

ZALEDNĚNÍ NÍZKÝCH TATER

Abstrakt. Эта статья разбирает вопрос оледенения северного склона Низких Татр между Хабенцом и Хопком и на Большом Боке. Подробно были разработаны части заключения ледниковых долин и перигляциальные явления на главном хребте и на близлежащих развилках. Были различены три стадии отступления ледников, описаны морены, осыпи и другие выполения каров.

Předložená práce podává výsledky mapování, které jsme prováděli v letech 1952—1954. Byla součástí výzkumného úkolu IV. oddělení zeměpisného ústavu university Karlovy v Praze nazvaného Nízké Tatry. Zodpovědným pracovníkem výzkumného úkolu byl univ. prof. dr. Josef Kuský, pod jehož osobním vedením také tato práce vznikla a jemuž tímto děkujeme za odbornou a morální pomoc. Naše práce je pouze jedním z dílčích úkolů, které se zabývaly nízkotatranskou oblastí. Většina předchozích prací byla již publikována a je uvedena též v soupisu literatury. Úkolem bylo geomorfologicky mapovat vrcholovou část hlavního hřbetu Nízkých Tater, a to v oblasti mezi Chopkem a Chabencem na západě a ve skupině Velkého Boku na východě. Tím byl prakticky uzavřen geomorfologický výzkum vrcholové části Nízkých Tater na západě.

Námi prováděné mapování se soustředilo především na závěrové části nízkotatranských karů a na přilehlé vrcholové partie. V terénu jsme mapovali do fotogrammetrických snímků, čímž jsme měli zajištěnu přesnou lokalizaci všech vrcholových geomorfologických tvarů v příslušné oblasti; jednotlivé jevy jsme pak doplňovali a určovali barometrickým měřením několikrát opakovaným, jehož střední hodnota vyjadřuje konečný číselný údaj jak na přiložených mapách, tak i v textové části. Získanou topografickou situaci podle měření v terénu jsme promítli do starých topografických map s redukcí na příslušné měřítko, čímž jsme eliminované údaje ve fotogrammetrických snímcích doplněné barometrickým měřením koordinovali s topografickou mapou a dostali tak mapy, které jsou přílohou této práce.

Jako přístrojů jsme používali v terénu barometry značky Naudet s přesností na jeden metr (několik různých přístrojů této značky), dále zaměřovací busolu, geologické kompasy, sklonoměry (typ Abney), ocelová pásma a pro výzkum půd ručně zarážených sond. Většinu jevů jsme ještě dokumentovali fotograficky.

Pokud jde o geologickou stavbu území, tu jsme vycházeli z podrobného mapování, které v oblasti Nízkých Tater prováděl Radim Kettner a Jaromír Koutek s pracovní skupinou. Nepodáváme proto v tomto článku přehled geologie, ale odkazujeme na citovanou literaturu příslušných autorů.

Zeměpisným výzkumem Nízkých Tater se zabývala podstatně větší řada autorů než např. geologií. Zhruba lze rozdělit geomorfologický výzkum Nízkých Tater na tři období, která na sebe navzájem navazovala, své výsledky odvozovala a doplňovala z prací předchozích. Nejstarší období výzkumu bylo přejímáno místy nekriticky a dogmaticky podle autorit badatelů. Výzkumy lze časově rozdělit na první období od roku 1885 až do konce první světové války; druhé období zaujímá práce za první republiky a třetí období trvá po druhé světové válce.

Prvním badatelem, který se začal zabývat podrobněji zeměpisem Nízkých Tater, a to především otázkami zalednění, byl Samuel Róth, který ve své stručné práci z roku 1885 popsal orientační túru ve skupině Ďumbieru, údolích Bystré a Ludarovo. Zjistil stopy po zalednění v nejvyšší části údolí ve výši 1550 m

a 1500 m n. m. (konec ledovce). O tuto kratičkou zprávu se opírá další německý badatel až téměř po dvaceti letech, v roce 1901 a 1903, a to Josef Partsch. V těchto dvou letech vykonal v létě orientační túry po Nízkých Tatrách, jejichž výsledky se tradují ve všech jeho ostatních glaciologických pracích. Rozvedl zjištění Samuela Rótha v Ďumbierské skupině tím, že prodlužuje délku Ďumbierského ledovce z 1,5 km u Rótha na 5 km; mimo údolí Bystré navštívil ještě Ludarovo a Demänovské, všimá si morény u Vrbického plesa. Pohledem z Chabence zjistil morény v karu Chabenice a v Jamě; ledovec v Jamě označuje za nejzápadnější v Nízkých Tatrách. Rovněž i v údolí Magurky našel stopy po zalednění. Několik let později (1910) publikuje Lubomir R. von Sawicki z Krakova rovněž krátkou zprávu o zalednění Nízkých Tater. Pro západní část Nízkých Tater přijímá názory Partschovy a zabývá se především oblastí východní, zvláště skupinou Královy hole. Jím se také uzavírá toto první období výzkumů, kdy hlavní pozornost autorů byla věnována zjištěním, že Nízké Tatry byly zaledněny a že ledovce dosahovaly určité délky, tj. autoři se soustřeďují především na dolní morénové úseky, na spodní ústupová stadia, aby mohli určit délku předpokládaných ledovců. Celé období je dále charakterisováno průkopnickou jednoduchostí schemat zalednění bez podrobnějšího zachycení jednotlivých jevů. Po těchto autorech, jakož i několika dalších, kteří se zabývali obdobnými problémy v ostatních slovenských horách, nastupuje druhé období, vyznačené nástupem českých a slovenských pracovníků, kteří sice pokračují ve zjištěných výsledcích těchto autorů, ale kteří zcela, a můžeme říci že do základů, rozšiřují jejich koncepcce a názory.

Prvním poválečným pracovníkem, který se soustředil na Nízké Tatry, byl František Vitásek. Po několika studiích z oblasti Ďumbieru, údolí Demänovky aj. přistupuje k souhrnnému popisu zalednění Nízkých Tater v obsáhlé práci z roku 1923 a znovu ve shrnutí v roce 1924. Vitásek provedl četná měření ve všech údolích na severním svahu Nízkých Tater, opatřil si početnou řadu měření, z nichž potom sestrojil přehledy zalednění Nízkých Tater. Zkoumal pouze severní stranu a zjistil v celé oblasti západní 11 ledovců, ve východní pak pouze 5 ledovců. Nepodal však mapu popsaných morén a jiných tvarů. Obdobně jako J. Partsch, věnoval se zvláště studiu ústupových stadií v dolních částech údolí. Rozlišuje konečnou morénu a tři ústupová stadia. Podle Vitáska byl nejdělsí ledovec Lúčanky, 5100 m dlouhý. Domníváme se však, že údaje o délce nízkotatranských ledovců jsou údaje nejvíce sporné, protože většina autorů nedospěla dosud ke shodě o nejspodnějších ústupových stadiích v údolích. Není dosud vyjasněna otázka, zda se ve skutečnosti jedná o morénové uložení, nebo zda jde o přechodní kuzele fluvio-glaciální nebo o fluvio-glaciál sám. Rovněž údaje tloušťky ledovce jsou velmi problematické, neboť nemáme přesnějšího vodítka pro dedukci tloušťky ledovce, hlavně v závislosti na klimatických poměrech v tehdy zaledněné oblasti. Při velmi podrobném studiu Nízkých Tater je však překvapující, že F. Vitáskově pozornosti ušel kar pod Velkým Bokem, kde dokonce F. Vitásek vylučuje otázku zalednění. Vitáskovy výsledky poskytovaly po dlouhá léta obraz o zalednění Nízkých Tater, byly mnoha epigony opakovány. Ján Volko-Starohorský ve své práci z roku 1940 a 1943 se zabývá především zaledněním Demänovky; nepřináší podstatně nových poznatků a vychází z prací F. Vitáska. Dalším autorem, který se zabýval zaledněním Nízkých Tater, byť i jen v kratičké zprávě, byl Radim Kettner, který (1930 našel, popsal 1933) zjistil kar na Velkém Boku, spolu s valem čelné morény. Do tohoto období spadají i geologické práce téhož autora, v nichž se otázky zalednění dotýká hlavně v oblasti ledovce Palúčanky a Lúčanky.

Druhé období je ve výzkumu charakterisováno pracemi podrobnějšími, zasaženými do Penck-Brückner-Soerglova quadriglacialistického systému, ovšem otázka nejspodnějších výskytů morén zůstává spornou. Vážnější je to, že toto období rovněž nesestrojilo mapu zalednění, s výjimkou map Kettnera a Koutka, kde některé problémy zalednění jsou obsaženy v geologické mapě, a orientační mapky Demänovské doliny J. Volka-Starohorského.

Třetí období nastupuje po druhé světové válce. Pro ně je příznačná ta okolnost, že chybí souborná práce přehledná, ale že jednotliví autoři zpracovávají menší úseky, jejichž propojením si můžeme učinit nový obraz o zalednění celých Nízkých Tater. Jde vesměs o menší práce většinou s velmi podrobným mapováním jednotlivých ledovcových údolí. Jsou to zvláště dvě práce, a to Sándora Lánge z Budapešti, který zpracoval skupinu Ľumbierskou a v dolině Štiavnice popírá existenci nejnižších morén a považuje je za dejekční fluvio-glaciální kužele. Druhou prací je práce Vladimíra Panoše o zalednění na Križianci. Jeho práce vychází z F. Vitáska, doplňuje jeho výzkumy podrobnými údaji a dokládá existenci nejnižší morény profilem čelní morény Križianského ledovce. Tento jeho výsledek nebyl dosud nikde jinde potvrzen ani z Palúčanky ani z Ludarové. Domníváme se, že tento závěr V. Panoše bude mít obecnou platnost jen tehdy, bude-li potvrzen i z ostatních sporných míst výskytu nejnižší morény, tj. např. z údolí Štiavnice, Palúčanky aj. Do tohoto období spadají práce Josefa Kunskeho et cons. v oblasti karů pod Dereši, dále Václava Krále o zalednění jižních svahů v údolích Vajskové a Lomnístie, dále dosud nepublikované práce Vladimíra Šibravy o zalednění skupiny Ľumbieru, práce Dimitrije Loučka z východní části Nízkých Tater. Všechny tyto práce spadají pod výzkumný úkol Nízké Tatry Josefa Kunskeho a naše práce je jejich pokračováním. Všimají si geomorfologie vrcholové části, kterou předchozí autoři vesměs opomíjeli, mapování jsou většinou podrobná s detailním rozlišením jednotlivých jevů zalednění, jakož i zjištěním periglaciálních jevů. Dosud však nebyla mapována skupina Velké Vápenice ve východní části Nízkých Tater.

Hydrografie

Žulový hřbet nízkotatranský je jedním z nejdůležitějších rozvodí Slovenska; námi mapované kary jsou na severních svazích a všechny náleží do povodí Váhu. Nejvýchodněji leží kar Velkého Boku, z něhož vytéká jedna ze zdrojnic potoka Svarínky, rovněž přítoku Váhu.

Kary Ľumbierské skupiny, odvodňované Štiavnicí, byly zpracovány Vl. Šibravou. Na tyto kary navazují na západě kary skupiny Chopku, které odvodňuje potok Lúčanka se zdrojnicemi Široká a Luková a s přítokem Priečno, a Palúčanka s karovými přítoky Otupiankou, Soliskovou, Kobylou a Hlbokou. Společný tok obou, Lúčanky a Palúčanky, se pak pod názvem Demänovka vlévá u Liptovského Mikuláše do Váhu. Kary Kotličky a Chabence odvodňuje potok Križianka, která vzniká soutokem Poľany a Chabence. Potok Poľana pramení pod stejnojmennou horou v karu zvaném Mlynce a přijímá Kotličku (výtok karu Kopy a Litory) a Vyšnou a Nižnou Klinu. Chabence je potokem karu Chabence a Vyšné Matošovce. Z levých přítoků Križianky zasluhuje zmínku karový potok Pekelná, z pravých největší přítok Mošnice, která si vytvořila samostatnou, s Križiankou téměř souběžnou, dolinu. Do Križianky se vlévá až na severním úpatí Nízkých Tater na okraji Liptovské kotliny. Kary mezi Chabencem a Latiborskou hoľou náleží do povodí potoka Lupčianky. Z velkého množství jejich zdrojnic odvodňují jednotlivé kary pouze potoky Oružná, Jama a Zurková.

Názvy jednotlivých potoků jsou většinou odvozeny od názvů hor a přenášejí se dále na kary. Většina těchto potůčků nemá vlastních jmen pro nepatrné rozměry. Některé z nich jsou pouze periodickými potoky, majícími vodu po jarním tání a větších deštích. Všechny tyto potoky vynikají velmi nevyrovnaným profilem, velkým spádem, což si lze vysvětlit tím, že jde jednak o potoky ve velehorské oblasti a jednak o potoky poměrně mladé. Byly původně odtokem jednotlivých ledovců a firnovišť; dnes sbírají své vody v morénových nánosech, sutích a svahovinách, které regulují jejich vodní stavy.

