

JURAJ ČINČURA

POUŽITIE KOLMOGOROVHO—SMIRNOVOVHO TESTU PRI MORFOMETRICKÝCH ANALÝZACH TERASOVÝCH ŠTRKOV

Dans l'étude présente, l'auteur fait une comparaison, à l'aide du test mathématico-statistique de concordance de Kolmogorov—Smirnov, des morphogrammes des graviers de terrasses provenant de deux terrains différents: de la vallée de la Rajčianka dans le bassin de Žilina et de la vallée du cours moyen de la Moselle. Pour le point de départ de la comparaison des morphogrammes des accumulations particulières, il prend les morphogrammes établis pour les accumulations dont l'origine au cours de la période froide de pleistocène a été démontrée par des documents fauniques.

1. ÚVOD

Dôležitosť komplexného štúdia pleistocénnych riečnych terás pre poznanie kvartérneho vývoja stredohorských oblastí — z hľadiska ich formy, ako aj obsahu — nie je potrebné zvlášť zdôrazňovať. Táto dôležitosť vyplýva zo skutočnosti, že pleistocénne riečne terasy sú často napriek svojej neúplnosti vo výskyte, lineárnej nesúvislosti, ako aj veľkej vertikálnej variabilite morfológickými formami, ktoré poskytujú najúplnejší prierez pleistocénymi sedimentmi v stredohorských oblastiach. Práve táto vlastnosť riečnych terás dovoľuje na základe komplexnej analýzy ich formy a obsahu stanoviť azda najdokonalejšie zákonitosti kvartérneho vývoja určitého územia.

Odhliadnuc od iste viacerých možností vzniku riečnych terás počas pleistocénu v rôznych klimomorfologických zónach a v oblastiach s rozdielnym tektonickým režimom však jednou z najzávažnejších otázok ostáva otázka obdobia vzniku určitej akumulácie. V hrubých črtách ide v podstate o dve možnosti, a to vznik akumulácie počas studeného obdobia pleistocénu alebo vznik akumulácie počas teplého obdobia pleistocénu. Práve pri riešení tohto problému sa vynára najčastejšie veľa nejasností, resp. problematických záverov, pričom nejde často o nedôslednosť autora, ale uvedené skutočnosti sú najmä odrazom nedostatku dôkazov pre jednoznačné zaradenie akumulácie k niektorému studenému alebo teplému obdobiu pleistocénu.

Vďaka nálezom zvyškov výrazne chladnomilnej, resp. teplomilnej fauny alebo flóry v sedimentoch riečnych terás, je daná možnosť jednoznačného zaradenia akumulácie k niektorému studenému alebo teplému obdobiu pleistocénu. Táto možnosť je však pomerne zriedkavá.

Ostatné, veľmi často pre nedostatok faunistických a floristických dôkazov používané kritériá (napr. periglaciálne štruktúry, vzťah terasovej akumulácie k niektorej inej morfolologickej forme alebo sedimentu so známymi podmienkami vzniku a pod.), ktoré však tiež nie sú vždy k dispozícii, nemajú už plnú platnosť ako faunistické a floristické dôkazy a nadobúdajú vlastne už charakter nepriamych dôkazov.

Jedným z pomerne širokej škály nepriamych dôkazov, ktorý bol zvlášť za posledné dvadsaťročie pri štúdiu podmienok vzniku rôznych pleistocénnych sedimentov veľmi intenzívne používaný, je morfometrická metóda. Dokladom hojného používania morfometrickej analýzy v neposlednej miere je tiež jej búrlivý rozvoj a vznik veľkého množstva nových pracovných postupov v jej rámci. I popri veľmi širokej škále rôznych metód morfometrickej analýzy (porov. 8) však možno konštatovať, že najpoužívanejšou sa stala i napriek určitým nedostatkom metóda A. Cailleuxa (4, 5, 6), označená neskoršie J. Hövermannom a H. Poserom (7) ako morfometrická analýza štrkov.

2. PROBLÉMY PRÁCE

Vplyvom transportu a klímy podliehajú všetky druhy hornín a minerálov, teda aj štrky, či už monominerálne, alebo polyminerálne. Pre posúdenie vplyvov transportu a klímy sa pri morfometrickej analýze štrkov (najmä soliflukčných, morénových, morských a riečnych) používa najmä index zaokrúhlenia (Indice d'émoussé).

