

GLACIÁLNE ABLAČNÉ FORMY V DOBŠINSKEJ LADOVEJ JASKYNI

Pavel Bella

Národná prírodná pamiatka Dobšinská ľadová jaskyňa v Slovenskom raji (Spišsko-gemerský kras) patrí medzi najvýznamnejšie zaľadnené jaskyne na svete. Nadmorská výška jej vchodu je 969 m. Jej zaľadnené časti sú vo výške iba 920 až 950 m n. m., t. j. mimo alpskej oblasti. Ľadová výplň sa vyskytuje vo forme podlahového ľadu, ľadopádov, ľadových stalagmitov a stĺpov. Podľa posledných výskumov najväčšia hrúbka podlahového ľadu je 26,5 m, zaľadnená plocha 9772 m² a objem ľadu 110 132 m³ (J. Tulis – L. Novotný, 1995; L. Novotný – J. Tulis, 1996a,b). Od roku 2000 je Dobšinská ľadová jaskyňa súčasťou svetového prírodného dedičstva (v rámci rozšírenia lokality *Jaskyne Slovenského a Aggteleškého krasu* zaradenej do zoznamu svetového dedičstva v roku 1995).

Vo vzťahu k ľadovej výplni, ktorá tvorí dominantnú prírodnú hodnotu jaskyne, sa od jej objavenia v roku 1870 výskumy orientovali najmä na klimatické podmienky tvorby a udržiavania ľadu (z nových publikovaných prác Š. Petrovič – J. Šoltís, 1971; J. Halaš, 1980, 1985, 1989). V poslednom období sa pozornosť upriamila aj na pohyb ľadovej hmoty (M. Lalkovič, 1995; J. Tulis, 1997) a spresnenie údajov o kvantite ľadovej výplne jaskyne (J. Géczy – L. Kucharič, 1995; J. Tulis – L. Novotný, 1995; L. Novotný – J. Tulis, 1996). V roku 2002 sa terénnymi prácami začal glaciologický výskum, ktorý je zameraný najmä na rekonštrukciu bývalých klimatických podmienok tvorby ľadu a určenie jeho veku na základe analýzy vzoriek odobratých z vrty do podlahového ľadu vo Veľkej sieni (v rámci medzinárodného projektu koordinovaného RNDr. K. Vránom, CSc.).

Mohutná masa ľadovej výplne Dobšinskej ľadovej jaskyne je tvorená tzv. „teplým“ ľadom (vyjadrenie dánskeho glaciológa Prof. H. B. Clausena počas vrtania podlahového ľadu vo Veľkej sieni v decembri 2002). „Teplý“ ľad má teplotu topenia (s výnimkou okrajových vrstiev ovplyvnených sezónnymi termickými zmenami), „studený“ ľad teplotu nižšiu od bodu topenia. V glaciológii sa okrem ľadovcov miernych (tzv. teplých, v celej mase tvorených „teplým“ ľadom) a studených (v celej mase tvorených „studeným“ ľadom, teplo prechádza od spodných do horných častí ľadovca, teplota ľadu narastá smerom do hĺbky ľadovca) rozlišujú zložené, polytermické ľadovce (J. Jania, 1997).

Doterajšie geomorfologické výskumy jaskyne sa zaoberali jej morfológiou a genézou ako súčasťou systému Stratenskej jaskyne (A. Droppa, 1960; J. Jakál, 1971; J. Tulis – L. Novotný, 1989; L. Novotný – J. Tulis, 2002), t. j. jaskynným skalným georeliéfom. Vzhľadom na značnú plochu povrchu ľadovej výplne v tejto jaskyni sú však zaujímavé aj poznatky o glaciálnych ablačných tvaroch vytvorených topením a sublimáciou ľadu, ktoré v rámci klasifikácie krasu podľa A. A. Cigna (1978) patria medzi hypokrasové javy.

V mnohých „teplých“ ľadovcoch sú pôsobením autochtónnych i alochtónnych vôd vytvorené viaceré supraglaciálne, intraglaciálne a sub-

glaciálne ablačné tvary (škrapy, závrtovité depresie, ponory, slepé dolinovité depresie, studne, podľadovcové vodné toky, jaskyne, „scallops“ a pod.) podobné krasovým javom v karbonátových horninách (M. Pulina, 1982; J. Lario Gomez, 1991; M. Pulina – J. Řehák, 1991; J. Schroeder, 1991 a i.), ktoré sú predmetom glaciologického i geomorfologického výskumu. Niektoré ablačné formy (napr. sublimačné „scallops“ a „flutes“) sú dôsledkom prúdenia a konvekcie vzduchu (R. L. Curl, 1966; A. A. Cigna – P. Forti, 1986; B. R. Mavlyudov, 1991; A. Eraso, 1992; S. E. Lauritzen – J. Lundberg, 2000 a i.). Ľadová hmota predstavuje pevné médium, na ktorom vznikajú viaceré morfológické tvary – glaciálne ablačné jaskyne v ľadovcoch, drobné vyhlbené tvary na stenách týchto jaskýň, ako aj tvary povrchu ľadovej výplne v zaľadnených jaskyniach. Preto sú glaciálne ablačné formy zahrnuté aj v základnej morfo genetickej klasifikácii jaskynného georeliéfu (P. Bella, 2002).