Průvodním znakem našich zaledněných údolí jsou četná jezírka ledovcového původu, jaká nacházíme např. ve velkém množství ve Vysokých Tatrách. Vznik těchto drobných jezírek se váže jednak na petrografické složení okolních hornin, jednak závisí do jisté míry na mocnosti a exaraci ledovců. Protože ledovce v oblasti Nízkých Tater byly ve srovnání s ledovci ve Vysokých Tatrách malé a málo tlusté, byla jejich exarace především v karové části údolí malá. Proto se zachoval v Nízkých Tatrách jen velmi nepatrný počet ledovcových jezírek, z nichž žádné nemá dnes skalní dno. V námi mapovaném území se udržela pouze drobná kárová jezírka, která jsou buď hrazena čelní nebo pasívní morénou, anebo jsou to jezírka, která vyplňují hlinitější prohlubně v suťovém a morénovém materiálu. Jezírka hrazená jsou zpravidla hlubší a rozlehlejší; druhá skupina jsou jezírka mělká, nepatrných rozměrů, velmi často efemérní, mají ponejvíce bahnitě dno na rozdíl od předchozích, která jsou kamenitá. Přítokem těchto drobných jezírek jsou nejčastěji suťové prameny. Na vydatnosti těchto nestálých pramenů je závislý i vodní stav jezírek. Odtokem jezírek jsou buď povrchové potůčky, nebo se z nich voda ztrácí zasakováním. Vodní režim všech jezírek je velmi kolísavý, závislý na množství srážek v příslušné roční době, takže se stává, že některá léta jsou jezerní pánvičky prázdné, případně vyplněné bahnitými kalužinami vody. Příkladem kolísavého stavu vodní hladiny je jezírko karu Luková, které při měření dne 28. července 1953 měřilo 63×15 m, při měření 8. července 1952 mělo však pouze 13×8 m. Žádné z jezírek však nepřesahuje hloubku jeden metr za průměrného vodního stavu. Tak např. za zmíněného vysokého stavu mělo jezírko v Lukové hloubku 155 cm. V přehledné tabulce uvádíme jednotlivá jezírka; která nemají pojmenování, označujeme pouze jmény karů.

Mimo uvedená jezírka popsal některá drobnější ve skupině Ďumbieru V. Šibrava (l. c. 18) a v povodí Križianky Vl. Panoš (l. c. 12). Žádné z jezírek nemá hospodářský význam a pro malý obsah vodní nádrže nefunguje jako retenční reservoár.



Morénou hrazené jezírko ve východním karu Jamy.
Foto E. Trejná
A moraine-lake in the eastern part of the Jama cirque.

Jediným stálým jezerem Nízkých Tater je Vrbické pleso (popsané l. c. 8), které na rozdíl od námi uvedených jezírek je hrazené morénou prvního ústupového stadia. Rozsah jeho hladiny se však proti poslednímu měření v roce 1950 opět podstatně zmenšil.

Název jezírka	Hladina v m n. m.	Rozměr v m	Hloubka v cm	Teplota		Datum měření
				vzduchu	vody	
1 Luková	1607	13×8	75	6°	18°	8. 7. 1952
	1608	63×15	155	5°	13°	28. 7. 1953
2 Velký a Malý Dereš (b)	1485	11×3.5	40	13°		3. 8. 1953
3 Solisko (b)	1540	3×6	20–40	16°		5. 8. 1953
4 Solisko (b)	1540	3×5	20–40			5. 8. 1953
5 Solisko (b)	1540	2×3	20–40			5. 8. 1953
6 Solisko (b)	1540	2×2	20–40			5. 8. 1953
7 Mlynce (b)	1458	2×3	30	12°		22. 7. 1953
8 Mlynce (b)	1458	3×3	40	12°		22. 7. 1953
9 Kopa	1487	9×16	70	4°	12°	22. 7. 1953
10 Litory	1433	10×8	80	6°	17°	18. 7. 1953
11 Litory	1433	7×5	40	6°	17°	18. 7. 1953
12 Vyšné Matošovce (b)	1520	20×12	30	13°		13. 7. 1953
13 Jamy (b)	1579	8×5	30	12°		8. 7. 1953

(b) ... bahnitě dno.



Fluvioglaciál v údolí Križianky na levém břehu nad Predpekelnou.

The fluvio-glacial in the Križianka Valley, left border over Predpekelná. Foto J. Michovská

Půdy

Žulové jádro nízkotatranské je ve své vrcholové části pouze tenkým zvětralinovým pláštěm. Všude je pokrývka tvořena hlinitým pískem až pískem s velmi kolísajícím množstvím úlomků podložních hornin. Nikde nepřesahuje tloušťku jeden metr a ve většině případů jsou zde půdy mělké do 50 cm, často i skeletové. Plochá temena hřbetu mají všeobecně půdy hlubší, uložené in situ a s nepatrnou soliflukcí. Na svazích nelze však mluvit o souvislém půdním pokryvu, protože půdní pokrývka je vlivem soliflukce roztrhaná, nesouvislá, porušená jak ve vodorovném, tak i ve vertikálním členění.

Na plochých hřbetech mají půdy pod dnem většinou vyvinut krátký velehorský podzol. Nejsvrchnější půdní horizont (A_{0+1}) má barvu tmavě hnědavou až černohnědou, je krátký, nejvýše 5–10 cm vysoký. Pod touto humósní polohou se vyskytuje větší výrazný podzolvý horizont, vybělený, šedohnědý, nejvýše 5–15 cm vysoký. Přechází plynule do zvětralinové horninové drti, která je re-

zavě hnědě zbarvená, s větší či menší příměsí úlomků převážně žul a křemene. V plynulém přechodu je těžko rozlišitelný B-horizont, jehož mocnost nepřesahuje nikdy více než 20 cm. Celý půdní profil je silně slídnatý, sypký, s výjimkou hlinitějšího humósního A_0+1 horizontu. Převládající barvou půd je proto hnědá se všemi odstíny. Malou tloušťku půd si vysvětlujeme exponovanou pozicí vůči ronu a přestože je dokonale vyvinut podzolový horizont, považujeme půdy za relativně mladé, recentní, protože podmínky pro zachování starších půdních horizontů jsou zde velmi nepříznivé. Na svazích jsou půdy neklidné a nelze proto mluvit o půdním profilu a typu. Vrcholové půdy označujeme jako horské půdy alpské. Vznikají za studeného, vlhkého podnebí, kde po celý rok nejsou příliš velké podnebné výkyvy. Rašeliny a rašelinné půdy nacházíme všude v karech v místech bývalých jezírek a jezer, jakož i na hřbetech v malých depresích. Nejtypičtějším příkladem je zarůstání Vrbického plesa rašelínkem, sítinami, ostřicemi aj. rostlinami mělkovodního horského společenstva. Tyto mladé rašeliny mají vesměs barvu tmavě hnědou až černavou, s dosud nerozloženými rostlinnými zbytky, takže lze dosud snadno identifikovat jednotlivé rostlinky. V některých těchto bývalých jezerních depresích se ještě za mimořádně příznivých podmínek nadržuje voda a vznikají mělká kalužinová jezírka. Zcela jinak vyhlížejí silně humósní až rašelinné půdy ve vrcholové části. Tak např. na Chabenci je profil : 15 cm černohnědá rašelinná zemina s organickými zbytky rostlin, 15–20 cm rezavě temně hnědá silně humósní písčitá hlína, 20–25 cm žlutobílý hrubozrnný podzolovaný písek, 25–30 cm běložlutý hrubší písek s úlomky (žulová drť). 15–25 cm tlustou polohu rašelinné zeminy si vysvětlujeme příznivými biologickými okolnostmi pro vznik rašeliny: vhodná plochá pánev, dostatečné množství srážek, klidný vývoj rostlinného společenstva. Takovýchto menších lokalit je na celém hřbetu větší počet a při jejich vzniku se neuplatnil podstatněji rašelíník, ale především ostřice, sítiny aj. trávy.

Zvláštním, avšak hojným případem skeletových půd jsou nízkotatranská kamenná moře. Vyskytují se všude na jižních svazích, které jsou mírnější a kde se uplatňuje mimořádně silná insolace. Jsou téhož druhu jako obdobná kamenná moře popsaná z Králové hole (l. c. 11). Z dosud vycínajících žulových skalek se sypou větší a menší hranáče a vytvářejí souvislé kamenné proudy, které až na nepatrné výjimky lemují celé jižní svahy mezi Chopkem a Ďumbierem. Jednotlivé proudy jsou až několik set metrů dlouhé a rovněž tolik široké, jiné jsou opět kratší, složené z velkých místy až 4–5 m velikých hranáčů. Čím doleji po svahu, tím je rozměr hranáčů menší, až při úpatí jsou již vzácností větší bloky. Soliflukcí se neustále kamenná moře pohybují a lze je označit za syngenetická, případně za mladší než jsou ledovcové kary na severních svazích.

Celá oblast Nízkých Tater se nacházela v pleistocénu v periglaciálním klimatu. Dnešní podnebí vrcholové části je pouze dozníváním pravého periglaciálního podnebí, a proto recentní periglaciální jevy, které se zde vyskytují, nejsou tak dokonale vyvinuty jako v oblasti ležící východněji, např. na Králově holi, kde periglaciální jevy jsou co do rozsahu, tak i co do tvaru velmi dokonalé. Se soliflukcí se setkáváme téměř všude v celé námi mapované části Nízkých Tater. Vedle velmi běžných soliflukčních proudů se nacházejí zjevy i méně obvyklé, jako jsou např. thufurové kopečky, guirlandové půdy aj.

Thufurové kopečky se vyskytují v námi mapované západní části Nízkých Tater v míře daleko skromnější a méně dokonalé než ve východněji ležící skupině Králové hole. Pro vznik thufurů v západní části nebyly tak příznivé především podmínky morfologické, kdy vrcholová hřbetní část není tak rozlehlá jako na východě a není také tak plošně klenutá, nemá souvislejšího půdního pokryvu.

Nalezli jsme několik lokalit thufurů, a to u kóty 1820 na východ od Chopku, na hlavním hřbetu. Zdejší thufurové pole je malé, nejvýše 30 × 40 m rozlehlé, se sklonem 6° k SV, s thufurovými kopečky nejvýše 60 cm vysokými, rozměru 50 × 80 cm. Obdobná pole jsme našli ve vrcholové části mezi Polanou a Kotličkou a na Chabenci. Profil jedním z thufurových kopečků na Chopku je: 10 cm tmavě rezavohnědá zemina s organickými zbytky, s drobnými zrny křemene, 10–20 cm jemný, šedohnědý, silně hlinitý písek s ojedinelými většími zrny křemene, 20–40 cm humósní hnědý hlinitý písek s úlomky žuly, 40–70 cm rezavohnědý hlinitý písek s přibývající příměsí navětralé žuly. Pro srovnání uvádíme zrnitostní rozbory odebraných vzorků z Chopku a Královy hole:

Vzorek	Chopok				Králova hora			
podzolový horizont	9 %	9 %	7 %	75 %	8 %	28 %	15 %	52 %
druhý humósní horizont	5 %	4 %	6 %	85 %	16 %	30 %	16 %	38 %

Mechanický rozbor ukazuje dosti ostře vyhraněnou diferenciaci souboru prvních tří kategorií vůči kategorii čtvrté v oblasti Chopku, kdežto na Králově holi jsou přechody v zrnitostním složení plynulé, bez skoku ve skladbě zeminy. Dalo by se usuzovat na to, že regulační pochody probíhaly v chopecké části delší dobu, že v oblasti byl půdotvorný klid ke vzniku dokonale vyříděného půdního profilu s ostrou diferenciací jemnozrnné složky. Že tomu tak nebylo si vysvětlíme tím, že v oblasti Chopku tvoří podloží dobře větrající žuly, zatímco ve východní části Nízkých Tater se uplatnily podstatněji epigranity, které hůře zvětrávají a v nichž podstatnou součástí je žilný křemen, který tvoří větší část hrubozrnnějších kategorií. Důmbierská žula obsahuje dostatečné množství jemnozrnných součástí, které jak váhově, tak objemovým množstvím převažují v thufurových kopečcích na Chopku.

Jiným soliflukčním zjevem jsou v námi mapovaném území *guirlandové půdy*, které jsme zjistili na hlavním hřbetu Chabence nad druhým karem Jamy ve výši 1810 m i ve vrcholové oblasti mezi Polanou a Kotličkou ve výši 1790 m n. m. Terasovitě uspořádané stupně jsou bez vegetace, mají drnové obruby vysoké 30–40 cm, délka jednotlivých guirlandových polí je kolem jednoho metru. Na obou lokalitách jsou guirlandové půdy v počátečním stadiu vývoje, kdy se sice vytvořily hrázičky, ale kdy ještě nedošlo ke spojení jednotlivých stupňů a vytvoření oněch typických guirlandových pruhů, jak se s nimi setkáváme např. v Belanských Tatrách aj. Označujeme proto námi nalezené guirlandové půdy jako jejich počáteční stadium, v němž již sice došlo k diferenciaci materiálu, ale kde soliflukce nebyla tak mohutná a neprobíhala tak dlouho, aby mohly vzniknout typické guirlandové půdy.