Na základe množstva meraní štrkov rôznej genézy boli vyslovené určité viac alebo menej platné závery pre rôzne genetické prostredia (porov. 7). Uskutočnili sa tiež pokusy o zaradenie terasových štrkov ku glaciálnym, resp. interglaciálnym obdobiam. Tieto pokusy vychádzali z predpokladu, že glaciálna klíma poskytuje hranatejšie menej opracované štrky ako interglaciálna, resp. postglaciálna (porov. 16). Pozorovania A. Cailleuxa (6) a K. Richtera (18) ukázali tiež vplyv studenej klímy na spošťovanie fluviaálnych, predovšetkým periglaciálno-fluviaálnych štrkov. Podľa M. Blenkovej (2) nie sú štrky pri periglaciálno-fluviaálnom transporte tak silne zaokrúhlené ako napr. pri transporte tavnými vodami ľadovcov.

Väčšina prác, ktoré sa uskutočnili za účelom vyriešenia sporných genetických otázok, dochádza k záverom napr. o glaciálnom, interglaciálnom, resp. inom pôvode štrkov len na základe subjektívneho hodnotenia morfogramov, t. j. percentuálneho zastúpenia jednotlivých kategórií, resp. tried zaokrúhlenia. Pri fluviaálnom transporte podľa H. Schulza (19) leží maximum medzi 151—300, podľa J. Tricarta (20) sú merania z Bavorska 150—400, z Maroka 350—400, z Vorarlbergu 100—200.

Z tohto dôvodu pokladáme za dôležité najprv periglaciálno-fluviaálne podmienky doložiť v určitej akumulácii faunisticky a až potom sledovať stupeň zaokrúhlenia štrkov doloženej akumulácie smerom po toku, resp. vo vzťahu k iným akumuláciám. Je totiž veľmi pravdepodobné, že periglaciálno-fluviaálny transport v menšom toku poskytne iné hodnoty zaokrúhlenia ako ten istý druh transportu vo väčšom toku.

Vychádzajúc z uvedených myšlienok o vplyve transportu a klímy na tvar a zaokrúhlenie štrkov v ďalšom podrobíme niektoré doteraz dosiahnuté výsledky analýze na základe metód matematickej štatistiky.

Pre overenie možností využitia výsledkov morfometrických analýz štrkov z aspektu zaraďovania akumulácií riečnych terás do niektorého studeného, resp. teplého obdobia pleistocénu sme zvolili výsledky analýz z dvoch území. Úmyselne boli zvolené dve územia, líšiace sa navzájom svojím geomorfologickým vývojom, ako aj analyzovaným druhom štrkov. Prvým územím je dolina Rajčianky v Žilinskej kotline, kde sa pri

meraní indexu zaokrúhlenia v pleistocénnych riečnych terasách použili vápence (porov. 11). Druhým územím je dolina strednej Mosely, kde sa pri meraní indexu zaokrúhlenia v pleistocénnych riečnych terasách použili kremenné štrky (porov. 9).

3. KOLMOGOROV—SMIRNOVOV TEST

V geomorfologickej kvartérnej, resp. sedimentologickej literatúre sa častejšie používajú najmä testy významnosti medzi jednotlivými parametrami (rozptyl, priemer). Testy zhody, ku ktorým patrí aj Kolmogorov—Smirnovov test, v porovnaní s predošlými nesledujú len jednotlivé parametre základného súboru, ale sa zaoberajú zhodou rozdelenia.

Z testov zhody dosiaľ azda najširšie uplatnenie našiel χ^2 — test (porov. 10). Výhodou Kolmogorovho—Smirnovovho testu však je, že ho možno použiť i v prípadoch, keď sa použitie χ^2 — testu neodporúča (porov. 14).

