

## MORFOMETRICKÁ ANALÝZA ZÁVRTOV NA PRÍKLADE JASOVskej PLANINY (SLOVENSKÝ KRAS)

ALENA PETRVALSKÁ\*

**Alena Petrvalská: Morphometric analysis of dolines on Jasovská plateau example (Slovak karst). *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 10, 2010, 1, 13 figs., 4 tabs., 17 refs.**

Morphometric study of dolines enables quantitative analyses of karst environment. Measuring of morphometric parameters in karst area is possible through field survey, study of aerial photos and topographical maps. This work is time and economy consuming. Also mathematical-statistical treatment of the consequent data is difficult.

Geometrical attributes of dolines are numerous. Some of them speak about whole karst area, some only about dolines. Our field mapping was from 2005 – 2009 and we found 58 dolines. By all this dolines we measured and counted all possible parameters. The main goal of this paper is to present possibility of morphometry and data assimilation by study of origin and age of dolines and karst area. Many of these parameters can help us with explanation of genesis of dolines. Elongation ratios can show us direction of fractures and breaks. Asymmetry of dolines and slopes depends on microclimatic conditions (temperatures, radiation, rainfall).

**Key words:** karst geomorphology, doline, morphometry, measurable parameters, countable parameters, Slovak karst

### ÚVOD

Morfometrická analýza závrtovej oblasti umožňuje kvantitatívnu analýzu parametrov a priestorové rozmiestnenie závrtovej oblasti na krasovom povrchu. Pre uskutočnenie morfometrickej analýzy by mali byť splnené tri základné stanovené podmienky, a to dostatočný počet meraných závrtovej oblasti, rôznorodosť tvaru a rovnaké geologické podmienky (pokiaľ ide o sledovanie vplyvu geologických podmienok na vznik a vývoj závrtovej oblasti). Výsledky nám umožňujú dané formy nielen porovnávať, ale môžu priniesť aj neočakávané výsledky, ktoré vedú k vysloveniu nových hypotéz o vzniku a vývoji závrtovej oblasti v danom území. Pri analyzovaní nameraných výsledkov však treba pamätať aj na geologické, geomorfologické, klimatické, pedogeografické a vegetačné pomery skúmaného územia.

Uvedenej problematike sa vo svete venovali viacerí autori. Ako prvý na morfometrii pracoval už v 19. storočí CVIJIČ (1893), ktorý začal pri mapovaní závrtovej oblasti sledovať dva základné parametre – priemer a hĺbku. V 20. storočí sa morfometrické parametre začali sledovať v rôznych krasových oblastiach sveta rôznymi autormi ako SÉGRE (1948), WILLIAMS (1972), JENNINGS (1975) a ďalší. DAY (1983) na Barbadose meral v rámci pravidelnej štvorcovej siete vytýčenej v mape špecifické body, sklon svahov, hustotu závrtovej oblasti a iné. ŠUŠTERŠIČ (1984) sa pokúsil o detailné zameranie závrtovej oblasti, kde pomocou teodolitu zamerával až 72 bodov. BARANY-KEVEI a MEZOSI

(1991) merali parametre 80 závrtovej oblasti v podmienkach krasu Aggteleku. Pri výskume sledovali koreláciu parametrov s tektonickými líniami, expozíciou, mikroklimatickými podmienkami a asymetriou. BONDESAN et al. (1992) stanovili 65 parametrov merateľných pri závrtovej oblasti.

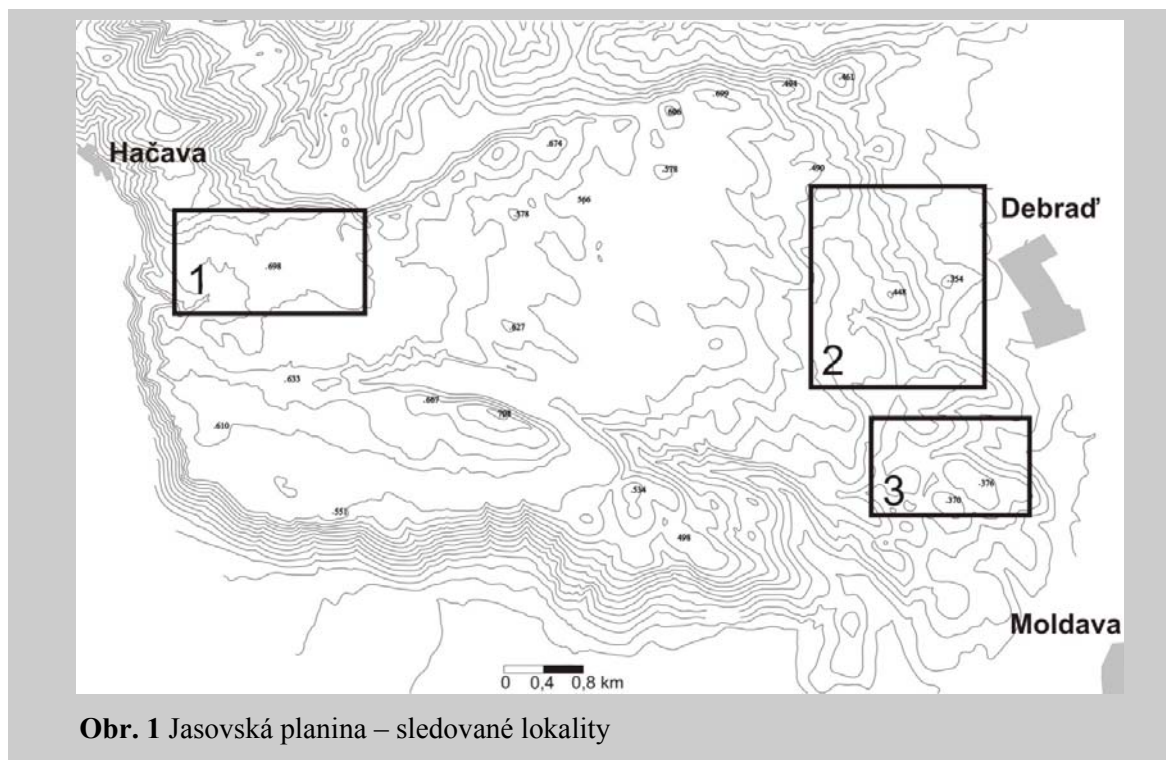
Na Slovensku, konkrétne v podmienkach Slovenského krasu, sa čiastkovej morfometrii venoval HOCHMUTH (2002 a 2004), ktorý sledoval hustotu závrtovej oblasti a porovnával stupeň skrasovatenia na jednotlivých planinách. TULIS a NOVOTNÝ (2005) sledovali priemer, hĺbku, pôdorysný tvar, morfologický a genetický typ, geologický podklad a charakter dna závrtovej oblasti na planinách Slovenského krasu. LABUNOVÁ (2007) sa venovala charakteristike priemeru a hĺbky závrtovej oblasti južnej časti Jasovskej planiny v Slovenskom krase.