Rozpukání žulového jádra zákonitými směry puklin podmínilo vznik zajímavých pseudokrasových jevů, jak je již poprvé popsal J. Kuský ve své práci (l. c. 7), na níž naše výsledky navazují. Nalezli a proměřili jsme větší počet *puklinových závrtoých struh*, které nepovažujeme za zjev mimořádný v nízkotatranské oblasti, ale za zjev typický a pro tuto oblast obecný, který jenom dobře doplňuje názory o rozpukání žulového jádra hlubokým systémem puklin, které fungují jako hltáče srážkové vody (obdobně jako závrty v krasu). Puklinami dochází k velmi intenzivnímu splachu jemnějších i hrubších zvětralin, které postupně vyplňují hluboké pukliny a stávají se rezervoáry spodní vody, která pak vyvěrá při úpatí nízkotatranských žul. Některé z význačnějších puklinových závrtoých struh jsme zachytili na přiložené mapě a tabelárně podáváme jejich stručný přehled:

místo	výška v m n. m.	délka	směr
severozápadní stěna karu Jamy	1819	19 a 23 m	h 11
nad karem Jamy	1820	45 m	h 11
hřbet mezi Derešem a Poľanou	1920	11 – 30 m	h 13
severní svah Chopoku	1980	30 – 58 m	h 10,5–11

Výše uvedené puklinové závrtové strouhy jsou pouze příklady nejtýpější; vedle těchto se nachází v celé oblasti Nízkých Tater tyto zjevy téměř na každém kroku.

Méně obvyklé a méně časté jsou puklinové *kuesty*, také popsané J. Kunským z nízkotatranské oblasti. Jsou rovněž vázány na systémy puklin a jejich vývoj a vznik je přímo závislý na puklinách a jejich směrech. Projevují se botanicky, protože v čele kuesty je vegetace sytější zelená (zavlhčená místa), kdežto ostatní část kuesty je porostlá vegetací, která nemá takové množství vody a je proto méně výrazně zelená. Kuesty bývají dlouhé až 200 m (např. na Kotličce); některé jsou lomené (podle směrů puklin) nebo se opakují několikrát za sebou, takže vytvářejí celé řady kuest. Nejvýraznější uvádíme v tabulce:

místo	výška v m n. m.	délka	výška hřebene	směr
rozsocha mezi Oružnou a Jamou	1820	36 m	1 m	h 5,5
hřbet Poľany		30 m	1,5 m	h 4,
hřbet Poľany		37 m	1,5 m	h 8,
pod Kotličkou		113 m	4–5 m	h 4, h 5, h 4

Co do výskytu nejsou puklinové kuesty tak častým zjevem jako puklinové závrtové strouhy; jsou však v terénu výraznější a dosahují větších rozměrů. Zatímco puklinové závrtové strouhy byly dlouhé až 100 m, přesahují některé puklinové kuesty 200 m i více. Námi uvedené příklady jsou nejtýpější ve svém vývoji. Směry puklin (jednak h 10,5–h 13, jednak h 4–h 8), které oba tyto jevy sledují, jsme naměřili i ve skalních výchozech a vždy tyto směry byly zákonitě výraznější a lze říci i vznikem starší než ostatní pukliny, z nichž některé nevytvářejí tyto jevy. Domníváme se proto, že vznikají pouze podél hlavních a nejpravděpodobněji i starších puklin, které tvoří základní osu rozpukání nízkotatranského žulového jádra.

Ledovcové kary

V pleistocénu se nacházelo celé širší území Nízkých Tater, právě tak jako ostatní naše velehorské a většina středohorských oblastí v periglaciální zóně. Podnebné změny v periglaciálním období působily především v oblasti hlavního hřbetu. Mírně klenutý, většinou plochý nízkotatranský hřbet probíhá východozápadním směrem a pouze jednotlivé vrcholy z odolnějších žul vyčnívají nad okolní plochý reliéf. Z toho, že v ploché vrcholové oblasti se nacházejí pozůstatky periglaciálních zjevů (thufurové kopečky u kóty 1820 v západní části, na Králově holi ve východní části at., puklinové závrtové strouhy, kamenná moře a soliflukční proudy v celé vrcholové oblasti Nízkých Tater) usuzujeme, že plochý nízkotatranský vrcholový reliéf je starší než pleistocenní, také již z toho důvodu, že půdní profil (typ alpských horských půd) je poměrně hluboký, s vyvinutým dosti mocným podzolovým horizontem, zbarveným B-horizontem pozvolna přecházejícím do C-horizontu. Periglaciální podnebí ve vrcholové partii tuto část podstatně nepřemodelovalo. Vlivem soliflukce došlo pouze k dal-

šimu zaoblení nerovných tvarů. Intenzivně se periglaciální podnebí (tj. studené klima s dostatečným množstvím srážek) uplatnilo zvláště na bočních svazích hlavního hřbetu a na rozsochách z něho vybíhajících. Vlivem expozice bylo působení studeného podnebí větší na k severu odvrácených svazích než na svazích jižních. Proto vznikly na jižních svazích hlavního nízkotatranského hřbetu pouze menší kary (údolí Vajskové a Lomnísté). Ostatní část jižního svahu je kryta většinou jen rozsáhlými kamennými moři, která počínají ve vrcholové oblasti hřbetu, kde ještě dodnes nacházíme četné izolované skalní výchozy. Jižní svah je povlnnější, údolí mají normální modelaci, tj. závěrové části jsou v podobě písmene V, které se směrem k úpatí pohoří rozevívá. V morfologii severního svahu se vliv ledovců projevil tím, že vedle karů vznikaly četné hřbenovité rozsochy mezi jednotlivými kary, dále že údolí kdysi vyplněná ledovci mají typický tvar písmene U, které se v podstatě nerozšiřuje směrem k severnímu úpatí pohoří, zachovávají si poměrně příkré stěny a ploché dno, kde nacházíme jednak morény a jejich zbytky, jakož i přechodní kužele, které při úpatí pohoří splývají v rozsáhlé terasy.

V nízkotatranské oblasti jsou kary jakožto nejmarkantnější projev periglaciálního klimatu a ledovcové činnosti vyvinuty jak v západní části pohoří (jejichž přehled podáváme), tak i v části východní. Většina karů je zahloubena do žulového jádra, pouze kar ve skupině Velkého Boku je v neokomských slínech. Podáváme přehlednou tabulku karů námi mapovaných s jejich expozicí a výškami.

Kar	Expozice	Rozměr délka šířka		Výška horního okraje	Dno	Výška karového stupně nebo hřbetu ústu- pové morény
Velký Bok	SV	400	450	1580	1460	1396
Luková nižší	S	700	450	1800	1525	1510
Luková vyšší	V	800	1000	1800	1650	1600
pod Velkým Derešem	S	850	1050	1930	1550	1526
pod Malým a Velkým Derešem	S	—	750	1910	1560	1470
pod Malým Derešem	S	—	500	1900	1550	—
Pořana	SV	—	700	1830	1580	—
Solisko	V	—	350	1800	1590	—
Kobylá	V	—	300	1750	1530	—
Hlboká	V	250	400	1810	1580	1570
Mošnice	SZ	300	250	1710	1520	1500
Kliny	Z	250	250	1790	1500	—
Mlynce	SZ	600	550	1820	1530	1500
Kopa	SZ	500	300	1750	1500	1463
Litory nižší	S	400	900	1830	1520	1457
Litory vyšší	SV	500	550	1800	1610	1597
Chabenice nižší	SV	1250	550	1880	1530	1476
Chabenice vyšší	S	600	550	1800	1610	1595
Matošovce	SV	400	450	1680	1530	1520
Kotlovisko	SV	500	400	1620	1420	1380
Velká Oružná	SZ	500	450	1800	1630	1590
Jama východní	SZ	450	450	1760	1600	1570
Jama západní	SZ	450	450	1710	1560	1500
Zurková	Z	—	—	—	—	1490

Protože jak horninové složení karového okolí, tak i exposice (převážně severní) jsou stejné, podáváme charakteristiku karů souhrnně. Kary jsou 250—350 m hluboké. Závěrová stěna je ve většině případů nejpříkřejší (sklon 30—40°). Boční karové stěny mají zpravidla menší sklon. Značnou část stěn překrývají sutě nebo jemnější svahoviny. Z nich vystupují jednotlivé výchozy skalního podloží intenzivně rozpukané podle soustavy puklin ve směrech h 2, 4, 7, 9, 11; nejčastějším puklinovým směrem je h 4 a h 9. Podle detailního genetického rozboru sutí odlišujeme gravitační suťové kužele od kuželů vyplavených. Prvé vyběhají z rozšířených puklin pod výchozy skal, při úpatí karových stěn se spojují v rozsáhlé osypy. Největší jsou až 100 m vysoké s průměrným sklonem 25—30°. Jsou z hrubých hranáčů a je pro ně charakteristické, že neobsahují drobnější zvětralínu a ve většině případů nejsou proto zpevněny vegetací. Jsou i v dnešní době neustále činné. Vedle těchto suťových tvarů se vyskytují i proudovitě poměrně úzké suťové kužele, které začínají mezi skalními výchozy, případně až na horních hranách karů a je pro ně typické to, že se skládají z jemnějších zvětralin a menších úlomků, že téměř v celém rozsahu jsou zpevněny travou a pohybují se pouze při větších sněhových rozjizích. Přesné odlišení obou typů je možné většinou jen v horní a střední části, zatímco při úpatí bývá jejich materiál značně pomíchán. Karové dno má mírný sklon ve směru podélné osy až ke karovému stupni. Podélný profil údolí se většinou v karovém stupni příkře lomí (má sklon 30—35°) a pod ním je opět vyrovnaný, pozvolna přecházející přes jednotlivé morény v přechodní kužel. Příčný profil karu má tvar písmene U, charakteristický pro všechna ledovcem přemodelovaná údolí. Na dně karu se nacházejí jednak osypy, které v některých případech překrývají nebo se jinak mísí s nejvyššími ústupovými a pasívními morénami, jednak rozplavený morénový materiál. V této části karů se nachází většina karových jezírek popsaných v hydrografické kapitole. Ze suťového a rozplaveného morénového materiálu se tvarově nápadně odlišují pasívní morény. Pod pojmem pasívní morény zařazujeme hranáčové akumulace, které vznikly ze sutě padající se stěn karů na ledovce nebo firnoviště a které skluzem po jejich povrchu vytvořily při jejich úpatí valy, výrazně patrné teprve po odtání ledovcových a firnových hmot. Skladbou se pasívní morény liší od normálních morén tím, že obsahují pouze hranáčové akumulace, které vznikly z chybí drobnější písčité zvětralína ledovcem přemístěná. Pasívní morény vznikly v závěrečné fázi ústupu ledovce a firnoviště a jsou tedy posledním ledovcem (firnem) vytvořeným akumulacním tvarem. Pasívní morény představují tak lem firnoviště a je pro ně charakteristický polokruhovitý tvar s příkřejším sklonem vnějšího svahu. Tyto pasívní morény jsou pouze porušeny mladšími suťovými kuželi, nikde nejsou překrývány ústupovými morénami. Sklon vnějšího svahu pasívních morén je od 25—40°; sklon vnitřních svahů bývá zmírněn a někdy zcela zakryt sutěmi. V mnoha případech sutě a osypy překrývají pasívní morény; jedná se ve většině případů o suťové kužele a osypy recentní až subrecentní.

