

JÁN URBÁNEK

**K PROBLÉMU DELIMITÁCIE POTENCIÁLNYCH ZOSUVNÝCH OBLASTÍ  
NA SLOVENSKU**

Ján Urbánek: Concerning the problem of potential slide areas in Slovakia. Geogr. Čas., 29, 1977, 2; 7 fig., 13 references.

The object of this paper is the delimitation of potential slide areas. The problem is approached from two points of view: from the point of view of traditional and untraditional concept of landslide. Based on the traditional concept, according to which landslide is only a gravitational movement of rock material, it is possible to delimitate only the greatest basic potential slide areas. A more detailed delimitation is to be based upon a concept, according to which landslide is a specific movement of a geomorphological form, and as such is a reflection of a precised areal organization of geomorphological forms.

## ÚVOD

Predložená štúdia sa zaoberá delimitáciou potenciálnych zosuvných oblastí. Zosunmi sa zaoberá v úsilí nájsť zákonitosti ich lokalizácie, rozšírenia v krajine, a to konkrétne na území SSR. Ide tu o úsilie odhaliť určitý potenciál krajiny, potenciál prejavujúci sa v rôznej náchylnosti jednotlivých oblastí na tvorbu zosunov. Z hľadiska spoločenských cieľov je to v podstate negatívny potenciál, pretože zosuvné oblasti sú málo vhodné na mnohé formy využívania krajiny človekom. Predložená štúdia sa takto organicky začleňuje do výskumných úloh Geografického ústavu SAV.

## ANALÝZA A FORMULÁCIA PROBLÉMU

Kým pristúpime k samému riešeniu problému, treba si bližšie všimnúť povahu nastoleného problému, na čo sa vlastne pýtame, čo sa chceme dozvedieť. Tento základný problém je však zložitý. Skladá sa z dvoch čiastkových, pritom však dobre rozoznateľných problémov: Prvý sa týka vlastností zosuvného prostredia. Pýtame sa v ňom na to, aké vlastnosti musí mať prostredie, aby v ňom vznikli zosuny, a aké vlastnosti má potenciálna zosuvná oblasť. Je to problém kvality prostredia. Druhý problém sa týka lokalizácie zosuvného prostredia. Pýtame sa v ňom na to, kde sa toto prostredie nachádza, kde potenciálna zosuvná oblasť leží, ako ju v priestore delimitovať. Je to problém priestoru.

Aký je vzťah medzi týmito problémami? Máme tu naporúdzí **dosť** jednoznačnú, avšak tradičnú odpoveď, podľa ktorej problém kvality je prvoradým a hlavným problémom. Jeho riešenie má známu formu, a to prostredie zosunu tvoria určité geologické, geomorfologické, hydrologické, klimatické a ďalšie vlastnosti. Ak sa podarí tieto vlastnosti presne vymedziť (presne špecifikovať druh horniny, typ reliéfu, klimatickú a hydrologickú situáciu atď.), problém kvality prostredia je vyriešený. Vieme, v akom prostredí sa budú zosuny vytvárať. Zostáva riešiť problém lokalizácie prostredia. Spravidla sa predpokladá, že s riešením tohto priestorového problému nie sú už spojené nijaké väčšie ťažkosti. Celé riešenie má byť v jednoduchšej operácii, ktorá každej vlastnosti priradí jej priestorovú charakteristiku, určí oblasť jej výskytu. Oblasť, v ktorej sa jednotlivé vlastnosti budú kumulovať, je potom potenciálnou zosuvnou oblasťou. Základom takéhoto prístupu je presvedčenie o bezvýznamnosti priestoru, o tom, že priestor je niečím „prázdny“, niečím, čo nemá vplyv na vlastnosti, ktoré sa v ňom vyskytujú, presvedčenie o tom, že problém priestoru v podstate nejestvuje.