Cieľom tohto príspevku je uviesť možnosti morfometrickej analýzy v podmienkach Slovenského krasu a interpretovať čiastočné výsledky nameraných morfometrických charakteristík Jasovskej planiny s možnosťami ďalšieho porovnania iných krasových území či už na Slovensku alebo v zahraničí s týmto územím (pomocou morfometrie závrtovej oblasti).

### LOKALITY VÝSKUMU NA JASOVskej PLANINE

Planiny Slovenského krasu možno z hľadiska intenzity povrchového skrasovatenia rozdeliť do dvoch skupín. Do prvej s väčším počtom

\* Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovak Republic, e-mail: alena.petrvalska@upjs.sk



Obr. 1 Jasovská planina – sledované lokality

povrchových aj podzemných krasových javov možno zaradiť planinu Koniar, Dolný vrch, Silickú planinu a Plešiveckú planinu. Do druhej skupiny možno zaradiť planinu Horný vrch, Zádielskú a Jasovskú planinu. Tieto planiny majú hustotu krasových javov oveľa menšiu (HOCHMUTH 2004). Závrtý sme študovali na troch lokalitách Jasovskej planiny (obr. 1 a 2).

Jasovská planina je budovaná prevažne westersteinskými vápencami (rovnako všetky tri študované lokality). Nadmorská výška klesá zo severného okraja planiny smerom na východ a juhovýchod k Debradi a Moldave nad Bodvou.

Lokalita 1 sa nachádza v západnej časti planiny nad obcou Hačava (oblasť Železná brána, Spodné lúky). Územie je prevažne rovinaté, vo svojej severnej časti tvorené svahom, ktorý stúpa k sedlu Železná brána. Rozpätie nadmorských výšok sa pohybuje medzi 650 a 750 m n. m. Z hľadiska vegetácie je prevažne odlesnené, pokryté je lúkami a krovinami. Bolo tu zameraných 11 závrvtov, na celkovej rozlohe lokality 1,9 km<sup>2</sup>.

Vo východnej časti nad obcou Debrad' je lokalita 2 s 38 závrvtmi a celkovou rozlohou 3,7 km<sup>2</sup>. Lokalita je v miernom svahu, územie je úplne zalesnené. Východná hranica tejto lokality sa viac-menej kryje s hranicou Jasovskej planiny, stupeň v okolí Debrade je považovaný za Medzevskú pahorkatinu.

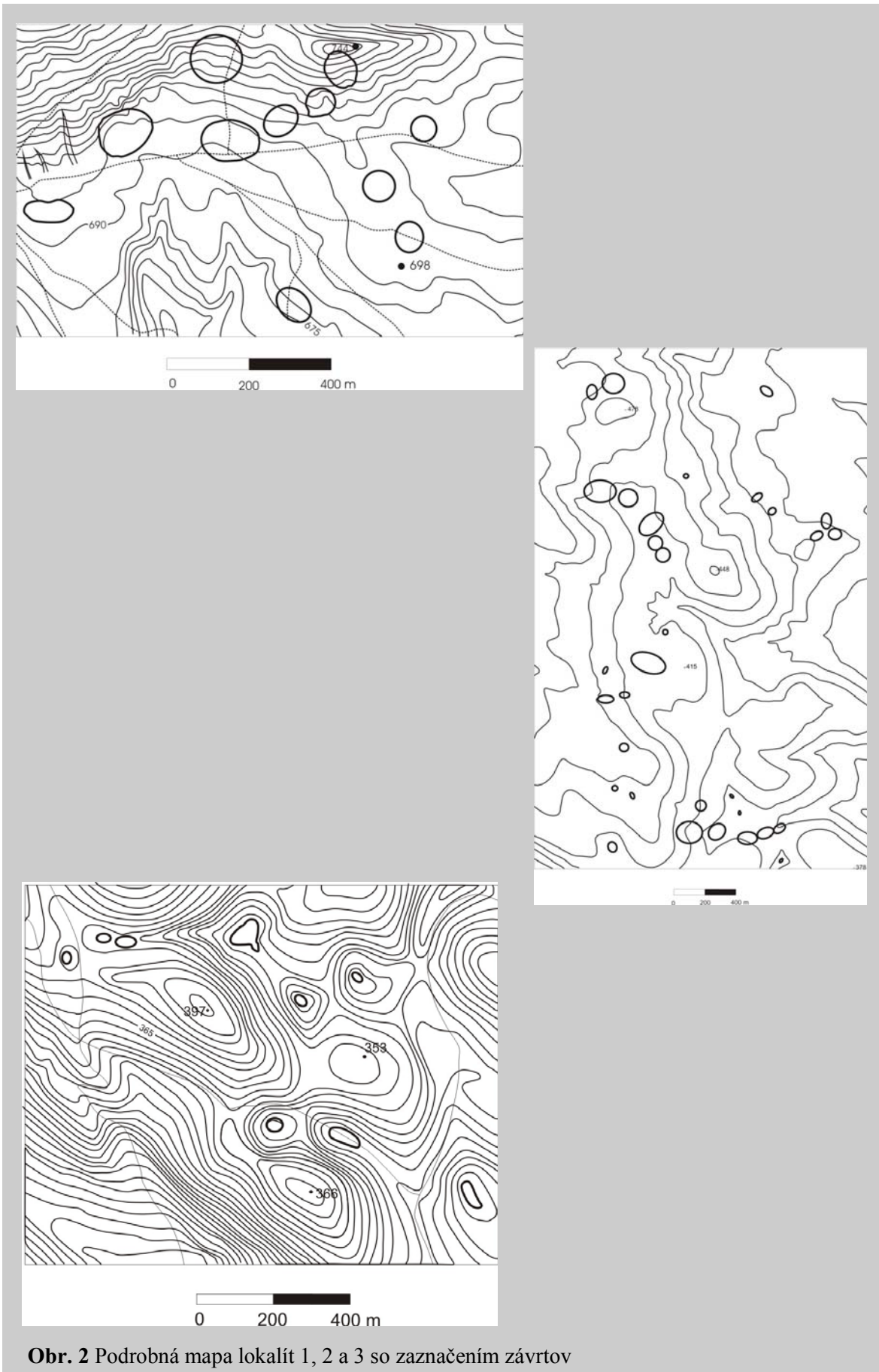
Nad Moldavou nad Bodvou je lokalizovaných 9 závrvtov na rozlohe 0,8 km<sup>2</sup> (lokalita 3). Úplne zalesnené územie je prevažne svahovité, nadmorská výška sa pohybuje od 270 do 450 metrov. Celková rozloha všetkých 3 lokalít je 6,4 km<sup>2</sup> s hustotou závrvtov 9 na km<sup>2</sup>.

58 morfometricky spracovaných závrvtov možno podľa veľkosti zaradiť do dvoch veľkostných kategórií (tab. 1). Prvá kategória zahŕňa závrvt maximálne do 11 m priemeru, druhá stredné a veľké závrvt 29 m a viac. Pri každej veľkostnej kategórii bol sledovaný aj tvar pôdorysu.