Kolmogorovým—Smirnovovým testom pre dva výbery sa hodnotí zhoda rozdelenia početností dvoch porovnávaných výberov. Test dáva odpoveď na otázku, či sa výberové rozdelenia početností štatisticky významne nelíšia, pričom na testovanie sa používa testovacie kritérium

$$D_2 = \text{maximum } (F_{1,j} - F_{2,j}). \quad (1)$$

Kritické hodnoty nie sú tabelované a počítajú sa podľa vzorcov (porov. 14):

$$D_{2;0,05} = 1,36 \sqrt{\frac{n_1+n_2}{n_1 \cdot n_2}} \quad (2)$$

$$D_{2;0,01} = 1,63 \sqrt{\frac{n_1+n_2}{n_1 \cdot n_2}} \quad (3)$$

Nulovú hypotézu zamietame, ak $D_2 \geq D_{2;p}$

V našom prípade sme zvolili hladinu významnosti $p = 0,05$. Pri $n_1 = 100$ a $n_2 = 100$ vo všetkých nami skúmaných morfogramoch štrkov akumulácií z doliny Rajčianky a doliny strednej Mosely bude teda kritická hodnota

$$D_{2;0,05} = 1,36 \sqrt{\frac{100+100}{100 \cdot 100}} = 0,19. \quad (4)$$

Hodnoty testovacieho kritéria D_2 (porov. rovnicu (1)) sú pre akumulácie jednotlivých riečnych terás uvedené vždy v príslušnej tabuľke (porov. tab. 2, 3). Príklad výpočtu testovacieho kritéria (D_2) Kolmogorovho-Smirnovovho je v tab. 1.

4. TERASY RAJČIANKY

Na základe výsledkov komplexnej geomorfologickej analýzy E. Mazúr [11] vyčlenil v Žilinskej kotline 6 zložených terás, zodpovedajúcich 6 čiastkovým cyklom. Ich akumuláciám pripisuje nasledovný vek:

1. Vysoká terasa — donau

Tabuľka 1

Príklad výpočtu Kolmogorovho-Smirnovovho testovacieho kritéria (D_2) pre 2. strednú terasu Rajčianky (Riss₂)

	$n_{1,j}$ Mindel	$n_{2,j}$ Riss ₂	$f_{1,j}$	$f_{2,j}$	$F_{1,j}$	$F_{2,j}$	$(F_{1,j} - F_{2,j})$
0 — 50	3	—	0,03	—	0,03	0,00	0,03
51 — 100	18	17	0,18	0,17	0,21	0,17	0,04
101 — 150	21	24	0,21	0,24	0,42	0,41	0,01
151 — 200	17	19	0,17	0,19	0,59	0,60	0,01
201 — 250	19	13	0,19	0,13	0,78	0,73	0,05
251 — 300	14	12	0,14	0,12	0,92	0,85	0,07
301 — 350	6	6	0,06	0,06	0,98	0,91	0,07
351 — 400	—	5	—	0,05	0,98	0,96	0,02
401 — 450	1	2	0,01	0,02	0,99	0,98	0,01
451 — 500	1	2	0,01	0,02	1,00	1,00	0,00
	100	100	1,00	1,00	—	—	—

$$D_2 = \text{maximum } (F_{1,j} - F_{2,j}) = 0,07$$

- 2. Vysoká terasa — günz
- 3. Vysoká terasa — mindel
- 1. Stredná terasa — riss₁
- 2. Stredná terasa — riss₂
- Nízka terasa — würm.

Povaha terasovej akumulácie (kaliber materiálu, syngénne periglaciálne štruktúry, chladnomilná malakofauna) svedčí o vzniku štrkovej akumulácie v podmienkach chladnej klímy v glaciálnom období [11, 12].

Z uvedených skutočností, ktoré svedčia pre vznik terasových akumulácií Žilinskej kotliny v podmienkach chladnej klímy glaciálnych období, je potrebné za najpresvedčivejší argument a priamy dôkaz pokladať výskytu chladnomilnej malakofauny v materiáli terás.

Výskytu chladnomilnej malakofauny však nie sú známe zo všetkých terasových akumulácií Žilinskej kotliny. Extrémne chladnomilný ráz vykazuje spoločenstvo vystupujúce v akumulácii 3. vysokej terasy (Bánová) a v akumulácii 2. strednej terasy (Bytčica) Rajčianky (porov. 11, 12).

Z prvej vysokej terasy a 1. strednej terasy nie je doteraz známy výskyt malakofauny. Spoločenstvo vystupujúce v akumulácii nízkej terasy nemá už extrémne chladnomilné prvky (porov. 11, 12).

Z materiálu 2. a 3. vysokej, 2. strednej terasy a nivy (würmská akumulácia) Rajčianky sa uskutočnili merania indexu zaokrúhlenia vápencových štrkov (porov. 11), ktoré tu tvoria prevažnú časť materiálu akumulácií. Prvá stredná terasa na Rajčianke nevystupuje a 1. vysoká terasa neposkytla dostatok vhodného materiálu pre meranie.