Keďže v našom základnom probléme — v probléme delimitácie potenciálnych zosuvných oblastí je tento priestorový aspekt jednoznačne zahrnutý, nemôžeme prijať tradičný, jasne negeografický prístup. Popiera sám predmet geografie, a tým aj predmet predloženej štúdie. Táto tradičná cesta však nie je jedinou. Možno vychádzať aj z predpokladu, že priestor nie je niečím „prázdny“, bezvýznamným, z predpokladu, že je to zložitý hierarchicky usporiadaný systém vzťahov a závislostí. Každá vlastnosť sa vyskytuje iba na určitej úrovni, iba v určitej časti tohto systému. Za daného predpokladu je problém priestoru prvoradý, teda najskôr treba študovaný jav lokalizovať v rámci tohto systému a až potom, po určení miesta, možno hľadať vlastnosti, ktoré ho na tomto mieste budú obklopuvať, ktoré tu budú tvoriť jeho prostredie.

Máme už vymedzený problém, na ktorý sa chceme sústrediť. Treba sa nám však ešte dotknúť aspoň jedného základného metodologického momentu. Každý vedecký problém, ak má mať nádej na vyriešenie, musí sa skladať z dvoch základných častí, a to z časti neznámej, z časti, na ktorú sa pýtame (v našom prípade prostredie zosunu) a z časti známej, časti, o ktorú sa pri riešení problému opierame, z ktorej vychádzame ako zo známeho základu (2). V našom prípade je týmto základom sám zosun. Riešenie problému prostredia predpokladá, že už máme (aspoň v určitej miere) vyriešený problém zosunu, že vieme, za čo ho považujeme, že si ho vieme definovať. Povaha koncepcie zosunu, o ktorú sa opierame, ovplyvní riešenie celého problému, odrazí sa v povahe prostredia zosunu, a preto logicky prvoradým krokom pri riešení problému prostredia je definovať si určitú koncepciu zosunu, z ktorej sa bude pri tomto riešení vychádzať.

V ďalšej kapitole sa pokúsime ukázať, že ak sa oprieme o tradičnú koncepciu zosunu, aj riešenie problému prostredia zostane tradičným riešením. Problém priestoru sa teda nebude dať uspokojivo vyriešiť. Ak sa má priestorový problém vyriešiť, treba vychádzať z netradičnej koncepcie zosunu. O toto sa pokúšame v 4. kapitole.

Východiskom pri riešení nášho problému bude najskôr tradičná koncepcia zosunu. Súčasná literatúra o zosunoch je veľmi rozsiahla (zoznam pozri v 9, 13). Avšak i napriek tomu vládne tu značná názorová jednota, a preto sa môžeme vyhnúť zdĺhavému hodnoteniu jednotlivých prác a hneď sa pokúsiť v krátkosti sformulovať základnú predstavu o zosune, ktorú väčšina autorov, i keď spravidla iba implicitne, prijíma. Zosun sa vo všeobecnosti považuje za druh gravitačného pohybu. Je to pohyb elastického alebo plastického horninového materiálu po naklonenej rovine, po stráni. Táto koncepcia pripúšťa jedinú mechaniku, ktorej základnými pojmami sú gravitácia, naklonená rovina, konzistencia, kohézia, trenie atď. Nadväznosť tejto tradičnej gravitačnej koncepcie na klasickú mechaniku je jasná. V základných pojmoch tejto koncepcie sú už obsiahnuté aj podmienky tohto pohybu. Takto koncipovaný zosun závisí jednak od vlastností horninového materiálu (presnejšie iba od jeho mechanických vlastností) a jednak od geometrie stráne, od ktorej závisia účinky gravitačnej sily. Ak teda prijmeme gravitačnú koncepciu zosunu, začína sa nám veľmi skoro črtiť aj kvalitatívne určené prostredie zosunu. Sú to dva základné okruhy vlastností, a to určité vlastnosti hornín a určité vlastnosti reliéfu. Medzi podmienky zosunu možno zaradiť ešte aj niektoré klimatické, hydrologické, tektonické a vegetačné charakteristiky, ako aj určitú ľudskú činnosť. Ich vplyv na zosuny je nesporný, avšak iba sprostredkovaný. Význam majú iba potiaľ, pokiaľ menia mechaniku hornín alebo morfológiu terénu, teda pokiaľ menia základné podmienky. Problém prostredia zosunu leží takto symetricky medzi dvoma vedami, a to medzi geológiou a geomorfológiou. Jeho riešenie však neprebiehala symetricky. Študoval sa najmä na poli geológie, presnejšie inžinierskej geológie. Na tomto poli sa poznanie zosunu ako gravitačného pohybu aj značne prehĺbilo, objavené zákony sa matematicky formulovali. Pod vplyvom tohto asymetrického výskumu sa začal príliš zdôrazňovať význam geologického prostredia pre vznik zosunov, so súčasným podcenením iných vplyvov.

