

# SBORNÍK

## ČESKOSLOVENSKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI

ROČNÍK 1982 • ČÍSLO 4 • SVAZEK 87

TADEÁŠ CZUDEK

### MORFOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY SKLONOVĚ ASYMETRICKÝCH ÚDOLÍ VYBRANÝCH ZEMÍ SEVERNÍ MORAVY

T. Czudek: *Morphometrical characteristics of valley asymmetry in some North Moravian regions.* — Sborník ČSGS 87:4:237—250. — The authors deals with morphometrical data on asymmetric valleys in the eastern part of the Nížký Jeseník — Highland (357 asymmetric segments — 8 211 data), the northern part of the Moravian Gate (284 segments — 6 532 data), and in the hilly land of Hlučín (968 asymmetric segments of the valleys — 27 186 numerical data). Among others, the author shows the dependence between the index of asymmetry and the valley size. Correlation coefficients and those of regression lines have been established on Hewlett—Packard 9825A computer.

#### 1. Úvod

V posledních letech jsme prováděli morfometrické hodnocení sklonově asymetrických úseků údolí východní části Nížkého Jeseníku, severní části Moravské brány a Hlučínské pahorkatiny. V Nížkém Jeseníku jsme analyzovali 357 úseků údolí a získali 12 495 údajů, z toho 8 211 číselných hodnot, v severní části Moravské brány 284 úseků a 9 940 údajů, z toho 6 532 číselných hodnot a v oblasti Hlučínské pahorkatiny jsme morfometricky vyhodnotili 968 sklonově nesouměrných úseků údolí a získali tak 41 370 údajů, z toho 27 186 číselných hodnot. Ve všech případech jde o dostatečný soubor údajů, který byl statisticky zpracováván. Výpočty jsou velmi jednoduché, a přesto dávají dobrý obraz o charakteru sklonově asymetrických údolí ve výše uvedených geomorfologických jednotkách. Koefficienty korelace spolu s parametry regresních přímek byly stanoveny na počítači Hewlett—Packard 9825A.

Část výsledků morfometrické analýzy asymetrických úseků údolí byla již publikována v pracích autora (T. Czudek 1973, 1979, 1982), na které odkazujeme. Úkolem předkládané publikace je vzájemné srovnání dvou geologicky a geomorfologicky zcela odlišných území, a to východní části Nížkého Jeseníku na straně jedné, severní části Moravské brány a Hlučínské pahorkatiny na straně druhé. Zároveň jde o porovnání morfometrických charakteristik geologicky a geomorfologicky velmi blízkých oblastí severní části Moravské brány a Hlučínské pahorkatiny.

#### 2. Základní rysy reliéfu

• Základní rysy reliéfu východní části Nížkého Jeseníku tvoří plochý povrch na rozvodí vodních toků, různou měrou zahlobená údolí, kotliny (Oderská

a Fulnecká) a okrajové svahy na drobách a břidlicích převážně spodnokarbonského stáří. Údolí jsou v tomto území široce rozevřená s úvalovitým příčným profilem a hluboce zařezaná s příčným profilem ve tvaru více nebo méně rozevřeného písmene V nebo ve tvaru neckovitém. Jsou jednak terciérního, jednak kvartérního stáří. Základní rysy reliéfu východní části Nížkého Jeseníku vznikly v terciéru a v kvartéru jsou dále modelovány. Pleistocenní klimatická asymetrie se tedy často nakládá na starší tvary reliéfu, které se pochopitelně v pleistocénu vyvíjely dále a vznikaly také tvary nové.

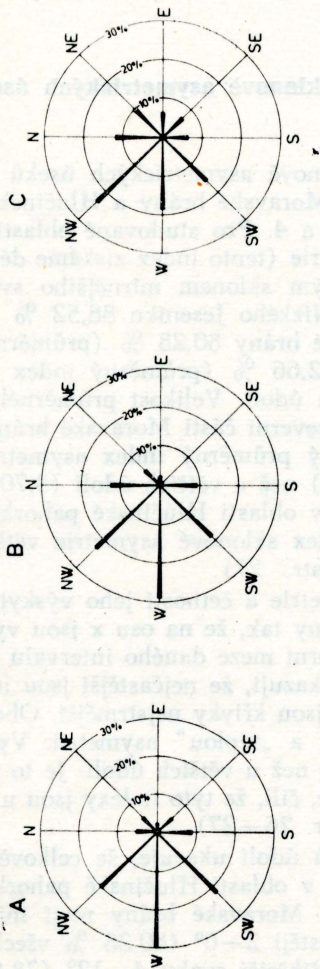
Reliéf severní části Moravské brány vznikl na málo odolných sedimentech kontinentálního zalednění v době po ústupu ledovce stadia Drenthe sálského glaciálu. Ve srovnání s Nízkým Jeseníkem je toto území značně nižší a méně členité. Údolí jsou úvalovitá a neckovitá. Asymetrie údolí začala ve většině případů vznikat zřejmě současně se zahlubováním údolí.

Reliéf Hlučínské pahorkatiny vznikl rovněž na sedimentech kontinentálního zalednění po ústupu ledovce stadia Drenthe sálského zalednění. Ve srovnání se severní částí Moravské brány je poněkud členitější, zejména ve středním pásmu hlučínské čelní náporové morény. Údolí jsou převážně úvalovitá a neckovitá. Vývoj asymetrie je obdobný jako v severní části Moravské brány. Reliéf Hlučínské pahorkatiny a severní části Moravské brány lze charakterizovat jako periglaciální.