Dokladom skutočnosti, že štrky akumulácie 3. vysokej a 2. strednej terasy Rajčianky vznikli v podmienkach chladnej klímy počas glaciálneho obdobia, je výskyt extrémne chladnomilnej malakofauny v ich materiáli. Z tohto dôvodu tiež možno pri ďalšom hodnotení morfogramov terás Rajčianky považovať morfogramy 3. vysokej a 2. strednej terasy za typické pre periglaciálno-fluviálne prostredie.

Tabuľka 2

Rozloženie početností (morfogramy) indexu zaokrúhlenia v riečnych terasách Rajčianky a porovnanie podmienok vzniku materiálu mindelskej (3. vysokej) terasy s ostatnými terasovými akumuláciami pomocou Kolmogorovho-Smirnovovho testovacieho kritéria (D_2)

$n_{i,j}$	0 50	51 100	101 150	151 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	451 500	$\Sigma n_{i,j}$	$D_2 = \max.$ ($F_{1,j} - F_{i,j}$)	Porovnanie D_2 a $D_{2;0,05}$ $D_{2;0,05}=0,19$	Rozdiel v indexe zaokrúhlenia
$n_{1,j}$ Mindel	3	18	21	17	19	14	6	—	1	1	100	—	—	—
$n_{2,j}$ Riss ₂	—	17	24	19	13	12	6	5	2	2	100	0,07	$D_2 < D_{2;0,05}$	Rozdiel nie je štatisticky významný
$n_{3,j}$ Günz	4	10	15	22	24	14	6	2	1	2	100	0,13	$D_2 < D_{2;0,05}$	Rozdiel nie je štatisticky významný
$n_{4,j}$ Würm	—	19	33	20	14	10	1	2	1	—	100	0,13	$D_2 < D_{2;0,05}$	Rozdiel nie je štatisticky významný

Vychádzajúc z predpokladu o vplyve určitého druhu transportu a klímy na habitus a zaokrúhlenie štrkov, sa v ďalšom navzájom porovnávajú morfogramy štrkov jednotlivých terasových akumulácií. Pritom za typického predstaviteľa periglaciálno-fluviálneho prostredia sa spomedzi dvoch možností (3. vysoká a 2. stredná terasa) na Rajčianke zvolil ľosom morfogram vápencov 3. vysokej terasy (tab. 2).

5. TERASY STREDNEJ MOSELY

Na základe morfolologickej pozície možno v doline strednej Mosely medzi Trierom a Alf-Bullay rozlíšiť nasledovné 4 skupiny riečnych terás: 1. vysoká terasa (Höhenterrasse), 2. hlavné terasy (Hauptterrassen), 3. stredné terasy (Mittelterrassen), 4. nízke terasy (Niederterrassen), ktorým na základe vlastných výskumov paralelizácie s terasami Rýna a aplikácie všeobecne známych poznatkov o priebehu pleistocénu pripisuje E. Kremerová [9] nasledovný vek:

Vysoká terasa (HöT)	— Günz
Hlavné terasy a) vrchná (oHT)	— Günz/Mindel
b) stredná (mHT)	— Mindel
c) spodná (uHT)	— Mindel/Riss
Stredné terasy a) vrchná (oMT)	— Riss ₁
b) spodná (uMT)	— Riss ₂
Nízka terasa (NT)	— Würm

Meranie indexu zaokrúhlenia sa uskutočnilo na kremenných štrkoch zo všetkých uvedených terasových akumulácií mimo vrchnej hlavnej terasy (oHT), v ktorej sa ne našiel dostatok vhodného materiálu pre meranie.

Pri zaraďovaní terasových akumulácií doliny strednej Mosely do kvartérneho chronologického systému sa E. Kremerová [9] v podstatnej miere opierała o hodnotenie morfogramov terasových štrkov, pretože v študovanom území chýbajú iné charakteristické kritériá uľahčujúce otázky datovania, ako aj ohraničenia klimatických a tektonických podmienok tvorby terás (porov. 9).

