

PŘETISLAV BALATKA, JAROSLAV SLÁDEK

ZÁVRTY V NEOVULKANITECH MANĚTÍNSKÉ KOTLINY

Manětínská kotlina (součást Jesenické pahorkatiny), tvořící okrajovou geomorfologickou jednotku Plzeňské pahorkatiny při styku s Tepelskou vrchovinou, se vyznačuje plochým, mírně zvlněným reliéfem na permokarbonských sedimentech, zpeřtřeným v jižní části několika výraznými neovulkanickými elevacemi. Tyto geomorfologicky pozoruhodné vrchy tvoří jednak kužely (Zbraslavský vrch 674,4 m, Špičák 599,3 m u Mezí, Pekelec 602,8 m u Březína), jednak rozsáhlé stolové hory, zvedající se nápadně nad širokým údolím Manětínského a Starého potoka (Kozelka 659,8 m, Chlumská hora 650,3 m). Neovulkanické horniny budující zmíněné elevace patří k hlavní (spodnomiocenní) vulkanické fázi Českého masívu a regionálně představují periferní oblast vulkanismu Doupovských hor (L. Kopecný 1961, 1963). Stolové hory Kozelky a Chlumské hory jsou denudační zbytky lávových příkrovů.

Při geomorfologickém výzkumu této části Plzeňské pahorkatiny jsme zjistili na plochém povrchu obou stolových hor mělké uzavřené prohlubeniny, které připomínají v mnohých směrech závrtvy vyvinuté v pískovcovém reliéfu Jičínské pahorkatiny (B. Balatka — J. Sládek 1968). Tyto formy lze označit jako pseudokrasové jevy v neovulkanitech, které dosud nebyly v odborné literatuře z území Čech zaznamenány. Při výzkumu jsme sledovali geomorfologický ráz a polohu těchto tvarů vzhledem k reliéfu a rozpukání horniny, dále jsme si všimli morfometrických ukazatelů jednotlivých forem, které jsme statisticky zhodnotili (rozměry, tvar a typ). Statistické zpracování umožnilo stanovit vývojová stadia závrtvů a porovnat obě lokality Manětínské kotliny navzájem i s podobnými jevy v pískovcích Jičínské pahorkatiny, které jsme zpracovali v r. 1967.

1. Kozelka (659,8 m)

Západní, menší stolová hora Manětínské kotliny, budovaná trachybazaltem, se zvedá mezi údolím Starého potoka a Manětínského potoka severně od Doubravice. Relativní výška Kozelky nad údolními nivami těchto potoků, tekoucích ve vzdálenosti 1—1,5 km od vrcholu elevace, činí 150—200 m, nad úzkým rozvodním hřbetem na permokarbonu na jihozápadě 130 m.

Stolová hora Kozelky představuje hřbet s plošinným povrchem, protáhlý ve směru západojihozápad—východoseverovýchod, dlouhý asi 1,5 km a široký kolem 0,5 km. Vrcholová část stolové hory tvoří plošinu s malými výškovými rozdíly, mírně ukloněnou k severu (pod úhlem 2—5°) a rozdělenou mělkým sedlem (v 652 m) na západní část (Kozelka 659,8 m) a východní část (Doubravický vrch 659,4 m). Celková délka této plošiny činí asi 1 km, šířka se pohybuje mezi 100 m až 150 m (ve východní části klesá až na 30 m). Plošinný povrch je na