Termín *ablácia* zahŕňa všetky procesy, v dôsledku ktorých sa tratí ľadovcová masa (J. Jania, 1997). Rozlišuje sa *fyzikálna ablácia* (topenie snehu a ľadu na povrchu ľadovca a odtkanie tavných vôd, sublimácia snehu a ľadu i vyparovanie tavnej vody, topenie ľadu na kontakte s morskou alebo jazernou vodou, topenie spodku ľadovca na kontakte s podložíom a vnútorné topenie ľadovca) a *mechanická ablácia* (odvievanie snehu z ľadovca, telenie ľadovca – oblaňovanie ľadovcových blokov a hôr na kontakte s morskou vodou, uvoľňovanie lavín zo strmých horských ľadovcov, oddeľovanie más mŕtveho ľadu od ľadovca a pod.).

Niektoré zo supraglaciálnych ablačných foriem sa občasne pozorujú aj na povrchu ľadového telesa v Dobšinskej ľadovej jaskyni. Ich základný výskum a dokumentáciu sme vykonali v septembri 2002 po výdatných letných zrážkach, ktoré spôsobili intenzívny priesak atmosférických vôd do jaskyne. Tie prenikajú pozdĺž zlomov, ktoré zmaľovali a preskúmali L. Novotný a J. Tulis (2000). Uvádzajú, že najviac priesakov a výtokov vôd v stropech je na zlome SSV smeru so sklonom 68 – 77° k VJV, ktorý vedie od južného okraja jaskyne cez Malú oponu, Malú sieň a pozdĺž SZ okraja Veľkej siene, a jeho sperených vetvách severných smerov. Výtoky vôd na priečných zlomoch SZ smeru sú menej časté (zlom vo

Veľkej sieni, z ktorého výtoky vôd vytvárajú útvar Oltár; zlomy s výtokmi vôd v Zrútenom dome). Koncentrovaný priesak a výtoky vôd sú aj v koróznom komíne nad Veľkým vodopádom (Niagara) predisponovaným zlomom s tektonickou brekciou, ktorá sa vplyvom priesaku a výtoky vôd a mrazového zvetrávania postupne uvoľňuje. Na podlahovom ľade Malej siene sa občasne vytvára plytké supraglaciálne jazierko.

V súvislosti so sprístupnením a prevádzkovaním jaskyne sa vyskytujú aj antropogénne supraglaciálne i intraglaciálne ablačné formy. V tuneloch a zúžených miestach medzi strmou skalnou stenou a okrajom ľadového telesa v dôsledku prúdenia a konvekcie vzduchu vznikajú sublimačné plytké depresné vyhlbeniny. V predloženej správe necharakterizujeme prejavy plošnej ablácie povrchu podlahového ľadu, ľadových stien, ľadových stĺpov a stalagmitov.

1. SUPRAGLACIÁLNE ABLAČNÉ FORMY

1.1. Fyzikálne formy

Formy vytvorené kvapkajúcou vodou.

V miestach dopadajúcej kvapiek priesakujúcich zrážkových vôd na podlahový ľad sa vytvorili *ablačné egutačné jamky*. Podľa intenzity priesaku a energie dopadajúcich kvapiek vody vznikli plytké tanierovité a hlbšie miskovité až studňovité egutačné jamky. Miskovité egutačné jamky majú v priečnom reze oválne steny i dno, kým studňovité egutačné jamky majú strmé steny a viac-menej rovné dno. Z väčších ablačných egutačných jamiek vedú odtokové kanáliky. Výraznejšie a viac zahĺbené sú kanáliky odvádzajúce vodu zo studňovitých egutačných jamiek, ktoré sa vytvorili najmä v priestore nad Peklom, oproti ohybu prehladkového chodníka



Obr. 1. Abláčna egutačná miskovitá jamka vo Veľkej sieni, Dobšinská ľadová jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 1. Ablation eguttation bowl-like pit in the Great Hall, Dobšinská Ice Cave. Photo: P. Bella



Obr. 2. Ablačná egutačná viacjamková vyhlbenina v Malej sieni, Dobšinská ľadová jaskyňa. Foto: P. Bella

Fig. 2. Ablation eguttation more-pits depression in the Small Hall, Dobšinská Ice Cave. Photo: P. Bella

pri hornej časti tunela vedúceho pod Veľkou oponu. Naopak z niektorých menších ablačných miskovitých egutačných jamiek, z ktorých voda po dopade kvapiek vyprskáva von, nevedie žiadny kanálik.