Na příkrých skalních karových stupních nacházíme nejčastěji poslední ústupové morény. Tvoří je hranáče místních hornin se značnou příměsí jemnější zvětralin. Bývají zpevněny křehčí. Karovým stupněm končí vlastní ledovcový kar. Pod karovým stupněm začíná ledovcem přemodelované údolí, v němž nacházíme morény prvního a druhého ústupového stadia ledovců. Tato nejstarší ústupová stadia nejsou tvarově dokonale zachovaná, protože v celé části ledovcového údolí pod karovým stupněm se uplatnila intenzivní potoční eroze, která některé morény z valné části rozplavila a uložila jejich materiál po kratším transportu v podobě přechodních kuželů. Přechodní kužele, které obsahují přeplavený moré-

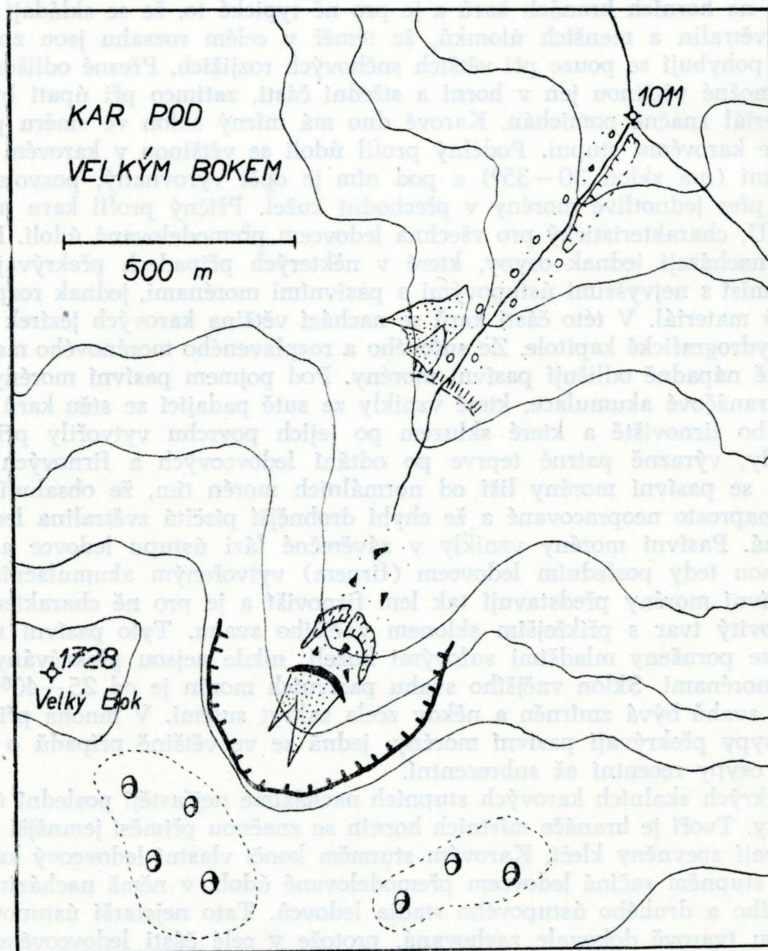
nový materiál, nacházíme v nejdolejších částech ledovcových údolí. Při vyústění dolin do hlavního vážského údolí přecházejí tyto přechodní kužele plynule do vážských teras, s nimiž jsou konkordantně uloženy.

Ústupové morény jsou ve většině případů morény čelní. Lépe zachovány jsou morény boční, konzervované sutěmi a osypy, jen místy nepatrně porušené krátkými postranními potoky. Nejstarší morény obsahují lépe opracované a ovětralé hranáče a rovněž značné množství hlinito-písčité příměsi.

Při popisu karů postupujeme od východu na západ, počínaje karem na Velkém Boku a konče západním karem Jamy.

*

Kar Velkého Boku je zahluoben do severního svahu východně od vrcholu Velkého Boku (kóta 1728). Je to jediný kar, který na rozdíl od ostatních karů zahluobených do žulového jádra nízkotatranského, vznikl v neokomských slínech.



Kar pod Velkým Bokem v Nízkých Tatrách. Vysvětlivky u mapky na příloze.
The cirque of Velký Bok. Explanations on the map in addenda.

Rozdílné petrografické vlastnosti horninového podkladu podmínily odlišnou modelaci karu, především jeho stěn. V měkkých a méně odolných neokomských slínech se neudržely příkré stěny; skalní výchozy a suťové kužele jsou řídké. Karové stěny se sklonem maximálně 34° jsou porostlé travou, na horním konci přecházejí plynule v hřbetovou plošinu. Na plochém dně je ve výši 1465 m slabě rozeznatelný morénový val, který probíhá napříč celým karem obloukem mírně vyklenutým k severu. Výrazná je moréna, která ve výši 1396 m ohraničuje kar. Sníženina za jejím valem nese stopy občasného zaplavování. Hřbet morény je travnatý, až 20 m široký. Vnější svah se sklonem 39° pokrývá smrkový porost; větší stromy jsou vyvráceny (vliv expozice). Val skládají většinou drobnější hranače a hlinitá šedo- až žlutohnědá zvětralina. Větší bloky jsou ojedinelé ($1,5 \times 1,5$ m).

Pod touto nejvyšší ústupovou morénou začíná údolí zvané Hlboká, které spojuje kar s dolinou Svarínky. Údolí Hlboká má nepravidelný spád. Počáteční sklon $24-27^{\circ}$ se ve výšce 1264–1150 m zvyšuje až na 45° . Dále pokračuje ploché údolní dno se sklonem 14° až do výšky 1020 m, kde údolí Hlboká končí visuté na 5 m vysokém stupni nad údolím Svarínky. Ve výšce 1150 m pod pravým údolním svahem začíná pravá boční moréna, která odtud sleduje spád údolí až k jeho ústí do doliny Svarínky. Její plochý hřbet je 10–15 m široký, sklon k údolí je 28° , relativní výška 5–7 m; tvoří ji opracovaný většinou drobnější štěrk.

V povodí Demänovky byly v pleistocénu dva samostatné údolní ledovce, ledovec Lúčanky a Palúčanky, oddělené hřebenem Ostredku (1182), který se připíná sedlem Biela Pút k severnímu svahu Chopku.

Ledovec Lúčanky vznikl spojením dvou splazů vytékajících z údolí Široké a Lukové. Údolí Široké (nazývané též Salašek) je zahlobbeno do hlavního hřbetu mezi jeho severními rozsochami Širokou (1593) a Kralovou hoľou (1778). Podrobněji bylo zpracováno VI. Šibravou.

Dvojitý kar Lukové je v hlavním hřbetu mezi kótou 1890 (Vidličky) a Chopkem, na východě je ohraničen hřbetem Široké, na severozápadě Koňským grúněm (1774). Zhruba 70 m vysoký skalní stupeň, který probíhá ve směru sever–jih, tj. kolmo ke hlavnímu hřbetu, rozděluje celý kar na dvě části. Vyšší a prostornější západní část je otevřena k východu a nad již zmíněným stupněm ústí z boku do nižší východní části, která má severní expozici. Středem západní části karu probíhá od jižní karové stěny směrem k severu dvojitý val z mohutných bloků a hlinitopísčitých zvětralin. Oba zprvu rovnoběžné, ploché a široké valy se přibližně ve středu karu oddělují a tvoří samostatné akumulace. Výška jejich hřbetů v místě ohybu je 1658 a 1642 m. Tento dvojitý val představuje pravděpodobně nejvyšší ústupovou morénu, navršenou ledovcem, který byl v tomto stadiu již rozdělen na dvě části a ustupoval pak jednak k jižní a jednak k západní karové stěně, jak tomu též odpovídá uspořádání výše ležících morén, které považujeme již za morény pasívní. Pod západní stěnou se zachovaly tři polokruhovitě valy ve výšce 1700, 1692 a 1682 m. V severozápadním koutě karu začínají dvě podélné morény, které pak sledují úpatí severní karové stěny, tj. Koňského grúně. Větší z nich je 200 m dlouhá, začíná ve výši 1700 m a končí v 1664 m. Kratší val je ve výšce 1678–1668 m. Pod jižní karovou stěnou jsou polokruhovitě pasívní morény ve výšce 1718, 1680, 1623 a 1620 m. Valy prvních tří leží nad sebou v řadě, náležejí pravděpodobně jedinému firnovišti, čtvrtá moréna je poněkud stranou. Celou tuto část uzavírá ve výši 1622 m ústupová moré-

na, která je současně hrází občasného jezírka. Ve východní, nižší části karu Lukové se zachovala jediná polokruhovitá pasívní moréna pod východní stěnou (hřbet Široké) ve výšce 1520 m. Kar končí skalním stupněm ve výšce 1510 m.

Údolí potoka Lukové pod karem je vyplněno rozplaveným morénoým materiálem, v němž si potok Luková hloubí své těsné koryto. Oba údolní svahy sledují valy bočních morén. Levá boční moréna začíná hned pod karovým stupněm ve výšce 1505 m, pravá sleduje úpatí Široké a na jejím severním konci (1240 m) se spojuje s levou boční morénou z údolí Salašek a tvoří tak morénu střední, která pak pokračuje až k soutoku obou potoků. Poměrně plynulý spád údolí přerušují ve výšce 1255 a 1136 m ploché valy čelních ústupových morén. Koncová moréna Lúčanského ledovce ve výšce 1070 m je společná pro oba ledovcové splazy — ledovce Lukové a Salašek — jejichž spojením vznikl ledovec Lúčanky. Mohutný val této morény probíhá napříč celým údolím. Potok Lúčanka jím proráží při pravé, tj. východní straně, hlubokým korytem. Val tvoří mohutné žulové bloky s velkým množstvím hlinitopísčité zvětraliny zpevněné lesním porostem. Sklon severního svahu je 20°, relativní výška 60—80 m. Pod severním úpatím (Na Lúčkách) začíná plochý přechodní kužel s mírným sklonem (5°) k severu.



Údolí Palúčanky na Repiskách pod první ústupovou morénou. Foto J. Kanský
The Valley of Palúčanka called Repiska down the first regressive moraine.

K dolině Lúčanky náleží též mělké údolí potoka Priečno mezi hřbetem Priečna a Rovnou hořou. Údolí začíná mělkým, širokým žlebem, ve střední části se mění v hlubokou rokli, v dolní části se opět rozšiřuje. Zde je ve výšce 1010 m v zářezu silnice vedoucí do Jasně odkryta moréna (odkryv 3 m tlustý). Protože se v horní části údolí Priečna nevytvořil žádný kar ani se nezachovaly jiné stopy po zalednění, předpokládáme, že v údolí Priečna byl v pleistocénu jen malý svahový ledovec nebo firnoviště.

Ledovec Palúčanky měl sběrnou oblast v sedmi karech, z nichž čtyři jsou zahloubeny do hlavního nízkotatranského hřbetu mezi Chopkem a Poľanou, tři další do východního svahu hory Boru.

Největší je *kar pod Velkým Derešem*, zvaný též dolina Zalom, z něhož vytéká Otupianka. Z jižní karové stěny vybíhá krátká skalní rozsocha rozdělující kar na dva skalní kouty. Pod ní se zachoval polokruhovitý val pasívní morény ve výšce 1538 m. Největší část karového dna kryjí nánosy morénového materiálu nepravidelných tvarů, většinou porostlé klečí. Nemají žádný charakteristický tvar a nelze je rekonstruovat v souvislé valy. Pod východní stěnou se zachovaly dvě polokruhovité morény ve výšce 1560 a 1525 m. Úpatí západní karové stěny sledují dvě podélné morény ve výšce 1570–1540 m a 1573–1547 m. Jejich valy jsou 4–5 m široké a průměrně 5 m vysoké. Celý kar uzavírá ve výšce 1526 m až 100 m vysoký skalní stupeň, rovnoběžný s hlavním nízkotatranským hřbetem. Na jeho okraji leží val čelní morény třetího ústupového stadia.

Kar mezi Malým a Velkým Derešem je ve výšce 1580 m rozdělen asi 60 m vysokým skalním stupněm. Ve vyšší části karu se zachovaly dvě polokruhovité pasívní morény ve výšce 1627 a 1625 m. Dno v nižší části karu se mírně svažuje k severu (90°) a je kryto rozplaveným morénovým materiálem, v němž je ve výšce 1485 m občasné jezírko s bahnitým dnem. Jezírko má povrchový přítok i odtok. Pod západní karovou stěnou se zachovaly dvě polokruhovité morény ve výšce 1507 a 1500 m, úpatí východní skalní stěny sleduje val podélné morény, která začíná ve výšce 1550 m. Kar není ukončen skalním stupněm ani valem nejvyšší ústupové morény. V rozplaveném morénovém materiálu, který pokrývá dno karu je pouze nápadné náhlé zvětšení spádu ve výšce 1470 m.

Kar Malého Dereše je zahlouben do nízkotatranského hřbetu mezi kótami 1936 a 1873 na severovýchod od Malého Dereše a je široce otevřen k severu. Zachovaly se v něm dvě polokruhovité pasívní morény, jejichž valy jsou téměř rovnoběžné, k severu vyklenuté, ve výšce 1542 a 1550 m.

Kar Poľany, v severovýchodním svahu hlavního hřbetu pod sedlem Poľany, je od sousedních karů jen nedokonale oddělen krátkými skalními rozsochami. V tomto karu jsme našli podobné dvojice pasívních morén jako v předešlém, a to jednak pod jižní stěnou ve výšce 1578 a 1590 m, jednak pod jihozápadní stěnou ve výšce 1600 m a 1602 m. Jejich valy jsou částečně překryty recentními suťovými kuželi.