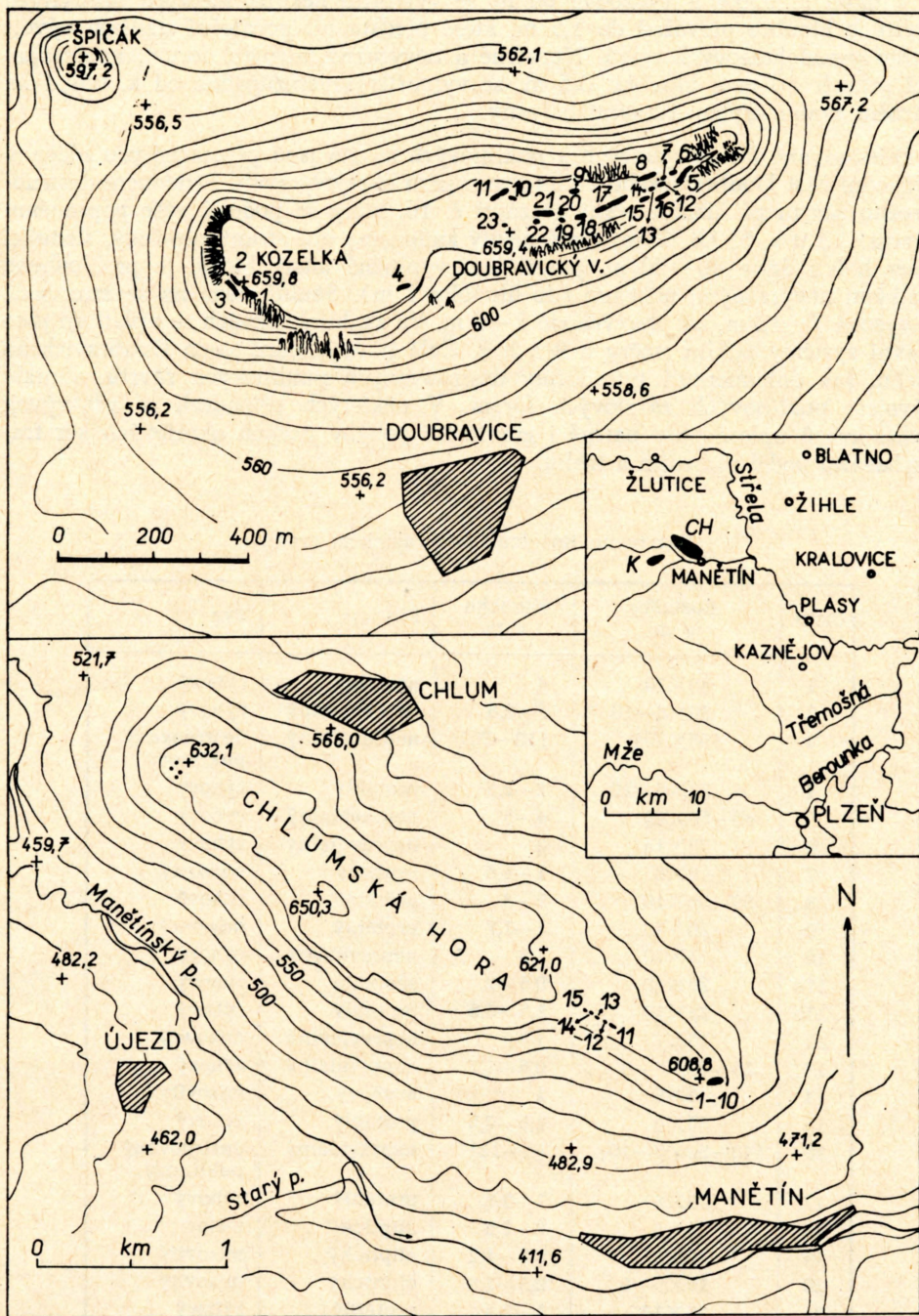
všech stranách omezen příkrými svahy (o sklonu zpravidla přes 30°). Na četných místech jsou vyvinuty výrazné skalní formy (skalní stěny, izolované sloupky) jako produkty periglaciálního zvětrávání horniny. Vývoj těchto tvarů byl podmíněn intenzivním rozpukáním trachybazaltu, rázem odlučnosti (drobně deskovité) a dobrou propustností porézní horniny. Tyto skalní mezoformy reliéfu připomínají v mnohém tvaru jev s vrchnokřídových kvádrových pískovcích, což místy zdůrazňuje i kvádovitá odlučnost trachybazaltu. Pod těmito skalními formami jsou vyvinuty akumulací produkty periglaciálního mrazového větrání (mohutné balvanové proudy a haldy). Při úpatí příkrého svahu se vytvořil plášť soliflukčních sufových sedimentů porušených sesuvy.

Na plošině Kozelky jsme zjistili celkem 24 závrťů, soustředěných převážně do oblasti Doubravického vrchu (východně od k. 659,4), v západní části Kozelky byly zaznamenány jen 4 závrty. V nejzápadnější části Kozelky se v okolí k. 659,8 nacházejí dva rýhové závrty, sledující ve vzdálenosti 7–15 m hranu skalní stěny v místě jejího ohybu ze směru sever–jih do směru severozápad–jihovýchod. Závrť č. 1 ležící těsně na jihovýchod od k. 659,8 patří k nejvýraznějším sufovým formám na Kozelce vůbec. Jeho podélná osa dlouhá 40 m sleduje směr h 9 a h 7. Maximální hloubka závrťu je 4 m. Severozápadně od tohoto závrťu leží méně výrazný a mělký rýhový závrť (č. 2), který vznikl patrně spojením tří sousedních mísovitých forem.

Z vývojového hlediska je pozoruhodný silně destruovaný puklinový závrť západně od k. 659,8 v horní části skalní stěny (závrť č. 3). Má ráz malého kaňonu, otevřeného na obou koncích a probíhajícího souběžně s okrajem plošiny; místy jde o skalní stupeň v příkrém svahu. Jeho podélná osa má převážně směr h 9. V nejvýraznějším úseku je dno, široké asi 10 m, přehloubeno mělkou mísovitou depresí, hlubokou kolem 1 m. Na severovýchodě je tato forma omezena svislou stěnou, vysokou 15–20 m, na jihozápadě je od nižší části svahu oddělena úzkým skalním hřbetem, vysokým až 10 m. Dno destruovaného závrťu (ve výši asi 640 m), který již nemá původní závrťovou formu, je vyplněno trachybazaltovými balvany o průměru 1–2 m, které vytvářejí při úpatí skalních stěn výrazné haldy. Celková délka závrťu dosahuje 65–70 m. Při vzniku tohoto tvaru se uplatňovaly svislé pukliny směru h 9 a h 3. Trachybazalt větrá v tenkých destičkách ukloněných zde pod úhlem 20° k jihu.

Závrť č. 4 při jižním okraji západně od sedla mezi Kozelkou a Doubravickým vrchem je pozoruhodný tím, že jde o přechodné vývojové stadium rýhového závrťu, který je ohrožen načepováním mělkou erozní rýhou na východě.

