

SBORNÍK

ČESKOSLOVENSKÉ SPOLEČNOSTI ZEMĚPISNÉ

ROČNÍK 1964 • ČÍSLO 4 • SVAZEK 69

JAN VOTÝPKA

TVARY ZVĚTRÁVÁNÍ A ODNOSU ŽULY V SEVERNÍ ČÁSTI NOVOBYSTRICKÉ VRCHOVINY

Území leží v horopisné soustavě Jihočeské vysočiny, a to v její východní části, Českomoravské vrchovině. Vrchovina je bývalou parovinou, na níž jsou dvě vyvýšeniny — soustava Javořice a Žďárských vrchů. Z jižní soustavy Javořické zaujímá největší část zkoumaného území vrchovina Novobystřická.¹⁾

Povrch Novobystřické vrchoviny je jednotvárný a výškové rozdíly nejsou velké. Vyvýšeniny nelze často označit jako hřbet. Nebývají protažené v jednom směru a jejich půdorys bývá nepravidelný. Častý je rovněž výskyt plochých zaoblených vyvýšenin různého rozsahu, které mívají v jednotlivých partiích přibližně stejnou nadmořskou výšku. Na základě toho se dá předpokládat, že v minulosti spolu souvisely. Nejvyšší bod leží na severozápadě (Markův Vysoký kámen 737 m).

Po stránce geologické je zkoumané území značně jednotvárné. Tvoří je zóna moldanubická dvěma typy žuly. Číměřský typ (typ Eisgarn a Mathausen rakouských geologů) je žula dvojslídňá, středně zrnitá až jemnozrná. Landštejnský typ žuly je dvojslídňý, hrubozrný, místy porfyrický. Hranice mezi oběma typy nejsou nikde odkryty, a tak je těžké stanovit přesnou linii přechodu. Lze ji částečně postihnout pečlivým sledováním povrchových morfologických tvarů, které se na obou typech částečně liší. Ve východní části území jsou tři malé izolované ostrůvky cordieritické ruly a migmatitu. Úzká spojitost mezi povrchovými tvary a geologickým podkladem se projevuje v Novobystřické vrchovině vznikem rozmanitých skalních tvarů.

I. Tvary vzniklé v terciéru

Na celém území Novobystřické vrchoviny se setkáváme velmi často s množstvím osaměle ležících, značně velkých balvanů i s jejich celými skupinami, jež vtiskují oblasti charakteristický vzhled. Vyskytují se převážně na zaoblených vyvýšeninách.

Většina balvanů má dokonalý „bochníkovitý tvar“ (foto 1), jen některé jsou vyšší a téměř zakulacené. Nikdy však nemají ostré hrany. Podle celkového tvaru balvanů se dá usuzovat, že vznikaly v podmínkách tropického dešťového podnebí v terciéru, za intenzivního rozpadu žul v povrchové zóně.

Hornina je rozložena na jednotlivé minerální části. Méně odolné jsou horniny hrubozrné až porfyrické — typ landštejnské žuly. V číměřském typu jsou tyto tvary také vyvinuty, ale nedosahují větších rozměrů a orientují se přesně podle puklinových systémů. Ani celková modelace není v důsledku větší odolnosti horniny tak dokonalá (foto 2).

U hrubozrných žul sahá zvětrávání poměrně hluboko — u kóty Kuřinec 7 m; zvětralinový plášť však nemá všude stejnou mocnost a na msítech více vystavených erozi sahá do hloubky 1,5—2,5 m.

¹⁾ Pozn. redakce: Autorovo členění Českomoravské vrchoviny není v souladu s členěním a názvoslovím orografických celků ČSSR, platným pro mapová díla vydávaná USGK.

Při zvětrávání dochází nejdříve k rozkladu živce a některých barevných součástí žuly (biotit, amfibol), čímž se poruší soudržnost mezi jednotlivými krystaly a hornina se začne drolit a rozpadávat, až se zcela rozloží v hrubozrnný písek. V těchto píscích často leží odolnější železité konkrece (až 15 cm velké) a také tvrdá žulová jádra, ovšem rozměrů mnohonásobně větších (někdy i přes 10 m). V místech, kde byl intenzivní odnos, se dostávala jádra na povrch v podobě balvanů, v některých případech vytvářejí i celé malé skály.

Příčin nerovnoměrného zvětrávání, při němž jádra tvořená odolnější horninou zůstávají celistvá, je několik. Jednou z nejdůležitějších je v této oblasti nestejnoro-
dost materiálu, tj. nakupení tmavých nebo světlých součástí, jejich různá velikost a rozmanité uspořádání, soustředění nerostných součástek do určitých poloh (sférická odlučnost). Další příčiny jsou v různém nerostném složení a v uspořádání systému puklin.

Odlučnost žuly v této oblasti je lavicovitá až kvádrovitá ($40 \times 90 \times 150$ až $150 \times 200 \times 350$ cm). Na odkryvech v terénu se můžeme přesvědčit, že nejintenzivnější zvětrávání se děje na svislých puklinách, do nichž snadno proniká voda, urychlující chemický rozklad živců a tím i celý proces rozpadu. Při dalším zvětrávání na vodorovných puklinách se jednotlivé kvádry stále více oddalují a zaboblují. Nejspodnější bloky souvisejí s kompaktní matečnou horninou.

Některé dokonale zaoblené balvany jsou roztrhané na několik částí. K tomuto roztržení došlo pravděpodobně v pleistocénu, za velkých tepelných výkyvů, které působily na odkrytou skálu. Tato domněnka by zároveň dokazovala, že balvany jsou starší než pleistocén. Převážná většina těchto balvanů má na svém povrchu skalní mísy v různém vývojovém stadiu. Stupeň vývoje mís pravděpodobně úzce souvisí s tím, jak dlouho ležely odkryté balvany na zemském povrchu.

Kromě skalních mís a jejich odtoků jsou na některých balvanech různé žlábků a rýhy pravidelných i nepravidelných tvarů, které se vyvinuly jak na vrchní ploše balvanů, tak po jeho bocích (foto 3). Tyto tvary se vytvářely v důsledku nehomogenity některých partií balvanů. Nasvědčují tomu nálezy na některých lokalitách. Balvany mají na svém povrchu jakousi kůru, silnou 1,5–3,5 cm, červenohnědě nebo narezavěle zbarvenou (což způsobila přítomnost Fe^{III}), která je vůči zvětrávání poměrně odolná. Jestliže však dojde z jakýchkoli příčin k jejímu poškození, pokračuje potom zvětrávání mnohem intenzivněji.

K vytvoření bočních žlábků došlo pravděpodobně v době, kdy se blok ještě nacházel svou dolní částí ve zvětralinovém plášti. Žlábek se vyvíjel na L puklině (rovnoběžná s povrchem) tak, že voda prosakující ze zvětralinového pláště měla usnadněný přístup mezi těsně k sobě přiléhající bloky a velmi intenzivně rozrušovala žulu. V současné době, kdy se snížil zvětralinový plášť a odkryly se dolní části bloků, je toto zvětrávání minimální, protože voda zde působí jen za deště, a to ještě rychle stéká.

Ojedinele se setkáme s případy, kdy jednotlivé balvany bochníkovitého tvaru nebo i celé jejich skupiny spočívají ve svém podloží „na výšku“ (foto 1). Balvany spočívaly na skalním podkladě jeden na druhém v normální poloze a teprve v období periglaciálu se dostaly vlivem mrazového posunu nebo i z jiných příčin do labilní polohy a zřítily se. Důkazem toho, že balvany spočívaly na sobě, jsou v některých případech mikrotvary vyvinuté na bývalé horní ploše vrchního balvanu, který je nyní od skalního podkladu nejdále.

Zajímavé jsou také skalní skupiny s pozoruhodnou rozmanitostí v modelaci jednotlivých bloků spočívajících na sobě (foto 4). Vrchní balvan, který je dokonale zaoblený a na jehož povrchu je soustava skalních mís, zůstal ve zvětrali-

novém terciárním plášti jako odolnější jádro. Postupnou denudací zvětralého materiálu klesal, až se dostal na skalní podklad, na kterém nyní leží; teprve v této poloze nastal vývoj skalních mís. Ostatní bloky z této skupiny mají ostré hrany a na jejich povrchu nejsou stopy po intenzivnějším chemickém větrání.