Kar Soliska je otevřen k severovýchodu. Na severu jej ohraničuje východní rozsocha Vyšného Boru, zvaná Grúň Kobylé. Od sousedního karu pod Poľanou jej odděluje nízký oblý hřbet Soliska (1641 m). Travnatý vrchol Soliska spojuje s hlavním hřbetem mělké sedlo (jen o 5 m nižší). Skalní podklad je obnažen pouze na východním konci hřbítku. F. Vitásek považuje Solisko za nunatak. Svým dokonale zaobleným tvarem se spíše podobá nunakolu, srovnáme-li však výšku jeho vrcholu a nejvyšších morén v sousedních karech, lze připustit, že nejvýchodnější část Soliska mohla též v době největšího zalednění vyčnívat nad ledovec. V karu Soliska probíhá ve výšce 1620 m skalní stupeň pokrytý suťí. Pod

ním se ve výšce 1558 m zachovala polokruhovitá pasívní moréna. Úpatí údolního svahu Kobylé sleduje val boční morény.

Dno tří posledně jmenovaných karů klesá k severu a severovýchodu a plynule přechází v údolí Palúčanky, od něhož jej neodděluje ani výrazný skalní stupeň ani valy nejvyšších ústupových morén. Všechny tři kary jsou jen mělce zahloubeny do hlavního nízkotatranského hřbetu. V době největšího rozšíření ledovců splývaly jejich ledovce pravděpodobně hned v kořenové oblasti. Oblý vrchol Soliska byl s výjimkou nepatrné východní části překryt též ledem. Teprve ustupující ledovec se rozdělil na tři části, které pak ustupovaly k závěrovým stěnám tří mělkých karů. V poslední fázi ústupu se zde udržely jen malé svahové ledovce nebo firnoviště, na jejichž úpatích vznikly dvojité valy pasívních morén.

Kar Kobylé je zahlouben do východního svahu Vyšného Boru; jeho jižní ohraničení tvoří Grůň Kobylé, severní Grůň Hlboké. Kar má severovýchodní expozici. Ploché karové dno přechází s výšky 1520 m plynule v údolní dno, od něhož není odděleno žádným skalním stupněm nebo valem morény. Při úpatí severního údolního svahu probíhá ve výšce 1480–1418 m val boční morény.

Kar Hlboké se nachází v horském hřbetu mezi Vyšným Borem (1912) a Tanečnicí (1889). Jeho jižním a severním ohraničením je Hlboký a Ploský grůň. Kar je otevřen k východu. Ve výšce 1570 m je ukončen vysokým skalním stupněm. V karu Hlboké jsme našli pouze polokruhovitě pasívní morény, a to jak pod jižní karovou stěnou ve výšce 1577 m, tak i pod severní stěnou ve výšce 1568 a 1563 m. V údolí pod skalním stupněm uzavírajícím kar začínají boční morény, které s výšky 1502 (pravá) a 1445 (levá) sledují úpatí údolních svahů.

Spojením ledovcových proudů všech popsaných sedmi karů (kar Velkého Dereše, mezi Malým a Velkým Derešem, pod Malým Derešem, pod Poňanou, kar Soliska, Kobylé a Hlboké) se vytvořil ledovec Palúčanky, který zde zanechal morény I. a II. ústupového stadia. Postglaciálními toky byly jednotlivé valy značně porušeny, jejich materiál přelaven a rozplaven, takže se zachovaly jen málo zřetelné valy a sníženiny, jejichž výzkum ještě ztěžuje hustý lesní porost. V dalším popisujeme některé význačnější akumulace. Jsou to dvě čelní morény z hrubé suti s větším množstvím hlinitopísčité příměsi, které vystupují z beztvrdého morénového materiálu pod skalním stupněm uzavírajícím kar Velkého Dereše. Jejich valy probíhají téměř rovnoběžně od západu k východu a jsou k severu mírně vyklenuté. Hřbet vyšší z obou morén je ve výšce 1439 m, nižší v 1436 m. Čelní ústupové morény druhého stadia jsou pod karem Velkého Dereše ve výšce 1380 m. K druhému ústupovému stadiu počítáme též střední morénu pod východním svahem Soliska (začátek ve výšce 1560 m), která vznikla spojením bočních morén Palúčanky a Soliskové, a dále boční morénu, která začíná v 1360 m a sleduje tok Palúčanky po jejím levém břehu v relativní výšce 30–40 m. Moréna je porušena výtoky z karů Kobylé a Hlboké. Ve své dolní části přechází již do morén prvního ústupového stadia.

K prvnímu ústupovému stadiu ledovce Palúčanky náleží mohutná čelní moréna, jejíž hřbet ve výšce 1139 m hradí poměrně mělkou bažinatou nádrž Vrbického plesa. Relativní výška valu nad hladinou jezera je 10–16 m. Z materiálu vyplaveného z morénového valu se vytvořil přechodní kužel se sklonem 70° k severu. Mimo morény Vrbického plesa náleží k tomuto ústupovému stadiu Palučanského ledovce dvě polokruhovitě málo výrazné akumulace na pravém břehu Otupného potoka ve výšce 1090 m; boční moréna, která ve výšce 1110–1070 m sleduje západní svah Ostredku, a rovněž boční moréna v údolí Jasně, jejíž 4–7 m vysoký val je ve výšce 1178–1133 m.

Ledovce Palúčanky

Kar	Pod Velkým Derešem	Mezi Malým a Velkým Derešem	Pod Malým Derešem	Pod Polanou	Soliska	Kobylyé	Hilboké
	1573 m } boční pod 1570 m } záp. stěnou *1560 m pod jv. stěnou	*1627 m } ve vyšší *1625 m } části karu		*1602 m } dvojice *1600 m } pod jz. stěnou			
	*1538 m pod roz- sochou jižní stěny 1526 m čelní, hra- díci kar 1525 m čelní pod vých. stěnou	1550 m boční pod vých. stěnou *1507 m } pod *1500 m } západní stěnou	*1550 m } dvojice *1542 m } pod jv. stěnou	*1590 m } dvojice *1578 m } pod jižní stěnou	1558 m pod severní stěnou 1560 m střední		*1577 m pod jižní stěnou 1570 m čelní hra- díci kar *1568 m } pod sev. *1563 m } stěnou 1502 m pravá boční
	1439 m } dvojice 1436 m } čelních					1480 m levá, boční	1445 m levá boční
1380 m čelní na „Surovinách“ 1360 m levá boční Palúčanky							
<p>1178 m levá boční v údolí Jasně</p> <p>1139 m čelní Vrbického plesa</p> <p>1110 m pravá boční pod západním svahem Ostredku</p>							

* pasivní morény

dvojice – morény s rovnoběžnými valy

U pasivních a čelních morén jsou nadmořské výšky udávány pro střední části hřbetu morény.

U bočních morén jsou nadmořské výšky udávány pro výšku hřbetu na počátku valu.

Ledovce

Karu	Lúčanky	Mošnice	Pekelné	Velké Oružné	západní kar	Jamy východní kar
	*1718 m pod jižní stěnou *1700 m } trojice pod *1692 m } záp. stěnou *1682 m }			*1656 m } pod vých. *1650 m } stěnou	*1662 m } pod záp. *1610 m } stěnou	*1605 m
	1700 m } boční pod 1678 m } jižní stěnou					
	*1680 m } *1623 m } pod již. stěnou *1620 m }					
	1658 m } čelní probíhající 1642 m } středem karu 1622 m čelní hradící je- zírko					
	*1520 m pod vých. stěnou 1510 m čelní uzavírající kar 1505 m levá boční	1513 m čelní uza- vírající kar		1590 m čelní uzavírající kar	1570 m čelní uzavírající kar	1500 m čelní uzavírající kar
		1360 m čelní	*1390 m 1380 m čelní uza- vírající kar 1355 m levá boční			
	1255 m čelní 1240 m střední	1203 m čelní	1265 m čelní 1245 m levá boční		1280 m pravá boční	
	1136 m čelní			1187 m pravá boční 1110 m levá boční		
	1070 m čelní (Lutéky)					

Ledovce Križianky

Kar	Mlynce	Kopy	Litory	Chabenice	Vyšné Matošovce
			<p>*1600 m ve vyšší části karu</p>	<p>*1644 m } dvojice v záp. *1622 m } části karu *1638 m pod rozsochou } z. stěny 1618 m boční pod vý- } chodní stěnou</p>	
<p>*1528 m *1508 m 1500 m čelní uzavírající kar</p>			<p>*1590 m ve vyšší části karu</p>	<p>1575 m čelní v záp. části karu *1512 m pod rozsochou oddělující kar Chabe- nice a Vyšné Mato- šovce 1500 m boční pod vý- chodní stěnou</p>	<p>*1540 m } dvojice *1524 m } 1520 m čelní uzavíra- jící kar</p>
<p>1430 m čelní pod skal- ním stupněm 1430 m levá boční pod skalním stupněm</p>	<p>*1490 m 1463 m čelní uzavírající kar *1405 m pod rozsochou oddělující kary 1400 m střední</p>	<p>1490 m čelní 1457 m čelní uzavírající kar 1430 m čelní pod skal- ním stupněm</p>	<p>1498 m čelní 1476 m čelní uzavírající kar 1420 m levá boční</p>		
				<p>1300 m pravá boční</p>	

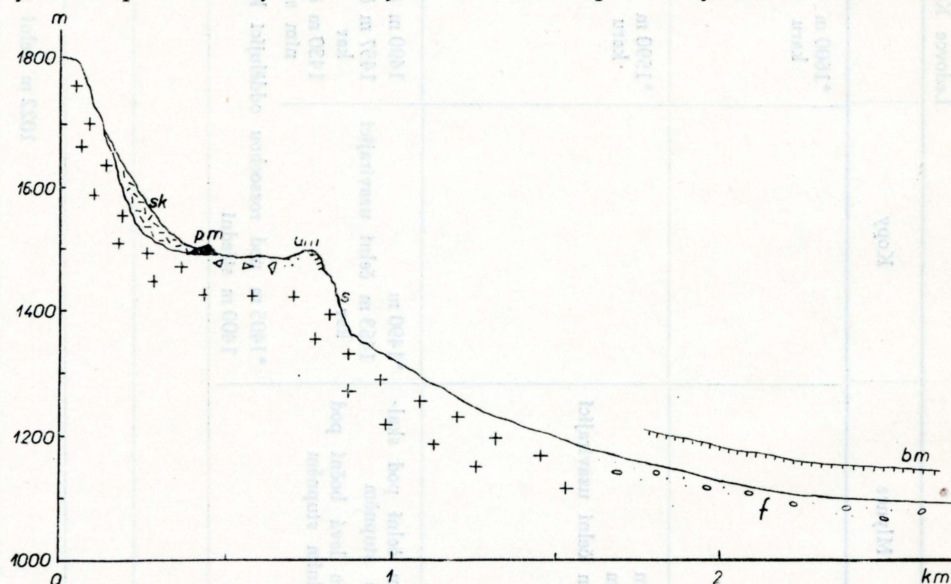
1022 m čelní na Predpekelné

V povodí Križianky se v pleistocénu vytvořily dva samostatné údolní ledovce v dolině Mošnice a Križianky. Menší z nich, *ledovec Mošnice*, vyplňoval údolí Mošnice, která začíná jediným karem zahloubeným do severního svahu Tanečnice. Kar je prostorný, otevřený k severozápadu, v příčném profilu poněkud nesouměrný, protože západní stěna je příkrá, skalnatá, zatímco východní stěnu tvoří travnaté horské úbočí s mírnějším sklonem. Celý kar uzavírá čelní ústupová moréna ve výši 1513–1500 m, navršená asi na 40 m vysokém skalním stupni.

Údolí pod karovým stupněm vyplňuje rozplavený moréновый materiál, svahové sutě a hlíny. Ve výši 1360 m probíhá napříč údolím plochý val čelní morény druhého ústupového stadia. Potok Mošnice se do něj nezarává hlubokým korytem, jako to bývá pravidlem při náhlém zvětšení spádu, ale podtéká mohutné zaklíněné bloky zpevněné lesním porostem. Čelní moréna prvního ústupového stadia je ve výšce 1203 m. Strmý sklon jejího vnějšího svahu (370) končí ve výšce 1160 m, kde začíná plochý přechodní kužel.

Ledovec Križianky vznikl ze dvou splazů, z ledovce Polany a Chabence, jejichž sběrnou oblastí byly kary mezi Polanou a Chabencem. Oba splazy oděloval oblý hřbet Ostredku, který vybíhá od hlavního nízkotatranského hřbetu pod kótou 1903 (východně od Kotličky, 1937 m). Západně od Ostredku je sběrná oblast Polanského ledovce v karech Mlynce, Kopy a Litory. Kary jsou zahloubeny do hlavního hřbetu mezi Polanou (1890) a Kotličkou. Největší sklon mají zadní, tj. jižní karové stěny, z nichž sestupují četné suťové kužele, které pak pokrývají značnou část dna karů.