Oblast Doubravického vrchu zahrnuje převážnou většinu závrťových forem na Kozelce. Lze zde rozlišit 3 hlavní typy závrťů. Nejvýraznější jsou protáhlé rýhové závrty, sledující převážně směr h 4 až h 6, tj. směr okrajových hran skalních stěn. Tyto rýhové závrty dosahují často značných délek (30–75 m), šířky převážně do 10 m, a vzhledem k tomu, že vznikly na mírně ukloněném svahu (k severu až k severozápadu), jsou v příčném profilu asymetrické, tj. mají vyšší a příkřejší jižní a jihovýchodní svahy. Nejdlejší z těchto závrťů (č. 17) o délce 75 m sleduje ve směru h 5 severní okraj vyšší plošiny na jihu Doubravického vrchu ve vzdálenosti 35 m od skalní stěny. Dno tohoto závrťu, široké maximálně 2–3 m, leží 3,5 m pod povrchem vyšší plošiny na jihu a 1 m pod povrchem nižší plošiny na severu. V západní části je dno zaplněno četnými balvany, které pokračují i dále k západu do vzdálenosti 15 m od tohoto závrťu jako úzký hranáčový pruh, vysoký 1–1,2 m. Tento balvanový pruh připomíná celkovým vzhledem puklinové hranáčové strouhy.



1. Mapky výskytů závrťů na Kozelce a na Chlumské hoře v Manětínské kotlině.

V okolí k. 659,4 a východně od ní se vytvořilo několik mělkých mísovitých závrtů o hloubce převážně do 1,5 m, které představují počáteční stadium vývoje těchto pseudokrasových tvarů. Nepatrné a nevýrazné mísovité formy, nepřesahující průměr 10 m a hloubku 0,5 m, se vytvořily severozápadně od k. 659,4 na mírném svahu krytém četnými balvany.

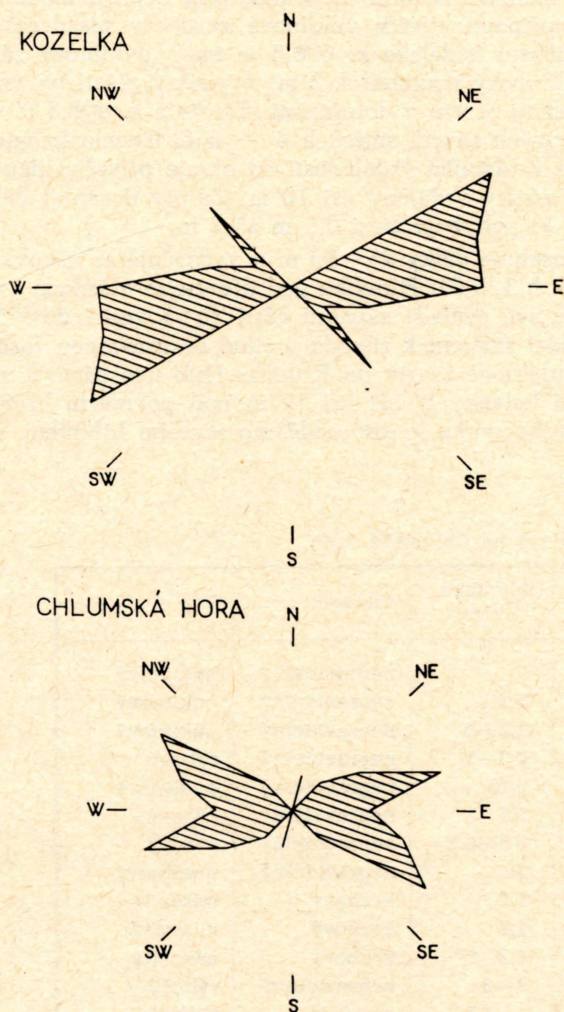
Destruované formy rýhových a puklinových závrtů jsou příznačné pro zúženou východní část Doubravického vrchu a pro jižní okrajový svah. Příkladem destruovaného závrtu při jižním svahu je závrt č. 16, který se podobá výše popsanému závrtu č. 3 u k. 659,8. Tvoří malý visutý kaňon, na obě strany otevřený, sledující směr h 4 v délce 40–50 m, jehož dno, vyplněné místy bloky, je přehloubeno mělkými nevýraznými miskami (do hloubky 1 m). Skalní stěna na severozápadě je vysoká 7–12 m, na jihovýchodě 5–6 m. Ve skalních stěnách se uplatňují jako hlavní systémy puklin směry h 9 a h 3. Celá jihovýchodní stěna Doubravického vrchu, jak dokumentují tyto formy destruovaných puklinových závrtů, vznikla vývojem puklinových závrtových forem. V některých případech se při vývoji těchto tvarů uplatňovaly patrně i gravitační pohyby úzkých okrajových ker trachybazaltu podél rozsedlin a trhlin.

Závrtý na Kozelce (Doubravickém vrchu)

Číslo	Rozměry v m	Hloubka v m	Půdorys	Typ
1	40×10	4	protáhlý	rýhový
2	30×8–10	2–2,5	nepravidelný	rýhový
3	(65×10)	(10–20)	nepravidelný	destruovaný puklinový
4	23×8–10	2–2,5	protáhlý	rýhový
5	45–50×20	4–5	nepravidelný	rýhový
6	30×15	2	nepravidelný	rýhový
7	6×6	1–1,5	kruhový	mísovitý
8	50–55×10	2–3	protáhlý	rýhový
9	20×10	1–1,7	protáhlý	mísovitý
10	15×10	1,5	nepravidelný	rýhový
11a	25×10	0,5–2	protáhlý	rýhový
11b	25×10	1,5–3,5	protáhlý	rýhový
12	15×7	1–2	nepravidelný	mísovitý
13	15–20×7–8	0,5–1,7	nepravidelný	rýhový
14	5×5	1	kruhový	mísovitý
15	35×8	1,5–2,5	protáhlý	rýhový
16	(40–50×5–10)	(5–12)	nepravidelný	destruovaný puklinový
17	75×8	1–3,5	protáhlý	rýhový
18	20×8	2–2,5	eliptický	mísovitý
19	7×3	0,5–1,2	eliptický	mísovitý
20	15×5–6	0,5–1,5	eliptický	mísovitý
21	35×10	1–2,5	protáhlý	rýhový
22	8×7	1–1,5	eliptický	mísovitý
23	10×8	0,5–1	eliptický	mísovitý