Tam, kde sú „zvislé línie“, odpadajúcich a dopadajúcich kvapiek vody lokálne koncentrované, sa na podlahovom ľade vytvorili *ablačné egutačné viacjamkové vyhlbeniny*. Pozostávajú z viacerých ablačných studňovitých egutačných jamiek, ktoré vytvárajú pozdĺžne líniové alebo nepravidelné hviezdicovité útvary s výraznými postrannými výbežkami z centra vyhlbeniny. V čase najintenzívnejších priesakov zrážkových vôd sa „husté“, rady padajúcich kvapiek menili až na tenké stĺpce vody. V Malej sieni vznikla ablačná egutačná hviezdicovitá viacjamková

vyhlbenina na spodnej časti a prilahom okraji ľadového stalagmitu. V závislosti od intenzity priesaku zrážkových vôd a ich teploty, ako aj od klimatických podmienok v tejto časti jaskyne na tomto mieste dochádza buď k tvorbe ľadového stalagmitu (akumulácii ľadu), alebo vzniku ablačnej vyhlbeniny (úbytku ľadu). Z nižšieho okraja tejto vyhlbeniny vedie odtokový kanálik zahĺbený až k jej dnu, čím nenastáva akumulácia a dlhšie pôsobenie „teplejšej“ vody v ablačnej vyhlbenine. Ablačné egutačné viacjamkové vyhlbeniny sme pozorovali aj v hornej časti Veľkej siene (nepravidelného hviezdicovitého tvaru) a na šikmom podlahovom ľade v priestore nad Peklom (prevažne pozdĺžneho líniového tvaru).

Zvýšenou intenzitou priesaku zrážkových vôd, ktorých kvapky až koncentrované tenké stĺpce vody sústredene dopadávali na ľadový stalagmit v Malej sieni, vznikli ostrohranné nepravidelné tvary ľadu deštruovaného stalagmitu, ktoré možno označiť ako *ablačné hrotovité škrapy*.

Formy vytvorené kvapkajúcou, stagnujúcou a pomaly odtekajúcou vodou. Na mierne šikmom podlahovom ľade v Malej

sieni sa z plytkých a širokých ablačných egutačných jamiek vytvorili *ablačné kamenice* s odtokovým kanálikom, ako aj s prítokovým i odtokovým kanálikom, ktoré možno z morfológieho hľadiska porovnať s klasickými kamenicami – okrúhlymi krasovými škrapovými prehĺbeninami s rovným dnom. Sú výsledkom ablácie takmer stagnujúcej vody. Pravdepodobne vznikli rozšírením ablačných tanierikovitých egutačných jamiek, do ktorých voda pomaly priteká a odteká kanálikmi, alebo do nich steká vodný „film“ z prilahlej, prevažne mierne sklonenej časti podlahového ľadu.

V hornej časti Veľkej siene v blízkosti Veľkého vodopádu (Niagara) sa vytvorili dva *ablačné egutačné hrnce*, ktoré predstavujú oválne kotlovité vyhlbeniny s odtokovým kanálikom.

Pripomínajú krútnavové hrnce, avšak vznikli výrazným rozšírením ablačných egutačných jamiek, prípadne viacerých susediacich egutačných jamiek do jednej väčšej vyhlbeniny. Horný ablačný egutačný hrniec nemá prítokový kanálik, pretože je modelovaný iba vodou kvapkajúcou až stekajúcou z jaskynného stropu. Do spodného hrnce ústi kanálik z horného hrnce, ktorým pritekala voda. Pomerne malý pričný profil tohto kanáliku vylučuje intenzívnejšie pôsobenie pritekajúcej vody na zväčšovanie spodného hrnce. Oba hrnce majú takmer rovnaké rozmery. Spodné časti hrncov s občasnými jazierkami, v ktorých sa dlhší čas zdržiava voda, sú takisto oválne modelované, bez ostrej hrany medzi stenou a dnom. Odtokové kanáliky nie sú zahĺbené až úplne na dno uvedených kotlovitých vyhlbenín.