### 3. Celková charakteristika sklonově asymetrických úseků údolí

O sklonové asymetrii mluvíme tehdy, kdy oba svahy mají zhruba stejnou výšku nad údolním dnem, avšak výrazně odlišný sklon. Ve východní části Nížkého Jeseníku je typická pro pramenné, široce rozevřené úseky údolí. Vyskytuje se však i v ostatních částech údolí, tj. na středních a dolních tocích hlubokých údolních zářezů. V severní části Moravské brány a na Hlučínské pahorkatině se sklonová asymetrie rovněž vyskytuje ve všech částech údolí. V námi studovaných oblastech začíná někdy téměř od samého začátku údolí při jeho zahloubení místy dokonce jen 2 m, častěji však od hloubky 3—4 m. Příkřejší a kratší svahy jsou exponovány převážně k západním směrům (obr. 1, tab. 1), a to i v nejhořejších úsecích údolí. V žádné ze studovaných oblastí nelze pozorovat změnu expozice příkřejšího svahu směrem po proudu tak, že by tento svah měl v nejhořejších a horních úsecích údolí „studenou“ expozici, na středním a dolním toku „teplou“ expozici. Také nelze pozorovat, že by malá údolí se vyznačovala „studenou“, větší údolí „teplou“ expozicí příkřejšího svahu. Příkřejší svahy mají výraznou hranu, která je odděluje od okolního reliéfu, a nejčastěji výrazné úpatí. Mírné svahy jsou vždy delší, mají méně zřetelnou, často až zcela nevýraznou horní hranu. Jejich přechod do údolního dna je pozvolný tam, kde dno není prohloubeno holocenní strží. Oba svahy jsou rýhovány četnými mělkými úpady. Dna sklonově asymetrických údolí jsou buď téměř po celý rok suchá nebo protékána stálým vodním tokem. Jeho poloha v údolním dně je různá. Jednou teče blíže k příkřejšímu, jinde mírnějšímu svahu nebo více méně uprostřed různě širokého údolního dna.

Četné kopané sondy, vrty a odkryvy ukázaly, že svahové sedimenty na obou údolních svazích mají odlišný vývoj a mocnost. Na mírných svazích jsou podstatně mocnější než na příkrých svazích. V Nízkém Jeseníku jsou na mírných svazích zpravidla deluviální hlíny s příměsí eolického materiálu, nebo místy sprašové hlíny a v jejich podloží sutě. Mocnost těchto sedimentů při úpatí mírných svahů většinou nepřesahuje 4—5 m. Místy se zejména na bázi vyskytují přemístěné fosilní zvětraliny. Na příkřejších údolních svazích zmíněné pokryvné hlíny



Obr. 1., tab. 1. Zastoupení sklonově asymetrických úseků údolí v % podle expozice příkřejšího svahu.  
 A — východní část Nížkého Jeseníku, B — severní část Moravské brány, C — Hlučínská pahorkatina.

Území	Asymetrické úseky	Expozice příkřejšího svahu										Celkem
		„Studená“					„Teplá“					
		NW	N	NE	E	SE	SE	S	SW	W	SW	
Vých. část N. Jeseníku	Počet	72	21	21	8	122	19	32	78	106	235	357
	Podíl %	20,17	5,88	5,88	2,24	34,17	5,32	8,97	21,85	29,69	65,83	100
Sev. část Mor. brány	Počet	64	35	15	6	120	2	26	53	164	284	
	Podíl %	22,54	12,32	5,28	2,11	42,25	0,70	9,16	18,66	29,23	57,75	100
Hlučínská pahorkatina	Počet	229	115	98	63	505	68	62	151	182	463	
	Podíl %	23,66	11,88	10,12	6,51	52,17	7,02	6,41	15,60	18,80	47,83	100

na mnohých místech chybějí a z pleistocenních periglaciálních sedimentů zde převládají sutě. V severní části Moravské brány a v oblasti Hlučínské pahorkatiny se na mírných svazích vyskytují zpravidla sprašové hlíny o mocnosti i větší než 5 m, které jsou prostoupeny soliflukčními polohami. V jejich podloží jsou nejsvrchnější partie sedimentů kontinentálního zalednění porušeny kryogenními svahovými procesy. Na příkrých svazích asymetrických údolí mají spraše a sprašové hlíny zpravidla značně menší mocnost, nebo scházejí úplně. Kryogenními procesy přemístěné svahové sedimenty mají zde velmi malou mocnost, nebo zcela scházejí. Údolní dna vyplňují holocenní a mladopleistocenní sedimenty o mocnosti 1–5 m.

#### 4. Přehled morfometrických charakteristik sklonově asymetrických úseků údolí

Celkové morfometrické charakteristiky sklonově asymetrických úseků údolí východní části Nízkého Jeseníku, severní části Moravské brány a Hlučínské pahorkatiny jsou nejlépe patrné z tabulek č. 2, 3 a 4. Pro studované oblasti jsou příznačné poměrně nízké indexy sklonové asymetrie (tento index získáme dělením průměrného sklonu příkřejšího svahu průměrným sklonem mírnějšího svahu). Indexy od 1,25 do 3,0 činí ve východní části Nízkého Jeseníku 88,52 % (průměrný index 2,13), ve studované části Moravské brány 80,28 % (průměrný index 2,53) a v oblasti Hlučínské pahorkatiny 92,66 % (průměrný index 1,93) z celkového počtu sklonově asymetrických úseků údolí. Velikost průměrného indexu asymetrie a délku nesouměrných úseků v severní části Moravské brány silně ovlivňuje řeka Odry, která má velmi vysoký průměrný index asymetrie — 5,59. U menších údolí je tento index nižší (2,06) než u větších údolí (3,70 včetně Odry, 3,05 bez Odry). Obdobná situace je v oblasti Hlučínské pahorkatiny, kde rovněž ve větších údolích je průměrný index sklonové asymetrie větší než u menších údolí (srov. T. Czudek 1979, str. 27).