„Základnou podmienkou vývoja zosunov je geologická stavba svahov“. „Keď bližšie skúmame príčiny, prečo sa zosuny vyskytujú v určitých rajónoch zbudovaných z kriedových až kvartérnych útvarov, zistíme, že hlavnú úlohu na tom má určité usporiadanie vrstiev a útvarov, ako aj fyzikálnomechanické vlastnosti hornín“. Tieto dve vety sme vybrali z práce A. Nemčoka [8] preto, lebo veľmi presne vyjadrujú názor na podmienky zosunov, názor, ktorý aspoň v implicitnej podobe nájdeme vo väčšine prác o zosunoch. V krátkosti ho môžeme formulovať tak, že horninové prostredie je zosuvným prostredím par excellence.

Pre nás je dôležité, že z takto chápaného prostredia vyplýva bezprostredne aj dôsledok, ktorý je dôležitý pre delimitáciu zosuvných oblastí. Ak sú vlastnosti hornín pri vzniku zosunov rozhodujúce, potom hranice potenciálnych zosuvných oblastí budú totožné s hranicami geologických útvarov. Overme si platnosť tohto dôsledku v teréne. Napríklad mechanické vlastnosti flyšových hornín sú pre tvorbu zosunov priaznivé. V oblasti budovanej týmito horninami sa v skutočnosti koncentruje väčšina zosunov (pozri mapy 4, 13), čo svedčí o tom, že oblasť flyša možno považovať za potenciálnu zosuvnú oblasť. Nie je však táto pravda relatívna? Vo flyšových územiach možno nájsť enklávy bez

zosunov, ako aj enklávy s veľmi intenzívnym výskytom zosunov. Horninové prostredie je v celej oblasti dosť monotónne. Ak ju však treba ďalej členiť, a to na oblasti viac, resp. menej náchylné na tvorbu zosunov, potom tieto hranice nemôžu byť už geologickými hranicami. Náš pohľad možno ešte zjemniť, pretože aj v územiach husto pokrytých zosunami sa budú vyskytovať územia bez zosunov. Labilné a stabilné stráne sa tu budú striedať v podobe drobnej, pestrej mozaiky. Táto intenzívna mozaikovitá diferenciácia nastáva v rámci podstatne monotónnejšej geologickej stavby. Ťažko môžeme teraz hľadať zhodu medzi touto mozaikou strání a geologickou stavbou, ktorá je slabšie a v priestore inak diferencovaná (1). Podrobnejšia klasifikácia hornín (napr. delenie flyša podľa rôzneho podielu pieskoviec a ílovcov) môže čiastočne pomôcť pri delimitácii menších území v rámci celej flyšovej oblasti. Pri detailnejšom pohľade sa však aj význam tejto klasifikácie bude postupne strácať. Aj pri najpodrobnejšej klasifikácii geologickej stavby priestorová diferenciácia hornín bude odlišná od mozaikovitej diferenciácie labilných a stabilných strání. Rovnako môžeme uvažovať o flyšových ako aj o ostatných horninách a rovnaká úvaha platí aj pre komplexy zložené z dvoch mechanicky odlišných hornín (8). Priestorová diferenciácia týchto dvojíc bude bližšia diferenciácii ostatných geologických útvarov ako diferenciácii geomorfologických tvarov-strání.

Geologická stavba má pri delimitácii potenciálnych zosuvných oblastí nesporný, avšak relatívny význam, ktorý je evidentný v rámci veľkých oblastí; pri vyčleňovaní menších oblastí postupne vyznieva, stráca sa. O čom teda svedčí táto relativita? Ak sa horninové prostredie považuje pri tvorbe zosunov za rozhodujúce, potom veľké územné celky (geologické stavebné jednotky) predstavujú prostredie pre zosuny, pre javy podstatne menšie (zosuny zriedka dosahujú rozlohu niekoľkých málo km<sup>2</sup>, spravidla sú však oveľa menšie). Ak priestor nemá význam, potom aj rozdiel vo veľkosti by bol bezvýznamný a vplyv horniny by do všetkých veľkostných kategórií prenikal nezmenený a v rozšírení hornín i zosunov by vládla zhoda. Ako sme však ukázali, táto zhoda je relatívna, pri prechode do menších priestorov vyznieva, čo svedčí o význame priestoru, o tom, že v rôzne veľkých priestoroch platia iné zákonitosti, že vplyv horniny sa mení.