Některé rozměrnější balvany (nad 5 m) jsou na spodní straně nápadně zúžené (foto 3). Okolo nich se vytvořila ve zvětralém materiálu sníženina, na jejímž dně leží hrubozrnný rozpadlý materiál a úlomky žuly velikosti až 15 cm. K zúžení došlo patrně v době, kdy tato část balvanu byla ponořena ve zvětralinovém plášti (obdobně jako tomu bylo v případě postranního zlábků). Balvan je skloněný k západu a většina srážkové vody stéká na tuto stranu. Tato stékající voda mohla zároveň vytvořit snížení terénu, které je pouze tam, kde je balvan zúžený. Voda vyplavila jemnější materiál a na dně zůstaly jen větší zbytky, které nemohly být odstraněny.

Všechny zaoblené balvany však nemusí mít pouze bochníkovitý tvar, i když jsou nejčastější. Mezi Novým Světem a Horním Radíkovem jsou časté balvany připomínající tvarem přílbu, jiné jsou skoro kulaté, pouze se spodní stranou zploštělou. Ojedinele najdeme balvany dlouhé přes 10 m a široké okolo 4 m, s maximální výškou 4,5 m. Značné rozdíly ve velikosti a tvarech balvanů jsou způsobeny lavicovitou nebo kvádrovitou odlučností žuly. Lavicovitá odlučnost je většinou v čiměřském typu žuly, kvádrovitá je častější v typu landštejnském.

Terciární klima tedy vytvořilo balvany, někdy i skalní skupiny s dokonale zaoblenými tvary. Balvany vznikaly ve zvětralinovém plášti jako odolnější jádra. Některé z nich se dostaly na povrch ještě koncem terciéru, čemuž nasvědčují mikrotvary na jejich povrchu, které byly roztrhány pravděpodobně v pleistocénu. Na místech vystavených v pleistocénu a holocénu zvýšené denudaci dochází k odkrývání stále nových balvanů.

II. Tvary vzniklé v kvartéru

Velké teplotní rozdíly v pleistocénu a také různá délka jejich trvání daly v kvartéru vzniknout dvěma skupinám tvarů zvětrávání.

1. Tvary vzniklé v periglaciální oblasti pleistocénu

Na území zasahoval vliv jak zalednění alpského, tak zalednění severského. Uplatnění těchto dvou vlivů se projevilo na periglaciálním území suchým a studeným podnebím s velmi nerovnoměrným rozdělením srážek, a to způsobilo intenzivní mechanický rozpad mrazem — kongelifrakcí. Kongelifrakcí oddělené bloky klesaly po svahu soliflukcí a vytvářely skalní proudy a kamenná moře.

Jednotlivé tvary vzniklé v periglaciální oblasti:

A. Pseudokary a skalní proudy

Pseudokary netvoří dokonale oblouky, pouze zadní stěna je mírně prohnutá a boční stěny vybíhají nepatrně vpřed. Celkovým tvarem připomínají nepravidelnou mísu. Skalní stěny jsou svislé (dosahují výšky až 15 m) a jen na některých místech, kde došlo k jejich pozdějšímu zřícení, se tato linie porušila.

Dna prohloubení jsou v současné době zakryta velkými bloky, které se zřítily po skončení procesů odstraňujících zvětralý materiál v období periglaciálu. Obvykle se zřítily ta část, která se skládala z menších bloků, takže se vytvářely

v celé stěně jakési zuby. V extrémních případech zůstávají z celé skalní stěny jen trosky v podobě „skalních věží“, obdobně jako je tomu při zvětrávání pískovců.

Na vrcholu Kamence je zajímavý žulový tvar. Ve vrcholové části, kde bylo intenzivní mrazové zvětrávání, po němž zůstaly ostře omezené stěny a bloky, je útvar s téměř dokonale oblými tvary a s velkým množstvím mikrotvarů (vyvinuly se na přechodu mezi jednotlivými bloky), připomínajících částečně voštinové zvětrávání. Jde asi o tvar vzniklý v terciéru. Rozdílnost modelace nemohla způsobit hornina, protože formy jsou od sebe vzdálené asi 100 m. Je tedy nutné hledat příčiny vzniku ve vnějších podmínkách, a to především v klimatu. Skalní útvar vznikl asi v terciéru pod zemským povrchem. Později byl denudací odstraněn zvětralý materiál, čímž se skalní skupina dostala na povrch. Denudací se také přiblížil k povrchu skalní podklad, na který potom mohl intenzivněji působit mráz.

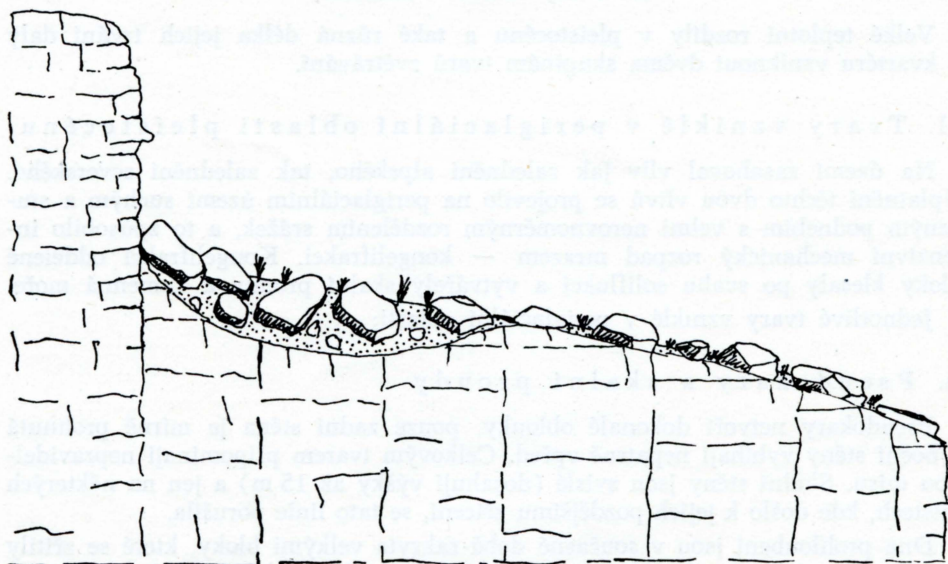
Na celém území jsem našel tři různě vyvinuté pseudokary.

Nejmenší z nich (kóta 632) u obce Hradiště je modelován nejlépe. Zadní stěna je svislá (vysoká 8,5 m), dno je mísovitě prohloubené a zakončené nízkým prahem. Průměr celého tvaru měří 17 m a je otevřený k západu. Na sever od tohoto pseudokaru se táhne v délce asi 500 m skalní stěna (místy přerušovaná), dosahující maximální výšky 3,5 m. Jde o mrazový sráz.

Druhý pseudokar je na vrcholu Kamence a má průměr 50 m, maximální výška svislé stěny je 14,5 m.

Třetí a největší pseudokar je na kótě 633 m u Dobré Vody, má v průměru 130 m a svislá stěna dosahuje výšky 15 m; na obou stranách je obloukovitě uzavřen. Poslední dva pseudokary jsou orientované na sever.

Vrcholová část všech pseudokarů splývá s mírně klesajícím svahem na opačnou stranu, než je otevřený pseudokar, takže při pohledu z této strany (v našem případě z jihu a východu) nezjistíme nic mimořádného a teprve na vrcholu uvidíme, že severní nebo západní svah má vytvořený nápadný stupeň, od něhož vychází



Obr. 1. Pseudokar v čiměřském typu žuly na kótě 633 m u Dobré Vody. Výška svislé stěny 15 m.

skalní proud. Směrem na východ a západ (na vrcholu Kamence a na kótě 633 m) se výška kolmé stěny stále snižuje, až zcela splyne s okolními mírnými svahy.

Nadmořská výška všech tří pseudokarů je nad 630 m (Kamenec 642,5, kóta 633,4 m a kóta 632 m) a jejich vznik souvisel s větším množstvím srážek a s intenzivnějším promrzáváním této vody v puklinách na odkrytých částech žulového masívu.

Tyto formy zvětrávání lze považovat za odlučné oblasti pleistocenních skalních proudů.

Skalní proudy, které mají svůj počátek v odlučných částech pseudokarů, se mnohdy táhnou na značnou vzdálenost od místa svého vzniku. Jsou lalokovitého, někdy až jazykovitého tvaru, po stranách ostře omezené a pravidelně se liší velikostí bloků od kamenných moří nebo svahových sutí. Nejlépe je vyvinutý skalní proud začínající v pseudokaru kóty 633 m. Na bocích je výrazně omezen a vybíhá do vzdálenosti 300 m.