Vztah mezi velikostí indexu sklonové asymetrie a četností jeho výskytu vyplývá z tab. 5 a obr. 2. Křivky jsou konstruovány tak, že na osu x jsou vyneseny velikosti indexů a na příslušnou vertikálu horní meze daného intervalu odpovídající procenta kumulativní četnosti. Křivky ukazují, že nejčastější jsou indexy v rozmezí 1,25–3,0. V tomto intervalu indexů jsou křivky nejstrmější. Obdobný průběh mají křivky vykreslené pro „studenou“ a „teplou“ asymetrii. Vypočty ukázaly, že u menších údolí jsou křivky strmější než u větších údolí. Je to proto, že mají větší zastoupení nižších indexů asymetrie, čili, že tyto indexy jsou u menších údolí průměrně nižší (T. Czudek 1979, str. 26–27).

Analýza sklonů svahů asymetrických úseků údolí ukazuje, že celkově mají svahy nejmenší sklon v Moravské bráně, větší v oblasti Hlučínské pahorkatiny a největší v Nízkém Jeseníku. V severní části Moravské brány mají mírnější svahy sklonově asymetrických úseků údolí nejčastěji 2–6° (80,28 % všech případů), průměrný sklon 4,2°, délku 183,6 m, příkřejší svahy 4–12° (78,87 % všech případů), průměrný sklon 9,4°, délku 80,6 m, na Hlučínské pahorkatině mírnější svahy nejčastěji sklony 2–8° (80,58 % všech případů), průměrný sklon 5,6°, délku 113,1 m, příkřejší svahy 4–12° (73,24 % všech případů), průměrný sklon 9,8°, délku 57,2 m a ve východní části Nízkého Jeseníku mírnější svahy nejčastěji 4–14° (81,80 % všech případů), průměrný sklon 8,9°, délku 199,8 m, příkřejší svahy 12–22° (54,64 % všech případů), průměrný sklon 17,6°, délku 94,0 m.

Tab. 2. Vybrané morfometrické charakteristiky sklonově asymetrických úseků údolí východní části Nizkého Jeseníku

	Expozice příkrého svahu											Celkem
	"Studená"						"Teplá"					
	NW	N	NE	E	Celkem	SE	S	SW	W	Celkem		
	17	7	8	5	37	6	7	13	12	38		
Počet indexů asymetrie:	16	10	8	3	37	10	11	39	33	93	130	
1,25-1,5	28	3	3	—	34	2	12	19	44	77	111	
1,5-2,0	8	1	1	—	10	1	2	3	7	13	23	
2,0-3,0	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	11	
3,0-4,0	2	—	1	—	3	—	—	1	3	4	7	
4,0-5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
více než 5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Celkový počet sklonově asymetrických úseků údolí	72	21	21	8	122	19	32	78	106	235	357	
Podíl (%)	20,17	5,88	5,88	2,24	34,17	5,32	8,97	21,85	29,69	65,83	100,00	
Sřídlní index asymetrie	2,25	1,77	1,99	1,45	2,07	1,75	1,99	2,06	2,35	2,16	2,13	
Maximální index asymetrie	6,21	3,21	6,10	1,79	6,21	3,32	3,83	5,13	6,53	6,53	6,53	
Mínimální index asymetrie	1,26	1,31	1,26	1,25	1,25	1,29	1,28	1,26	1,27	1,26	1,25	
Sřídlní diference asymetrie	8,5	6,3	7,1	4,7	7,6	8,5	8,2	8,9	9,4	9,0	8,6	
Asymetrické úseky:	46,920	13,500	13,740	4,320	78,480	8,860	19,960	61,440	66,790	157,050	235,530	
Celková délka (km)	0,652	0,643	0,654	0,540	0,643	0,466	0,624	0,788	0,630	0,668	0,660	
Sřídlní délka (km)	27,9	22,3	21,8	31,6	26,1	23,4	25,0	35,5	29,8	30,5	29,0	
Sřídlní hloubka údolí (m)	331	306	315	333	324	174	281	371	375	344	337	
Sřídlní šířka údolí (m)	31	76	103	60	53	23	44	63	59	55	54	
Příkré svahy:	16,8	14,7	16,0	16,3	16,2	20,5	17,1	18,4	17,5	18,0	17,6	
Sřídlní sklon (ve stupních)	100,4	87,9	79,9	127,1	96,5	57,6	74,8	103,4	96,4	92,7	94,0	
Sřídlní délka (m)	Expozice mírného svahu											
	"Teplá"						"Studená"					
	SE	S	SW	W	Celkem	NW	N	NE	E	Celkem		
	8,0	8,4	8,8	11,6	8,5	12,0	9,6	10,0	7,8	9,1		
Mírné svahy:	207,0	148,9	137,5	157,0	181,8	101,3	177,0	223,6	227,8	209,3		
Sřídlní sklon (ve stupních)	8,9	8,9	8,9	9,1	9,1	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9		
Sřídlní délka (m)	199,8	199,8	199,8	199,8	199,8	199,8	199,8	199,8	199,8	199,8		

Tab. 3. Vybrané morfometrické charakteristiky sklonově asymetrických úseků údolí severní části Moravské brány