Formy vytvorené intenzívne kvapkajúcou až stekajúcou vodou. Pod miestami najintenzívnejších priesakov zrážkových vôd (pri Malej opone na juhozápadnom okraji Malej siene a v priestore Studne vo Veľkej sieni) sa vytvorili *ablačné egutačné studňovité jamy*, ktoré siahali do hĺbky 1,8 m. V čase intenzívnych priesakov voda priamo steká ľadovým stĺpcom Studne, na ktorého spodnom okraji sa vytvorila takáto ablačná vyhlbenina. Na bočnej strane ľadového stĺpu stekajúca voda vymodelovala zvislý polúrovňovitý žlab ústiaci do ablačnej studňovitej jamy. Na okrajoch studňovitých jám sa vytvárali odvodňovacie kanály, ktoré siahajú až takmer k ich dnu. Zahľbovanie kanálov a odvádzanie vody z vytvárajúcich sa studňovitých jám umožnilo ich prehĺbovanie. Modelácia studňovitých jám je výsledkom intenzívnejšieho priesaku až stekania presakujúcich zrážkových vôd z jaskynného stropu ako v prípade ablačných egutačných hrncov. Okrem ich väčšej hĺbky na intenzívnejší priesak poukazujú aj zvislé steny s oválnymi žlabmi vytvorenými stekajúcou vodou, ktoré sa pomerne ostro „stýkajú“ s dnom studňovitej jamy.

Malé množstvo vody z dna studňovitých jám, ako aj z ablačných egutačných hrncov a miskovitých ablačných egutačných jamiek mohlo preniknúť do nižších častí ľadovej masy intergranulárnymi žilkami medzi kryštálmi ľadu, ktoré majú tendenciu rozširovať sa do kapilárných kanálikov (J. F. Nye – F. C. Frank, 1973 in J. Jania, 1997). Avšak takéto presakovanie vody ľadovcovým ľadom je veľmi pomalé a málo



Obr. 3. Ablačné kamenice v Malej sieni, Dobšinská ľadová jaskyňa.

Foto: P. Bella

Fig. 3. Ablation kamenitsas in the Small Hall, Dobšinská Ice Cave.

Photo: P. Bella



Obr. 4. Ablačný egutačný hrniec vo Veľkej sieni, Dobšinská ľadová jaskyňa.

Foto: P. Bella

Fig. 4. Ablation eguttation pothole in the Great Hall, Dobšinská Ice Cave.

Photo: P. Bella



Obr. 5. Abláčnā egutačná studňovitā jama s odtokovým kanálom vo Veľkej sieni, Dobšinskā ľadová jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 5. Ablation eguttation well-like depression with an outflow channel in the Great Hall, Dobšinskā Ice Cave. Photo: P. Bella



Obr. 6. Abláčnā meandrovitā odtokový kanálik z egutačného hrnca vo Veľkej sieni, Dobšinskā ľadová jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 6. Ablation meandering outflow channel from an eguttation pothole in the Great Hall, Dobšinskā Ice Cave. Photo: P. Bella

intenzívne. Intenzívnejšia drenáž v ľadovcoch je možná len cez väčšie kanáliky až kanály, ktorých iniciálne dráhy sú podmienené najmä puklinami (C. F. Raymond – W. D. Harrison, 1975; J. Jania, 1997).

V priestore nad Peklom sa ablačná egutačná studňovitā jama vytvorila na styku so strmou skalnou stenou. Keďže voda prenikala nižšie pozdĺž skalnej steny, z okraja tejto studňovitej jamy sa nevytvoril odtokový kanálik. Vzhľadom na rozmery studňovitých jám s odtokovými kanálikmi v Malej a Veľkej sieni bola táto *kontaktnā ablačná egutačná studňovitā jama* užšia a hlbšia (klinovite sa nepriehľadne zužovala).

Opísané ablačné studňovité jamy treba rozlišovať od ľadovcových studní (fran. *moulins*), ktoré siahajú do intraglaciálnej časti ľadovca alebo sú napojené až na subglaciálny kanál, t. j. viažu sa na vnútroľadovcovú a podľadovcovú hydrologickú drenáž (J. Schroeder, 1991).

Formy vytvorené stekajúcou vodou. Na zvislom okraji záseku do podlahového ľadu, kto-

rým vedie prehladkový chodník medzi Malou a Veľkou sieňou (pozri 1.2.), sa stekajúcou vodou koncentrovanou do malých prúdov vytvorili menej výrazné *ablačné žliabkovité škrapy*.

Formy vytvorené tečúcou vodou. Z ablačnej egutačnej studňovitej jamy pod Studňou vedie *ablačný kanál*, ktorý sa postupne zahĺbil až na nižšiu úroveň podlahového ľadu v severovýchodnej časti Veľkej siene, kde sa voda vylievala na podlahový ľad. Na okraji studňovitej jamy siahal až do hĺbky 1,7 m, pričom tvorí meandrovitý jarčekovitý zárez.

Podobné, avšak menej zahĺbené odtokové kanáliky sa vytvorili aj od ablačných egutačných viacjamkových vyhlbenín v Malej Sieni a v priestore nad Peklom, ako aj od ablačných egutačných podlahových hrncov v hornej časti Veľkej siene v blízkosti Veľkého vodopádu (Niagara).