U ostatních pseudokarů není možné hranici skalního proudu tak přesně určit, protože zároveň se vznikem skalních proudů docházelo v celé vrcholové části k intenzivní kongelifrakci a tím i k růstu kamenných moří, která nyní pokrývají převážnou část svahů. Při transportu bloků pronikaly bloky vzniklé kongelifrakcí do skalního proudu vycházejícího z odlučné karové oblasti a tím byla hranice smazána. Skalní proud se tedy, jak již bylo řečeno, odlišuje většími rozměry bloků. Zvláště dobře je to vidět na kótě 632 m u obce Hradiště.

Délka skalních proudů na jednotlivých lokalitách je 120 m (kóta 632 m), 300 m (kóta 633 m), 700 m (kóta 642,5 — Kamenec). Šířka se pohybuje od 40 m (u nejmenšího) do 150 m u největšího pseudokaru. Jejich směr je stejný jako směr otevření pseudokarů.

Posun bloků z pseudokarů a jejich transport po svahu způsobila soliflukce, která probíhala za předpokladu existence trvale zmrzlé půdy.

Základní příčiny vzniku pseudokarů jsou dvě. Je to matečná hornina se svým systémem puklin (foto 5), které mají značný vliv na velikost a tvar odlučné oblasti. Druhou neméně důležitou příčinou jsou klimatické podmínky. Pseudokary mají svůj základní požadavek: „Klima, které připouští trvalou a obecnou existenci ledu jako horninotvorného materiálu“ (Z. Roth 1944, str. 22).

Nejpříznivější místa pro vznik těchto tvarů jsou tam, kde voda, prosakující ze zvětralinového pláště do nitra horniny, může po puklinách opět vystupovat do zóny, kde probíhalo v pleistocénu intenzivní promrzání. Můžeme se o tom přesvědčit v kamenolomu na vrcholu Kamenec. Voda pronikající svislým systémem puklin asi do hloubky 30—35 m (pukliny pokračují ještě níže, ale jsou příliš sepnuté a voda po nich neproniká) pak vystupuje na povrch (až několik desítek metrů pod vrcholem) a vytváří oblast zásobovanou větším množstvím vody. Právě tyto části žulových masívů jsou předpokladem pro vznik pseudokarů.

Vyprázdnění mrazem vzniklé prohlubně nenastalo jednorázově a náhle, ale pozvolna sjížděním bloků, které se dostaly do labilní polohy. Za předpokladu nezalesněného terénu v pleistocénu (v období glaciálu) byly terénní nerovnosti vyplňované sněhem, který se pomalu sesedal a přeměňoval se ve firn, po němž mohly bloky, vymrzající postupně nad své okolí, pozvolna sjíždět. Za krátkého oteplení v letním období pak probíhala soliflukce, která bloky posunovala dál.

„Výška karové stěny odpovídá přibližně původní hloubce místní věčně zmrzlé půdy“ (Z. Roth 1944, str. 46). Jestliže tedy mělo dojít k náhlému a jednorázovému vyprázdnění odlučné oblasti, muselo nastat rozmrznutí věčně zmrzlé půdy na úroveň dna prohlubně (maximálně 15 m). Na základě zjištěných soliflukcí,

kteře nikdy nesahají do těchto hloubek, takové jednorázové rozmřznutí nelze předpokládat.

Můžeme tedy říci, že pseudokary jako odlučné oblasti skalních proudů jsou produktem periglaciálního klimatu, v nynější době tedy tvary fosilní.

B. Mrazové srázy a kamenná moře

Rozměry menším, zato však častějším tvarem mrazového zvětrávání jsou tzv. mrazové srázy a je doprovázející kamenná moře.

Pro tuto formu mechanického zvětrávání je několik názvů. J. Pelišek (1952) používá termínu „skalní útesy“, A. Jahn ve své práci o stáří forem zvětrávání žuly v Krkonoších ji nazývá „hřebenové skály“ (nevznikaly však jen na hřebenech), J. Demek r. 1960 „mrazové sruby“. V této práci používám názvu J. Kunského „mrazové srázy“.

Bloky oddělené z mrazového srázu vytvářely na přilehlých svazích kamenná moře (někdy se užívá i termínu bloková moře, skalní moře).

* * *

Mrazové srázy jsou vázány na vrcholové části nebo na výrazné terénní hrany. Na těchto exponovaných místech docházelo k větší denudaci zvětralinového pláště, čímž se skalní podklad přiblížil více k povrchu nebo byl zcela odkryt. To byl první předpoklad pro vznik srázů. Na rozdíl od pseudokarů není nejnižší část mrazového srázu zásobovaná spodní vodou, takže nedocházelo k vyzdvihování bloků, ale jen k jejich oddělení.

Výška mrazových srázů je na studovaném území mezi 1,8 m a 11,5 m. Úhel sklonu mrazového srázu je od 75° do 90°, ojediněle bývá část stěny převíslá. V čiměřském typu žuly dosahují větší výšky a stěny jsou pravidelnější. Oddělené bloky jsou lavicovité o mocnosti 30–60 cm. V landštejské žule dosahují srázy maximální výšky 5,5 m a bloky stěn jsou kvádřovité, ve většině případů o mocnosti větší než 1 m.

Také délka jednotlivých srázů je rozdílná, i když se mezi oběma typy žuly neprojevují tak markantní rozdíly jako ve výšce. Převážná většina srázů je dlouhá asi 50 m, jen ojediněle jdou po celých ne příliš dlouhých hřebenech a dosahují větší délky — na kótě 632 m u obce Hradiště je sráz dlouhý 500 m. Místy je přerušeny, ale stěna zachovává stále stejný směr.

Mrazové srázy vytvářejí ve vrcholové části „schod“ určité výšky, bloky jsou oddělované na jednu stranu. Na vznik těchto jednostranných srázů měla především vliv expozice k slunečním papřskům.

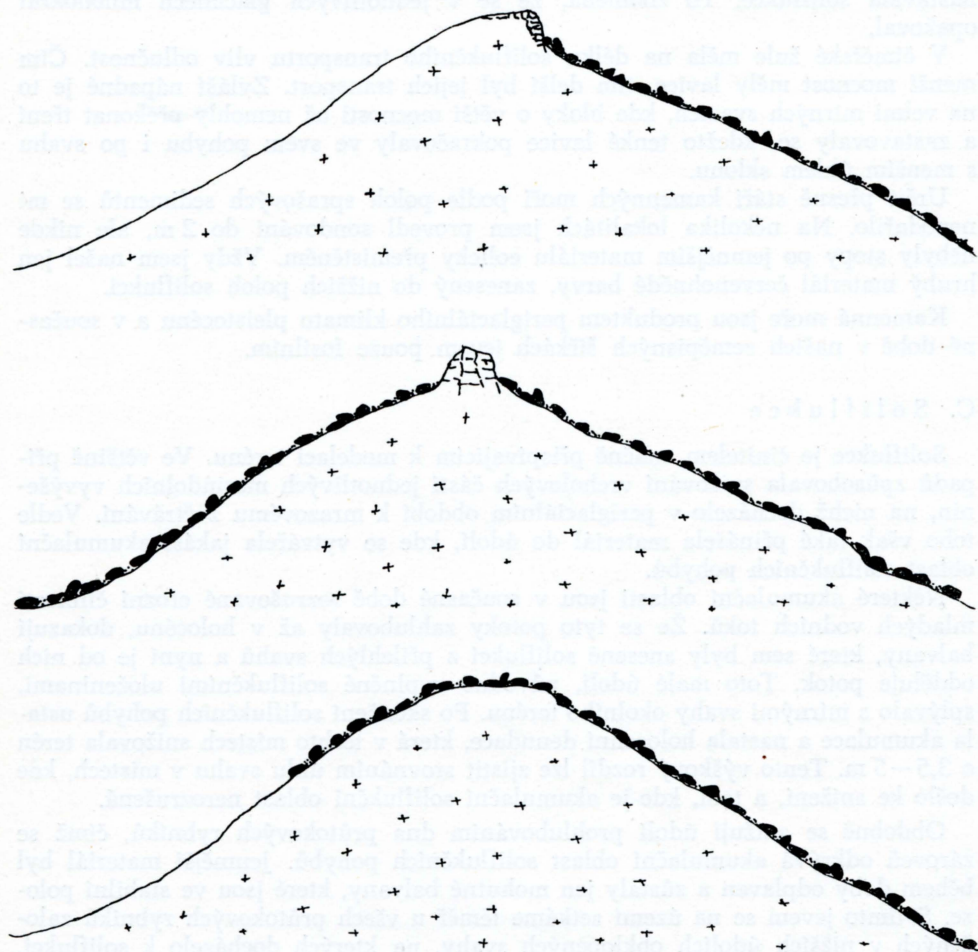
Pokud tvoří mrazový sráz na vrcholu morfologicky výraznou „zeď“, kongelifrakce působila na obou stranách. Nejlépe se tato zeď vyvinula na Hamerském vrchu (605 m), kde dosahuje výšky 11,5 m, je dlouhá 130 m s maximální šířkou 17 m. Na tomto tvaru severozápadního směru je ještě jeden zajímavý fakt: stěna obrácená k jihozápadu má odlučnost lavicovitou (mocnost 20–50 cm), kdežto stěna exponovaná k severovýchodu je tvořena bloky, které mají rozměr až 1,5 m. Odlišné rozpukání útvaru na jihozápadní straně způsobilo intenzívnější střídání teplot při zamřznání a rozmřznání za období periglaciálního klimatu.