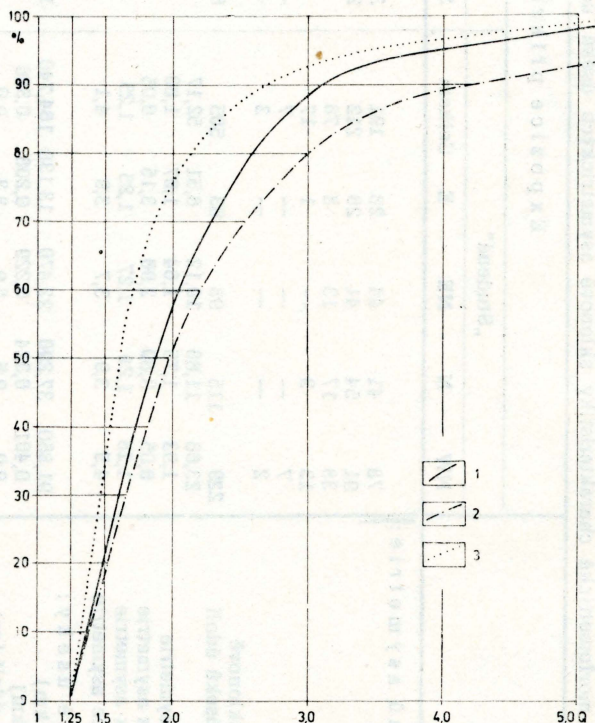
	Expozice příkrého svahu											Celkem
	„Studená“					„Teplá“					Celkem	
	NW	N	NE	E	Celkem	SE	S	SW	W	Celkem		
Počet indexů asymetrie:	15	5	6	1	27	1	5	7	13	26	53	
1,25–1,5	25	13	2	—	40	1	7	16	30	54	94	
1,5–2,0	13	8	5	3	29	—	8	17	27	52	81	
2,0–3,0	2	5	1	1	9	—	3	7	7	17	26	
3,0–4,0	4	1	1	—	6	—	1	1	2	4	10	
4,0–5,0	5	3	—	1	9	—	2	5	4	11	20	
více než 5,0												
Celkový počet sklonově asymetrických úseků údolí Podíl (%)	64	35	15	6	120	2	26	53	83	164	284	
Střední index asymetrie	22,54	12,32	5,28	2,11	42,25	0,70	9,16	18,66	29,23	57,75	100,00	
Maximální index asymetrie	2,54	2,62	2,09	3,12	2,53	1,50	2,53	2,68	2,46	2,53	2,53	
Minimální index asymetrie	9,57	8,00	4,22	5,71	9,57	1,64	5,49	8,62	10,04	10,04	10,04	
Střední diference asymetrie	1,30	1,38	1,41	1,43	1,30	1,36	1,32	1,30	1,28	1,28	1,28	
Asymetrické úseky:	4,9	5,5	4,8	6,9	5,2	2,1	5,6	5,8	4,9	5,3	5,2	
Celková délka (km)	56,970	19,320	10,400	4,020	90,710	0,650	17,000	47,550	63,010	128,210	218,920	
Střední délka (km)	0,890	0,552	0,693	0,670	0,756	0,325	0,654	0,896	0,759	0,782	0,771	
Střední hloubka údolí (m)	11,5	12,5	16,3	12,8	12,4	7,5	13,5	13,7	15,9	14,7	13,8	
Střední šířka údolí bez Odry (m)	301	330	550	497	350	168	407	388	325	357	355	
Střední šíř. údolí dna bez Odry (m)	74	91	209	209	103	27	131	99	90	99	100	
Příkré svahy:	9,1	9,7	8,9	10,7	9,2	6,3	9,9	9,7	9,3	9,5	9,4	
Střední sklon (ve stupních)	74,8	77,8	119,7	74,3	81,2	64,0	76,2	85,5	78,4	80,2	80,6	
Střední délka (m)												
	Expozice mírného svahu											
	„Teplá“					„Studená“					Celkem	
	SE	S	SW	W	Celkem	NW	N	NE	E	Celkem		
Mírné svahy:	4,2	4,2	4,1	3,8	4,2	4,2	4,3	3,9	4,4	4,2	4,2	
Střední sklon (ve stupních)	163,1	176,7	240,7	178,7	177,5	96,0	202,9	212,4	170,1	188,1	183,6	
Střední délka (m)												

Tab. 4. Vybrané morfometrické charakteristiky sklonové asymetrických úseků údolí Hlučínské pahorkatiny