2. Chlumská hora (650,3).

Rozsáhlá stolová hora severozápadně od Manětína na jih od obce Chlum tvoří široký hřbet směru severozápad-jihovýchod, dlouhý 4 km, široký 1–1,5 km, při jihozápadní a jižní straně sledovaný údolím Manětínského potoka, nad jehož dnem se ve vzdálenosti kolem 1 km zvedá o 200–220 m. Relativní výška proti mírně ukloněnému reliéfu Manětínské kotliny na severu a na severovýchodě je kolem 100 m.



2 Růžicové diagramy směrů podélných os závrtů na Kozelce a na Chlumské hoře.

Chlumská hora představuje příkrov nefelinického bazanitu, který spočívá na oligocenních pískách a drobných štěrcích o mocnosti kolem 25 m. Efúzní ráz vulkanického tělesa Chlumské hory dokazuje dále 5 m mocná poloha tufů, zastížených vrtem na bázi nefelinického bazanitu (R. Tásler — V. Skoček 1964).

V příčném profilu je Chlumská hora asymetrická s příkřejšími jihozápadními až jižními svahy, sklánějícími se pod úhlem 30–35°. Na rozdíl od Kozelky vyskytují se zde skalní formy periglaciálního mrazového větrání poměrně vzácněji, což je podmíněno odlišným charakterem horniny. Vrcholová část Chlumské hory tvoří mírně zvlněnou plošinu širokou 200–600 m, většinou mírně ukloněnou k severovýchodu. Její povrch je porušen místy jednak nízkými elevacemi (od 2 m do 10 m relativní výšky), jednak mělkými úpady s nepatrným sklonem širokého dna, které končí visuté při okrajových svazích. V jihovýchodní části se Chlumská hora nápadně zužuje a vytváří zde úzký asymetrický hřbítek s k. 608,8.

V této části Chlumské hory vzniklo několik pozoruhodných depresí na mírně až středně ukloněném svahu, připomínajících puklinové závrtv v pískovcovém reliéfu. Na východním konci hřbetu nedaleko k. 608,8 je malý puklinový závrt (č. 1) o rozměrech 5×2,5 m, hluboký maximálně 2 m, vyplněný zčásti balvany. Přibližně 10 m východně od tohoto závrtu v dolní části hřbítku s k. 608,8 je vyvinuta řada puklinových a rýhových závrtů směru h 4 – h 6. Geomorfologická výraznost těchto forem klesá se vzrůstající vzdáleností od okraje příkřeho jižního svahu, od něhož jsou nejbližší závrtv vzdáleny asi 10 m. Závrtv dosahují délky nejvýše 15–16 m, jejich šířka se pohybuje mezi 0,5 m až 2 m.

Nejvýraznější závrt (č. 3) dosahuje délky 45–50 m a vyznačuje se několikrát lomeným průběhem (h 7½, h 6, h 3, h 6). Hloubka pod dřevěným můstkem s turistickou značkou činí 4 m. Ve své nejdelší západní části (h 6) vniká do horní části okrajového svahu a přechází směrem k západu v silně destruovanou formu, která připomíná destruované puklinové závrtv na Kozelce. Dno této části, široké 3–4 m, je vyplněno suťovými balvany a leží asi 10 m pod povrchem hřbítku s k. 608,8. Od pokračování jižního svahu je dno odděleno skalním hřbítkem, vysokým kolem 3 m.

Závrtv na Chlumské hoře

Číslo	Rozměry v m	Hloubka v m	Půdorys	Typ
1	5×2,5	2	nepravidelný	puklinový
2	13×0,7–2	2,2	nepravidelný	puklinový
3	45–50×0,6–4	1,2–4	nepravidelný	puklinový
4	16×1–2	0,5–1	nepravidelný	rýhový
5	2,5×1	0,75	nepravidelný	puklinový
6	5×1	0,5	nepravidelný	rýhový
7	15×1–1,5	0,5–0,8	nepravidelný	rýhový
8	3×0,7–1	1	nepravidelný	puklinový
9a	0,5×0,5	1,2	kruhový	mísovitý
9b	0,3×0,3	1,2	kruhový	mísovitý
9c	0,5×0,5	1,2	kruhový	mísovitý
10	9×1–2	2–3	nepravidelný	rýhový
11	40–45×8–10	1–1,5	protáhlý	rýhový
12	15×7	1–1,5	eliptický	mísovitý
13	9×7	1	eliptický	mísovitý
14	25×6–10	1–2	protáhlý	rýhový
15	15×10	1	eliptický	mísovitý

U některých závrtů byly zjištěny ve dnech rozšířené pukliny, mající funkci hltačů. Z rázu tvarů a z jejich půdorysného uspořádání i z celkové geomorfologické pozice vyplývá, že tyto formy v jihovýchodním cípu Chlumské hory jsou patrně přechodným stadiem mezi puklinovými závrtvy a trhlinami, vzniklými od-sedáním ker nefelinického bazanitu při horním okraji svahu. Lze předpokládat i spolupůsobení periglaciálních mrazových procesů.