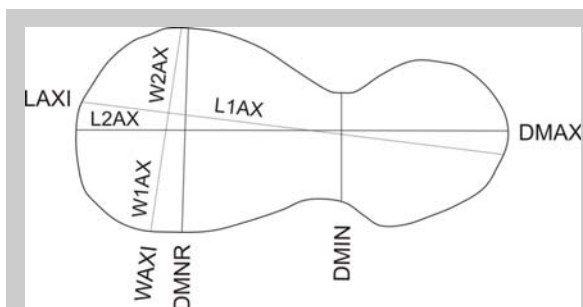
Malé závrvt sú špecifické v každom parametri. Sú menšie priemerom, hĺbkou, väčšina má okrúhly pôdorys, aj body obvodu sú v rovnakej nadmorskej výške. Niektoré parametre sa

Kategória (podľa priemeru)	Pôdorys	Počet	Spolu
Malé závrvt do 11 m	okrúhly	15	25
	nepravidelný	10	
Stredné a veľké závrvt (29 – 184 m)	okrúhly	2	33
	oválny	29	
	nepravidelný	2	

Tab. 1 Veľkostné kategórie sledovaných závrvtov



**Obr. 2** Podrobná mapa lokalít 1, 2 a 3 so zaznačením závrto



**Obr. 3** Merateľné lineárne morfometrické parametre závrto (podľa BONDESANA et al. 1992)

však u nich nedajú merať, kvôli rovnakej dĺžke viacerých osí (napr. azimuty vektorov najdlhších osí).

### POUŽITÁ METODIKA

V prebiehajúcom výskume využívame metodiku navrhnutú BONDESAN et al. (1992), v ktorej bolo stanovených 65 parametrov. Väčšina z nich je použiteľná aj pre našu prácu, niektoré z nich sú však málo využívané kvôli ťažkostiam ich merania v teréne, ale aj kvôli ťažkej interpretácii nameraných údajov a počítateľných indexov. Okrem tejto „geometrickej“ charakteristiky závrto je možné použiť aj metodiku podľa CASTIGLIONI (1991), ktorá sleduje nielen vybrané výškové a ošové parametre, ale aj charakter dna a svahov, geologické, geomorfologické, hydrologické a pedologické jednotky, prírodnú vegetáciu a fyto-geografický charakter oblasti. Keďže tieto vlastnosti sú v sledovanom území veľmi podobné (podkladom sú wettersteinské vápence, územia sú prevažne zalesnené, prevládajú tu rovnaké pôdne typy a druhy), naša práca využíva prevažne prvú spomenutú metodiku.

Parametre možno rozdeliť do troch hlavných kategórií (BONDESAN et al. 1992), a to sú:

- merateľné parametre
- počítateľné parametre
- parametre krasovej oblasti

Obe tieto kategórie v ďalšej úrovni zahŕňajú parametre rôzneho charakteru, napr. lineárne, plošné, výškové, uhlové atď.

Merateľné morfometrické parametre sa dajú okrem terénneho mapovania spracovávať aj pomocou topografických máp alebo leteckých snímok. Keďže Jasovská planina sa vyznačuje vysokou lesnatosťou územia, analýza ortofotomáp nie je možná. Terénne mapovanie je časovo a ekonomicky náročné, zároveň je potrebné aj materiálne a prístrojové vybavenie. Pre prá-

cu sú využiteľné meracie pásma, laserový diaľkomer, sklonomer, kompas aj výškomer. Pre presné zameranie bodov sa dá využiť aj teodolit. S napredovaním techniky a prístrojov je v praxi využiteľné aj GPS (závisí od presnosti merania).

Na analýzu topografických máp sú najvhodnejšie mapy mierky 1:10 000 s intervalom vrstevníc nie väčším ako 10 m. Z máp sa dajú analyzovať najhlbšie body dna, označené kótou, ak nie sú označené, dajú sa odhadnúť od najnižšej vrstevnice. Zároveň sa dá určiť aj približný sklon a obvod závrto.

Pri našej práci sme vychádzali z mapových podkladov v mierke 1:5 000 a 1:10 000. V týchto mapách je zaznačených niekoľko závrto, my sme sa však zamerali na tie doposiaľ nezmapované. Pre meranie priemeru menších závrto, resp. niektorých osobitostí, sú najvhodnejšie meracie pásma s dĺžkou 50 m, tie dlhšie kvôli váhe svojej konštrukcie nie sú využiteľné na presun v teréne. Pri určovaní merateľných parametrov najčastejšie využívame laserový diaľkomer so sklonomerom značky Leica Disto D3 s presnosťou merania  $\pm 1$  mm a schopnosťou merania do vzdialenosti 100 m. V neprístupnom teréne, s vysokou hustotou kmeňov stromov na meranie sklonitosti svahov využívame optický sklonomer značky Suunto so stupnicou v stupňoch aj percentách a optickým meraním výšok v metroch. Presnosť merania je  $0,1^\circ$ . Pre orientáciu v teréne využívame GPS značky eTrex Vista HCx s barometrickým výškomerom, presnosť merania závisí od povahy terénu a vegetácie. Z údajov nameraných parametrov boli vypracované grafy a tabuľky.

Počítateľné parametre možno vypočítať z nameraných charakteristík, zároveň môžeme pomocou niekoľkých parametrov opísať aj krasovú oblasť, v ktorej závrto meriame.