Z uvedených dôvodov tiež priradenie jednotlivých terasových akumulácií k niektorému studenému, resp. teplému pleistocénnemu obdobiu vyplynulo najmä z hodnotenia morfogramov terasových štrkov. Jedinou terasovou akumuláciou v doline strednej Mosely, ktorej obdobie vzniku možno doložiť na základe fauny, je akumulácia nízkej terasy (NT). Zvyšky fauny, ktoré sa našli v materiáli akumulácie nízkej terasy, majú výrazne chladnomilný ráz (porov. 9).

Z tohto dôvodu sme tiež zvolili morfogram kremenných štrkov nízkej terasy za východiskový bod pri ďalšej analýze, ktorý je charakteristický pre periglaciálno-fluviálne prostredie v doline strednej Mosely. Pretože E. Kremerová [9] udáva z jedného profilu nízkej terasy tri morfogramy, vypočítal sa z nich aritmetický priemer, ktorý v ďalšom slúžil pre porovnanie s morfogramami ostatných pleistocénných terasových akumulácií.

Podobne bol tiež vypočítaný priemerný morfogram na niektorých iných lokalitách (oMT, mHT), z ktorých sa z jedného profilu udávalo viac morfogramov. Morfogramy štrkov z vysokej terasy (HöT) pochádzajúce z troch rôznych lokalít, boli hodnotené osobitne (tab. 3).

Tabuľka 3

Rozloženie početností (morfogramy) indexu zaokrúhlenia v riečnych terasách strednej Mosely a porovnanie podmienok vzniku materiálu würrmskej (NT) terasy s ostatnými terasovými akumuláciami pomocou Kolmogorovho-Smirnovovho testovacieho kritéria (D_2)

$n_{i,j}$	0 50	51 100	101 150	151 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	451 500	501 550	551 600	601 650	651 700	701 750	$\Sigma^{i,j}$	$D_2 = \max.$ $(F_{1,j} - F_{n,j})$	Porovnanie D_2 a $D_{2;0,05}$ $D_{2;0,05}=0,19$	Rozdiel v indexe zaokrúhlenia
$n_{1,j}$ NT	1	14	27	31	10	10	2	1	2	1	—	1	—	—	—	100	—	—	—
$n_{2,j}$ uMT	1	8	25	28	13	11	4	5	2	—	2	—	1	—	—	100	0,11	$D_2 < D_{2;0,05}$	Rozdiel nie je štatisticky významný
$n_{3,j}$ oMT	1	11	21	24	17	12	6	3	1	2	—	—	1	1	—	100	0,16	$D_2 < D_{2;0,05}$	Rozdiel nie je štatisticky významný
$n_{4,j}$ uHT	—	2	22	17	29	9	4	9	5	3	—	—	—	—	—	100	0,32	$D_2 > D_{2;0,05}$	Rozdiel je štatisticky významný
$n_{5,j}$ mHT	1	18	31	28	11	4	4	—	1	1	1	—	—	—	—	100	0,08	$D_2 < D_{2;0,05}$	Rozdiel nie je štatisticky významný
$n_{6,j}$ HöT/XII	—	1	14	26	24	9	8	8	2	4	2	1	—	—	1	100	0,32	$D_2 > D_{2;0,05}$	Rozdiel je štatisticky významný
$n_{7,j}$ HöT/XIII	—	5	13	22	14	13	12	11	4	4	—	2	—	—	—	100	0,33	$D_2 > D_{2;0,05}$	Rozdiel je štatisticky významný
$n_{8,j}$ HöT/XIV	—	15	28	30	12	4	—	4	2	2	—	2	—	—	1	100	0,06	$D_2 < D_{2;0,05}$	Rozdiel nie je štatisticky významný

Úlohou predloženej štúdie bolo posúdenie možnosti využitia morfometrickej analýzy štrkov pre základné otázky chronologizácie kvartérnych akumulácií riečnych terás. K tomuto účelu boli zvolené úmyselne dve odlišné územia, v ktorých sa uskutočnili nezávisle merania dvoma rôznymi autormi (porov. 9, 11). Uskutočnené merania boli podrobené analýze na základe Kolmogorovho—Smirnovovho matematicko-štatistického testu zhody, pričom sa dospelo k nasledovným výsledkom:

1. V doline Rajčianky boli testované morfogramy troch terasových akumulácií (2. vysoká terasa, 2. stredná terasa a niva), zodpovedajúce trom glaciálnym obdobiam (günz, riss₂ a würm) pleistocénu (porov. 11, 12). Vo všetkých uvedených prípadoch sa ukázalo, že morfogramy sa od typického morfogramu periglaciálno-fluviálneho prostredia štatisticky významne nelíšia, čo svedčí o skutočnosti, že skúmané akumulácie vznikli za rovnakých podmienok počas glaciálnych období (porov. tab. 2).

