Pseudokarstrelief in den Oberkreidesandsteinen in Jetřichovické stěny Felsen (bei Děčín).
2. Ein Granitfelsen („tor“) in Jizerské hory (Isergebirge) mit einer Höhlennische.
3. Die Schichthöhle „Cikánka“ in den Paläogensedimenten im Ohře-tal bei Sokolov.
4. Ein Felsenfenster zwischen zwei Räumen von der Höhle „Postojna“ (Sandstein) bei Turnov.
5. Karren am Rande eines Felsenturmes im Quadersandstein von Děčinská vrchovina (früher Böhmisches Schweiz).  
(Foto J. Rubín.)
6. Der Spaltabgrund „Na Kněhyni“ in den Godula-Sandsteinen in Moravskoslezské Beskydy.
7. Eine Felsenform in den Andesitaglomeraten an der Polana mit einer Höhlennische „Abšíná“, Felsennischen und Rillenkarren.
8. Die Felsenfenster in den Andesitaglomeraten in Slanské vrchy.
9. Ein „unechtes“ Felsentor in Glimmerschiefern in Hrubý Jeseník (Altwatergebirge).
10. Eine Dolinendepression auf Bystrá in Tatra Gebirge.
11. Eine Doline in den Oberkreidesandsteinen bei Matějovice im Nordmähren.
12. Rillenkarren in den Soláň-Sandsteinen im Tal von Senica.
13. Felsennäpfe und Karren in den Oberkreidesandsteinen in Broumovské stěny (Felsen).  
(Aufnahmen 1—4 und 6—13 [J. Vitek])



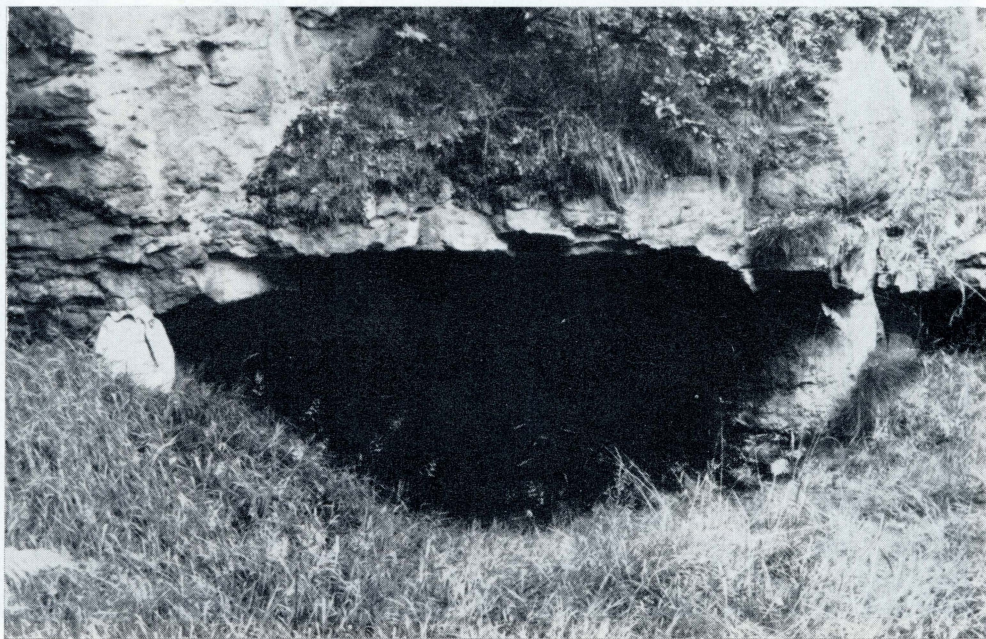


1. Pseudokrasový reliéf v pískovcových morfostrukturách [Jetřichovické stěny] s rozčleněnými stěnami kaňonů v rozvodní hřbety a pilíře.





2. Žulový výchoz (typu tor) v Jizerských horách s úpatním výklenkem, vzniklým kvádrovým rozpadem.