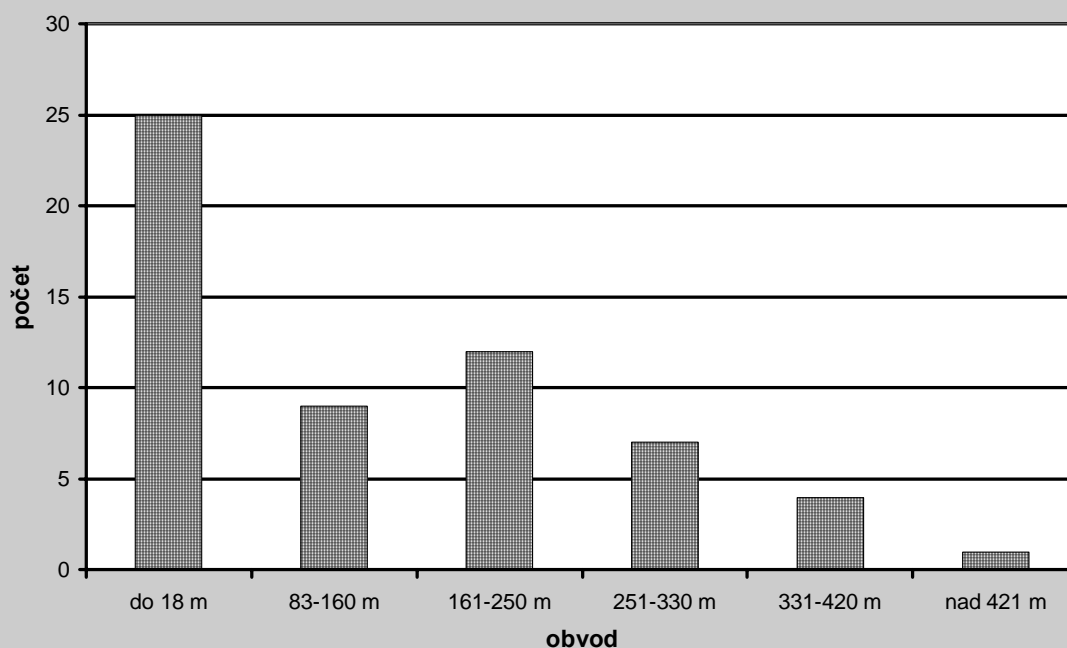
### VÝSLEDKY TERÉNNEHO VÝSKUMU

#### MERATELNÉ PARAMETRE

##### a) Lineárne (obr. 3)

##### i) Dĺžka obvodu závrto (perimeter length – PLEN)

Meraných 58 závrto bolo rozdelených podľa dĺžky obvodu do 6 kategórií, kde v prvej sa nachádza 25 iniciálnych závrto, ktoré majú obvod do 18 m. Najväčší závrto sa nachádza v oblasti Vápenného vrchu nad obcou Debrad' a dosahuje dĺžku obvodu 504 m. Meranie tohto parametra (obr. 4) u väčších závrto je problematické, nielen kvôli rozľahlosti ale aj kvôli slabšej viditeľnosti hrany závrto (pri plytších formách).



Obr. 4 Dĺžka obvodu závrty (PLEN)

ii) *Maximálny priemer (maximum diameter – DMAX)*

Pri tomto parametri (obr. 5) je znova viditeľná samostatná kategória s max. priemerom 11 m, najmenší iniciálny závrť má priemer 5 m, najväčší závrť z druhej kategórie dosahuje priemeru 184 m.

iii) *Menší priemer (minor diameter – DMNR)*

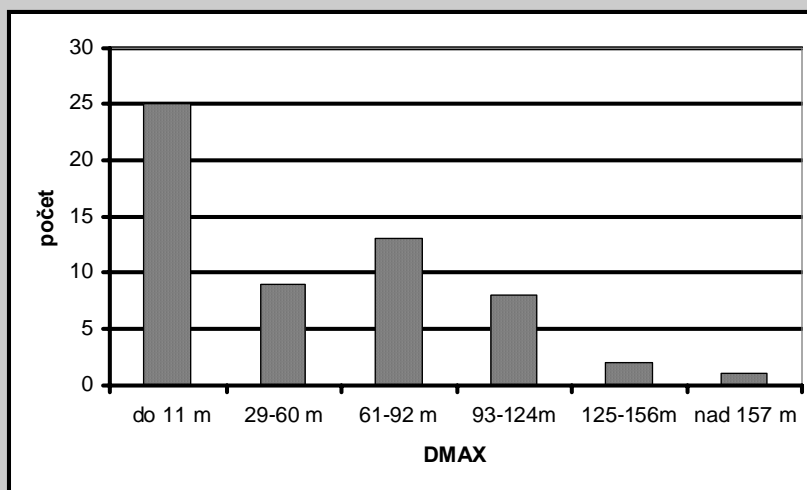
Je to maximálny priemer, kolmý na DMAX, pri pravidelných závrtoch s kruhovým pôdorysom sa DMAX rovná DMNR.

Pri tomto parametri (obr. 6) je znova najpočetnejšia prvá kategória, s najmenšími závrťmi. Z celkového počtu závrtoch je 14 malých závrtoch kruhového pôdorysu, jeden veľký o pri-

mere 66 m. Ostatné závrty sú elipsovité až nepravidelné. Maximálna dĺžka DMNR je 132 m.

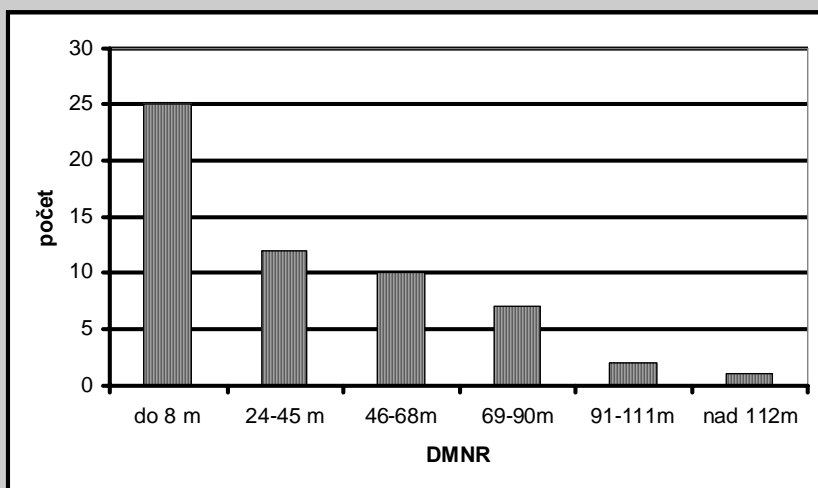
iv) *Minimálny priemer (minimum diameter – DMIN) – má význam len pre nepravidelné závrty, uvádza sa ako minimálny priemer kolmý na DMAX*

Z obr. 7 je zrejmé, že iba 10 závrtoch má nepravidelný pôdorys a z tohto počtu až 8 je malých rozmerov, teda priemeru (DMAX) do 11 m. Iba 2 závrty možno zaradiť k rozmerom veľkým, závrť č. 10 je zároveň najväčším nameraným závrťom. Je zaujímavé sledovať, že os DMIN nie je omnoho kratšia ako os DMNR, u veľkých závrtoch je to do jednej desatiny dĺžky, u malých je kratšia takmer o polovicu.



Obr. 5 Maximálny priemer závrty (DMAX)





**Obr. 6** Menší priemer závrtu (DMNR)

v) *Dĺžková os (length axis – LAXI) – najdlhšia os prechádzajúca najnižším miestom závrtu, najnižší bod rozdeľuje túto os na dlhšiu L1AX a kratšiu L2AX.*

Na **obr. 8** je možné pozorovať excentricitu najnižšieho bodu na dne závrtu. V prípade, keď sa L1AX a L2AX rozchádzajú, bod je umiestnený excentricky. V sledovaných lokalitách, len asi štvrtina závrtov má najnižší bod umiestnený v strede alebo približne v strede, vo všetkých ostatných prípadoch sú excentrické. V ôsmych prípadoch je najnižší bod lokalizovaný iba niekoľko metrov od niektorého zo svahov závrtu.