	Expozice příkrého svahu													Celkem
	„Studená“						„Teplá“							
	NW	N	NE	E	Celkem	SE	S	SW	W	Celkem				
Počet indexů asymetrie:														
1,25–1,5	78	41	44	28	191	30	20	46	43	139	330			
1,5–2,0	91	54	41	26	212	29	27	62	70	188	400			
2,0–3,0	38	17	13	8	76	8	9	26	48	91	167			
3,0–4,0	13	3	—	1	17	1	2	10	7	20	37			
4,0–5,0	7	—	—	—	7	—	3	3	9	15	22			
více než 5,0	2	—	—	—	2	—	1	4	5	10	12			
Celkový počet sklonové asymetrických úseků údolí	229	115	98	63	505	68	62	151	182	463	968			
Podíl (%)	23,66	11,88	10,12	6,51	52,17	7,02	6,41	15,60	18,80	47,83	100,00			
Střední index asymetrie	1,93	1,75	1,64	1,67	1,80	1,65	1,99	2,04	2,30	2,08	1,93			
Maximální index asymetrie	6,05	3,80	2,96	3,15	6,05	3,02	9,00	9,20	14,74	14,74	14,74			
Minimální index asymetrie	1,25	1,28	1,27	1,25	1,25	1,25	1,31	1,29	1,25	1,25	1,25			
Střední diference asymetrie	4,5	3,9	3,7	3,9	4,1	4,1	4,1	4,2	4,8	4,4	4,3			
Asymetrické úseky:														
Celková délka (km)	91,850	37,290	22,470	13,130	164,740	13,350	17,270	61,190	65,790	157,600	322,340			
Střední délka (km)	0,401	0,324	0,229	0,208	0,326	0,196	0,279	0,405	0,361	0,340	0,333			
Střední hloubka údolí (m)	9,0	9,5	8,9	8,3	9,0	8,7	8,9	9,5	10,0	9,5	9,2			
Střední šířka údolí (m)	205	210	172	160	194	154	233	241	250	231	212			
Střední šířka údolního dna (m)	42	45	32	29	39	30	44	47	49	45	42			
Příkré svahy:														
Střední sklon (ve stupních)	10,1	9,5	9,9	10,1	9,9	10,7	9,2	9,2	9,9	9,7	9,8			
Střední délka (m)	55,0	60,5	55,4	51,7	55,9	49,2	60,5	61,0	59,6	58,6	57,2			
Mírné svahy:														
Střední sklon (ve stupních)	5,6	5,5	6,2	6,2	5,8	6,6	5,1	5,0	5,1	5,3	5,6			
Střední délka (m)	109,0	105,3	87,4	82,3	100,6	79,5	130,6	130,7	139,7	126,7	113,1			

Tab. 5. Procentuální zastoupení indexů sklonově asymetrických úseků údolí

	Východní část Nízkého Jeseníku		Severní část Moravské brány		Hlučínská pahorkatina	
	Celkem	$\Sigma$	Celkem	$\Sigma$	Celkem	$\Sigma$
Počet asymetrických úseků	357		284		968	
Počet indexů 1,25–1,5	75	75	53	53	330	330
Podíl %	21,01	21,01	18,66	18,66	34,09	34,09
1,5 –2,0	130	205	94	147	400	730
	36,41	57,42	33,10	51,76	41,32	75,41
2,0 –3,0	111	316	81	228	167	897
	31,10	88,52	28,52	80,28	17,25	92,66
3,0 –4,0	23	339	26	254	37	934
	6,44	94,96	9,16	89,44	3,82	96,48
4,0 –5,0	11	350	10	264	22	956
	3,08	98,04	3,52	92,96	2,28	98,76
více než 5,0	7	357	20	284	12	968
	1,96	100,00	7,04	100,00	1,24	100,00



Obr. 2

Kumulativní křivky indexů sklonově asymetrických úseků údolí. 1 — východní část Nízkého Jeseníku, 2 — severní část Moravské brány, 3 — Hlučínská pahorkatina.

Na počítači Hewlett—Packard 9825A jsme metodou lineární regrese zjišťovali také závislost mezi šířkou údolního dna a délkou asymetrických úseků údolí, závislost mezi hloubkou údolí a šířkou údolního dna a vztah mezi délkou asymetrických úseků a hloubkou údolí (tab. 6).



Tab. 6.

	Šířka dna: délka úseku		Hloubka údolí: šířka dna		Délka úseku: hloubka údolí	
	a/r	b/záv.	a/r	b/záv.	a/r	b/záv.
Východní část Nízkého Jeseníku	0,086 0,417	— 2,190 střední	0,122 0,476	22,436 střední	9,880 0,519	372,741 střední
Severní část Moravské brány	0,349 0,435	— 39,296 střední	0,002 0 203	12,134 slabá	23 997 0 212	471,763 slabá
Hlučínská pahorkatina	0 053 0,365	24,451 slabá	0,027 0,261	8,081 slabá	25,155 0,374	101,815 slabá

### 5. Index asymetrie a délka asymetrických úseků

Závislost indexu sklonové asymetrie na délce asymetrických úseků údolí je dobře patrná z obr. 3 a tab. 7. Rozdělení četnosti je zde velmi nerovnoměrné a křivky lze analyzovat do délky úseků 1 200 m, 2 000 m a 2 000 m. Reprezentativnost křivek je na obr. 3 znázorněna krátkými svislými čarami. Obdobně je tomu i u dalších příloh této práce. Společným pro všechna studovaná území je jednak velké zastoupení krátkých asymetrických úseků (do 800 m délky), jednak to, že průměrné indexy sklonové asymetrie v severní části Moravské brány a v oblasti Hlučínské pahorkatiny se s rostoucí délkou asymetrických úseků cekově zvětšují (do délky 4 a 2 km).

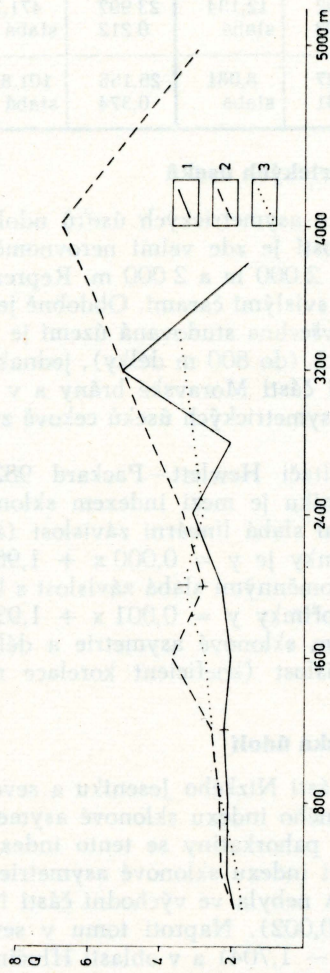
Výpočtem pomocí lineární regrese na počítači Hewlett—Packard 9825A jsme zjistili, že ve východní části Nízkého Jeseníku je mezi indexem sklonové asymetrie a délkou asymetrických úseků jen velmi slabá lineární závislost (koeficient korelace  $r = 0,114$ , rovnice regresní přímky je  $y = 0,000 x + 1,968$ ). V severní části Moravské brány je mezi oběma proměnnými slabá závislost s koeficientem korelace  $r = 0,327$  (rovnice regresní přímky  $y = 0,001 x + 1,939$ ). V oblasti Hlučínské pahorkatiny je mezi indexem sklonové asymetrie a délkou asymetrických úseků rovněž slabá lineární závislost (koeficient korelace  $r = 0,270$ ;  $y = 0,001 x + 1,628$ ).