2. V doline strednej Mosely boli testované morfogramy 5 terasových akumulácií (uMT, oMT, uHT, mHT, HöT) zodpovedajúce 4 glaciálnym a jednému interglaciálnemu obdobiu (riss₂, riss₁, mindel/riss, mindel, günz) pleistocénu (porov. 9). V prípadoch uMT, oMT, mHT sa potvrdil názor o glaciálnom, v prípade uHT o interglaciálnom období vzniku týchto akumulácií v zhode s konštatovaním E. Kremerovej [9] (porov. tab. 3).

3. Vysokéj terase (HöT) na strednej Mosele pripisuje E. Kremerová [9] tiež vznik počas studeného pleistocénneho obdobia — günzu. Porovnanie troch morfogramov z HöT s typickým morfogramom pre periglaciálno-fluviálne prostredie, ktorý predstavuje morfogram nízkej terasy (NT) však tento predpoklad plne nepotvrdzuje. Dva z troch morfogramov z HöT skôr svedčia pre vznik akumulácie za odlišných podmienok ako periglaciálnych (XII, XIII), kým jeden morfogram skutočnosť vzniku v periglaciálnom prostredí potvrdzuje (XIV). Tento výsledok, ktorý kladie postavenie HöT nie do celkom jasného svetla, však možno vysvetliť jednak tým, že priestorové vzťahy medzi terciérnymi štrkami a materiálom HöT sú veľmi blízke [9], jednak skutočnosťou, že staršie pleistocénne studené obdobia ako mindel sa nevyznačovali takými drsnými klimatickými podmienkami ako sám mindel a mladšie glaciály (porov. tab. 3).

Postup použitý v predloženej práci pri analýze morfogramov štrkov riečnych terás si nenárokujú širokú platnosť a použiteľnosť na rozsiahlejších územiach, v ktorých by sa iste silnejšie odrážali vplyvy rôzne dlhého transportu, resp. vplyvy materiálu pochádzajúceho z väčších prítokov.

Predloženú prácu je potrebné skôr chápať ako nový podnet pre metodiku výskumu, najmä pri riešení niektorých sporných otázok zaradovania riečnych terás. Najlepšie a najpresvedčivejšie výsledky možno očakávať najmä pri analýze morfogramov, pochádzajúcich z jedného priečneho profilu dolinou.

LITERATÚRA

1. Barsch H., Brunner H., *Vergleichende Untersuchungen zur morphometrischen Analyse fluviatiler Gerölle*. Report of the VIth INQUA Congress, Warszawa 1961, Vol. III, Łódz 1963.
2. Blenk M., *Ein Beitrag zur morphometrischen Schotteranalyse*, Zeitschrift für Geomorphologie 1960.
3. Bramer H., *Methodische Ergänzungen zur morphometrischen Gesteinsanalyse*. Geographische Berichte 23, Hf. 2, 1960.
4. Cailleux A., *Distinction des galets marins et fluviaux*. Bull. Soc. Géol. d. France, Ser. 5, Bd. 15, 1945.
5. Cailleux A., *L'indice d'émoussé: définition et première application*. C.R. Somm. Géol. France 1947.
6. Cailleux A., *Morphometrische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläo-*

klimatologie. Geol. Rundschau, 1952. — 7. Hövermann J., Poser H., *Morphometrische und morphologische Schotteranalyse*. Proc. 3. Int. Congr. Sedim., Groningen—Wageningen 1951. — 8. Köster E., *Granulometrische und morphometrische Messmethoden an Mineralkörnern, Steinen und sonstigen Stoffen*. Stuttgart 1964. — 9. Kremer E., *Die Terrassenlandschaft der mittleren Mosel als Beitrag zur Quartärsgeschichte*. Arb. zur rheinischen Landeskunde 1954. — 10. Krumbein W. C., Graybill F. A., *An introduction to statistical models in geology*, 1965.