Vo viac ako polovici závrtov sa DMAX = LAXI, to znamená, že najdlhšia os závrtu prechádza najnižším bodom závrtu.

vi) *Šírková os (width axis – WAXI) – os, ktorá je kolmá na LAXI v najnižšom bode závrtu a takisto je rozdelená na dlhšiu W1AX a kratšiu W2AX (**obr. 9**)*

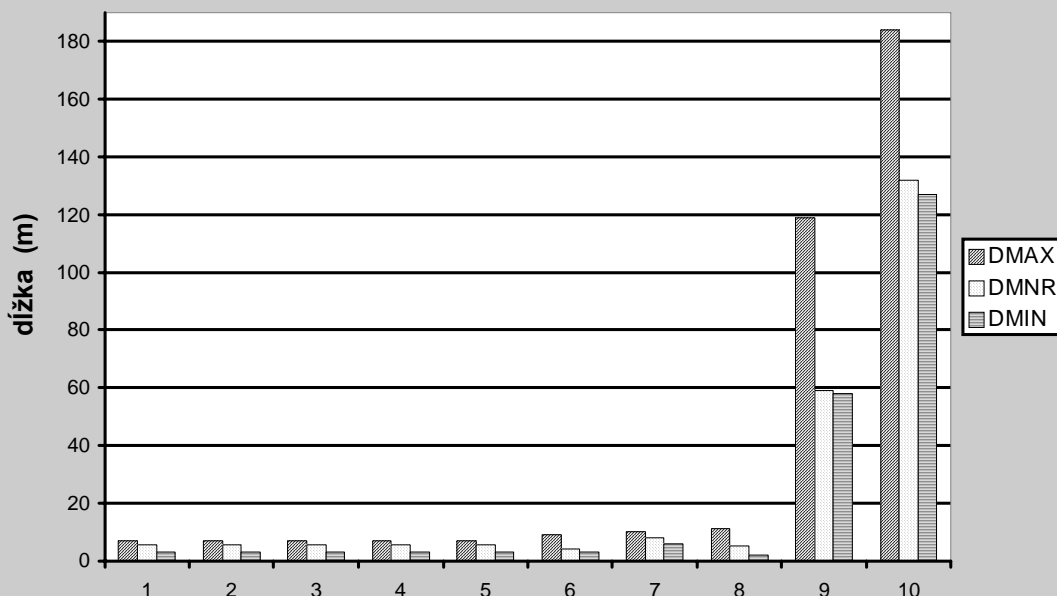
Takisto nám hovorí o excentricite bodu, avšak v priečnom reze.

vii) *Maximálna šírka (maximum width – WMAX) – je najdlhšia os kolmá na LAXI v akomkoľvek bode*

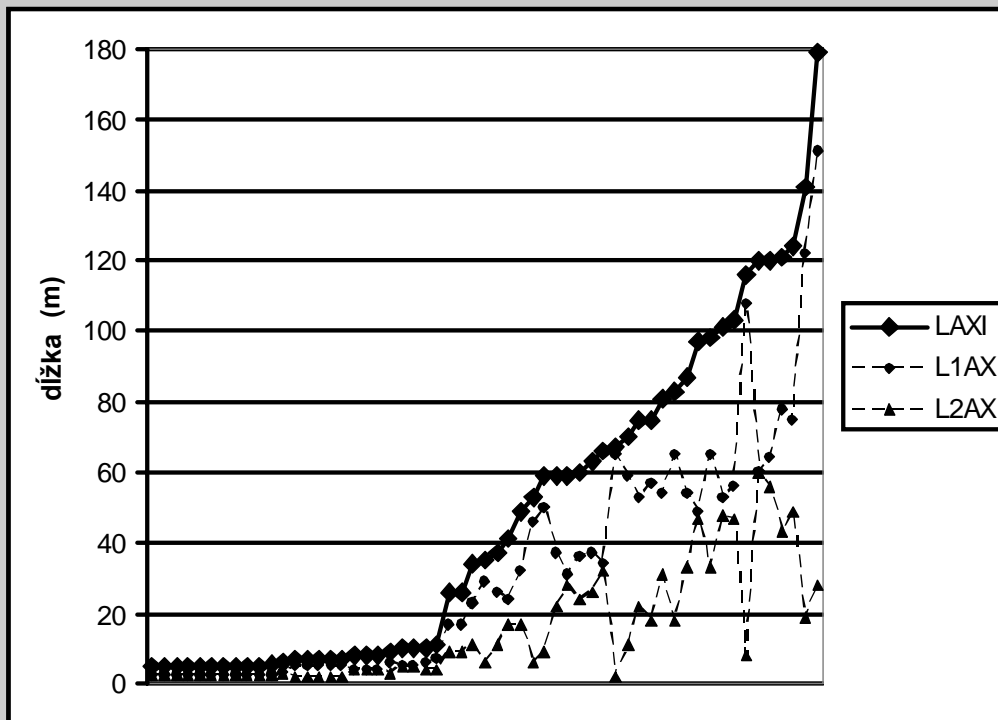
U 36 meraných závrtov v sledovanom území je rovnako dlhá ako WAXI, pri ostatných je rozdiel minimálny (**obr. 10**).

#### b) Plošné

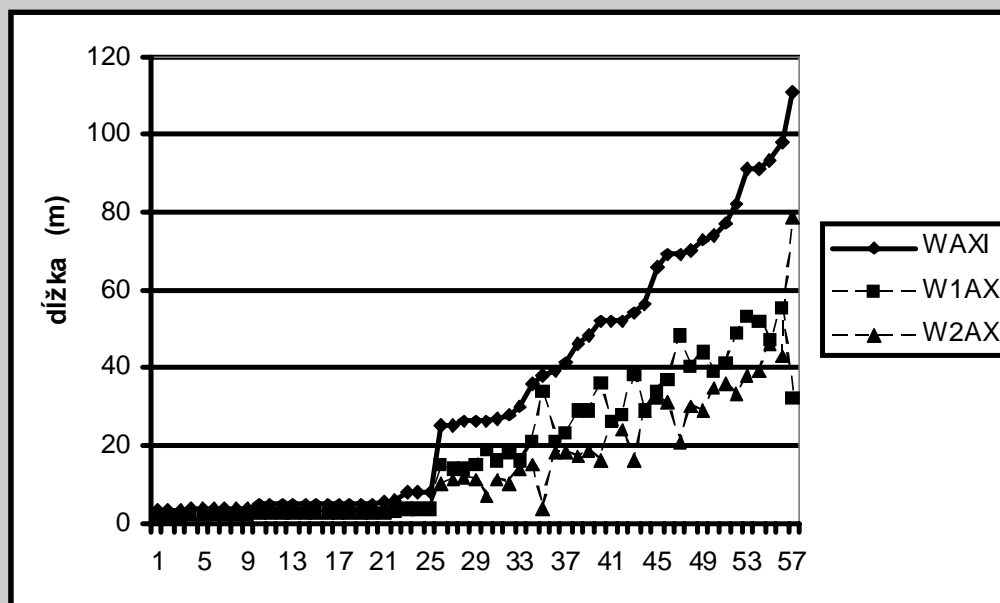
i) *Plocha (area – ADOL) – plocha povrchu ohraničená obvodom*