3. Otvor jeskyně Cikánka ve vrstevní poloze paleogenních sedimentů v údolí Ohře u Sokolova.



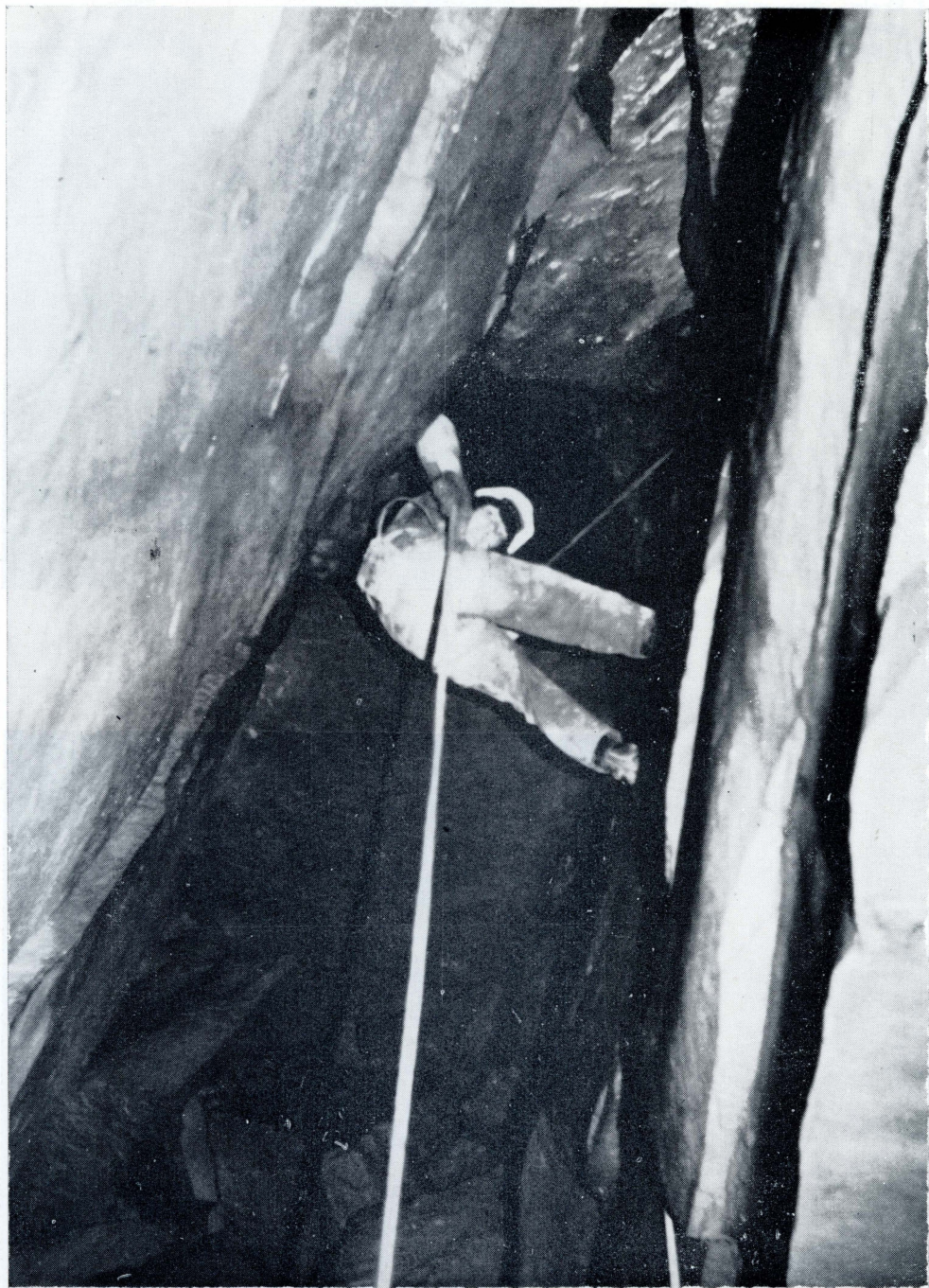
4. Skalní okno mezi dvěma síněmi v Postojné jeskyni v Klokočských skalách