Skupina mělkých závrtů byla zaznamenána $\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$ km severozápadně od k. 608,8 při jhozápadním okraji plošiny. Závrtvy, které lze klasifikovat zčásti jako mísovitě, zčásti jako rýhové, jsou seřazeny v linii směru h 8, sledující ve vzdálenosti 30 m hranu okrajového svahu. Hloubka těchto závrtů se pohybuje mezi 1 m až 2 m, delší osa mísovitých forem nepřevyšuje 15 m, u rýhových závrtů dosahuje maximálně 40 m (závrt č. 11).

Několik mělkých mísovitých závrtů bylo zjištěno na plošině v severozápadním cípu Chlumské hory u k. 632,1 v blízkosti jižního okrajového svahu. Rozměry delší osy zpravidla nepřesahují 10 m, jejich hloubka nepřevyšuje 1–1,2 m. Vzhledem ke geomorfologické nevýraznosti nebyly tyto tvary statisticky zpracovány.

Závěr

Z uvedeného popisu obou lokalit závrtů v neovulkanických horninách Manětínské kotliny vyplývá, že vznik povrchových sufózních tvarů byl zde podmíněn jednak příznivými geomorfologickými poměry, jednak vhodnou geologickou strukturou. Významnou podmínkou pro vývoj těchto tvarů jsou vysoko položené plošinné povrchy stolových hor, omezené na všech stranách příkrými svahy, často s výraznými tvary periglaciálního mrazového větrání. Druhou nezbytnou podmínkou je intenzivní rozpukání neovulkanitů soustavou puklin několika směrů, svírajících navzájem většinou pravý úhel; hlavní směr puklin sleduje zpravidla okraje příkrých svahů stolových hor.

Příznivější litologicko-tektonické podmínky pro vznik závrtů byly v trachybazaltu Kozelky, kdežto Chlumská hora z nefelinického bazanitu, ačkoliv v podobné geomorfologické poloze, nebyla vhodným prostředím pro vývoj těchto sufózních tvarů. Vzhledem ke genetické závislosti na směrech puklin patří většina závrtů na Kozelce k rýhovému typu, kdežto mísovitě závrtvy jsou zastoupeny více než jednou třetinou. Puklinové závrtvy jsou zde ve stadiu silné destrukce a tvoří součást okrajových svahů Kozelky. Na Kozelce jsou zastoupeny vývojové fáze od mělkých embryonálních mísovitých tvarů přes rýhové až po destruované puklinové závrtvy, které dokumentují vývoj skalních forem v horních částech okrajových svahů a naznačují ústup hrany plošinného povrchu.

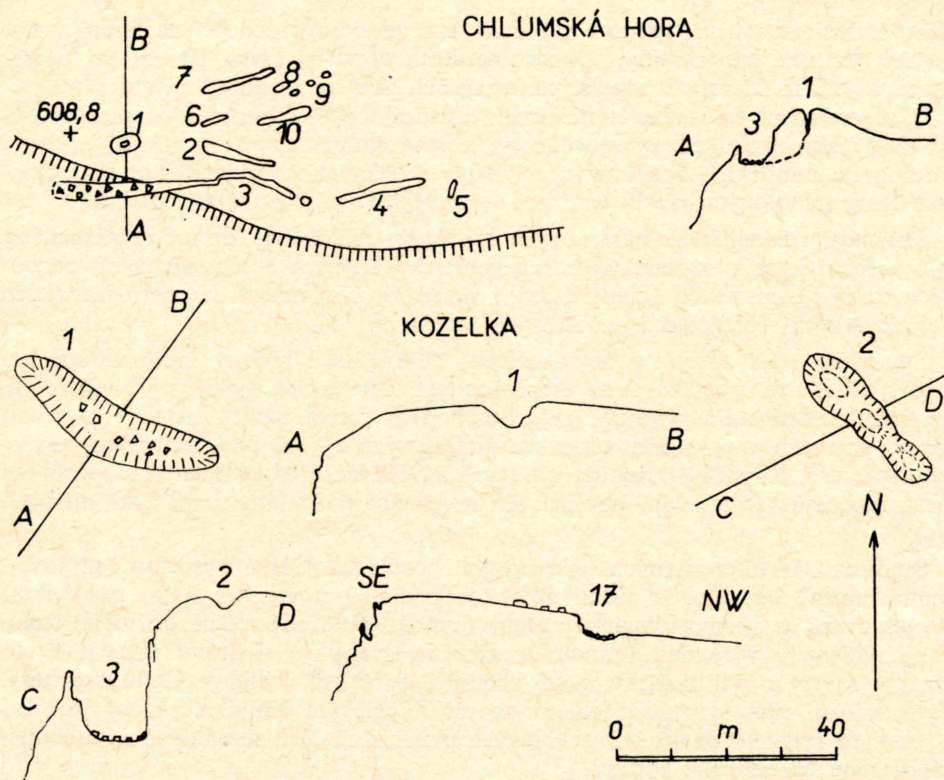
Při vývoji puklinových závrtů podobně jako při modelaci okrajových svahů se výrazně uplatnilo periglaciální mrazové větrání, využívající silného rozpukání trachybazaltu. Naproti tomu u vývoje rýhových a mísovitých závrtů, ležících na plošině dále od jejího okraje, se uplatnily sufózní procesy, tj. odnos zvětraliny příčnými puklinami, vyústujícími na příkrých okrajových svazích. Ojedinele došlo k „načepování“ rýhových závrtů mělkými erozními rýhami, založenými patrně na příčných puklinách. Vzhledem k velmi dobré propustnosti trachybazaltu jsou formy malých erozních rýh na Kozelce velmi vzácné, takže hrana plošiny není prakticky porušena svahovými erozními rýhami, zatímco destrukce podél hrany probíhá velmi intenzivně a určuje charakteristický geomorfologický ráz této neovulkanické stolové hory.