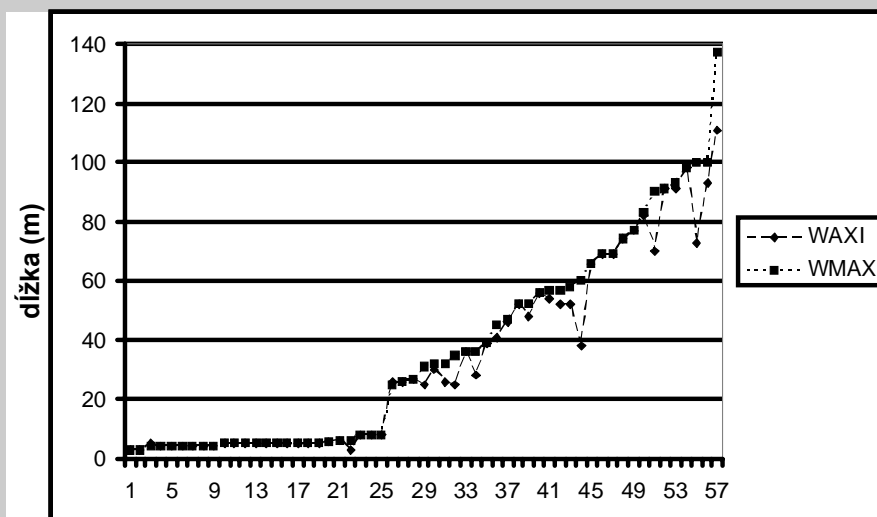
**Obr. 7** Závrtý s nepravidelným pôdorysom, porovnanie DMAX, DMIN a DMNR



**Obr. 8** Excentricita najnižšieho bodu závrty na pozdĺžnej osi (vzťah LAXI, L1AX a L2AX)



**Obr. 9** Excentricita najnižšieho bodu závrty na priečnej osi (vzťah WAXI, W1AX, W2AX)



Obr. 10 Porovnanie WAXI a WMAX

Plocha závrtovej je priamo úmerná dĺžke obvodu závrtovej a dĺžke najdlhších osí závrtovej.

Z obr. 11 je zrejmé, že v sledovaných lokalitách sa vyskytujú hlavne závrty s menšou plochou (do 3000 m<sup>2</sup>), 25 spomínaných iníciaľných závrtovej má plochu len do 20 m<sup>2</sup>.

ii) Plocha povodia závrtovej (area of internal runoff – ARUN)

Parameter zahŕňa plochu ADOL spolu s príslušnými územia, ktoré tvoria spolu povodie závrtovej.

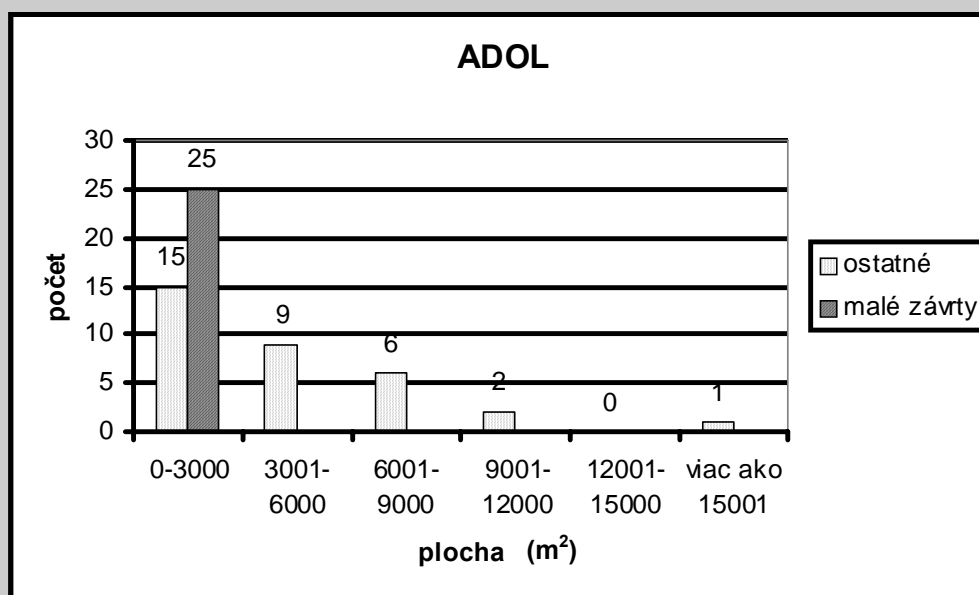
c) Uhlové parametre (obr. 12)

i) Smer maximálneho priemeru (maximum diameter direction – DDIR) – azimut uhla osi DMAX k severu (0 – 180°)

Pre lepšiu názornosť, do obr. 13 boli zvolené len tie závrty, ktoré nie sú pravidelného kruhovitého pôdorysu (42). U malých závrtovej s pravidelným kruhovým pôdorysom nie je možné určiť hlavnú os, a teda ani jej smer. Možno konštatovať, že 29 závrtovej z kategórie stredných až veľkých má hlavnú os orientovanú v smere od 90 – 180°, iba 13 v smere od 0 – 90°.

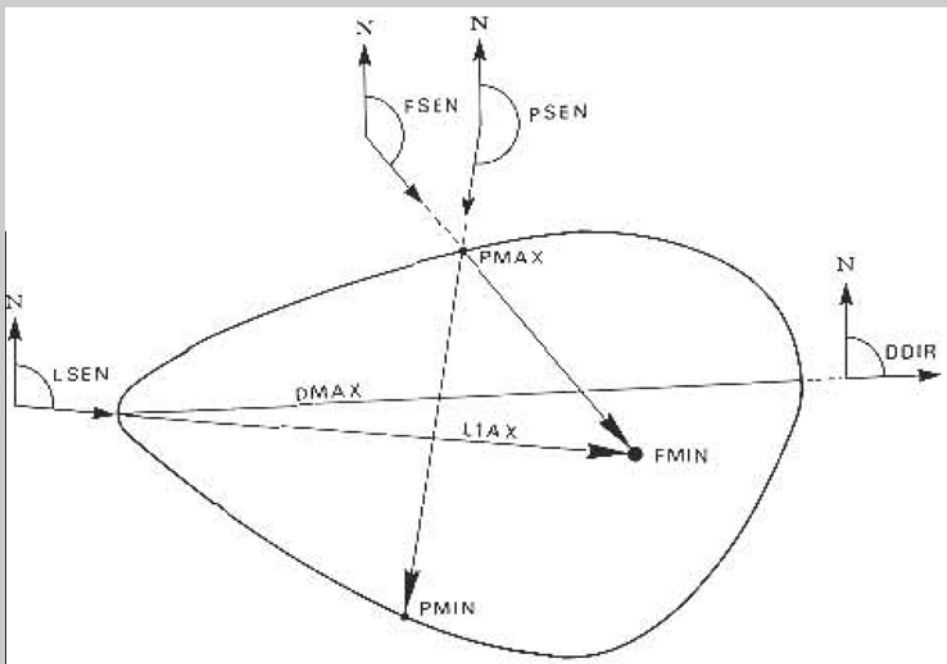
ii) Smer dna (bottom sense – FSEN)

Je to azimut vektora, spájajúci najvyšší bod obvodu a najnižší bod na dne (0 – 360°). Tento parameter nie je merateľný pri každom závrtovej, ak je nadmorská výška bodov obvodu rovnaká, parameter nemá význam. Rovnaká situácia nastáva pri nasledujúcich dvoch parametroch.