V *karu Mlynce* se zachovaly dvě pasívní polokruhovitě morény vyklenuté k severozápadu ve výšce 1528 a 1508 m. Kar uzavírá 15–17 m široký val nejvyšší ústupové morény, navršený na skalním stupni ve výšce 1500 m.



Podélný profil závěrovou částí údolí s karem Mlynce v žule. sk — suťový kužel; pm — pasívní morény; um — ústupová moréna; s — skalní stupeň karu; bm — boční moréna; f — fluvioglaciál.

A longitudinal section of the Valley and Cirque of Mlynce, in granite. sk — talus cone; pm — passive moraine; um — regressive moraine; s — rocky steep of the cirque; bm — lateral moraine; f — fluvioglacials.

Kar Kopa je nejmenší ze tří karů Połanského ledovce. Zachovala se v něm jediná polokruhovitá pasívní moréna ve výšce 1490 m, která tvoří přírodní hráz občasného jezírka (hladina 1487 m). Jezírko má povrchový přítok, ale odtéká pod valem morény, která je hradí. Kar končí na skalním stupni ve výšce 1463 m.

Dvojitý kar Litory rozděluje asi 60 m vysoký skalní stupeň na dvě části. Ve výšce položeném k severovýchodu otevřeném širokém skalním koutě se zachovaly dvě pasívní morény ve výšce 1600 a 1590 m. Nižší a prostrannější část karu je široce otevřena k severu. Dno pokrývá rozplavený morénový materiál, který zde tvoří menší hřbítky různých směrů, průměrně 6–7 m vysoké. Pouze při východní karové stěně se zachovala mohutnější akumulace (na hřbetě 1540 m), což si vysvětlujeme právě její okrajovou polohou, chráněnou před erosi a denudací postglaciálních toků. Napříč celým karem probíhá k severovýchodu mírně vyklenutý val čelní morény. Absolutní výška jeho hřbetu se pohybuje mezi 1490 a 1460 m, šířka mezi 7–13 m. Val se na několika místech značně snižuje, na třech místech jím proráží karové potoky. Celý kar končí ve výšce 1457 m vysokým skalním stupněm, na němž jsou zbytky čelní ústupové morény.

Popsané tři kary Połanského ledovce končí přibližně ve stejných výškách (1457, 1460 a 1500 m) skalními stupni, na nichž jsou nejvyšší ústupové morény třetího stadia. Níže spadá 22–28° prudký svah pokrytý rozplaveným morénovým materiálem, značně porušeným koryty karových potoků. Nejhlubší je erosi rýha, která začíná ve skalním výklenku pod vrcholem Zadního Boru, sbíhá po horském úbočí a pod karem Mlynce vytváří až 20 m hluboké koryto, po většinu roku suché. V tomto těžko přístupném a pro hustý lesní porost nepřehledném svahu pod karovými stupni jsme našli morény, které řadíme již do II. ústupového stadia. Je to menší polokruhovitá moréna vyklenutá k severovýchodu, která se přimyká k západnímu horského úbočí pod karem Mlynce ve výšce 1458 m. Její obdobou je moréna pod karem Litory ve výšce 1430 m. Existenci obou morén vysvětlujeme právě jejich polohou pod západní karovou stěnou, kde se patrně udržel nejdéle ustupující ledovec. Pod skalní rozsochou oddělující kar Kopy a Litory se zachovala polokruhovitá k severu vyklenutá moréna ve výšce 1405 m. Její 4 m vysoký suťový val lemuje okraj (konec) silně rozpukané skalní rozsochy, má svěží celkem neporušený tvar. Proto ji považujeme za morénu pasívní, která leží sice mimo kar, ale s výšce položenými pasívními morénami v karech je patrně stejně stará. Pod ní ve výšce 1400 m začíná 60 m široký val, který vznikl pravděpodobně spojením postranních morén vytlačovaných ledovcovým splazem vytékajícím z karu Kopy a Litory. Směrem dolů se šíře hřbetu zmenšuje a ve výšce 1300 m je val již jen 13 m široký. Na úpatí svahu pod karovými stupni se ve výšce 1228 m spojují všechny karové potoky a společný tok pak pod jménem Połana meandruje v širokém plochém údolním dně. Ke svahu Ostredku přiléhá levá boční moréna, která místy až 40 m nad dnem údolí sleduje spád doliny až k soutoku s Chabenicí. Pravá boční moréna začíná pod karem Mlynce a její souvislost přerušují koryta pravých přítoků Polany (později Křižianky).

Do svahu horského hřbetu Vyšného Boru, který tvoří východní ohraničení sběrné oblasti Połanského ledovce je zahlouben *kar Klíny*. Je to spíše jen mělký, k západu široce otevřený skalní výklenek, který nemá charakteristický tvar karu. Jeho silně svažitě dno pokrývá morénový materiál, ale žádný morénový val se zde nezachoval. Kar Klíny vznikl patrně v místě malého svahového ledovce nebo firnoviště.

Sběrnou oblast ledovcového splazu Chabenice tvořily dva kary mezi Ostred-

kem a severní rozsochou Chabence. Větší z nich, kar *Chabenice*, je zahlouben do severovýchodního svahu Chabence. Je prostranný, k severu široce otevřený. Od jižní karové stěny vybíhá krátká skalní rozsocha, která pokračuje jako skalní stupeň a rozděluje celý kar na dva skalní kouty: západní níže položený, kde pramení Chabenice, a východní vyšší skalní kout s prameny potoka Baraniar. Východní skalní kout má expozici k severoseverozápadu. Dno ve výšce 1610 m je ploché a travnaté, místy jsou patrné stopy po občasném zaplavování. S jižní a východní karové stěny sestupují suťové kužele, které se spojují v souvislý ospý lemující celý východní skalní kout. Podél celé východní stěny je v délce 740 m boční moréna. Začíná ve výšce 1618 m, končí v 1558 m. Šíře jejího hřbetu stoupá ze 2 na 4–5 m, relativní výška z 4–6 m na 18 m. Západní část karu má severovýchodní expozici. Polokruhovitě k severovýchodu vyklenuté valy nejvyšších morén se zachovaly ve výšce 1644, 1622 a 1575 m. Ve výšce 1498 m jde napříč čelní polokruhovitá moréna, která je již společná pro obě části karu. Její relativní výška je 18 m. Středem proráží potok Chabenice. Při východní stěně se zachovala podélná moréna, která začíná ve výšce 1500 m a končí v 1460 m. Kar uzavírá 5–8 m široký plochý val ústupové morény ve výšce 1476 m. Jeho středem proráží potok Chabenice, který stéká kaskádovitě po vnějším svahu (sklon 32°) a ve výšce 1395 m se na úpatí morény hluboce zařezává a vytváří tak koryto ve tvaru písmene V, které je po obou stranách sledováno valy bočních morén.

Kar Vyšné Matošovce je zahlouben do východního svahu Vyšných Matošovců (kóta 1727), tj. do severní rozsochy Chabence. Boční stěny tvoří oblé travnaté hřbety, které vybíhají od Vyšných Matošovců k severovýchodu. Nejvyšší pasívní polokruhovitě morény jsou ve výšce 1540 a 1524 m. Valy obou jsou proraženy sutěmi, které sem sestupují ze zadní karové stěny. Pod vnějším svahem nižší morény je ve výšce 1520 m polokruhovitě jezírko s bahnitým dnem. Nižší část karu překrývá rozplavený morénový materiál, krytý nesouvislým travnatým a klečovým porostem. Kar končí skalním stupněm ve výšce 1520 m.

Společné údolí potoka Chabenice a Vyšné Matošovce směřuje k severovýchodu až k soutoku s Polanou (1055 m). Akumulace zde zachované náleží do II. ústupového stadia. Je to pravá boční moréna, která od výšky 1300 m sleduje horské úbočí a ve výšce 1095 m se spojuje s levou boční morénou Polany.

K prvnímu ústupovému stadiu počítáme morény v údolí Križianky, tj. v údolí po spojení Chabence a Polany. Údolí má typický trogovitý charakter. Dno pokrývají fluvioglaciální nánosy, v nichž potok Križianka často překládá své koryto. K oběma horským svahům se přimykají boční morény, přerušované hlubokými roklemi přítoků Križianky, nebo místy překryté jejich suťovými kuželi nebo sutěmi údolních svahů. V poměrně úzkém údolí rozrušila postglaciální Križianka valy ústupových morén a vyklidila jejich materiál. Rekonstrukce je dnes možná jen podle zbytků koncových valů, které se zachovaly při horských úbočích, jako je tomu např. na Predpekelné ve výšce 1022 m, kde se na okrajích údolí uchovávají zřetelné konce morénových valů. Jiným vodítkem je studium odkryvů, které zde vznikaly při stavbě silnice k dolům na Predpekelné, čehož použil ve své práci V. Panoš.

Z přítoků Križianky byla ledovcem přemodelována dolina Pekelné, která začíná karem Kotlovisko zahloubeným do severní rozsochy Chabence mezi kótami 1702 (Pekelná) a 1655 (Rakytová). Jediná polokruhovitá moréna je pod zadní karovou stěnou ve výšce 1390 m. Kar končí skalním stupněm ve výšce 1375 m, kde přechází prudkým spádem do údolí Pekelné, jehož zalesněné horské svahy

lemují silně porušené boční morény. Ve výši 1265 m se zachoval plochý val procházející napříč údolím. Ve výšce 1146 m končí údolí Pekelné visutě nad údolím Křižianky, od něhož jej odděluje práh s 320 prudkým svahem. Ledovec Pekelné se pravděpodobně ani v době svého největšího rozsahu nespojoval s ledovcem Křižianky. Svě údolí nejenže neprohloubil k úrovni Křižianky, ale naopak uloženy morénový materiál zde ještě zvětšil výškové rozdíly obou údolí.

V povodí Lupčianky byla v pleistocénu zaledněna jen horní část údolí Velké Oružné a její pobočky Jamy. V pramenných oblastech obou jmenovaných potoků se vytvořily tři kary.

Kar Velké Oružné je zahlouben do severozápadního svahu Chabence. Je otevřen k severozápadu. Nejvyšší pasivní morény ve výšce 1656 a 1650 m jsou zčásti překryty suťovými kuželi, které sem sestupují z karových stěn. Ve výšce 1590 m uzavírá kar ústupová čelní moréna III. stadia. Hustý smrkový porost zde znemožňuje bližší proměření.

Údolí se v dalším průběhu zužuje. Z pravé strany sem ústí dvě krátká a mělká boční údolí, zahloubená do západního svahu severní rozsochy Chabence. V nich jsme nenalezli žádné zbytky ledovcových nánosů. V místě, kde se připojují k vlastnímu údolí Velké Oružné, se ve výšce 1187 m (38 m nad dnem údolí) zachovala pravá boční moréna, prorážená zde potokem postranního údolíčka. Odtud sleduje spád Velké Oružné v délce 320 m. Na protějším levém údolním svahu začíná ve výši 1110 m levá boční moréna, která se zcela přimyká k horskému svahu. Končí ve výšce 1079 m, tj. 29 m nad dnem údolí. Na jejím úpatí se potok Velká Oružná spojuje s Jamou. Jejich společné údolí pak vyplňuje přechodní kužel.

Kary potoka Jamy jsou zahloubeny do hlavního nízkotatranského hřbetu pod kótou 1819 západně od Chabence. Oba kary jsou otevřeny k severozápadu. Vzájemně je odděluje krátká skalní rozsocha, která vybíhá od hlavního hřbetu pod zmíněnou již kótou 1819.

Ve východním karu Jamy jsou nejvyšší pasivní polokruhovitě morény ve výšce 1662 a 1610 m pod západní karovou stěnou. Obě mají zřetelné pouze vnější svahy, zatímco vnitřní svahy jsou překryty suti. Ve výši 1570 m uzavírá kar val čelní ústupové morény mírně vyklenutý k severozápadu a porostlý hustou klečí. V západní třetině se nadržuje malé občasné jezírko.

V západním karu Jamy se zachovala pouze jedna pasivní moréna ve výšce 1605 m. Pod ní začíná stále hustší a hustší klečový porost, který níže ustupuje smrkovému lesu, zakrývajícímu menší nerovnosti terénu. Kar končí ve výšce 1500 m, kde se mírný sklon karového dna mění náhle v prudký svah.

Pod ústupovými morénami, které uzavírají oba kary Jamy se potoky hluboce zařezávají do svého podloží a údolí se postupně zužují. V místě, kde se oba toky spojují, začíná ve výšce 1280 m pravá boční moréna, která sleduje celkový spád údolí. V dolní části se ve výšce 1050 m spojuje s levou boční morénou Velké Oružné.