Tam, kde je na vrcholu několik mrazových srázů orientovaných různým směrem, leží kamenná moře na všech svazích a mohou se i vzájemně překřývat. Příkladem je vrch Kamenec (642,5 m).

Za podmínek mimořádně příznivých pro mechanické zvětrávání dochází někdy na vrcholu k úplnému rozrušení odkryté skály, takže zde už žádný mrazový sráz nenajdeme. Kamenné moře v tomto případě pokrývá i vrcholovou část a skalní podklad není hluboko pod povrchem.

Orientace srázů na jednotlivých lokalitách je závislá na převažujícím směru puklin. Nejlépe vynikne srovnání směru mrazových srázů a puklinových diagramů. Na žulách, kde se vytvořil jednostranný sráz, je zvlášť výrazná převaha puklin ve směru, jímž probíhá i mrazový sráz. Na kótě 633,4 m je to hora 8, na kterou připadá z 555 měření 125. Kde vznikla zeď, není převaha puklin jednoho směru již tak výrazná a ve většině případů nemají ani protilehlé svislé stěny zcela stejnou orientaci.

Na území čiměřské žuly počet srázů na plochu 1 km² je větší než u typu landštejnského. Rozdílnost podmínila hrubší zrnitost landštejnského typu, který pod-



Obr. 2. Různé polohy kamenného moře: při vzniku jednostranného srázu (nahore), při vzniku „zdi“ — oboustranný sráz (uprostřed), v případě, kde nejsou zachovány zbytky mrazového srázu (dole).

léhal v terciéru většímu zvětrávání. Tím se vytvořil mocnější plášť zvětralin a následující denudaci se nepodařilo odkrýt skalní podklad na tolika místech jako u typu žuly čiměřské, kde byla menší mocnost zvětralinového pláště.

Mrazové srázy jsou jen v nadmořských výškách nad 600 m.

* * *

Kamenná moře jsou produktem kongelifrakce v mrazových srážech a pokrývají téměř všechny vyvýšeniny nad 600 m.

U čiměřské žuly jsou bloky menší a ostrohranné, porostlé souvislou vrstvou vegetace nižších rostlin — mechy a lišejníky. Naproti tomu bloky na landštejnském typu jsou rozměrnější (často i několikametrové), částečně zaoblené a spíše porostlé vegetací nebo úplně bez ní.

Posun bloků kamenných moří nastával v pravidelných teplejších obdobích, kdy nastávala soliflukce. To znamená, že se v jednotlivých glaciálech mnohokrát opakoval.

V čiměřské žule měla na délku soliflukčního transportu vliv odlučnost. Čím menší mocnost měly lavice, tím delší byl jejich transport. Zvláště nápadné je to na velmi mírných svazích, kde bloky o větší mocnosti už nemohly překonat tření a zastavovaly se, kdežto tenké lavice pokračovaly ve svém pohybu i po svahu s menším úhlem sklonu.

Určit přesně stáří kamenných moří podle poloh sprašových sedimentů se mi nepodařilo. Na několika lokalitách jsem provedl sondování do 2 m, ale nikde nebyly stopy po jemnějším materiálu eolicky přemístěném. Vždy jsem našel jen hrubý materiál červenohnědé barvy, zanesený do nižších poloh soliflukcí.

Kamenná moře jsou produktem periglaciálního klimatu pleistocénu a v současné době v našich zeměpisných šířkách jevem pouze fosilním.

C. Soliflukce

Soliflukce je činitelem značně přispívajícím k modelaci terénu. Ve většině případů způsobovala snižování vrcholových částí jednotlivých meziúdolních vyvýšenin, na nichž docházelo v periglaciálním období k mrazovému zvětrávání. Vedle toho však také přinášela materiál do údolí, kde se vytvářela jakási akumuláční oblast soliflukčních pohybů.

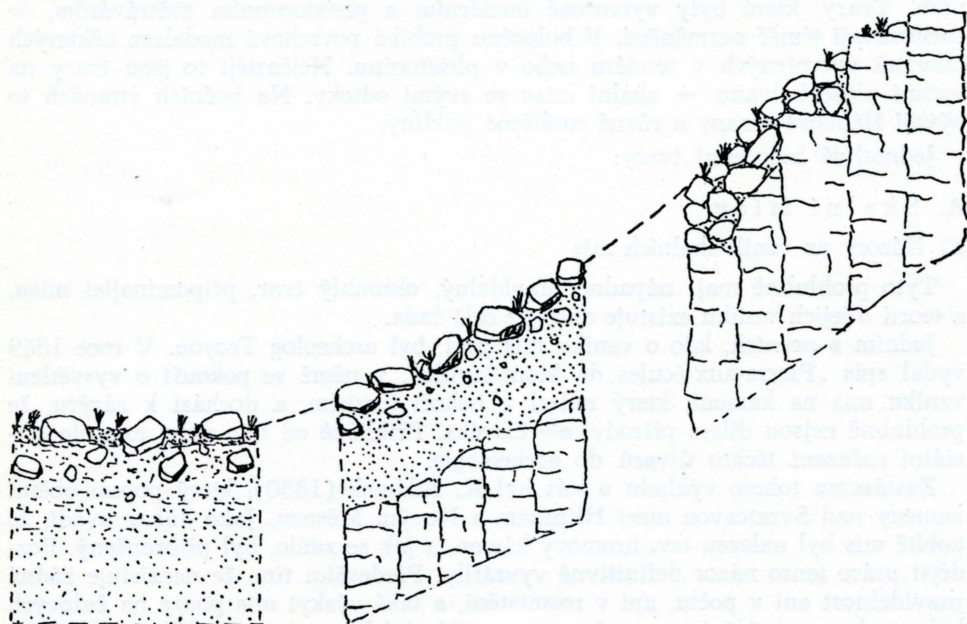
Některé akumuláční oblasti jsou v současné době rozrušované erozní činností mladých vodních toků. Že se tyto potoky zahlubovaly až v holocénu, dokazují balvany, které sem byly snesené soliflukcí z přilehlých svahů a nyní je od nich odděluje potok. Toto malé údolí, původně vyplněné soliflukčními uloženinami, splývalo s mírnými svahy okolního terénu. Po skončení soliflukčních pohybů ustala akumulace a nastala holocenní denudace, která v těchto místech snižovala terén o 3,5—5 m. Tento výškový rozdíl lze zjistit srovnáním úhlu svahu v místech, kde došlo ke snížení, a tam, kde je akumuláční soliflukční oblast nerozrušená.

Obdobně se snižují údolí prohlubováním dna průtokových rybníků, čímž se zároveň odkrývá akumuláční oblast soliflukčních pohybů. Jemnější materiál byl během doby odplaven a zůstaly jen mohutné balvany, které jsou ve stabilní poloze. S tímto jevem se na území setkáme téměř u všech průtokových rybníků založených v nižších údolích obklopených svahy, na kterých docházelo k soliflukci.

Netypická kamenná moře vznikala v podmínkách příznivých pro soliflukční pohyb (transportované bloky se nedotýkají) a ve všech případech se přemísťovaly po jemnějším podkladu značné mocnosti.

Vrcholové části vyvýšenin, na kterých docházelo k soliflukčním pohybům, mají kongelifrakci rozrušený výchoz žuly a pod oddělenými bloky je skalní podklad asi v hloubce 100 cm. Úhel sklonu svahů dosahuje v této nejvyšší části asi 20° . Ve střední části svahu „plují“ již bloky na hrubě zrnitém písčitém eluviu a skalní podklad leží v hloubce pod 200 cm. Úhel svahu je nad 7° . Nejnižše položená část soliflukčního horizontu — akumulární oblast — má sklon svahu $0-7^{\circ}$ (hloubku skalního podkladu se mi nepodařilo zjistit).