Přehledná tabulka závrtů v neovulkanitech Manětínské kotliny

	Kozelka		Chlumská hora		Celkem	
	Počet	%	Počet	%	Počet	%
Pádorys:						
kruhový	2	8,3	3	17,6	5	12,2
eliptický	5	20,8	3	17,6	8	19,5
protáhlý	9	37,5	2	11,8	11	26,8
nepravidelný	8	33,3	9	52,9	17	41,5
Rozměr delší osy:						
do 5 m	1	4,2	7	41,2	8	19,5
5—10 m	4	16,7	2	11,8	6	14,6
10—25 m	9	37,5	6	35,3	15	36,6
25—50 m	7	29,2	2	11,8	9	22,0
50—100 m	3	12,5	—	—	3	7,3
Hloubka:						
do 1 m	2	8,3	6	35,3	8	19,5
1—2,5 m	15	62,5	9	52,9	24	58,5
2,5—5 m	5	20,8	2	11,8	7	17,1
5—10 m	—	—	—	—	—	—
10—20 m	2	8,3	—	—	2	4,9
Typ:						
mísovitý	9	37,5	6	35,3	15	36,6
rýhový	13	54,2	6	35,3	19	46,3
puklinový	—	—	5	29,4	5	12,2
destruovaný						
puklinový	2	8,3	—	—	2	4,9

Závrtý na Chlumské hoře jsou ve srovnání s Kozelkou méně výrazné a patří převážně k mísovému typu. Proto se nepodílejí výrazně na vývoji okrajů plošiny, jako je tomu na Kozelce. Na rozdíl od Kozelky jsou zde vyvinuty četné mělké široké úpady, takže plošinný povrch Chlumské hory byl modelován exogenními procesy, kdežto na Kozelce se uplatnily hlavně sufozní procesy. Výrazné formy puklinových a rýhových závrtů jsou omezeny na jihovýchodní cíp Chlumské hory, kde však v geomorfologicky exponované poloze se uplatnily i gravitační pohyby ker omezených puklinami.

Studium závrtů v neovulkanitech Manětínské kotliny umožnilo rozlišit 4 vývojová stadia. K I. stadiu patří mělké mísovité závrtý malých až středních rozměrů do 15—20 m délky a o hloubce do 2—2,5 m. II. stadium tvoří závrtý rýhového typu, založené na puklinách rovnoběžných zpravidla s okrajem plošin. Dosahují délky většinou 20—50 m a hloubky do 5 m. Horninový podklad vystupuje v těchto závrttech jen vzácně. III. stadium charakterizují poměrně vzácné závrtý založené na puklinách, tj. omezené po stranách puklinovými plochami. IV. stadium představují destruované puklinové závrtý, nacházející se v horních částech okrajových svahů stolových hor.



3. Půdorysy a příčné profily některých závrtů v neovulkanitech Chlumské hory a Kozelky. Číslo závrtů odpovídají číslům v mapkách. A—D — linie příčných profilů.

Sufózní povrchové jevy v neovulkanitech Manětínské kotliny se podobají svým vzhledem, vývojem a geomorfologickou pozicí závrtům vyvinutým na pískovcových plošinách Jičínské pahorkatiny (B. Balatka — J. Sládek 1968). Pozoruhodná je zvláště analogická geomorfologická pozice výskytu, tj. v obou případech se závrtý nacházejí na mírně ukloněných vysoko položených plošinách, omezených příkrými svahy, a to zpravidla v blízkosti výše položené hrany. U kvádrových pískovců i povrchových neovulkanických těles se vytvořila podobná vývojová stadia závrtů. Na rozdíl od pískovcového reliéfu není v neovulkanitech vyvinuto stadium nálevkovitých závrtů, což je důsledkem toho, že sufózní tvary v sopečných horninách vznikaly na jednom směru puklin, kdežto v kvádrových pískovcích vznikají nálevkovité formy často v místě křížování puklin navzájem kolmých. Proto jsou v neovulkanitech nejhojněji zastoupeny rýhové závrtý, zatímco u kvádrových pískovců jsou nejtípciější mísovité tvary.

U závrtů v neovulkanitech Manětínské kotliny převládá silně nepravidelný a protáhlý půdorys, naproti tomu u kvádrových pískovců Jičínské pahorkatiny je nejhojněji zastoupen eliptický a kruhový půdorys a nepravidelný půdorys se vyskytuje vzácněji, podobně jako kruhový půdorys v sopečných horninách. Vlivem převládajících rýhových závrtů u neovulkanitů Manětínské kotliny má většina

těchto sufózních tvarů podélnou osu delší, než je tomu u podobných forem v pískovcích Jičínské pahorkatiny; v neovulkanitech převládá délka 10—50 m, u pískovců 5—25 m. Závrtv v sopečných horninách jsou na rozdíl od závrtů v pískovcích celkově méně zahloubené (maximálně 4 m hluboké). Na rozdíl od pískovcového území, kde výsledkem vývojového cyklu jsou údolní tvary (erozní rýhy a visuté kaňonovitá údolíčka), končí vývoj závrtů v sopečných horninách destrukcí okrajové části vrcholových plošin vznikem svahových stupňů a skalních forem.