11. Mazúr E., *Žilinská kotlina a príslahlé pohoria*. Bratislava 1963. — 12. Mazúr E., Kalaš L., *Vývoj doliny stredného Váhu v mladom pleistocéne*. Geografický časopis 15, 2, 1963. — 13. Reichelt G., *Über Schotterformen und Rundungsgradanalyse als Feldmethode*. Petermans geogr. Mitt. 105, 1, 1961. — 14. Reisenauer R., *Metody matematické statistiky a jejich aplikace*. Praha 1965. — 15. Richter K., *Klimatische Gliederung von Terrassenschottern*. Z. D. G. Ges. 104, 1952. — 16. Richter K., *Morphometrische Gliederung von Terrassenschottern*. Eiszeitalter und Gegenwart 2, 1952. — 17. Richter K., *Bildungsbedingungen pleistozäner Sedimente Niedersachsens auf Grund morphometrischer Geschiebe- und Geröllanalysen*. Vortrag Sitz. Dtsch. Geol. Ges. Hannover 1955. — 18. Richter K., *Geröllanalytische Gliederung des Pleistozäns im mittleren Emsgebiet mit Vergleichen zum Sylter Kaolinsand*. Geol. Jb. Bd. 71, 1955. — 19. Schulz H., *Über neuere Forschungsmethoden in der Geomorphologie*. Geogr. Ber. 1, 1956. — 20. Tricart J., *Étude morphométrique des galets de formations attribuées à une glaciation pré-glaciale dans la région du plateau bavarois*. Geol. Bavaria Nr. 14, 1952.

21. Tricart J., Schaeffer R., *L'indice d'éroussé des galets moyen d'étude des systèmes d'érosion*. Rev. Geomorph. Dynam. Bd. 4, 1950. — 22. Valetton I., *Beziehungen zwischen petrographischer Beschaffenheit, Gestalt und Rundungsgrad einiger Flussgerölle*. Petermans geogr. Mitt. 99, 1, 1955.

Do redakcie došlo 15. 6. 1968

Juraj Činčura

ANWENDUNG DES KOLMOGOROV—SMIRNOV TESTES BEI DER MORPHOMETRISCHEN ANALYSE DER TERRASSENSCHOTTER

In der vorliegenden Arbeit werden einige Möglichkeiten der morphometrischen Analyse mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden untersucht. Die morphometrische Schotteranalyse stellt eigentlich eine von mehreren indirekten Methoden dar, die zur Aufklärung der Entstehungsbedingungen von Sedimenten benützt werden. Die bisherige Interpretation der Morphogramme folgte am meisten nur auf Grund deren subjektiver Auswertung, bzw. es wurde eine gewisse Ähnlichkeit zwischen einzelnen Morphogrammen gesucht. Aus diesem Grund halten wir für wichtig zB. bei den Flussterrassen zuerst die periglazial-fluviatile Entstehungsbedingungen einer Akkumulation faunistisch nachzuweisen und erst dann die Beziehungen zwischen einem typisch periglazial-fluviatilen Morphogramm und anderen Morphogrammen weiter zu verfolgen. Dies ist auch die Aufgabe der vorliegenden Arbeit.

Mit Hilfe des Testkriteriums (D_2) Kolmogorov—Smirnov's werden die Beziehungen zwischen typisch periglazial-fluviatilen Morphogrammen und Morphogrammen aus Akkumulationen, deren Entstehungsbedingungen nur als kaltzeitliche bzw. warmzeitliche vorausgesetzt werden, weiterverfolgt.

Zu diesem Zweck wurden mit Absicht zwei verschiedene Gebiete gewählt. Das erste Gebiet stellt das Tal des Flusses Rajčianka im Žilina Kessel dar. Die Bestimmung des Zurundungsindex erfolgte hier an Kalken, welche die Hauptmasse der Terrassenakkumulationen der Rajčianka bilden (vgl. 11). Klare Zeichen einer Entstehung unter periglazial-fluviatilen Bedingungen (extrem kaltliebende Moluskenfauna) trägt die Akkumulation der 3. hohen Terrasse (Mindel-vgl. 11) der Rajčianka. Das zweite Gebiet bildet die mittlere Mosel. Hier wurden zur Bestimmung

des Zurundungsindexus Quarze benützt. An der mittleren Mosel wurde die Akkumulation der Niederterrasse (Würm) faunistisch als kaltzeitlich bewiesen (vgl. 9).

Mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov Testes wurden beim Vergleich der Morphogramme der studierten Gebiete folgende Resultate erzielt:

1. Im Rajčianka Tal wurden Morphogramme dreier Terrassenakkumulationen (2. hohe Terrasse-Günz, 2. Mittelterrasse-Riss₂ und die Akkumulation der Niederterrasse-Würm, vgl. 1)) mit dem typischen periglazial-fluviatilen Morphogramm der 3. hohen Terrasse-Mindel, verglichen. In allen Fällen zeigte sich, dass die Verteilung der Mengen des Zurundungsindexus (d. h. die Morphogramme) keine statistisch bedeutende Abweichungen von dem typisch periglazial-fluviatilen Morphogramm der Mindelterrasse zeigt (vgl. Tab. 2).

2. An der mittleren Mosel wurden Morphogramme folgender Terrassen analysiert: * untere Mittelterrasse-Riss₂, obere Mittelterrasse-Riss₁, untere Hauptterrasse-Interglazial Mindel/Riss, mittlere Hauptterrasse-Mindel, und drei Morphogramme der Höhenterrasse aus verschiedenen Lokalitäten. Die Morphogramme der unteren Mittelterrasse, der oberen Mittelterrasse und der mittleren Hauptterrasse zeigten keine statistisch bedeutende Abweichungen von dem typischen periglazial-fluviatilen Morphogramm der Niederterrasse. Der Morphogramm der unteren Hauptterrasse dagegen zeigt statistisch bedeutende Abweichungen von dem Niederterrassenmorphogramm. Alle diese Ergebnisse sind im Einklang mit den Angaben von E. Kremer (vgl. 9). (Tab. 3).

3. Die Höhenterrasse bildet auch eine kaltzeitliche (Günz) Akkumulation (vgl. 9). Der Vergleich von drei Morphogrammen aus der Höhenterrasse mit dem typischen periglazial-fluviatilen Morphogramm der Niederterrasse konnte nicht völlig die Ansicht über kaltzeitliche Entstehungsbedingungen der Akkumulation der Höhenterrasse bestätigen. Zwei analysierte Morphogramme zeugen mehr auf andere als periglazial-fluviatile Entstehungsbedingungen dieser Akkumulation (vgl. Tab. 3, HöT/XII, HöT/XIII), Ein Morphogramm zeugt für periglazial-fluviatile Entstehungsbedingungen dieser Akkumulation (vgl. Tab. 3, HöT/XIV). Diese nicht ganz klare Ergebnisse kann man durch die Tatsache erklären, dass es enge räumliche Beziehungen zwischen dem Schotter der Höhenterrasse und tertiären Material gibt (vgl. 9).

Das Verfahren, dass in der vorliegenden Arbeit benützt wurde will nicht Ansprüche auf eine breitere Verwendung in größeren Gebieten stellen. Es soll viel mehr als ein Beitrag zur Erforschung der unklaren Fragen bei der Terrasseneinordnung aufgefasst werden. Die überzeugendsten Ergebnisse kann man in einem engeren Raum, hauptsächlich in einem Querschnitt durch mehrere Akkumulationen erwarten.

Aus dem Slowakischen übersetzt von J. Činčura

Tab. 1. Beispiel der Berechnung des Testkriteriums (D_2) von Kolmogorov-Smirnov für die 2. Mittelterrasse (Riss₂) der Rajčianka.

Tab. 2. Verteilung der Mengen (die Morphogramme) des Zurundungsindexus in den Flussterrassen der Rajčianka und ein Vergleich der Entstehungsbedingungen der 3. hohen Terrasse (Mindel) mit anderen Terrassenakkumulationen mit Hilfe des Testkriterium (D_2) Kolmogorov-Smirnov's.

Tab. 3. Verteilung der Mengen (die Morphogramme) des Zurundungsindexus in den Flussterrassen der mittleren Mosel und ein Vergleich der Entstehungsbedingungen der Niederterrasse (Würm) mit anderen Terrassenakkumulationen mit Hilfe des Testkriteriums (D_2) Kolmogorov-Smirnov's.

* In Fällen wo aus einer Lokalität 2 bzw. 3 Morphogramme angegeben werden, wurde der Mittelwert berechnet (NT, oMT, mHT).