Velikost vnitřního tření při soliflukčních pohybech způsobila částečné roztržení bloků po svahu podle jejich velikosti. Pouze ve vrcholových částech není rozlišení patrné.



Obr. 3. Schematický průřez soliflukčním horizontem v čiměřském typu žuly pod obcí Hradiště (výškové rozmezí 615—550 m, hloubka eluvia střední části pod 200 cm). Upraveno podle J. Sekyry.

Zajímavý posun bloků po svahu nastal u rybníka pod obcí Zvůle. Na mírném svahu je výchoz žuly tvořen třemi na sobě ležícími deskami. Spodní deska, která byla oddělená od výchozu a ležela na zvětralém materiálu, se pomalu posouvala, až způsobila prasknutí střední plotny o mocnosti 70 cm. Rozlomená plotna se posunula i se spodní deskou o 80 cm. Tento pohyb probíhal až v holocénu. Kdyby jej způsobila soliflukce, dostaly by se plotny do větší vzdálenosti. Hrubozrnný zvětralý materiál je v současné době silně podmáčený spodní vodou, která odnáší jemnější částice a tím způsobuje sesedání zvětralinového pláště a posun desek. Celý proces ještě urychluje nepatrný vegetační kryt.

V některých případech dochází k odnášení jemnějšího materiálu i pod silnou vegetační pokrývkou. Bývá to většinou na úpatí meziúrodních vyvýšenin, kde se soustřeďuje voda z nejvyšších poloh a prosakuje dál do údolních luk nebo potoků.

Jestliže vyplavování jemnějšího materiálu trvá delší dobu, dochází postupně k zvlnění vegetačního koberce, pak k roztrhání a nakonec k odtržení a zániku. S těmito svahovými pohyby se setkáme jen na malých plochách a vždy na přechodu svahu do údolí.

2. Tvary vzniklé v holocénu

Po velkých tepelných výkyvech v pleistocénu nastává v holocénu, přes několiké výkyvy ve vlhkosti a teplotě vzduchu, mírné humidní podnebí, charakteristické pro tuto oblast značným stupněm kontinentality. Protože holocén trvá relativně krátkou dobu, nedošlo na zemském povrchu k větším morfologickým změnám. Tvary, které byly vytvořené terciárním a pleistocenním zvětráváním, se zachovávají téměř nezměněné. V holocénu probíhá povrchová modelace některých balvanů vytvořených v terciéru nebo v pleistocénu. Nejčastěji to jsou tvary na vrchní ploše balvanu — skalní mísy se svými odtoky. Na bočních stranách to bývají žlábkové škrapy a různé rozšířené pukliny.

Jednotlivé holocenní tvary:

A. Skalní mísy

a) Názory na vznik skalních mís

Tyto prohlubně mají nápadně pravidelný, okrouhlý tvar, připomínající mísu, a teorií o jejich vzniku existuje dnes již celá řada.

Jedním z prvních, kdo o vzniku mís psal, byl archeolog Troyon. V roce 1849 vydal spis „Pierre-aux-écules de Mont-laville“, v němž se pokouší o vysvětlení vzniku mís na kameni, který našel v pohoří jurském, a dochází k závěru, že prohlubně nejsou dílem přírody, ale člověka. Přibližně od této doby existuje oficiální zařazení těchto útvarů do archeologie.

Zastáncem tohoto výkladu u nás byl K. Adámek (1880), který popsal obětní kameny nad Svratcavou mezi Hlinskem a Novým Městem. Jako důkaz uvádí, že poblíž mís byl nalezen tzv. hromový kámen, a jak se zdálo, byl přibroušený. Pozdější práce tento názor definitivně vyvrátily. Především tím, že neexistuje žádná pravidelnost ani v počtu, ani v rozmístění, a také výskyt mís pouze na žulových balvanech nenásvědčuje tomu, že mísy vznikly lidskou rukou. Posledním důkazem byly vykopávky konané v okolí mís a nebyly zde ani v jediném případě nalezeny nějaké zbytky po lidské činnosti (kosti, střepiny, zbytky ohnišť).

Teprve v roce 1881 vydal H. Gruner své dílo „Opfersteine Deutschlands“, ve kterém přesvědčivým způsobem dokazuje, že všechny obětní mísy vznikly přirozeným zvětráváním hornin (téměř vždy žuly), i když připouští pozdější použití k rozmanitým účelům (někdy i náboženským).

U nás tento názor propagoval již v roce 1897 J. Woldřich, který konal archeologické výzkumy v jihovýchodních Čechách a zajímal se i o tento problém. Jeho názor později potvrdil i G. Gürich (1914) průzkumem v krkonošských žulách.

S rozvojem zkoumání otázky vzniku tohoto zajímavého morfologického tvaru se vytvořila pro tento jev celá řada názvů. Nadále však budu používat termínu skalní mísa, protože nejvýstižněji charakterizuje tento tvar zvětrávání.

V jihočeské oblasti se zabýval skalními mísami S. Chábera (1961), a proto nebudu tuto otázku rozebírat v plné šíři, ale pozornost soustředím pouze na fakta, která jeho práci rozšiřují. Především to bude otázka vývoje skalních mís a vliv faktorů, které při těchto složitých procesech působí. Dále srovnám měření, které prováděl J. Rychlý (1879), s měřeními, která jsem prováděl v roce 1963 sám.

b) Podmínky vzniku a vývoje skalních mís

Aby mohl začít složitý proces chemického, biologického a mechanického zvětrávání, který vede ke vzniku skalních mís, musí se na povrchu balvanů vytvořit zárodečná prohlubeň.

Příčin jejího vzniku je několik. Nejdůležitější úlohu zde má nehomogenita horniny, projevující se zejména u žul hrubozrnných až porfyrických (výskyt xenolitů, bazických pecek, shluky biotitu, amfibolu nebo pyritu).

Z vnějších vlivů, působících na vznik zárodečných prohlubní, je nutno uvést především nepravidelnou deskvamaci, která dává ve většině případů vznik mísám značně nepravidelného tvaru.

Stanislav Chábera uvádí rovněž možnost vzniku mís v místech křížení jemných puklin. Na základě svých pozorování se domnívám, že to není dost dobře možné, protože voda, která se v puklinách udržuje, působí při mrznutí rozpínavě, pukliny rozšiřuje, až dochází k úplnému roztržení. Na některých lokalitách sice vyběhají od mís krátké trhliny, ale ty byly většinou vytvořené až po vzniku mísy mechanickým působením ledu.

Někdy se také uvažuje o vzniku prohlubně egutací. Tato možnost je velice vzácná a je možná jen při odkapávání vody z převislých skalních útvarů.

Jsou názory, že mechy rostoucí na skalách mohou být také příčinou vzniku primárních prohlubní. Mech se však nemůže uchytit na holé skále, pro svůj růst potřebuje přece jen minimální množství detritu nebo půdy a ta se udržuje jen v malých prohlubeninkách. Z toho vyplývá, že mech se zde objevuje druhotně.

Příčin vzniku primárních prohlubní je tedy celá řada, a proto je nelze od sebe nějak kategoricky oddělovat, neboť ve většině případů nepůsobí jen jeden, ale vždy několik faktorů dohromady.

Na procesu vytváření skalních mís se podílí několik činitelů. Především je to dešťová voda, která působí chemicky a při změnách teploty také mechanicky.

Stupeň chemického rozkladu je určen hodnotou pH, která je ovlivněna tlejícími organickými zbytky v mísách. Dutiny po rozložených živcích jsou někdy až 7 cm hluboké.

Nehomogenita horniny způsobuje různý stupeň smršťování jednotlivých minerálů hornin. Každé zrno reaguje na změnu teploty samostatně, takže v celé hornině se odehrává složitý mechanický proces.

Mechanické působení ledu na stěny mís je značně veliké. Při postupném promrzáni vody jsou vrchní vrstvy ledu nadzvedávány a lámány stále větším napětím vrstev spodních. Největší tlak na stěny a tím i největší mechanické narušování je u dna, kde dochází k zamrznutí vody až naposled, a to má určitě vliv na vytváření převislých stěn u některých mís.

Ke zvětšování skalních mís přispívá rovněž biologicko-chemické větrání. Probíhá především na stěnách a je způsobované především lišejníky a někdy také mechy.