Ani naprostá odlišnost nekrasových hornin, v nichž byly dosud zaznamenány tyto sufózní jevy, nezabránila vzniku geneticky stejných a tvarově velmi podobných forem, které se od sebe liší jen v detailech v závislosti na petrografických a litologických vlastnostech jednotlivých hornin.

Stanovení stáří závrtů v neovulkanitech Manětínské kotliny znesnadňuje (na rozdíl od závrtů v pískovcích) nepřítomnost kvartérních pokryvných uloženin. Na pleistocenní stáří vývojově nejpokročilejších forem závrtů ukazuje porušení okrajových stěn a pokročilá destrukce puklinových závrtů periglaciálními mrazovými procesy. Rovněž při vzniku rýhových závrtů lze předpokládat spolupůsobení těchto procesů (rozšiřování puklin). Za holocenní pokládáme jen mělké mísovité tvary.

Studium závrtů v různých nekrasových horninách České vysočiny (pískovce, neovulkanity) ukazuje, že velmi důležitou podmínkou vzniku těchto pseudokrasových tvarů je geomorfologická poloha (vysoko položené mírně ukloněné izolované plošiny s výraznou hranou a příkrými svahy se skalními tvary). Proto vznikly závrtv i v litologicky méně vhodném prostředí čedičové Chlumské hory. Tyto sufózní procesy jsou významným morfologickým činitelem, který přispívá k relativně rychlejší destrukci vrcholových plošiných částí rozsáhlých neovulkanických vrchů Manětínské kotliny.

Literatura

1. BALATKA B.: Plzeňská pahorkatina. In: J. Demek a spol.: Geomorfologie Českých zemí, str. 149—156, Praha 1965.
2. BALATKA B.: Jesenická pahorkatina. Archív Geografického ústavu ČSAV, in lit., 25 str., Praha 1968.
3. BALATKA B. — SLÁDEK J.: Závrtv v pískovcích Jičínské pahorkatiny. Československý kras, 20 (1968), Praha.
4. KUNSKÝ J.: Typy pseudokrasových tvarů v Československu. Československý kras, 10: 108—125, Praha 1957.
5. TÁSLER R. — SKOČEK V.: Geologie a litologie manětínské pánve. Sborník geologických věd, řada G, 6: 7—64, Praha 1964.
6. SVOBODA J. S KOLEKTIVEM AUTORŮ; Regionální geologie ČSSR. Díl I — Český masív. Svazek 2 — Algonkium-kvartér, 544 str., Praha 1964.
7. Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000. M-33-XIV Teplice, M-33-VIII Chabařovice. Sestavili redaktoři listů V. Zoubek a V. Škvor s kolektivem autorů. 260 str., Praha 1963.
8. Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000. M-33-XX Plzeň. Sestavili, redaktor listu L. Čepek a V. Zoubek s kolektivem autorů. 214 str., Praha 1961.

SINKHOLES IN NEOVOLCANITES OF THE MANĚTÍN BASIN

The authors have described sinkholes in neovolcanites of the Manětín Basin (about 30 km north of the Plzeň). On the plateaus of the table mountains Kozelka (659,8 m) and Chlumská hora (650,3 m) representing denudation remnants of lava sheets of Lower Miocene age the shallow sinkholes have been developed in dependence on the jointing of trachybasalt and nepheline basanite.

Four evolution stages of suffosion forms have been distinguished. The shallow dish-shaped sinkholes of small and middle dimensions (of a length up to 20 m and a depth up to 2,5 m) belong to the first stage. Fissure type of sinkholes, created on joints parallel mostly with the border of the plateaus, represent the second stage; they reach a length mostly of 20—50 m and a depth up to 5 m. The third stage is characterized by few sinkholes of joint type. The destroyed joint sinkholes in the upper parts of the border slopes of the table mountains represent the fourth stage. Disturbing by periglacial frost processes shows to Pleistocene age of the most progressive forms of sinkholes (the joint and fissure sinkholes).

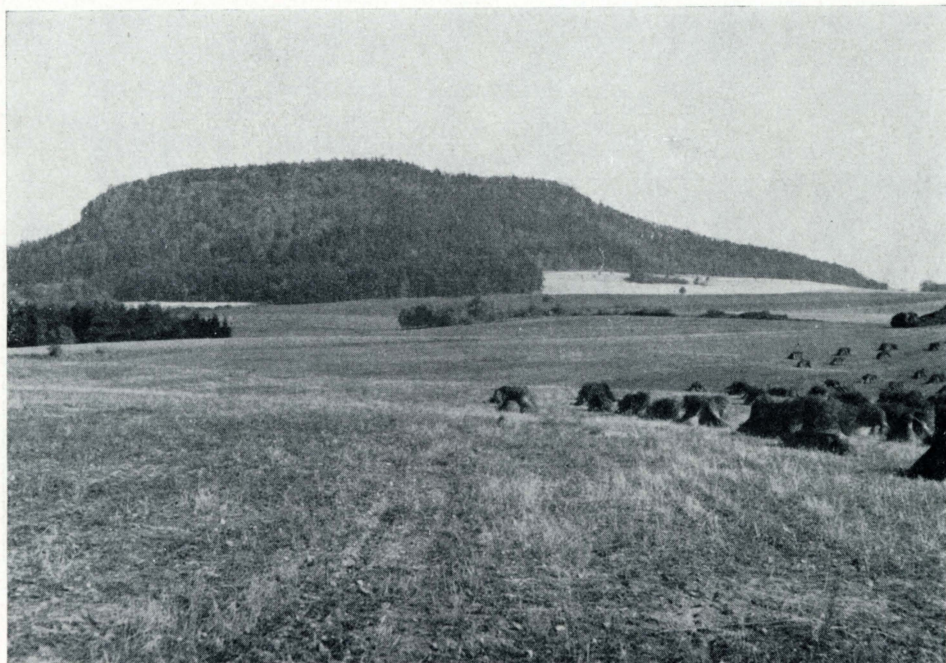
Sinkholes in neovolcanites of the Manětín Basin, found in the territory of Bohemia for the first time, are from point of view of form, development and geomorphological position similar to sinkholes created in block sandstones of the Jičín—Hilly Land (B. Balatka — J. Sládek 1968). From the study of these surficial pseudokarst forms in various rocks of the Bohemian Massif (sandstones, neovolcanites) it follows that besides the geological structure the geomorphological position (the high situated, mildly inclined and isolated plateaus) is the important condition of the origin of suffosion processes. The suffosion processes are significant morphogenetic agents that contribute to relative fast destruction of the summit platform parts of neovolcanite table mountains of the Manětín Basin.