Nejzápadnější zbytky ledovcových nánosů se zachovaly v závěru údolí *Zurkové*. Potok Zurková pramení na severním svahu hlavního nízkotatranského hřbetu západně od kóty 1819, odkud stéká mělkým korytem. Hřbetová plošina zde plynule přechází v travnaté úbočí se sklonem 280. Žádný kar se nevytvořil. Tím zajímavější je plochý morénový val, který ve výšce 1490 m přehradil mělké údolí. Val je až 35 m široký. Tvoří jej suti a hlinitopísčité zvětralina. Stejně jako okolí je i val porostlý travou a ojedinělými ostrůvky kleče. Potok Zurková jej proráží při pravé (tj. východní) straně hlubokým stržovitým korytem. Relativní výška valu je 50 m, sklon vnějšího svahu je 350. Pod touto jedinou morénou

pokračuje potok Zurková opět v mělkém korytě na dně údolí vyplněného fluvio-glaciálními nánosy a svahovými sutěmi.

Podrobným studiem závěrových karů, jímž byla v naší práci věnována největší pozornost, docházíme k závěru, že zalednění Nízkých Tater proběhlo ve dvou výrazných fázích. Prvním obdobím bylo vytvoření embryonálních karů v oblasti nízkotatranského hřbetu a postupný vznik poměrně (vzhledem k morfologii terénu) dlouhých ledovcových splazů, které pronikly hluboko do údolí mimo vlastní sněžnou oblast a uložily celou řadu bočních a čelních ústupových morén. Považujeme tato ústupová stadia za usazeniny staršího würmu (W_1 a W_2). Nemáme dosud prokazatelných důkazů považovat nejnižší ústupové morény za stadium risské nebo starší. Domníváme se, že kdyby zalednění Nízkých Tater bylo i v risské období, že by muselo shodně s jinými pohořími dojít k podstatnějšímu přemodelování velehorské oblasti. To, že se nám zachovaly ve vrcholové oblasti plošiny mírně vyklenuté a poměrně hluboké půdy na nich, jakož i celkem málo hluboko zaříznuté kary, je svědectvím toho, že zalednění v příhodných klimatických podmínkách kontinentálního podnebí netrvalo dlouho. Horninová rozpučanost krystalického jádra Nízkých Tater je a byla velmi příhodnou pro vznik typických velehorských tvarů, jak je známo např. z oblasti Vysokých Tater, tj. vznik štítů s údolními přehloubenými ledovcem, visutých údolí, úplné rozrušení původního povrchu horstva, čerstvost morénových tvarů apod. To vše v oblasti Nízkých Tater nenacházíme a proto se domníváme, že přes velmi výhodné podmínky geologické a i klimatické, které v oblasti byly, bylo zalednění poměrně krátkodobé.

Druhou fází v zalednění, kterou rozlišujeme, je zalednění vlastních karů. Byly zde malé ustupující ledovce, firnoviště a sněžišťe, které zanechaly usazeniny většinou in situ anebo je uložily po velmi nepatrném transportu. Především do tohoto stadia spadá vznik pasívních morén a čelních ústupových a bočních morén sedících v karech. Zalednění karů podle našeho názoru spadá do období W_3 a případně přesahuje i do postglaciálního období. Pro přesnou stratifikaci ledovcových usazenin není pozitivních důkazů. Nikde nenacházíme nálezy paleontologické a srovnávání zalednění s blízkými jeskyněmi je obtížné, ba nemožné, protože jeskyně leží již mimo oblast zalednění a z výskytů štěrku pocházejících z fluvio-glaciálních usazenin nelze činit přesné údaje o absolutním stáří. Určení stáří zalednění je ostatně ve všech izolovaných malých pohořích velmi hypotetickou otázkou, protože chybí kritéria k provedení a sestavení stratigrafického přehledu o zalednění. Usuzujeme proto na stáří zalednění pouze podle vnějších znaků geomorfologie širšího okolí, nikoli podle znaků vnitřních, které by nám dovozovaly in situ určit stáří příslušné lokality.

S určením stáří pasívních morén úzce souvisí i zjištění a rozdělení suťových kuželů. Rozlišujeme dva geneticky rozdílné druhy — vlastní suťové kužele gravitační a suťové kužele vyplavené, tedy jistý druh dejekčních suťových kuželů. Vznik obou těchto druhů je velmi mladý, v každém případě mladší než pasívní morény, ve většině případů je recentní až subrecentní. Ke vzniku suťových kuželů jsou v Nízkých Tatrách výhodné podmínky; hustý systém puklin a vhodně zvětrávající horniny vytvářejí přímo ideální prostředí ke vzniku suťových kuželů. Detailně lze rozlišit na jednotlivých suťových kuželech i několik jejich generací. Považujeme však za velmi obtížné určit stáří těchto generací.

V předchozí kapitole jsme uvedli přehledné tabulky všech námi nalezených morén v jednotlivých karech a údolích. Pro možnost vzájemného porovnání nadmořských výšek morén uložených jednotlivými údolními ledovci, podáváme ještě přehled čelních ústupových morén.

ledovec	konečná moréna	I.	II.	III. ústupové stadium
Velkého Boku	—	1150	1264	1396
Lúčanky	1070	1136	1255	1510
Palúčanky	—	1139	1380	1526
Mošnice	—	1203	1360	1513
Križianky	1022	—	—	1457—1520
Pekelné	—	1146	1265	1380
Velké Oružné	—	—	—	1590
Jamy	—	—	—	1500—1570

V případě ledovce Križianky a obou západnějších ledovců Velké Oružné a Jamy jsou ústupové morény prvního a druhého stadia buď velmi porušeny a rozneseny postglaciálními toky, nebo znemožňuje měření a orientaci hustý a nepřístupný porost. Proto neuvádíme jejich výšky. O rozsahu ledovce nás v těchto případech informují lépe zachované boční morény. Ale i zde by bylo obtížné uvádět výšky jejich nástupu jako výšky jednotlivých ústupových stadií, protože i tyto morény jsou hlubokými koryty poboček mnohdy silně porušeny, takže při zasutění a částečném zakrytí svahovými hlínami není možné stanovit, zda jde o jedinou, několikrát přerušenu morénu či o několik morén. Ze shrnutí našich údajů vyplývá dále rozdíl ve výšce třetího ústupového stadia u ledovců, jejichž sběrná oblast byla v karech nejvyšších částí hlavního hřbetu a menších údolních ledovců, jejichž kary jsou zahlobeny do svahů nižších horských rozsoch.

Během naší práce jsme proměřili větší množství puklin nízkotatranské žuly i ostatních hornin. Snažili jsme se rozpukanost žulového jádra položit jako jeden z hlavních činitelů pro modelaci celé oblasti. Přes velký počet měření jsme však nedospěli k závěru, že by jednak směry údolní a jednak karů byly přísně vázány na systémy puklin. Pukliny velmi intenzivně ovlivňují celou modelaci pohoří v detailních tvarech; směry údolí a karů však nesvědčí pro jeden či dva výrazné puklinové směry. Většina údolí i karů je založena na velkém počtu směrů puklin, takže lze konstatovat, že pukliny sice ovlivňují modelaci, nelze však určit základní puklinový směr a prohlásit, že by jeho průběh byl jediným činitelem určujícím modelaci území. Výsledný dnešní reliéf je polygenetický, kde prvotní bytí i ne rozlehlá byla říční síť založená na hlavních puklinách. Říční reliéf byl zaledněním přemodelován. Zásah ledovců byl intenzivní v závěrových částech údolí, celkem minimálně se projevil v údolích, kde velké množství zvětralin nemohlo být pro zřejmě malý rozsah ledovců úplně vyklizeno a nemohla se proto v těchto částech údolí vytvořit typická údolí ledovcová. Obnovená říční síť po ústupu zalednění opět reliéf z velké části přeměnila, takže dnešní tvary svědčí většinou jen o říční modelaci. Proto stopy po zalednění se zachovaly jen v místech chráněných před říční erosi. Výsledky ledovcové činnosti v karech mizí pod záplavou suťových kuželů, které většinou pohřbívají morény aktivní i pasívní.

Vzhledem k tomu, co bylo uvedeno výše, nepovažujeme reliéf Nízkých Tater za reliéf čistě glaciální, ale pouze za oblast polyprocesní modelace, kde výsledky ledovcové činnosti již silně ustoupily do pozadí.

Literatura

1. KETTNER R.: Předběžná zpráva o dosavadních výzkumech v Nízkých Tatrách. *Rozpravy České akademie věd, II. tř.* Praha 1927, 36.
2. KETTNER R.: Guide des excursions dans les Carpathes occidentales. *Geologie du versant nord de la Basse Tatra dans la partie moyenne.* Praha 1931, 13A : 373—397.
3. KETTNER R.: Neznámé stopy bývalého zalednění pod Velkým Bokem v Nízkých Tatrách. *Věda přírodní.* Praha 1923, 14 : 129—130.
4. VON KLEBELSBERG R.: *Handbuch der Gletscherkunde I.* Innsbruck, Wien 1949.
5. KOUTEK J.: Geologická studie na severozápadě Nízkých Tater. *Sborník SGÚ.* Praha 1931, 1930 : 9.
6. KRÁL V.: Stopy zalednění na jižním svahu Nízkých Tater. *Věstník Král. české spol. nauk, tř. mat.-přír.* Praha 1952, 13 : 1—10.
7. KUNSKÝ J.: Ke geomorfologii žulového jádra nízkotatranského. *Rozpravy ČSAV, řada MPV.* Praha 1954, 64 : 1 : 1—10.
8. KUNSKÝ J. ET CONS.: Geomorfologická exkurse do Nízkých Tater r. 1950. *Kartografický přehled.* Praha 1953, 7 : (4) : 150—165.
9. KUNSKÝ J., KRÁL V.: Zpráva o mapování pokryvných útvarů Chabence v Nízkých Tatrách. *Zprávy o geologických výzkumech v r. 1952.* Praha 1952, 51—54.
10. LÁNG SÁNDOR: A Gyömbér (2045 m) jégkorszáki eljegesedéséről. *Földrajzi közlemenyek.* Budapest 1948, 76.
11. LOUČEK D.: Geomorfologie velehorské oblasti Královy holy v Nízkých Tatrách. *Rozpravy ČSAV, řada MPV.* Praha 1954, 64 : (8) : 1—19.
12. PANOS V.: Pleistocenní ledovce na Krížiance. *Rozpravy ČSAV, řada MPV.* Praha 1954, 64 : (2) : 1—41.
13. PARTSCH J.: Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und Mittelgebirgen Deutschlands. Breslau 1882.
14. PARTSCH J.: Wanderungen und Studien in der Niederen Tatra. *Schlesische Zeitung.* 1903, No. 742 a 745. *Mitteilungen der Sektion Schlesien des Ungarischen Karpathen-Vereins.* 1903, 13 : 1—11.
15. PARTSCH J.: Die Eiszeit in der Niederen Tatra. *Globus.* 1904, 85 : 1—231.
16. RÓTH S.: Spuren einstiger Gletscher in der Niederen Tatra. *Földtani Közlöny.* Budapest 1885, 15 : 558—560.
17. SAWICKI L.: Eiszeitspuren in der Niederen Tatra. *Globus.* Braunschweig 1910, 47 : (21) : 335—336.
18. ŠIBRAVA V.: Dvě jezírka v karu Bystré v Nízkých Tatrách. *Kartografický přehled.* Praha 1953, 7 : 183—184.
19. VITÁSEK F.: O starých ledovcích na Ďumbieru. *Sborník Čs. spol. zeměpisné.* Praha 1921, 27 : 68—79.
20. VITÁSEK F.: Studie pliocenu v údolí Demänovky. *Sborník SGÚ.* Praha 1923, 1921 až 1922 : 2 : 157—171.
21. VITÁSEK F.: Příspěvky k poznání ledové doby v Nižných Tatrách. *Sborník SGÚ.* Praha 1923, 3 : 210—224.
22. VITÁSEK F.: Zeměpisný obraz Demänovské doliny. *Liptovský kras.* Bratislava 1923, 15—23.
23. VITÁSEK F.: Naše hory ve věku ledovém. *Sborník Čs. spol. zeměpisné.* Praha 1924, 30 : 1—77. Samostatně v knihovně ČSZ, č. 10.
24. VITÁSEK F.: Morfologické studie na jižní straně Nízkých Tater. *Sborník SGÚ.* Praha 1925, 5 : 449—465.
25. VITÁSEK F.: Glaciální morfologie našich hor v posledních letech. *Práce Brněnské základny ČSAV.* Brno 1956, 28 : (3) : 135—146.
26. VOLKO-STAROHORSKÝ J.: Štvrtovršie. *Liptovský Mikuláš 1940, p. 167. Muzeálna knižnica.*
27. VOLKO-STAROHORSKÝ J.: Dodatky k poznatkom „Šulkovského a Lúčanského ledovca v štvrtovrší v Demänovskej doline“. *Liptovský Mikuláš 1943, 32. Múzeum slovenského krasu, sv. 17 a 23.*

GLACIATION OF THE LOW TATRA MOUNTAINS

In the Pleistocene the whole territory of the Low Tatra Mountains was situated in the periglacial zone. Climatic changes occurred first of all in the area of the main mountain range, running from East to West. It is a flat-topped or moderately serrate. The flat summit area displays a variety of thufur hummocks, joint-sink-furrow, boulder fields and solifluction streams.