Vývojová stadia skalních mís

Ve vývoji skalních mís lze sledovat různá stadia, lišící se od sebe velikostí a tvarem. Za nejmladší stadium můžeme považovat již samotný vznik primárních prohlubní, které jsou malých rozměrů co do hloubky i do průměru. Druhé stadium vzniká postupným prohlubováním a vytvářením svislých až převislých stěn, mísa dostává pravidelný okrouhlý tvar a ve většině případů má rovné dno (foto 6). Ve třetím stadiu se začíná vytvářet odtok, který není nikdy pro-

hlouben na úroveň dna, což je přímým důkazem toho, že mísa je starší. V posledním vývojovém stadiu dochází k zahloubení odtokové rýhy na úroveň dna, takže nemůže dál probíhat větrání, neboť voda nemůže stagnovat. Nachází-li se několik mís na jednom balvanu, bývají spojené odtokovými žlábkami, které většinou ústí na okraji společně (foto 7). Postupným rozrušováním přepážek mezi mísami dochází k úplnému zničení těchto tvarů — senilní stadium.

Skalní mísy nacházíme na žulových balvanech, roztroušených po celé Novobystřické vrchovině, ale jsou i na větších skalních skupinách a útvech, které vystupují nad okolní terén. Povrch balvanů je převážně rovný nebo mírně skloněný. Někdy však jsou mísy i ve vrcholové části balvanů kopulovitých.

V této oblasti jsou mísy v různých vývojových stádiích — někdy to bývají jen nepravidelné prohlubně, které nejsou nijak zvlášť hluboké a připomínají spíše mělký talíř. Taková stadia mís bývají převážně na žulách s jemným a středním zrnem, kde nejsou větší vyrostlice. Charakteristické skalní mísy s kolmými stěnami jsou dost vzácné a ve většině případů bývají na balvanech žuly landštejnského typu. V tomto typu žuly nebývají vzácnými „dvoustupňové mísy“. Jejich vznik můžeme vysvětlit tak, že mísa se postupným zahlubováním dostala až na úroveň L puklin a za předpokladu, že tyto pukliny k sobě těsně přiléhaly, pokračovalo prohlubování dále a vznikl zajímavý stupňovitý útvar (foto 6).

Je zajímavé, že mísy, které se nacházejí na okrajích balvanů, se zahlubují šikmo, ale zachovávají si rovné dno. Jestliže mísa dosáhne okraje, vytváří si na šikmé ploše balvanu odtok v podobě žlábků. V tomto případě se nejedná o tzv. pseudoškrap, protože prohloubení zřejmě vytvářela voda, která odtékala z mísy. Tímto způsobem mohly vzniknout i pseudoškrapy na Vysokém Kameni, o kterých mluví S. Chábera (1961). Blok, na kterém se vyvinuly, je vychýlený z původní polohy, takže malé mísy (10 cm v průměru) se dostaly z vodorovné polohy na šikmou stěnu a tím vznikl předpoklad k tvorbě žlábků. Voda, která se v mísách soustřeďovala, působila při přetékání především ve směru spádnice a vytvořila žlábků.

Rozmístění mís po povrchu balvanů je nepravidelné, ale jestliže se nachází více mís vedle sebe, vytvářejí ve většině případů soustavu propojenou navzájem odtoky. K propojení dochází až v posledním stadiu.

Boční stěny prohlubní jsou většinou strmé a někdy převislé. Na strmých stěnách rostou převážně lišejníky, které napomáhají rozkladu horniny jak chemicky, tak mechanicky. Převislé stěny jsou naproti tomu porostlé drobnými mechy, zvláště když je v míse voda (patrně to úzce souvisí s větší vlhkostí převislých stěn a s ochranou proti přímému slunečnímu záření).

Prohlubně větších rozměrů jsou naplněny vodou po celý rok a zde tlí veškeré organické látky, které sem zanesl vítr nebo jež spadaly se stromů. Většinou to bývá jehličí nebo listí a toto složení se projevuje v hodnotě pH vody a má vliv na intenzitu chemických pochodů. Za příznivějších okolností, kdy dochází k většímu přínosu látek, se zde může vytvořit vhodné prostředí i pro růst vyšších rostlin, v některých případech dokonce i stromů.

Mísy, které jsou na kamenech v otevřeném terénu, velkou měrou vysychají a na dně zůstává vrstvička žulového detritu a někdy i větší uvolněné vyrostlice. Menší částice vítr odnáší a zůstává jen hrubší drť. To je jeden způsob odstraňování zvětralého materiálu. Další může způsobit voda, která přetéká přes okraje mísy a bere s sebou ty nejjemnější částice, kdežto hrubší zůstávají ležet u dna tak dlouho, dokud nejsou dokonale rozloženy.

Velikost prohlubní se mění po celé ploše území. Nejmenší mísy, ale velmi pravidelného tvaru, jsou v jihozápadní části (kóta 632 m u obce Smrčná). Hloub-

ka mís se pohybuje v rozmezí 10–30 cm. Naproti tomu mezi Zvůli a Terezínem se nachází množství mís velkých rozměrů a značných hloubek. Největší z nich o rozměrech 175 cm a 124 cm leží přímo v obci Terezín, je hluboká 26 cm a má vzorně vyvinuté odtoky o délce 250 cm a 140 cm. Kromě této mísy jsou zde další prohlubně, které nemají tak velký průměr, ale dosahují hloubky až 85 cm. Rozdíl velikosti mís na území je úzce spojen se strukturou horniny. Na jemnozrnnějším číměřském typu jsou mísy menších rozměrů, na landštejnském typu jsou prohlubně větší, ale méně pravidelné.

Stáří skalních mís

Některé lokality s mísami v senilním stadiu se značně liší svou velikostí od jiných nálezů stejného stadia a na stejném typu horniny. Rozdíl mezi oběma skupinami bývají asi 40–70 cm v průměrech mís a v hloubce 35–50 cm.

Za předpokladu, že průběh a výsledky chemického zvětrávání v současném humidním podnebí se neliší od pochodů teplého podnebí kvalitativně, nýbrž jen kvantitativně, můžeme říci, že podmínky pro vznik větších mís byly v terciéru. Přihlédneme-li k rychlosti zvětrávacích procesů v tropickém pásmu, dá se předpokládat, že se zachovaly jen mísy z pliocénu. Rovněž celkový tvar balvanů s mísami nasvědčuje tomu, že vznikly v terciéru.

Všechny skalní skupiny s velkými mísami jsou roztrhány na několik částí. Jelikož jde o pukliny značných rozměrů a v některých případech i o posun částí roztrženého útvaru, domnívám se, že k této destrukci došlo v pleistocénu. Pak musejí být mísy, postižené tímto rozlámáním, nutně starší.

Druhá skupina mís menších rozměrů, ve většině případů v druhém nebo třetím vývojovém stadiu, nasvědčuje tomu, že jde o tvary značně mladší, a to holocenní. Přesvědčivým důkazem pro toto tvrzení je zjištění rychlosti zvětrávacích procesů při vzniku skalních mís. J. Rychlý provedl v roce 1879 měření velikosti mís na plochém balvanu o rozměru 12,5 × 3,5 m, který leží na levé straně cesty z Landštejna na Staré Město. Popisuje devět mís, které jsou na jeho povrchu. Tři mají vytvořený odtok, kdežto ostatní nejsou spojeny s krajem ani mezi sebou a většinou jsou naplněny vodou. Mají ploché dno, svislé stěny a maximální hloubku 18 cm. Z měření, která jsem provedl v roce 1963, tedy po 84 letech, je zřejmé, že mísy, které zde byly, se zvětšily jak v průměru, tak do hloubky. Za tuto krátkou dobu se vytvořily odtoky u všech mís a jsou navzájem spojené, což je dalším důkazem recentního vývoje. Svislé stěny se zachovaly jen u malých mís, větší mísy je mají převislé. Dalším důkazem je to, že počet mís se zvýšil z 9 na 12. Nově vzniklé mísy jsou na přechodu mezi prvním a druhým vývojovým stadiem.

Zvětšení průměrů a hloubky jednotlivých mís je nejlépe vidět v tabulce.

1879

1963

Mísa	Průměr	Hloubka	Odtok	Průměr	Zvětšení	Hloubka	Odtok
A	40 × 55	18	65	55 × 97	15 × 42	63	36 Š 33 Š 64 D
C	35			44 × 65	9 × 30	49	
D	65			73 × 66	8 × 1	34	
F	45 × 65			50 × 67	5 × 2	22	
G	65						

D — délka, Š — šířka, rozměry v cm.