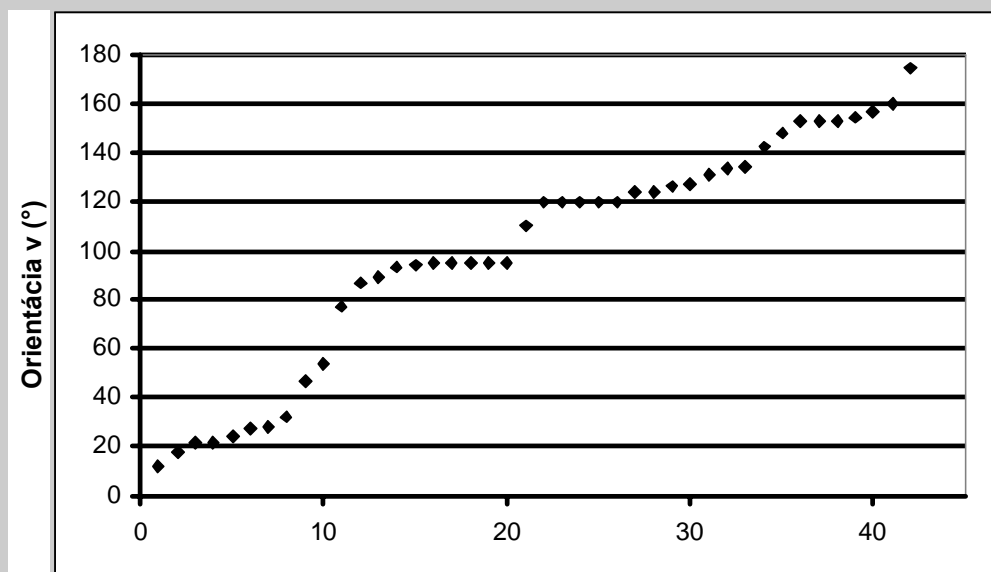


Obr. 11 Plocha závrtovej (ADOL)





Obr. 12 Merateľné uhlové parametre (BONDESAN et al. 1992)



Obr. 13 Orientácia osi DMAX voči severu

Lokalita	P <sub>MAX</sub> (m n. m.)	P <sub>MIN</sub> (m n. m.)	F <sub>MIN</sub> (m n. m.)	P <sub>DEN</sub> (m)
Hačava	682 – 727	681 – 724	678 – 725	1 – 11
Debraď	320 – 478	336 – 435	318 – 431	1 – 43
Moldava	344 – 376	337 – 374	321 – 369	1 – 7

**Tab. 2** Výškové parametre

iii) *Smer obvodu (sense of the perimeter – PSEN)*

Azimut vektora spájajúci najvyšší a najnižší bod na obvode závrtu (0 – 360°).

iv) *Smer dĺžkovej osi (length of axis – LSEN)*

Azimut centripetálneho vektora L1AX (0 – 360°).

#### d) *Výškové parametre*

Tieto parametre je najvhodnejšie charakterizovať podľa jednotlivých meraných lokalít vzhľadom na to, že oblasti sa nachádzajú v rôznej nadmorskej výške.

i) *Najvyšší bod obvodu závrtu (maximum altitude of the perimeter – P<sub>MAX</sub>)*

ii) *Najnižší bod obvodu závrtu (minimum altitude of the perimeter – P<sub>MIN</sub>)*

iii) *Najnižší bod dna závrtu (minimum altitude of doline bottom – F<sub>MIN</sub>)*

iv) *Ďalšie najnižšie body dna závrtu (secondary, tertiary... altitude of doline bottom F<sub>2AL</sub>, F<sub>3AL</sub>)*

v) *Rozdiel výšok obvodu (total difference in elevation of the perimeter – P<sub>DEN</sub>)*

Pri 26 závrtoch bolo možné zmerať P<sub>MIN</sub>, t.j. obvod závrtu (**tab. 2**) nie je v rovnakej nadmorskej výške. Z toho zároveň vyplýva parameter P<sub>DEN</sub> (rozdiel výšok obvodu), ktorého priemerná hodnota dosahuje 6,46 m. Na dne závrtu okrem najnižšieho bodu sledujeme aj ďalšie nepravidelnosti dna. Osem závrtov má na dne dva najnižšie body, štyri z nich majú tri najnižšie body a jeden závrt má dokonca štyri najnižšie body dna.

#### **POČÍTATELNÉ MORFOMETRICKÉ PARAMETRE**

K počítateľným parametrom zaraďujeme všetky parametre, ktoré vznikajú štatistickým a matematickým spracovaním merateľných parametrov. Môžeme tu zaradiť napr. ideálny priemer (DIDE), ktorým je priemer ideálneho kruhu s obvodom rovnajúcim sa obvodu závrtu. K uhlovým merateľným parametrom zaraďujeme vertikálne uhly osí závrtu a priemerné sklony svahov závrtu (L1AN, L2AN, W1AN, W2AN, SAVE).

Z hľadiska základnej klasifikácie závrtov majú najväčší význam výškové počítateľné pa-

rametre, hlavne maximálna hĺbka závrtu (H<sub>MAX</sub>), hĺbka závrtu (H<sub>DOL</sub>). Z hľadiska maximálne hĺbky (rozdiel medzi najvyšším bodom obvodu a dnom závrtu) sme závrtvy rozdelili do 5 kategórií (**tab. 3**). Až 83 % všetkých meraných závrtov spadá do jednej veľkostnej kategórie, do 10 m. Možno si to vysvetliť slabou vyvinutosťou závrtov, ale aj intenzitou hospodárskej činnosti na planine. Na lúčach, ktoré sa doteraz obhospodarujú vidieť umelé zavážanie týchto foriem.

Z indexov (bezrozmerných veličín) je významný index priemeru/hĺbky (D/H ratio), ktorý bol zavedený už CVIJIČOM v roku 1893.

Ak je daný index väčší ako 5, plytký závrt možno prirovnáť k podstave kužeľa, je tanierovitého tvaru s veľmi pozvoľnými svahmi. Ak je index od 2 – 5, závrt je polguľovitý (misovitý). Pri indexe od 1,5 – 2 má tvar obráteného kužeľa (lievikovitý) a ak menej ako 1,5, závrt je cylindrický (studňovitý). V uvedenom území sa podľa vyhodnotenia tohto indexu vyskytujú závrtvy uvedené nižšie v **tab. 4**, 67 % závrtov je „tanierovitého“ tvaru a 33 % misovitého. Ostatné kategórie sa v skúmanom území nevyskytujú.

#### **PARAMETRE KRASOVEJ OBLASTI**

Slúžia na jednoduché a zároveň komplexné charakterizovanie opisovaného územia. Je tu

Hĺbka (m)	počet	Percentuálny podiel
0 – 10	48	83 %
11 – 20	8	14 %
21 – 30	1	1,5 %
31 – 40	0	0 %
41 – 50	1	1,5 %

**Tab. 3** Maximálna hĺbka závrtov

Index	Tvar	Počet	% podiel
D/H>5	Tanierovitý	39	67
5>D/H>2	Misovitý	19	33
2>D/H>1,5	Lievikovitý	0	0
D/H<1,5	Studňovitý	0	0

**Tab. 4** D/H index

možné sledovať najvyššie položený bod územia (KMAX), najnižšie položený bod (KMIN), dĺžku územia (KLEN), plochu krasovej oblasti (KARE), počet závrto (DNUM), hustota závrto (DDEN) a ďalšie.