### 6. Index asymetrie a hloubka údolí

Z obr. 4 a tab. 8 vyplývá, že ve východní části Nízkého Jeseníku a severní části Moravské brány není mezi velikostí průměrného indexu sklonové asymetrie a hloubkou údolí závislost. V oblasti Hlučínské pahorkatiny se tento index do hloubky údolí 24 m zvětšuje. Výpočtem závislosti indexu sklonové asymetrie na hloubce údolí počítačem Hewlett—Packard 9825A nebyla ve východní části Nízkého Jeseníku zjištěna lineární závislost ( $r = 0,002$ ). Naproti tomu v severní části Moravské brány  $r = 0,127$  ( $y = 0,033 x - 1,704$ ) a v oblasti Hlučínské pahorkatiny  $r = 0,276$  ( $y = 0,063 x + 1,355$ ).

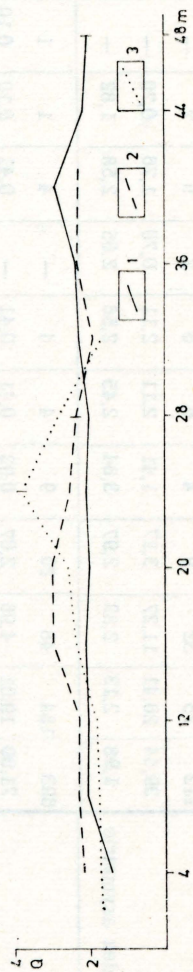
### 7. Index asymetrie a šířka údolního dna

Z obr. 5 a tab. 9 je vidět, že ve východní části Nízkého Jeseníku se střední hodnota indexu sklonové asymetrie až do šířky údolního dna 120 m zvětšuje. Celkově však obě analyzované proměnné nejsou v této oblasti na sobě závislé. V severní části Moravské brány průměrný index asymetrie s šířkou údolního dna roste — do 200 m šířky dna. V oblasti Hlučínské pahorkatiny je tomu obdobně. Rozdělení četnosti je i v daném případě velmi nerovnoměrné a křivky lze pova-



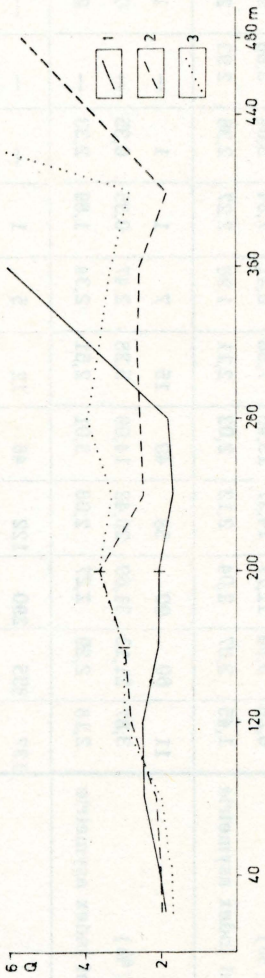
Obr. 3, tab. 7. Závislost indexu sklonové asymetrie na délce asymetrických úseků údolí

1	Délka asymetrických úseků (m)		Délka asymetrických úseků (m)												Celkem
	Počet	Podíl (%)	do 400	400—800	800—1200	1200—1600	1600—2000	2000—2400	2400—2800	2800—3200	3200—3600	3600—4000	4000—4950		
Východní část N. Jeseniku	Počet	101	175	59	13	4	2	1	1	1	—	1	—	357	
	Podíl (%)	28,29	49,02	16,53	3,64	1,12	0,56	0,28	0,28	0,28	—	0,28	—	100,00	
	Střední index asymetrie	2,09	2,09	2,20	1,99	2,27	3,08	2,04	5,13	—	—	1,55	—	2,13	
Severní část Mor. brány	Počet	99	98	42	17	14	6	4	—	—	2	1	1	284	
	Podíl (%)	34,86	34,51	14,79	5,99	4,93	2,11	1,41	—	—	0,70	0,35	0,35	100,00	
	Střední index asymetrie	2,25	2,32	2,55	3,67	2,80	3,35	4,27	—	—	5,85	6,78	3,00	2,53	
Hlučínská pahorkatina	Počet	745	167	35	13	6	1	—	—	—	1	—	—	968	
	Podíl (%)	76,97	17,25	3,62	1,34	0,62	0,10	—	—	—	0,10	—	—	100,00	
	Střední index asymetrie	1,81	2,26	2,53	2,74	3,37	2,80	—	—	—	3,48	—	—	1,93	