Na tomto bloku jsou také vytvořeny odtokové rýhy, připomínající pseudoškrapy (foto 8). Rychlý se o nich nezmiňuje, jsou tedy mladší než 84 let. Jejich zahloubení (místy až 8 cm) nasvědčuje značné rychlosti zvětrávacích procesů.

* * *

Z dosud uvedených faktů se dá usoudit, že rychlost větrání je značná a neintenzivněji probíhá v druhém vývojovém stadiu. Později, pozvolným prohlubováním odtoku, se zmenšuje množství vody v míse a tím i plocha, na kterou může voda mechanicky a především chemicky působit. V posledním stadiu vývoje mísy, kdy je odtok na úrovni dna, je zvětrávání minimální, protože voda už nemůže stagnovat. Tato závěrečná fáze, která končí úplným zánikem mísy, trvá pravděpodobně nejdelší dobu.

Podrobný soupis skalních mís vyskytujících se v jižních Čechách (ale také jinde na území republiky a v různých státech) podává Stanislav Chábera ve Sborníku krajského vlastivědného muzea v Českých Budějovicích 1961.

B. Drobné tvary

Nejzajímavější z drobných tvarů zvětrávání žuly jsou „žlábkové škrapy“ [J. Kunský (1950, str. 15)], někdy též nazývané pseudoškrapy. Ve studovaném území jsou na čtyřech lokalitách, a to na Markově kameni, na kótě 652 m u Landštejna, na skalním útvaru asi 400 m na západ od Horního Radíkova a na kótě 677 m nad obcí Dolní Radíkov, kde jsou nejdokonalejší. Na kótě 677 m se vyvinuly na kompaktní stěně mrazového srážu. Jejich délka je různá (od 70 od 130 cm). Mají dokonalý poloobloučkový tvar, maximální průměr 12 cm. Vznikly pravděpodobně mechanickým působením stékající vody, která se soustřeďuje právě nad místem jejich vzniku. Chemické působení vody při tvorbě těchto žlábků je minimální, protože voda nemá možnost na téměř svislé stěně stagnovat. Žlábků se vytvářely v holocénu, protože jsou na stěně vzniklé mechanickým rozpadem v pleistocénu. Při určování stáří žlábků na jednotlivých lokalitách musíme vycházet z celkového tvaru balvanů nebo skalního útvaru a jestliže jsou na jeho povrchu i jiné mikrotvary, pak správně určit jejich vzájemný poměr a stáří. J. Demek ve své práci „Formy zvětrávání a odnosu žuly v Krumlovském lese jihozápadně od Brna“ (1960, str. 242) popisuje „obětní mísu“ a od ní směřující rýhy (od mísy jsou oddělené 5 cm vysokým valem). Vznik těchto rýh klade do terciéru. V tomtéž článku však píše, že obětní mísa asi vznikla v holocénu prohloubením a rozšířením již dříve existujících rýh. Na základě vlastních pozorování velkého počtu mís se domnívám, že k vyhloubení žlábkového odtoku došlo vždy až po zahloubení mísy. S opačným případem jsem se nikde neseťkal. Kromě toho je zde ještě 5 cm vysoký val, což nasvědčuje tomu, že popisovaná mísa je ve třetím vývojovém stadiu, kdy ještě probíhá (za přítomnosti vody) intenzivní zvětrávání a prohlubování mísy. Na základě uvedených zjištění se domnívám, že rýhy směřující od mísy nejsou stáří terciérního, ale holocenního.

V holocénu také probíhá další zvětšování všech dříve vzniklých puklin a trhlin. Podle toho, jak byly položeny, působili na jejich rozšiřování různí činitelé. Pukliny na šikmých stěnách nebo na téměř rovných plochách jsou vyplněny různým organickým materiálem (listí, jehličí, tráva atd.), ve kterém se udržuje srážková voda. Tato voda působí chemicky i mechanicky na zvětšování puklin a zároveň vyluhuje kyseliny z organických zbytků, čímž se zvyšuje její chemická účinnost.

Na některých puklinách svislých stěn se můžeme přesvědčit o mechanickém působení vody stékající s povrchu balvanů. Stěna pukliny, na níž naráží voda tekoucí ze šikmého povrchu balvanu, bývá (jen u rozměrnějších) někdy měkce prohnutá. Od tohoto nápadného rozšíření vybíhá ve směru největšího spádu mělký žlábek, vzniklý rovněž mechanickým působením stékající vody.

Mezi Horním Radíkovem a Novým Světem jsou velké žulové bloky (až 8 m), které nejsou vůbec rozpuhané. Na některých z nich jsou na šikmo skloněných plochách vypreparované malé hřbety, vzájemně rovnoběžné. Vznikaly selektivním zvětráváním žuly, která je prostoupena soustavou odolnějších vrstviček. Tyto odolnější partie mají menší zrnitost jednotlivých minerálů (viditelnou pouhým okem) a jsou nepatrně světlejší než okolní hornina.

Holocenní zvětrávání se tedy ve studované oblasti projevovalo na odkrytých částech centrálního masívu pouze vznikem drobných tvarů.

Oddělení fyzického zeměpisu přírodovědecké fakulty Karlovy university

Literatura

- ADÁMEK K.: Obětní kameny nad Svradcou. Paměti archeologické, str. 389—392, 1 tab., Praha 1880.
- AMBROŽ V.: Periglaciální zjevy u Jevan. Zprávy geologického ústavu pro Čechy a Moravu, XVIII: 219—230, 2 tab., Praha 1942.
- BERXINGER J.: Kameny s mísami. Paměti archeologické XV, Praha 1892.
- DEMEK J.: Formy zvětrávání a odnosu žuly v Krumlovském lese jihozápadně od Brna. (Časopis pro mineralogii a geologii 5: 240—246, 4 tab., Praha 1960.
- HRŮMÁDKA J.: Orografické třídění ČSR. Sb. ČSZ 61: 265—299, Praha 1956.
- CHÁBERA S.: Žulové viklany v okolí Petrovic a Krásné Hory. Lidé a země IV: 352, Praha 1955.
— Viklany a hříbovitě útvary v Jizerských horách. Lidé a země IV: 141—142, Praha 1955.
— Žulové balvany v okolí Kunžaku. Vesmír XXXIV: 283, Praha 1955.
— Obětní mísy v jižních Čechách. Ochrana přírody XIV: 86—84, Praha 1959.
— Mísovitě vyvětrávání žuly v jižních Čechách. Sb. Krajského vlastivěd. muzea Č. Budějovice 3, 1961.
- KLAER W.: Verwitterungsformen im Granit auf Korsika. Erght. Nr. 261 zu Petr. Geograf. Mitt. Gotha 1958.
- KUNSKÝ J.: Zalednění Šumavy a šumavská jezera. Sb. ČSZ 39: 33—40, 1933.
— Šumavská kamenná moře. Časopis turistů 56, Praha 1944.
— Kras a jeskyně. Přírodověd. nakladatelství, 163 str., Praha 1950.
- LINTON D. L.: The problem of tors. The geographical journal 121: 470—487, London 1955.
- NOVÁK J. V.: Tvářnost Českomoravské vysočiny. Rozpravy II. třídy ČA 52, 20: 101, 1 mapa, Praha 1942.
- PELÍŠEK J.: Kamenná moře na západní Moravě. Vesmír 31: 85—86, Praha 1952.
- ROTH Z.: Skalní proudy, ledovcové kary a ledovce. Rozpravy II. třídy ČA LIV, 2: 30, Praha 1944.
- RYCHLÝ J.: Popsání a vyobrazení některých obětních kamenů v Čechách. Paměti archeologické, str. 242—246, 1 tab., Praha 1879.
- SEKYRA J.: Působení mrazu na půdu. Kryopedologie se zvláštním zřetelem k ČSR. Geotechnika 27: 1—164, 37 příl., Praha (NČSAV) 1960.
- SMOLÍK J.: Obětní kameny a jejich domnělý význam. Paměti archeologické, str. 245—254, Praha 1879.
- ZÁRUBA Q.: Periglaciální zjevy v okolí Prahy. Rozpravy II. třídy ČA LIII, 15: 1—34, 2 tab. Praha 1943.
- ZDENĚK J.: Obětní kameny na Sedlecku. Chvilky v přírodě II: 215, 1942.
- ZOUBEK V.: Zpráva o přehledném geologickém mapování na listě Jindř. Hradec. Věstník SGÚ 24: 193—195, Praha 1949.
- ŽEBERA K.: Čtvrtohorní zvětralinové pláště a pokryvné útvary ČSR. Praha (SPN) 1953.