5. Pseudoškrapy na okraji skalní věže v kvádrových pískovcích Děčínské vrchoviny. Mariina skála (Foto J. Rubin.)

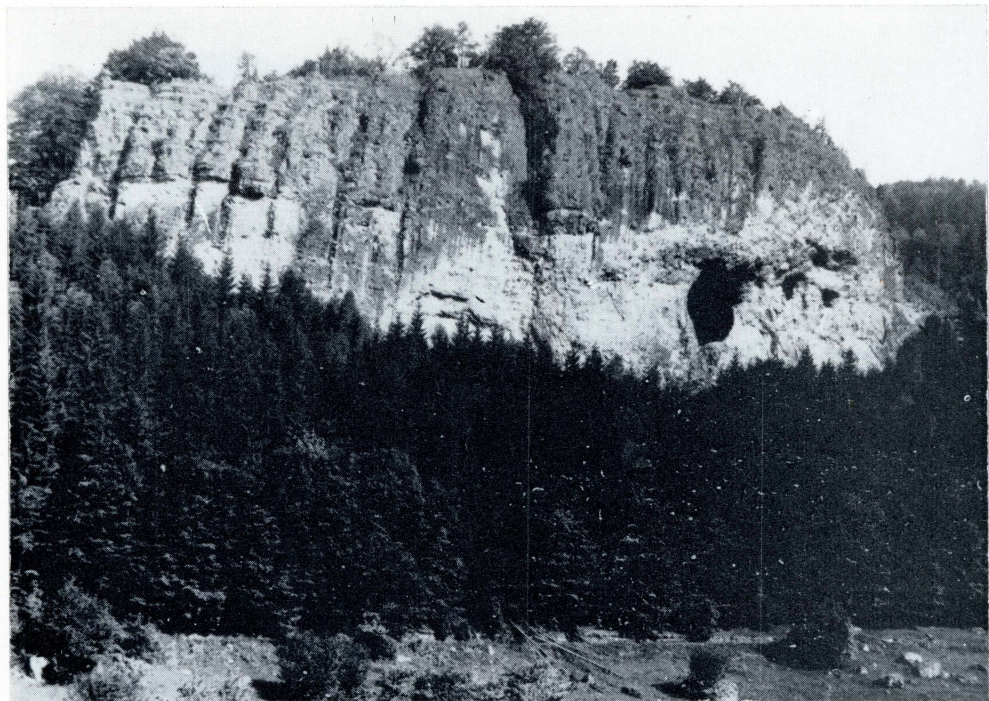






6. Rozsedlinová propastová jeskyně v godulských pískovcích na Kněhyni v Moravskoslezských Beskydách.





7. Jánošíkova skála ve svahu Polany s jeskynním výklenkem (Abšiná), skalními dutinkami a žlábkovými škrapy v andezitových aglomerátech.



8. Skalní okna vzniklá destrukcí andezitových aglomerátů na Černé hoře, Slanské vrchy.





9. Nepravá skalní brána  
(Kamenné okno) ve svo-  
rovém výchozu na Červe-  
né hoře v Hrubém Jese-  
níku.



10. Protáhlá závrťová depre-  
se pod vrcholem Bystré  
v Západních Tatrách.





11. Mělký závrt v cenomanských pískovcích u Matějovic na severní Moravě.



12. Výrazné žlábkové škrapy v pískovcích flyšového pásma na Čertových kamenech u Lidečka.





13. Skalní mísy a škrapy na vrcholu pískovcové skály v severozápadním okraji Broumovských stěn.  
(Snímky 1—4 a 6—13 J. Vitek)

13. Skalní mísy a škrapy  
na vrcholu pískovcové skály  
v severozápadním okraji  
Broumovských stěn.

13. Skalní mísy a škrapy  
na vrcholu pískovcové skály  
v severozápadním okraji  
Broumovských stěn.