Obr. 4, tab. 8. Závislost indexu sklonové asymetrie na hloubce údolí

		Hloubka údolí (m)																Celkem
		2-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24	24-28	28-32	32-36	36-40	40-44	44-48	48-203				
1	Počet	1	13	42	52	48	27	30	28	18	21	19	17	41	357			
	Podíl (%)	0,28	3,64	11,77	14,57	13,45	7,56	8,41	7,84	5,04	5,88	5,32	4,76	11,48	100,00			
	Střední index asymetrie	1,45	2,07	2,04	2,12	2,03	2,11	1,98	2,27	2,36	2,93	2,12	1,98	1,99	2,13			
2	Počet	11	60	90	58	40	15	7	1	1	—	1	—	—	284			
	Podíl (%)	3,87	21,13	31,69	20,42	14,09	5,28	2,47	0,35	0,35	—	0,35	—	—	100,00			
	Střední index asymetrie	2,18	2,29	2,27	2,98	3,01	2,51	2,34	1,89	2,33	—	2,24	—	—	2,53			
3	Počet	137	355	290	122	46	12	5	1	—	—	—	—	—	968			
	Podíl (%)	14,15	36,68	29,96	12,60	4,75	1,24	0,52	0,10	—	—	—	—	—	100,00			
	Střední index asymetrie	1,75	1,77	1,85	2,35	2,57	3,81	2,81	1,69	—	—	—	—	—	1,93			



Obr. 5, tab. 9. Závislost indexu sklonové asymetrie na šířce údolního dna

1	Šířka údolního dna (m)		Závislost indexu sklonové asymetrie na šířce údolního dna																Cel.- kem
	do 40	40- 80	80- 120	120- 160	160- 200	200- 240	240- 280	280- 320	320- 360	360- 400	400- 440	440- 480	480- 2 940						
1	Počet	230	81	14	10	9	3	4	—	1	—	—	5	357					
	Podíl (%)	64,43	22,69	3,92	2,80	2,52	0,84	1,12	—	0,28	—	—	1,40	100,00					
	Střední index asymetrie	2,01	2,43	2,51	2,07	2,04	1,67	1,82	—	6,10	—	—	2,08	2,13					
2	Počet	112	75	32	9	4	6	2	5	2	—	1	30	284					
	Podíl (%)	39,44	26,41	11,27	3,17	1,41	2,11	0,70	1,76	0,70	—	0,35	10,57	100,00					
	Střední index asymetrie	1,98	2,13	2,83	2,97	3,64	2,45	2,56	2,65	1,82	—	5,71	4,91	2,53					
3	Počet	693	184	48	20	9	4	4	—	4	1	—	—	968					
	Podíl (%)	71,60	19,01	4,96	2,07	0,93	0,41	0,41	—	0,41	0,10	—	—	100,00					
	Střední index asymetrie	1,73	2,01	2,97	2,96	3,66	3,36	4,00	—	3,35	2,86	6,05	—	1,93					

žovat za reprezentativní do šířky dna 200 m, 160 m a 200 m. V popisovaných územích silně převládají dna do 80 m šířky (viz tab. 9). Na výše uvedeném počítači nebyla ve východní části Nízkého Jeseníku metodou lineární regrese zjištěna závislost mezi indexem asymetrie a šířkou údolního dna (koeficient korelace  $r = 0,076$ ). Naopak v severní části Moravské brány a v oblasti Hlučínské pahorkatiny byla zjištěna středně silná lineární závislost. Koeficient korelace v prvním případě je 0,611, rovnice regresní přímky je  $y = 0,002x + 2,118$ , v druhém případě  $r = 0,431$ ;  $y = 0,010x + 1,508$ .

S rostoucí šířkou údolního dna zvětšující se index sklonové asymetrie svědčí o úloze boční eroze při vývoji asymetrie údolí v severní části Moravské brány a v oblasti Hlučínské pahorkatiny. Tato eroze měla v kryogenních podmínkách pleistocénu v obou uvedených územích značně větší význam než v Nízkém Jeseníku.

## 8. Vývoj sklonové asymetrie údolí

Za vznik dnešních základních rysů sklonové asymetrie údolí jsou ve všech námi studovaných oblastech zodpovědné pleistocenní a zejména mladopleistocenní geomorfologické procesy. Zatímco v Nízkém Jeseníku se tato asymetrie začala vyvíjet značně dříve (již ve starším pleistocénu, popř. v terciéru), v severní části Moravské brány a v oblasti Hlučínské pahorkatiny vznikla dnešní asymetrie údolí až po ústupu ledovce stadia Drenthe sálského zalednění. Sklonová asymetrie se ve studovaných územích vyvíjela následkem rozdílného morfogenetického účinku kryogenních procesů na protilehlých údolních svazích a boční eroze (zejména termoeroze) vodních toků. Různá velikost denudace obou svahů byla vyvolána jejich rozdílnou insolací a účinně podporována sněhovou pokrývkou, která při vzniku sklonové asymetrie měla velmi významnou úlohu. Je velmi pravděpodobné, že asymetrie s expozicí příkřejšího svahu k Z, JZ, SZ a J se vyvíjela zřejmě v naprosté většině případů zejména za vlhčích a teplejších fází periglaciálního podnebí, kdežto asymetrie s expozicí příkřejšího svahu k SV, V, S a snad i JV, zejména za chladnějších a zřejmě také sušších fází periglaciálního podnebí (srov. též J. Tricart 1950, str. 224, A. Jahn 1956, str. 346, 373–375, T. Czudek 1979, str. 30). Přitom nelze vyloučit ani vliv místních faktorů v kryogenním prostředí, které mohly ovlivnit a „komplikovat“ naznačený vývoj asymetrie v jedné a téže klimatické fázi.

V zemědělsky obdělávaných oblastech se údolní svahy i v přítomné době vyvíjejí nesouměrně. Hlavním obdobím takového vývoje je jarní tání sněhu a zmrzlé půdy, kdy geomorfologické procesy se podobají procesům v kryolitozóně. Současný vývoj vede jednak k zdůrazňování pleistocenní asymetrie, jednak k jejímu vývoji na nových místech.