Na mechaniku hornín má vplyv aj voda. Význam zrážok pre vznik zosunov je nepochybný, oblasti intenzívnych zrážok môžu byť preto pri delimitácii potenciálnych zosuvných oblastí kritériom. Na zosuny však nemá vplyv zrážková voda, ale až povrchová voda, teda voda, ktorá pri dotyku s reliéfom, v závislosti od jeho morfológie, intenzívne sa priestorove diferencuje. Oblasti intenzívnych zrážok majú pre delimitáciu potenciálnych zosuvných oblastí iba všeobecný význam (podobne ako horniny). Tieto monotónne oblasti treba podrobnejšie členiť, čo však nemôžeme robiť iba na základe klimatických charakteristík.

V gravitačnej koncepcii zosunu sú okrem geologických podmienok obsiahnuté aj geomorfologické podmienky. Ich štúdium sa však dosť zanedbáva a význam podceňuje. Známy je význam niektorých geomorfologických charakteristík stráne pre tvorbu zosunov (výšky, sklonu atď.), avšak strán sa vždy chápe príliš abstraktne, identifikuje sa s naklonenou rovinou. Rozdiely sú však zjavné; nejde tu o nepravidelnosti a odchýlky od ideálnych geometrických tvarov, rozdiel je hlbší. Skutočná strán nikdy nejestvuje sama, vždy je rozčlenená na menšie čiastkové stráne a zároveň vždy je súčasťou systému

nadradenej strane. Vždy je veľmi zložitou štruktúrou alebo systémom. Geometrické charakteristiky možno ľahko merať na naklonenej rovine, avšak merať ich na stránach, t. j. v rámci ich zložitých štruktúr, je oveľa problematickejšie, ba dalo by sa povedať, že je to celkom iný problém. Zásluhou nesprávnej identifikácie stráne a naklonenej roviny vieme o priestorovej diferenciácii geomorfologických podmienok zosunu pomerne málo. Najviac poznatkov nájdeme o nej v geografickej literatúre, sú to mapy stredného uhla sklonu, relatívnej výškovej a horizontálnej členitosti [3, 5, 6]. Tieto mapy sa konštruovali z hľadiska širších geografických problémov a cieľov, ako je význam zosunov. Avšak i tak priestorová diferenciácia rôznych stupňov na týchto mapách veľa napovedá pri delimitácii potenciálnych zosuvných oblastí. Táto diferenciácia je výrazne mozaikovitá, takže povahou je bližšia diferenciácii zosuvných oblastí ako slabšia a v podstate pásmovitá diferenciácia geologických útvarov. Na druhej strane však, čo napokon vyplýva zo širšieho zamerania týchto máp, ich priestorová diferenciácia je z hľadiska zosunov ešte stále príliš všeobecná. V rámci toho istého stupňa sa môžu vyskytovať rôzne stráne a aj rôzne konfigurácie strání.