Na mierne šikmom podlahovom ľade sa pod ablačnými kamenicami vytvorili plytké, prevažne líniové kanáliky. Na takmer vodorovnom podlahovom ľade v strednej časti Zrúteného dó-

mu vznikli plytké *ablačné meandrovité kanáliky*, ktoré sa miestami vetvili a opätovne spojili. Príčinou ich vetvenia i vytvárania meandrov boli aj mechanické prekážky, najmä akumulované drobné naplavené zvyšky rozpadajúceho sa dreva.

Formy vytvorené prúdením vzduchu a sublimáciou ľadu. Na strmých ľadových stenách, vrátane hlbších zásekov prehladkového chodníka do podlahového ľadu (pozri 1.2.), ktoré sú vystavené prúdeniu vzduchu, sa vytvárajú široké ablačné sublimáčnē facetovité vyhlbeniny. Tie sa dlhodobo pozorujú v Ruffínyho koridore, na Malej oponě na juhozápadnom okraji Malej siene a inde. Takéto širšie a plytké oválne vyhlbeniny na stenách ľadovcových (glaciálnych ablačných) jaskýň alebo na tunelovitých a koridorovitých povrchoch ľadovej výplne v zaladných jaskyniach, ktoré vznikajú sublimáciou ľadu v dôsledku prúdenia alebo konvekcie vzduchu (R. L. Curl, 1966; A. A. Cigna – P. Forti, 1986; S. E. Lauritzen – J. Lundberg, 2000 a i.),



Obr. 7. Abláčnē sublimáčnē facetovité vyhlbeniny na Malej oponě, Dobšinskā ľadová jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 7. Ablation sublimation large scallops-like depressions on the Small Curtain, Dobšinskā Ice Cave. Photo: P. Bella



Obr. 8. Abláčnē sublimáčnē priečne facetovité vyhlbeniny v tuneli medzi Veľkou oponou a Ruffínyho koridorom, Dobšinskā ľadová jaskyňa. Foto: P. Bella
Fig. 8. Ablation sublimation large scallops and flutes in the tunnel between the Great Curtain and the Ruffíny's Corridor, Dobšinskā Ice Cave. Photo: P. Bella

možno nazvať ako *sublimačné facet*y. Morfológicky sú podobné „akvatickým“ facetám (angl. *scallops*), najmä ich väčším podobám (angl. *large scallops*), ktoré sú modelované prúdiacou vodou. R. L. Curl (1966) uvádza príklady takýchto tvarov na ľadových stenách rakúskej jaskyne Eisriesenwelt. Poukazuje aj na viac-menej pravidelné paralelné pozdĺžne vyhlbeniny v priečnej pozícii voči smeru prúdenia vzduchu (angl. *flutes*), ktoré sú oddelené rovnobežnými ľadovými hrebeňovitými výčnelkami a vznikajú v podmienkach konštantného prúdenia vzduchu. Podotýkame, že aj na stenách ľadovcových (intra- a subglaciálnych ablačných) jaskýň s terajším alebo bývalým podzemným vodným tokom sú známe „akvatické“ facety (M. Pulina, 1982).

V Malej oponě, ktorej povrch je remodelovaný sublimačnými aerickými facetami, sa navyše vytvorilo nevelké *ablačné ľadové okno*, k čomu okrem sublimácie ľadu prispelo i plošné povrchové topenie ľadu. Väčšie ablačné okno medzi ľadovou masou a skalnou stenou sme pozorovali v hornej časti Veľkého vodopádu (Niagara). Menšie oknité diery sa vytvárajú aj nad zásekom do ľadu pred tunelom medzi Ruffínyho koridorom a Veľkou oponou (pozri 2.1.).

Antropogénne formy. Hoci sa v jaskyni v poslednom období menila elektroinštalácia a osvetľovacie telesá s nižším výkonom (J. Halaš, 1998; M. Fillo, 2000), na niektorých miestach vznikli *odtopené depresie pri reflektoroch*, ktoré počas najvyššej návštevnosti v letných mesiacoch svietia dlhší čas (napr. na východnom okraji Veľkej siene pred schodiskom do Ruffínyho koridoru).

1.2. Mechanické formy

Antropogénne formy. V čase budovania prehliadkovej trasy pre návštevníkov sa vykonali viaceré *záseky chodníka do podlahového ľadu* (medzi Malou a Veľkou sieňou, medzi východným okrajom Veľkej siene a Ruffínyho koridorom) a *bočné záseky do okraja ľadovej steny* (medzi Ruffínyho koridorom a Veľkou oponou). S cieľom usmerniť odvádzanie priesakových zrážkových vôd z Veľkej a Malej siene, aby sa zabránilo zaplavovaniu prehliadkového chodníka a jeho pokrývaniu ľadom, sa obnovujú *odtokové kanály vysekané do podlahového ľadu*, ktoré odvádzajú vodu do nižších častí jaskyne.