## 9. Závěr

Z výhodnocení morfometrických údajů sklonově asymetrických úseků údolí východní části Nízkého Jeseníku, severní části Moravské brány a Hlučínské pahorkatiny vyplývají zejména tyto skutečnosti:

1. Ve všech územích jsou příznačné poměrně nízké indexy asymetrie. V severní části Moravské brány a v oblasti Hlučínské pahorkatiny jsou tyto indexy u větších údolí celkově větší než u menších údolí.
2. Ve východní části Nízkého Jeseníku jsme mezi velikostí údolí a indexem sklonové asymetrie nezjistili významnější lineární závislost. Koeficienty korelace jsou v daném případě značně nízké. Tuto skutečnost bude možno vysvětlit až po eventuálním morfometrickém zpracování asymetrických údolí v jiných oblastech

České vysočiny. Předběžně lze říci, že souvisí s charakterem reliéfu, jeho stářím a odolností hornin.

3. Středně silná závislost indexu sklonové asymetrie na šířce údolního dna v severní části Moravské brány a v oblasti Hluččinské pahorkatiny svědčí o úloze boční eroze při vzniku sklonové asymetrie údolí. Tato eroze byla v obou jmenovaných oblastech větší u větších údolí než u menších údolí. Zároveň byla celkově značně účinnější než ve východní části Nízkého Jeseníku.

#### Literatura

- BAHRENBERG G., GIESE E. (1975): Statistische Methoden und ihre Anwendung in der Geographie., 308 str., B. G. Teubner, Stuttgart.
- BÜDEL J. (1977): Klima—Geomorphologie., 304 str., Gebrüder Borntraeger, Berlin — Stuttgart.
- CZUDEK T. (1971): Geomorfologie východní části Nízkého Jeseníku. Rozpravy ČSAV, řada mat. a přír. věd, roč. 81, seš. 7, str. 1—90, Praha.
- CZUDEK T. (1973): Die Talasymmetrie im Nordteil der Moravská brána (Mährische Pforte). Přírodovědné práce ústavů ČSAV v Brně, VII Nova Series, č. 3, str. 1—48, Brno.
- CZUDEK T. (1979): Die Täler des Hügellandes Hluččinská pahorkatina in der ČSSR. Přírodovědné práce ústavů ČSAV v Brně, XIII Nova Series, č. 6, str. 1—47, Brno.
- CZUDEK T. (1982): Morfometrie a vývoj asymetrických údolí východní části Nízkého Jeseníku, in lit.
- DEMEK J. (1977): Kvartérní vývoj svahů a zarovnaných povrchů v ČSR. Zprávy Geografického ústavu ČSAV, roč. XIV, č. 4, str. 97—111, Brno.
- GLORIOD A., TRICART J. (1952): Étude statistique de vallées asymétriques — sur la feuille St-Pol au 1/50 000. Revue de Géomorphologie dynamique, No 3, 3<sup>e</sup> Année, str. 88—98, Paris.
- JAHN A. (1956): Wyzyna Lubelska — rzeźba i czwartorzęd. Prace Geograficzne, Nr. 7, 453 str., PWN, Warszawa.
- MELTON M. A. (1960): Intravalley variation in slope angles related to microclimate and erosional environment. Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 71, No 2, str. 133—144, New York.
- TRICART J. (1950): Le modelé des pays froids, fasc. I: Le modelé périglaciaire. Cours de Géomorphologie, 2<sup>e</sup> partie, CDU, Paris.

#### Zusammenfassung

##### MORPHOMETRISCHE CHARAKTERISTIK NEIGUNGSASYMMETRISCHER TALSTRECKEN AUSGEWÄHLTER GEBIETE NORDMÄHRENS

Der Autor befaßt sich mit der morphometrischen Analyse neigungsasymmetrischer Täler im Ostteil des Nízký Jeseník (Gesénke), der überwiegend aus unterkarbonischen Grauwacken und Schiefeln aufgebaut ist, im Nordteil der Mährischen Pforte und im Hügelland von Hluččín (beide letztgenannten Gebiete sind aus Ablagerungen der Inlandvereisungen gebildet). Im Nízký Jeseník wurden 357 neigungsasymmetrische Talstrecken mit 8 211 Meßwerten, in der Mährischen Pforte 284 Strecken mit 6 532 Meßwerten und im Hügelland von Hluččín 968 neigungsasymmetrische Talstrecken mit 27 186 Meßwerten belegt und unter Anwendung computergestützter statistischer Verfahren gekennzeichnet.

Die Auswertung ergibt, daß in den behandelten Gebieten die Neigungsasymmetrie-Quotienten verhältnismäßig niedrig sind, wobei sie im Nordteil der Mährischen Pforte und im Hügelland von Hluččín in größeren Tälern allgemein höhere Werte erreichen als in den kleineren Tälern.

Für den Ostteil des Nízký Jeseník ergibt sich zwischen der Größe der Täler und dem Wert des Asymmetriequotienten keine deutliche lineare Beziehung. Die deutliche Abhängigkeit des Neigungsasymmetrie-Quotienten von der Talbodenbreite im Nordteil der Mährischen Pforte und im Hügelland von Hluččín kann als Beweis für die Rolle der Seitenerosion bei der Entstehung dieser Asymmetrie betrachtet werden, wobei der Einfluß der Seitenerosion mit zunehmender Talgröße an Bedeutung gewinnt. In den beiden erwähnten Gebieten war die Seitenerosion wesentlich stärker wirksam als im Nízký Jeseník.