Explanations to the figures:

1. Maps of the localities of sinkholes on the Kozelka and on the Chlumská hora in the Manětín Basin.
2. Plans and cross profiles of some sinkholes in neovolcanites of the Chlumská hora and of the Kozelka. Numbers of sinkholes correspond to the numbers in the maps. A—D lines of cross profiles.
3. Rose diagrams of directions of longitudinal axes of sinkholes on the Kozelka and on the Chlumská hora.

Explanations to the photos:

1. Trachybasalt table mountain Kozelka (659,8 m) near the village Doubravice in the Manětín Basin; view from south-west. *Photo B. Balatka.*
2. Fissure sinkhole no. 1 in the western part of the Kozelka (659,8 m). *Photo B. Balatka.*
3. Fissure sinkhole no. 2 in the western part of the Kozelka (659,8 m). *Photo J. Sládek.*
4. Destroyed joint sinkhole no. 3 on the western slope of the Kozelka (659,8 m). *Photo B. Balatka.*
5. Weathering forms of trachybasalt on the southern slope of the Doubravický vrch (659,4 m) in the area of the table mountain Kozelka in the Manětín Basin. *Photo B. Balatka.*
6. Rock scarp on the western slope of the Kozelka (659,8 m) near the village Doubravice in the Manětín Basin. *Photo J. Sládek.*



1. Trachybazaltová stolová hora Kozelka (659,8 m) u Doubravice v Maněťínské kotlině; pohled od jihozápadu. (Foto B. Balatka.)
2. Rýhový závrt č. 1 v západní části Kozelky (659,8 m). (Foto B. Balatka.)

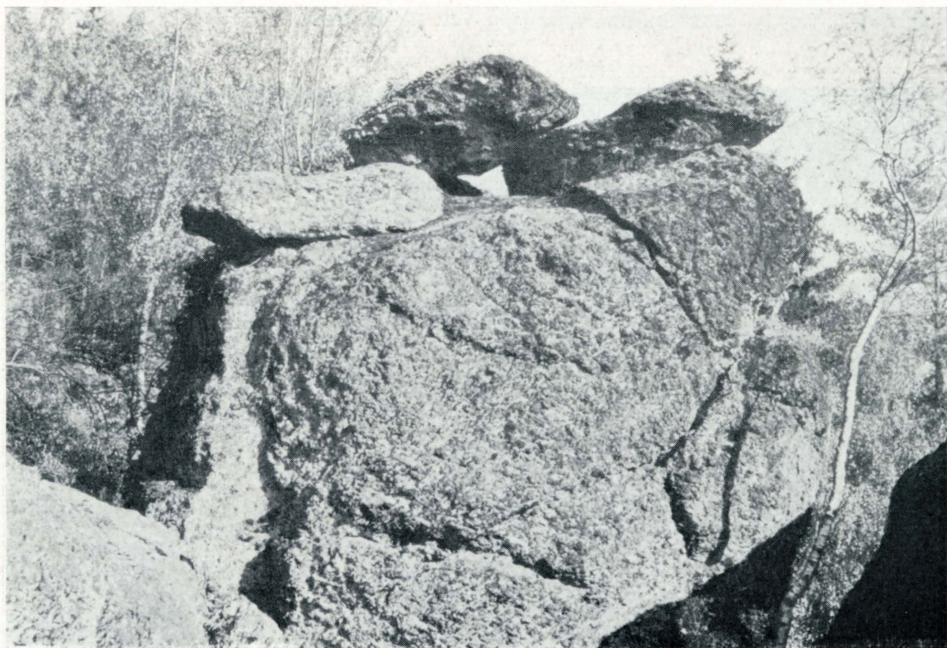




3. Rýhový závrť č. 2 v západní části Kozelky (659,8 m). (Foto J. Sládek.)

4. Destruovaný puklinový závrť č. 3 v západním svahu Kozelky (659,8 m). (Foto B. Balatka.)





5. Tvary zvětrávání trachybazaltu na jižním svahu Doubravického vrchu (659,4 m) v oblasti stolové hory Kozelky v Manětínské kotlině. (Foto B. Balatka.)

6. Skalní stěna na západním svahu Kozelky (659,8 m) u Doubravice v Manětínské kotlině. (Foto J. Sládek.)