2. INTRAGLACIÁLNE ABLAČNÉ FORMY

1.1. Fyzikálne formy

Formy vytvorené prúdením vzduchu a sublimáciou ľadu. Vo dvoch tuneloch vysekaných v ľade (pozri 2.1.), ktorými vedie prehliadkový chodník, sú pôvodné ľadové steny remodelované topením a sublimáciou ľadu. Tunely majú v rámci prúdenia vzduchu charakter rúrovitého potrubia, kde v zúženom profile nastáva intenzívnejšie prúdenie vzduchových hmôt. Intenzívnejšie prúdenie vzduchu je v tuneli medzi Ruffínyho koridorom a Veľkou oponou, kde sa okraj ľadovej masy dotýka skalnej steny a usmerňuje prúdenie vzduchu cez tento presekaný tunel. Okrem rozšírenia pôvodných priečných profilov tunelov sa na ľadových stenách vytvorili nepravidelné priehlbiny, ktoré predstavujú *sublimačné facetovité vyhlbeniny*. Tieto podobne ako v intra- a supraglaciálnych ľadovcových jaskyniach pripomínajú „klasické“, prúdiacou vodou modelované väčšie facety (angl. *large scallops*). V tuneli medzi Ruffínyho koridorom a Veľkou oponou ich asymetrický tvar poukazuje na prúdenie vzduchu od Veľkej opony do Ruffínyho koridoru. Lepšie sú vytvorené v časti tunela od Veľkej opony, kde sa prúdiaci vzduch dostáva z väčšieho priestoru do menšieho rúrovitého potrubia tunelu. Navyše na stenách a strope tunelov (dnom vedie prehliadkový chodník) sa vytvorili aj mohutnejšie zvislé „rámovité“ vyhlbeniny s výrazne dominujúcou vertikálnou dimenziou ich rozmeru, ktoré sú ohraničené miernymi líniivými ostrohrannými výčnelkami ľadu. Možno ich označiť ako *sublimačné priečne facetovité vyhlbeniny*, ktoré pripomínajú „flutes“ podľa R. L. Curla (1966). Uvedené formy facetovitých vyhlbení môžu byť do určitej miery podmienené aj prúdením vzduchu v dôsledku pohybu návštevníkov (M. Bobro et al., 1995a).

Antropogénne formy. Stropnú časť Kaplnky, ktorá predstavuje malú sieňovitú dutinu vysekanú v ľade (pozri 2.1.), osvetľuje reflektor umiestnený na stĺpe elektroinštalácie. Vydávaním tepla vznikla *odtopená stropná kupola*.

2.1. Mechanické formy

Antropogénne formy. V súčasnosti sú v jaskyni na prehliadkovej trase dva *presekané ľadov-*

cové tunely (medzi Ruffínyho koridorom a Veľkou oponou, medzi priestorom nad Peklom a Veľkou oponou). Navyše pod Ruffínyho koridorom, pred tunelom vedúcim pod Veľkou oponu je bočným vysekaným tunelom prístupná Kaplnka, ktorá takisto predstavuje v ľade vysekanú malú sieňovitú dutinu.

S cieľom zokruhovania prehliadkovej trasy a zjednodušenia prevádzky jaskyne sa v roku 1973 vyrazil v ľade vo vstupnej časti jaskyne tunel dlhý 14 m. Úbytkom ľadu zo stien sa jeho pôvodný priečný profil 4 m² do konca roku 1995 zväčšil na 8 až 10 m², pričom na základe geodetických meraní sa určil úbytok ľadu až do 50 m³ (M. Bobro et al. 1995b). Tento nežiaduci stav sa riešil prekládkou prehliadkového chodníka, resp. jeho vrátením do predchádzajúcej trasy cez Malú sieň a zahádzaním vyrazeného tunela snehom, čo viedlo k jeho opätovnému zaľadneniu (J. Zelinka, 1996).

ZÁVER

Predložená správa podáva základné poznatky o výskyte glaciálnych ablačných foriem v Dobšinskej ľadovej jaskyni, ktoré sa menia najmä v závislosti od intenzity a režimu priesaku zrážkových vôd. Danej problematike treba z hľadiska spoznávania zmien ľadovej výplne naďalej venovať primeranú pozornosť, pretože prispievajú k celkovému obrazu o glaciologických pomeroch v tejto jaskyni. Nami prezentované poznatky budú dôležité pri porovnávaní terajších ablačných tvarov, najmä ich morfologickej a genetickej rôznorodosti, s podobnými javmi v budúcnosti. Keďže nie sú k dispozícii dokumenty detailnejšie zaznamenávajúce stav úbytku ľadovej výplne v jaskyni zo začiatku 50. rokov minulého storočia, o ktorom sa zmieňujú A. Droppa (1960), L. Blaha (1971), Š. Petrovič a J. Šoltís (1971), nemožno porovnať vtedajšie glaciálne ablačné javy s terajšími. Význam predloženej správy spočíva aj v tom, že podobné javy sa pravdepodobne vyskytujú aj v iných zaľadnených jaskyniach s výskytom podlahového ľadu a správa môže poslúžiť pri ich výskume a dokumentácii.