## ZHODNOTENIE

Vo vyššie uvedenej časti príspevku boli vymenované a charakterizované merateľné a počítateľné parametre závrto vychádzajúc z metodiky BONDESAN et al. (1992). K jednotlivým parametrom sú uvedené údaje namerané na Jasovskej planine na troch modelových územiach.

Všetky „lineárne“ parametre, napr. pozdĺžne a priečne osi (LAXI, WAXI) a priemery (DMAX, DMIN, DMNR) do určitej miery súvisia s geologickými, hydrogeologickými a inými fyzicko-geografickými vlastnosťami lokalít. Smer najdlhšej osi závrto (LAXI je častokrát totožná s WMAX) je v prevažnom množstve prípadov zhodný so smerom zlomov alebo puklín. Z obr. 2 (lokalita 1) je viditeľný smer najdlhšej osi závrto v rôznych smeroch (okrem závrto pravidelných), čo súhlasí so smerom SV – JZ, SZ – JV a V – Z (GAÁL 2008).

Asymetria závrto a ich svahov závisí skôr od ich expozície voči svetovým stranám, lokalizácie na svahoch a v podstatnej miere aj od mikroklimatických podmienok v závrto (množstvo radiácie, teplota, zrážky, vlhkosť). Mikroklima podľa BARÁNY-KEVEI (1987) vplýva na vlhkosť pôdy, mikrobiologické procesy, flóru, faunu, a tým na intenzitu korózie podložia a erózie pôdy. Závrty, ktoré sú pokryté nízkou vegetáciou, absorbujú najväčšie množstvo slnečného žiarenia, ktoré prechádza až do skalného podložia, a tým vplývajú na intenzitu korózných procesov (hlavne na puklinách). Sklon svahov je tiež markantne pozmenený vplyvom expozície a radiácie.

Ostatné počítateľné parametre viac-menej slúžia na porovnávanie závrto, resp. lokalít medzi sebou, v odlišnej nadmorskej výške, odlišných geologických podmienkach.

## ZÁVER

Základným cieľom tohto príspevku bolo priblížiť morfolometrické parametre merateľné na závrtoch s dôrazom na ich využiteľnosť pri terénnom mapovaní. Pomocou nich je možné závrty rozdeliť do skupín, ktoré je vhodné porovnávať nielen medzi sebou (napr. skupiny závrto jednotlivých lokalít, na rôznom geologickom podloží, závrty podobného tvaru, po-

dobnej veľkosti, v určitej nadmorskej výške atď.). Uvedené štatistické údaje sú využiteľné pri skúmaní vzniku a vývoja Slovenského krasu, ale hlavne jednotlivých planín v rámci územia. V súčasnosti sú pre iné planiny spracované podobné údaje veľmi málo, a preto porovnávanie medzi nimi je možné len v priemere a hĺbke závrto. Je potrebná podrobnejšia analýza vyššie uvedených výsledkov a ich dôsledné porovnanie s údajmi z iných planín resp. oblastí. V budúcnosti plánujeme morfolometricky spracovať aj ďalšie planiny Slovenského krasu, prípadne lokality s rozdielnym geologickým podloží.

## POĎAKOVANIE

*Príspevok bol vypracovaný s podporou projektu VEGA č. 1/0161/09 „Morfológia a genéza predkvartérnych jaskynných systémov v Západných Karpatoch“.*

## LITERATÚRA

- BARÁNY – KEVEI, I. (1987). Tendencias to change in the compositions of the karstic soil and vegetation in dolines Bükk. *Endins (Palma de Mallorca)*, 13, 87 – 92.
- BARÁNY – KEVEI, I., MEZOSI, G. (1991). Further morphometrical data from some important Hungarian karst areas. *Proceedings of the Int. Conf. on Environ. Changes in Karst Areas-IGU-UIS*. Quaderni del Dipartimento di Geografia, 13, Università di Padova, 137 – 142.
- BONDESAN, A., MENEGHEL, M., SAURO, U. (1992). Morfometric analysis of dolines. *International Journal of Speleology*, 21, 1/4, 1 – 55.
- CASTIGLIONI, B. (1991). Some morphometric and environmental aspects of dolines in Berici Hills (Vincenza, Italy). *Proceed. of the Int. Conf. on Environ. Changes in Karst Areas-IGU-UIS*. Quaderni del Dipartimento di Geografia, 13, Università di Padova, 143 – 155.
- CVIJIĆ, J. (1893). Der Karstphänomen. *Geographische Abhandlungen*, 5, 219 – 329.
- DAY, M.J. (1983). Doline morphology and development in Barbados. *Annals of Association of American Geographers*, 73, 2, 206 – 219.
- GAÁL, E. (2008). *Geodynamika a vývoj jaskýň Slovenského krasu*. Speleologia Slovaca, 1, ŠOP SR, SŠJ, Liptovský Mikuláš – Knížné centrum, Žilina, 168 s.

- HOCHMUTH, Z. (2002). Poznámky k vývoju východnej časti Slovenského krasu. In Kirchner, K., Roštínský, P., eds. *Geomorfologický sborník*, 1, Masarykova Universita, Brno, 43 – 49.
- HOCHMUTH, Z. (2004). Rozdiely v intenzite povrchového skrasovatenia na jednotlivých planinách Slovenského krasu. *Geomorphologia Slovaca*, 4, 2, 30 – 35.
- JENNINGS, J. N. (1975). Doline morphometry as a morphogenetic tool: New Zealand examples. *New Zealand Geographer*, 31, 6 – 28.
- LABUNOVÁ, A. (2007). Závrtý v južnej časti Jasovskej planiny. *Geographia Cassoviensis*, I., 113 – 116.
- LABUNOVÁ, A. (2008a). Poznámky ku geomorfológii Jasovskej planiny. *Mladí vedci 2008 - vedecké práce doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov*, UKF, Nitra, 457 – 463.
- LABUNOVÁ, A. (2008b). Čiastkové výsledky morfometrie závrto na Jasovskej planine (Slovenský kras). *Geographia Cassoviensis* II., 98 – 101.
- NOVOTNÝ, L., TULIS, J. (2005). *Kras Slovenského raja*. SSJ a SSS, Liptovský Mikuláš, 184 s.
- SEGRE, A. G. (1948). *I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio*. Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia dell'Università di Roma, 7, 236 s.
- ŠUŠTERŠIČ, F. (1984). A method of doline morphometry and computer processing. *Acta Carsologica*, 13, 79 – 98.
- WILLIAMS, P. W. (1972). Morphometric Analysis of Polygonal Karst in New Guinea. *Geological Society of America Bulletin*, 83, 3, 761 – 796.