Southern slopes — with only small exceptions (such as Vajsková and Lomnístá Valley) — covered with extensive boulder fields are of a gentle gradient. On the other hand, those exposed to the north are cut with numerous cirques ("Karren") divided from one another by sharp-crested rocky ridges. Valleys on northern side reveal traces of glaciation, preserving steep slopes and flat floors strewn with moraines and their remnants. Outwash fans form at the foot of the ridges and combine to produce extensive terraces.

The present paper — which is part of a more thorough study on the Low Tatra Mountains — gives the description of the cirques occurring between Chabeneč and Chopok — in the west, and those of Velký Bok in the eastern part of the Low Tatra Mountains. With the exception of the cirque under Velký Bok, indented in Neocomian marls, all remaining cirques were deepened in the Low Tatra granitic core. Their depth varies from 250 m to 350 m. The most abrupt walls are the close-walls (30° — 40°). Considerable part of the walls is hidden behind huge deposits of waste and finer material through which sharp-crested ridges of the rocky base intensely jointed and running in the h 2, 4, 7, 9, 11 strike, crop out. The floor of the cirques slopes gently along the longitudinal axis and is down to the rocky step of the cirque. The longitudinal profile often breaks (30° — 35°) at this point re-assuming its flat aspect under the rocky step and passing gradually over individual moraines into the outwash fan. On the floors of the cirques we come across talus cones which partly cover one another or mix up in places with the highest-situated regressive and passive moraines or with outwashed morainic deposits. Passive moraines are composed only of large boulders and are void of any finer, weathered material deposited by the glacier. They were left behind by the retreating glacier or snow — or *névé*-fields. Typical of them is their semi-circular shape displaying a steeper slope on the outside. The last regressive moraines are to be found on abrupt, rocky cirque steps. Under these steps, in valleys shaped in the past by the glacier, occur moraines dating from the first or second stages of retreat. The oldest retreat stages have left behind no perfect forms because those parts of valleys under the cirque steps were as a rule affected by strong stream erosion which washed out some of the moraines and re-deposited their material after a short distance in the form of alluvial fans. The oldest moraines contain well-polished, water-born boulders and a considerable amount of sandy soils.

As a result of a thorough study of the terminal cirques, we came to the conclusion that the glaciation of the Low Tatra Mountains had taken place in two separate phases. In the first phase, embryonal cirques had been formed and long glaciers reached down far beyond the snow line and deposited a whole series of lateral and terminal regressive moraines. Deposits laid down in these retreat stages date most probably from the Older Würn (W_1 and W_2). So far we have come across no evidence that the lowest-situated regressive moraines are of the Riss or some other older age. We presume that, had the Low Tatra Mountains been glaciated also in the Riss stage at all, they must have been together with other mountain ranges — through an effective process of transformation. The fact, that the summit area displays only slightly undulated table-lands with thick layers of soil and only slightly indented cirques shows that the climatic conditions were favourable and the process of glaciation did not last long. The dissected crystalline core of the Low Tatra has always favoured the origin of typical high-mountain phenomena, such as are known to exist in the area of the High Tatra, e. g. Matterhorn peaks, hanging valleys, strongly eroded surfaces, etc. Since we do not find any of the above phenomena in the area of the Low Tatra, we presume that in spite of very favourable geological and climatic conditions, the glaciation lasted only a short period of time.

In the second phase the cirques themselves were glaciated. Small retreating glaciers, *névé* fields and snow fields left behind deposits, only here and there transporting them for very short distances. In this stage passive, frontal and lateral regressive moraines were deposited in the cirques. According to our opinion the glaciation of the cirques dates from W_3 and might have exceeded even into the postglacial period. No stratification can be distinguished in glacial deposits. They are completely void of any palaeontological findings. Comparison with the glaciation of the near-by caverns is impossible because they are situated outside the glaciated area. Also gravels found in fluvio-glacial deposits do not help any in the determination of their age. On the whole, with all smaller mountain ranges it is all but impossible to determine the age of the glaciation. We can only deduce from the outer geomorphological aspect of the environs, but no interior phenomena exist from which to infer the age of the locality in question. The determination of the passive moraines is closely connected with the ascertainment and occurrence of talus cones. Two genetically different types are distinguished: proper talus cones and alluvial fans, which are a modification of the dejection cones. Both kinds differ in composition and manner of movement. In both cases they are of a comparatively recent origin, younger than the passive moraines. In the majority of cases they are recent to subrecent talus cones. Several generations may be distinguished on individual fans, but the determination of

their age still remains difficult. To enable comparison of altitudes of individual moraines, deposited by glaciers in the valleys, the following table of frontal regressive moraines has been compiled:

Glaciers of	Terminal moraines	Retreat Stages		
Velký Bok		1150 m	1264 m	1396 m
Lúčanka	1070 m	1136 m	1255 m	1510 m
Palúčanka		1139 m	1380 m	1526 m
Mošnice		1203 m	1360 m	1513 m
Križianka	1022 m			1457—1520 m
Pekelná		1146 m	1265 m	1380 m
Velká Oružná				1590 m
Jama				1500—1570 m

In the case of the Križianka Glacier and the glacier of Velká Oružná and Jama, situated more to the West, the regressive moraines left behind from the first and second stage, were severely disturbed or carried away by postglacial streams. Dense krummholz makes the area inaccessible and mars measurements and orientation completely. In such cases we cannot but infer the extent of the glaciation from the better preserved lateral moraines. Altitudes at which they occur may perhaps be considered altitudes of the individual retreat stages. Eut, since also these moraines had been badly disturbed by the tributary troughs and covered partly with alluvial deposits and material washed down the slopes, it became all but impossible to distinguish whether only one moraine, disturbed in several places, or several separate moraines were concerned. From what was said above, we may conclude that there is a difference in altitude of the third retreat stage of glaciers which cut cirques in the uppermost parts of the main ridge, and the smaller glaciers, which indented cirques in the sides of lower mountain ranges.

In the course of our field work we measured a majority of joints in the Low Tatra granite. At first we considered the jointing of the granitic core to be one of the main factors participating in the shaping of the topography of the whole area. We have, however, come to the conclusion that although jointing had influenced the shaping of the mountains strongly it did so only in shaping the individual phenomena. The resulting, present relief is polygenetical. The original river network followed the main joints. Then the valley relief was re-shaped by glaciation. Most affected by glacial activity were the terminal parts of valleys, i. c. the present cirques. After the retreat of the glaciers, the relief was re-shaped again by normal streams, so that the present phenomena are mostly the result of stream erosion. Only in places sheltered from it we may come across traces of glaciation. In cirques, the effects of glacial activity disappeared under talus cones covering partly even the highest-situated passive and regressive moraines. Consequently, the present Low Tatra relief is the result of polyprocesses modulation with glacial phenomena retreating into the background.



Závěr karu Luková, v pozadí Krakova hoľa. Pohled ze severního svahu Chopku.
Close-wall in the Luková cirque, Krakova hoľa in the background. View from the
northern slope of Chopok. *Foto J. Kinský*



Čalkový pohled do karu Luková. V pozadí Ďumbier.
General view of the Luková cirque. Dumbier in the background.
(Příloha ke článku: D. Louček, J. Michovská, E. Trefná: Zalednění Nizkých Tater.) *Foto J. Kinský*



Pasivní moréna nad jezírkem v karu Luková.
Passive moraine over the lakelet in the Luková cirque.

Foto J. Michovská



Morény III. ústupového stadia v karu Luková.
Moraines of the III regressive stadium in the Luková cirque.

Foto J. Michovská



Vrchol Chopku s kamennými moři.
Peak of Chopok with the boulder fields.

Foto J. Kinský



Rozpukání žulového jádra nízkotatranského v závěrové stěně karu Luková.
Cracks of the granitic core of the Low Tatras in the close-wall of the Luková cirque.

Foto J. Kinský



Pohled s Rovné hole na západ, bočně k morénám. Uprostřed vlevo val poslední ústupové morény, v pozadí severní rozsocha Dereše, vpravo vzadu Pořana. *Foto J. Kinský*

View from Rovná hoľa towards West of the moraines. In the left foreground remnants of the last regressive moraine, northern part of Dereš in the left background, to the right background Pořana.



Pohled s Lukové na čelní ústupovou morénu s bočními vally. Vlevo uvnitř morénového oblouku další ústupová moréna. *Foto J. Kinský*

View from Luková of the frontal regressive moraines. At the left another regressive moraine.



Pohled do karu Velkého Boku se svahy o mírném sklonu.
View in the cirque of Velký Bok with gently slanting slopes.

Foto J. Michovská



Pasívní moréna v karu pod Malým Derešem.
Passive moraine in the cirque under Malým Dereš.

Foto E. Trefná



Jezírko v karu Luková.

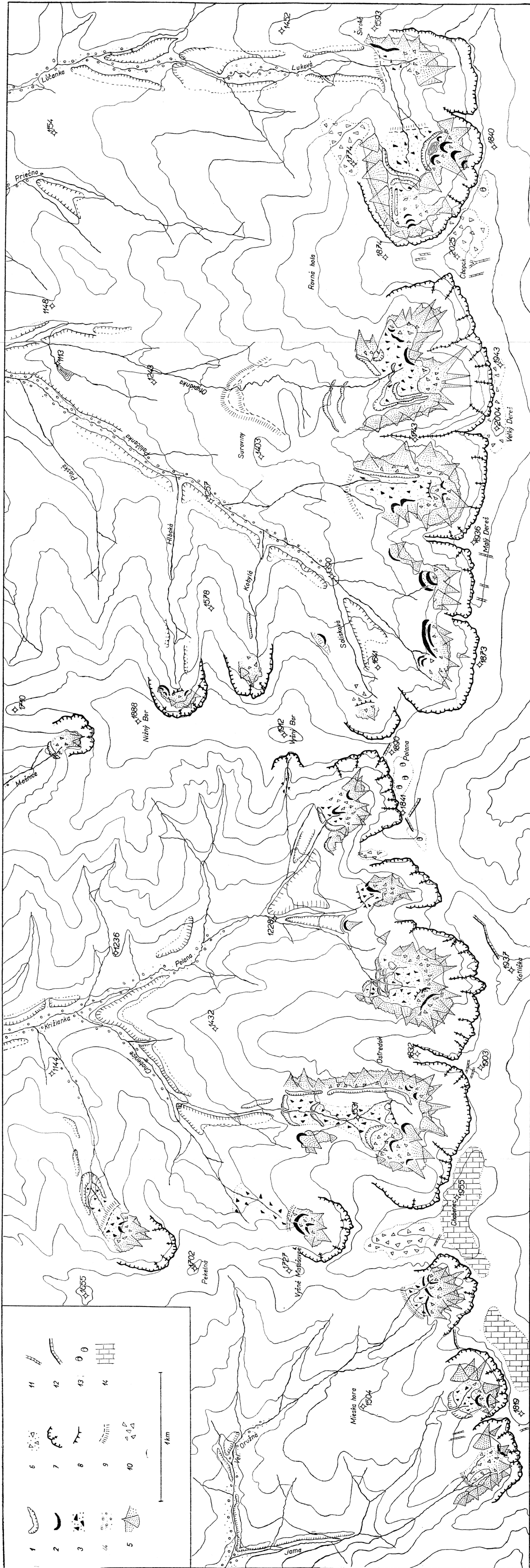
Lakelet in the Luková cirque.

Foto J. Michovská



Puklinová závrťová strouha přecházející v kuestu na hřebtu východně od Kotličky.

Joint-sine-furrow passing into a cuesta on the ridge east of Kotlička. Foto J. Michovská



Karty na severním svahu Nizkých Tater mezi Čabanečom a Čopokom. 1 — ústupové morény; 2 — pasivní morény; 3 — rozplavený morénový materiál; 4 — fluvio-glaciální usazeniny; 5 — suťové kužele a osypy; 6 — okraje kartí; 7 — skalní stupně; 8 — výrazné terénní stupně; 9 — kamenná moře; 10 — puklinové závrtové strouhy; 11 — kuesty; 12 — kuesty; 13 — thufurové kopečky; 14 — rašelinistište.

Cirques on the northern slope of the Low Tatra Mountains between Čabaneč and Čopok. 1 — retreat moraines; 2 — passive moraines; 3 — outwashed moraine material; 4 — fluvio-glacial sediments; 5 — talus cones; 6 — margins of the cirques; 7 — rocky steps; 8 — terrain step; 9 — talus fields; 10 — joint-sink-furrow; 11 — boulder fields; 12 — joint-cuesta; 13 — thufur hummocks; 14 — moor.

(Příloha ke článku: D. Louček, J. Michovská, E. Trefná: Zalednění Nizkých Tater.)