Za spoluprácu pri terénnych prácach dakujem RNDr. J. Zelinkovi, ktorý v posledných rokoch zabezpečuje a vykonáva monitorovanie speleoklimatických procesov v Dobšinskej ľadovej jaskyni.

LITERATÚRA

- BELLA, P. (2002). Základná morfologenetická klasifikácia jaskynného georeliéfu. *Geomorphologia Slovaca*, 2, 1, 19–27.
- BLAHA, L. (1971). Dobšinská ľadová jaskyňa – 100 rokov od jej objavenia. *Slovenský kras*, 9, 5–10.
- BOBRO, M. – HANČULÁK, J. – ZELINKA, J. (1995a). Súčasný mikroklimatické pomery v Dobšinskej ľadovej jaskyni. In Bella, P. (ed.): *Ochrana ľadových jaskýň. Zborník referátov z odborného seminára, Dobšinská ľadová jaskyňa 21. – 22. 9. 1995. Liptovský Mikuláš*, 29–34.
- BOBRO, M. – HANČULÁK, J. – ZELINKA, J. (1995b). Rekonštrukcia vstupného priestoru v Dobšinskej ľadovej jaskyni vo vzťahu k úbytku ľadu. In Bella, P. (ed.): *Ochrana ľadových jaskýň. Zborník referátov z odborného seminára, Dobšinská ľadová jaskyňa 21. – 22. 9. 1995. Liptovský Mikuláš*, 35–36.
- CIGNA, A. A. (1978). A Classification of Karstic Phenomena. *International Journal of Speleology*, 10, 1, 3–9.
- CIGNA, A. A. – FORTI, P. (1986). The Speleogenetic Role of Air Flow Caused by Convection. *International Journal of Speleology*, 15 (1–4), 41–52.
- CURL, R. L. (1966). *Scallops and flutes*. The Transactions of the Cave Research Group of Great Britain, 7, 2, 121–160.
- DROPPA, A. (1960). Dobšinská ľadová jaskyňa. *Šport, Bratislava*, 115 s.
- ERASO, A. (1992). Internal glacier melting and naled ice generated by air circulation. Proposal of an enthalpy-entropy diagram for quantitative calculations. In Pulina, M. – Eraso, A. (eds.): *Proceedings of the 2nd International Symposium of Glacier Caves and Karst in Polar Regions, Miedzygórze – Velká Morava, 10 – 16 February 1992. Sosnowiec*, 29–42.
- FILLO, M. (2000). Rekonštrukcia elektrického osvetlenia v Dobšinskej ľadovej jaskyni. *Aragonit*, 5, 25–26.
- GÉCZY, J. – KUCHARIČ, L. (1995). Stanovenie mocnosti ľadovej výplne vo vybraných miestach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (ed.): *Ochrana ľadových jaskýň. Zborník referátov z odborného seminára, Dobšinská ľadová jaskyňa 21. – 22. 9. 1995. Liptovský Mikuláš*, 17–23.
- HALAŠ, J. (1980). Vplyv fyzikálnych veličín ovzdušia na genézu ľadových útvarov v Dobšinskej a Demänovskej ľadovej jaskyni. *Slovenský kras*, 18, 139–146.