PHENOMENA DUE TO WEATHERING AND EROSION OF GRANITE IN NORTHERN PART OF THE NOVÁ BYSTRICE HILLS

The northern part of the Nová Bystrice Hills — situated in the Javořice system — is composed of two types of granite. The Čiměř type (called „Einsgarn type“ by austrian geologist) is two-mica; middle to finely-grained granite. The Landštejn type is two-mica, coarse-grained granite, porpháric in places. In the area under investigation two types of phenomena due to the weathering of granite may be distinguished. Phenomena dating from the warm Tertiary climate display rounded forms, in some instances also surface sculpturing (rocky dishes). There are loaf-shaped boulders of considerable size (ranging from 2 m to 12,5 m), the size of individual boulders being closely dependent from the jointing of granite (sheet to rectangular jointing). All these boulders are in fact more resistant „cores“ of granite which have not been chemically affected and as such have survived in the weathered out mantle. At a later date, the weathered material was removed by denudation and consequently the „cores“ got to the surface. Some boulders were torn by mechanical activity of frosts in Pleistocene. Phenomena dating from the Quarternary were sculptured by mechanical weathering in Pleistocene and only slightly altered in Holocene. Phenomena which originated in the Periglacial era of the Pleistocene are represented here by pseudocirques and rock currents. This paper describes three pseudocirques. The height of their hinder wall makes 8,5 m to 15 m. The diameter of the dish-shaped depressions ranges from 17 m to 130 m. Two of them are orientated to the North and one to the West. All of them occur at an altitude of 630 m. Rock currents streaming from them reach the length of 120—700 m, their width ranging from 40 to 150 m.

More often occur smaller phenomena — the so-called frost scarps and stone fields — which are due to the frost-weathering. Frost scarps occur only at altitudes over 600 m. Their height ranges from 1,80 to 11,5 m. The dip angle of the frost scarps makes 75° to 90° . Sometimes part of the wall hangs over.

In the Čiměř type of granite, scarps are higher and more regular than in the Landštejn type. Three types of frost scarps may be distinguished. The first forms a „step“, the second a morphologically characteristic wall, and the third type is irregular. The orientation of the scarp depends before all upon the prevailing direction of jointing. Stone fields cover almost all areas situated above 600 m. In the Čiměř granite type boulders are smaller, sharp-edged, mostly covered by a continuous mantle of vegetation. On the other hand, in the Landštejn type, boulders are larger (up to 4,5 m) and partly rounded. Blocks of stone currents and stone fields have been transported by solifluction.

In Holocene slight sculpturing of past phenomena took place. A characteristic feature of this area are „rocky dishes“ with their outlets. Four stages may be distinguished in their development according to general sculpturing. In the youngest stage a primary depression originated. In the second stage the process of deepening and formation of vertical to overhanging walls took place. The third stage is characterized by the origin of a run-off rill and its gradual deepening down to the level of the floor of the depression. The later passes into the last stage of extinction since the water cannot stagnate any more. When determining the age of the dishes, we must consider their size (diameter and depth) and the general sculpturing of the very boulder in which they are situated.

In the area of question, there are dishes dating from the end of the Tertiary (mostly torn by frost in Pleistocene) of depth of 85 cm, and dishes dating from the Pleistocene and reaching the depth of as much as 40 cm. In the Holocene, slight sculpturing took place characterized by the origin of „rill lapies“ and by further widening of all former fissures and cracks.

J. Votýpka: Tvary zvětvávání a odnosu žuly v severní části Novobystřické vrchoviny.



Obr. 1. Bochníkovité balvany terciérního stáří (200 m nalevo od státní silnice mezi Mosty a Valtínovem).

Obr. 2. Skalní skupina s nápadně rozdílnou modelací bloků (100 m od silnice mezi Mosty a Valtínovem).

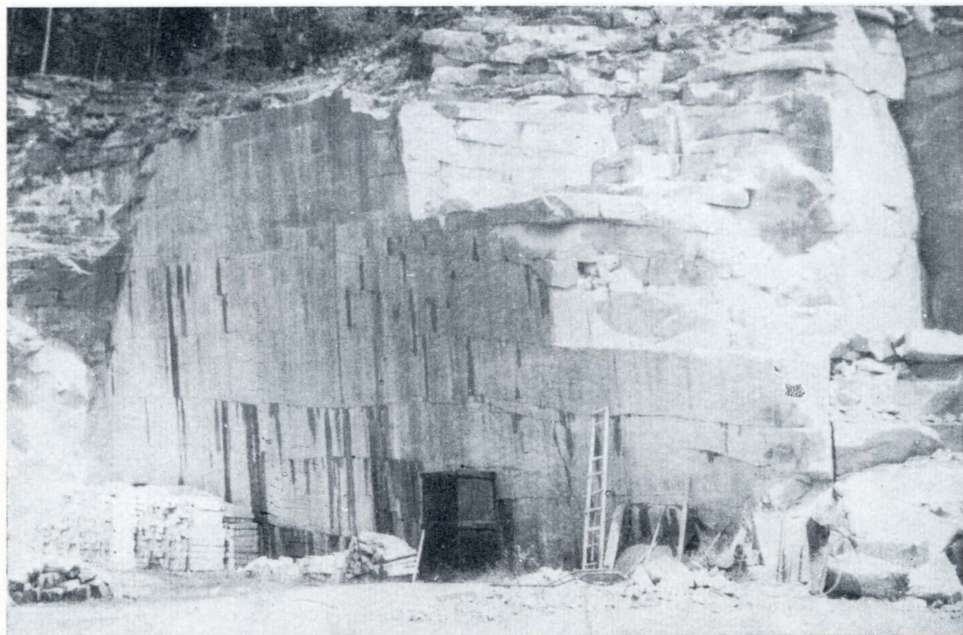




Obr. 3. Nápadné zúžení balvanu na spodní straně (asi 300 m nalevo od křižovatky silnice Most—Markvarec—Č. Rudolec).



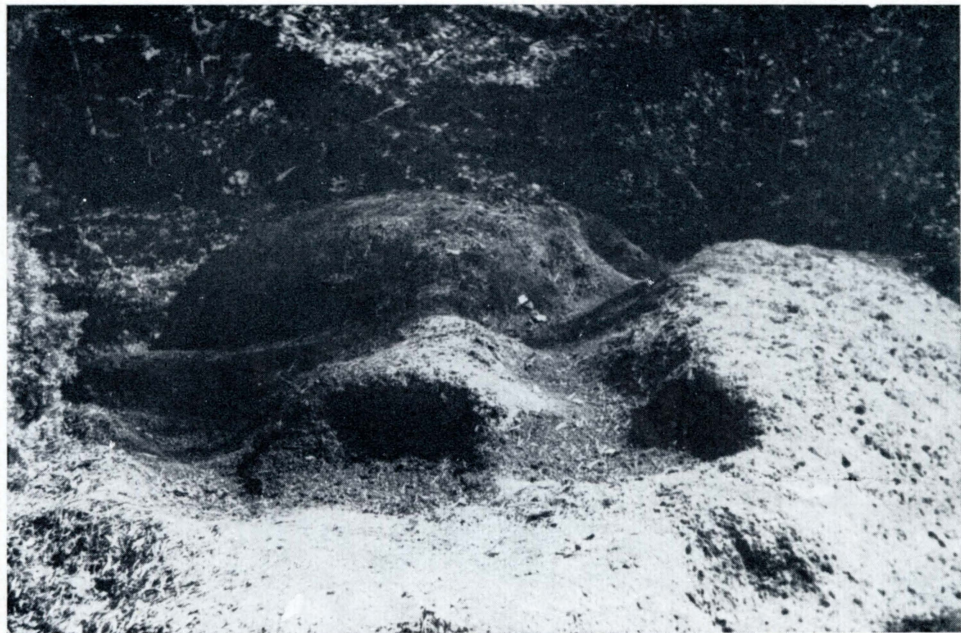
Obr. 4. Skalní útvar na čiměřském typu žuly (kóta Kamenec 642,5 m na východ od obce Čiměř).



Obr. 5. Systém puklin v čiměřském typu žuly (kamenolom na kótě Kamenec 642,5 m).

Obr. 6. Skalní mísa ve druhém vývojovém stadiu (levý okraj cesty z Landštejna do S. Města).





Obr. 7. Poslední vývojové stadium skalních mís (les nad obcí H. Radíkov).

Obr. 8. Odtokové rýhy na žulové desce (nalevo od cesty z Landštejna do S. Města).
(Snímky *J. Votýpka.*)