- HALAŠ, J. (1985). Novšie poznatky z merania horninového plášťa. *Slovenský kras*, 23, 69–88.
- HALAŠ, J. (1989). Tepelná bilancia Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Slovenský kras*, 27, 57–71.
- JAKÁL, J. (1971). Morfológia a genéza Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Slovenský kras*, 9, 27–33.
- JANIA, J. (1997). *Glaciologia*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 359 s.
- LALKOVIČ, M. (1995). On the problems of the ice filling in the Dobšiná Ice Cave. *Acta carsologica*, 24, 313–322.
- LARIO GOMEZ, J. (1991). Características del karst en hielo del glacier Heim (Patagonia, Argentina). *Predicción del drenaje subglaciar*. In Eraso, A. (ed.): *Proceedings of the 1st International Symposium of Glacier Caves and Karst in Polar Regions*, Madrid, 1 – 5 October 1990. Madrid, 163–170.
- LAURITZEN, S. E. – LUNDBERG, J. (2000). Solutional and erosional morphology. In Klimchouk, A. B. – Ford, D. C. – Palmer, A. N. – Dreybrodt, W. (eds.): *Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, U. S. A., 408–426.
- MAVLYUDOV, B. R. (1991). The influence of air flows on glacier caves forming. In Eraso, A. (ed.): *Proceedings of the 1st International Symposium of Glacier Caves and Karst in Polar Regions*, Madrid, 1 – 5 October 1990. Madrid, 199–206.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1996a). Ľadová výplň v Dobšinskej ľadovej jaskyni. In Lalkovič, M. (ed.): *Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana*. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš 10. – 11. 10. 1995. Liptovský Mikuláš, 49–56.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (1996b). Výsledky najnovších výskumov v Dobšinskej ľadovej jaskyni. *Slovenský kras*, 34, 139–147.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2000). Litologické a štruktúrno-tektonické pomery sprístupnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie, Demänovská Dolina 16. – 19. 11. 1999. Liptovský Mikuláš, 59–65.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. (2002). Nové poznatky o kvapľových častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (ed.): *Výskum, využívanie a ochrana jaskýň*. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie, Stará Lesná 14. – 16. 11. 2001. Liptovský Mikuláš, 36–49.
- PETROVIČ, Š. – ŠOLTÍS, J. (1971). Stručná mikroklimatická charakteristika Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Slovenský kras*, 9, 41–47.
- PULINA, M. (1982). Karst-related phenomena at the Bertil Glacier, West Spitsbergen. *Kras i speleologia*, 4 (XIII), 67–82.
- PULINA, M. – ŘEHÁK, J. (1991). Glacial caves in Spitsbergen. In Eraso, A. (ed.): *Proceedings of the 1st International Symposium of Glacier Caves and Karst in Polar Regions*, Madrid, 1 – 5 October 1990. Madrid, 93–117.
- RAYMOND, C. F. – HARRISON, W. D. (1975). Some observations on the behaviour of the liquid and gas phases in temperate glacier ice. *Journal of Glaciology*, 12, 19–44.
- SCHROEDER, J. (1991). Les cavités du Hansbreen creusées par les eaux de fonte. Svalbard, 77° Lat. N. In Eraso, A. (ed.): *Proceedings of the 1st International Symposium of Glacier Caves and Karst in Polar Regions*, Madrid, 1 – 5 October 1990. Madrid, 21–33.
- TULIS, J. (1997). Pohyb ľadu v Dobšinskej ľadovej jaskyni. *Aragonit*, 2, 6–7.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (1989). Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. *Osveta*, Martin, 464 s.
- TULIS, J. – NOVOTNÝ, L. (1995). Čiastková správa o morfológiických parametroch v základných častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (ed.): *Ochrana ľadových jaskýň*. Zborník referátov z odborného seminára, Dobšinská Ľadová Jaskyňa 21. – 22. 9. 1995. Liptovský Mikuláš, 25–28.
- ZELINKA, J. (1996). Rekonštrukcia vstupných častí Dobšinskej ľadovej jaskyne. *Aragonit*, 1, 15–16.

SUMMARY

The Dobšiná Ice Cave (Slovak Paradise National Park, Spiš-Gemer Karst) belongs among the most important ice caves in the world. The altitude of its entrance is 969 m a. s. l. Its ice parts are 920 – 950 m a. s. l., and below alpine zone. The ice fill in the cave occurs in several forms: floor ice, icefalls, ice stalagmites and columns. The surface of ice fill is 9,772 m²; its volume is 110,132 m³. The maximal thickness of floor ice is 26.5 m. From 2000, the Dobšiná Ice Cave is included in the World Heritage (in the framework of the extension of the Slovak-Hungarian site Caves of Slovak and Aggtelek Karst).

Several glacial ablation forms in the cave are formed in consequence to atmospheric water seepage from a melting snow and rainfalls, air circulation and convection, also development of the cave for tourism. Term ablation refers to all processes that caused the decrease of ice mass (J. Jania, 1997). Supraglacial ablation forms present physical forms (ablation eguttation pits and more-pits depressions, ablation pinnacle karren, ablation kamenitsas, ablation eguttation potholes, ablation eguttation well-like depression, ablation rinnenkarren, ablation outflow channels from eguttation depression forms, sublimation large scallops on ice walls, melting depressions near electric reflectors) and mechanic forms (artificial notches of tourist path in the floor ice, artificial outflow channels). Similarly, intraglacial ablation forms consist from physical forms (sublimation large scallops and flutes on ice walls of artificial tunnels in the ice mass, melting ceiling cupola above the electric reflector in the artificial small hall in the ice mass) and mechanic forms (artificial tunnels in the ice mass). Intraglacial and subglacial ablation phenomena formed by running water are not known in the cave.