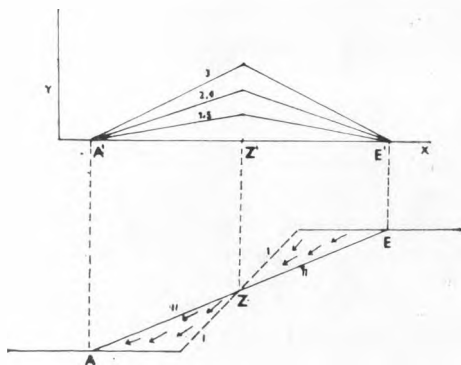
Tradičný výskum zosunov, spočívajúci v gravitačnej koncepcii zosunu, dospel k poznaniu vlastností zosuvného prostredia, spoznal význam hornín a reliéfu pri vzniku zosunov. Ťažisko výskumu však bolo výrazne posunuté. Oveľa viac sa študoval a napokon aj spoznal význam hornín. Z týchto poznatkov vyplývajú aj možnosti delimitácie potenciálnych zosuvných oblastí. Pri delimitácii základných, veľkých potenciálnych zosuvných oblastí možno sa s úspechom opierať o poznatky tradičného výskumu. Pri delimitácii menších oblastí sú však tieto poznatky už menej užitočné. Pri prechode z väčších priestorov do menších sa význam i pravdivosť poznatkov tradičnej koncepcie menia. Priestor sa javí ako kritérium ich platnosti, určuje, kde platia a kde platí prestávajú. Ak chceme poznatky o potenciálnych zosuvných oblastiach prehĺbiť, pozornosť musíme obrátiť na tento tradične zanedbávaný priestorový aspekt.

## NOVÉ MOŽNOSTI DELIMITÁCIE POTENCIÁLNYCH ZOSUVNÝCH OBLASTÍ

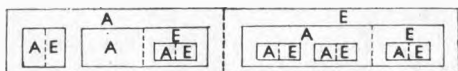
Ak chceme načrtnúť nové možnosti delimitácie potenciálnych zosuvných oblastí, musíme rešpektovať logiku problému a musíme začať novou koncepciou zosunu. Povahou zosunu sme sa zaoberali v starších štúdiách [9, 10, 11, 12], tu zhrnieme iba základné poznatky. Zosun sme schematicky znázornili na obr. 1. Je to jednoduchá, bežne používaná schéma. Rovnako bežné je aj veľké zjednodušenie pri jej interpretácii. Akosi sa zabúda na to, že graficky jednoduchá schéma je obsahovo bohatá, znázorňuje viac druhov pohybu a naznačuje tiež vzťahy medzi nimi. Je v nej obsiahnutý nezvratný gravitačný pohyb horninového materiálu, teda pohyb, ktorý tradičná koncepcia zdôrazňuje takým výlučným spôsobom. Okrem toho je v schéme obsiahnutý aj pohyb, ktorý dostaneme, ak budeme sledovať bilanciu gravitujúceho materiálu v jednotlivých úsekoch stráne. Tento pohyb má charakter pulzujúceho toku. Tretím druhom pohybu je zmena geomorfologického tvaru. Jedna strán sa mení na inú, menia sa geometrické vlastnosti stráne. Pri tomto pohybe sa pohybuje povrch, teda niečo, čo nemá gravitačnú hmotu, niečo, čo nemôže gravitovať. V predošlej štúdií [12] sme sa pokúsili ukázať, že pohyb tvaru je zložitým po-

hybom, v ktorom je obsiahnutý gravitačný proces. Preto, ak definujeme zosun ako pohyb tvaru, neopustíme tým tradičnú gravitačnú koncepciu, ale ju nahradíme širšou koncepciou, v ktorej je tradičná koncepcia zahrnutá. Z novej koncepcie zosunu však vyplýva, že v jeho okolí nájdeme okrem všetkých javov, ktoré sme spomínali v predošlej kapitole, aj nové javy. Je to predovšetkým zložitý, hierarchicky usporiadaný systém geomorfologických tvarov [11]. Zosunu ako pohybu tvaru prislúcha v tom systéme určité miesto a tým aj určité okolie. Keďže systém geomorfologických tvarov je priestorovým systémom, ťažko môžeme odlišiť určenie miesta v rámci tohto systému od určenia miesta v priestore.

Obr. 1. EZ — oblasť erózie, AZ — oblasť akumulácie, Z — zvrtný bod, I — pôvodná stráň, II — výsledná stráň. Šípky označujú gravitačný pohyb horninového materiálu. Na osi x sú nanesené priestorové jednotky, na osi y sú nanesené objemové jednotky pohybujúceho sa materiálu. Čísla 1—5 označujú etapy vo vývoji procesu.



Základné črty tohto systému vyplývajú opäť z uvedenej schémy. Teraz si však treba na nej všimnúť to, čo priamo neznázorňuje, ale to, čo sme do nej apriórne vložili. Bolo totiž iba vecou tichej dohody, vyplývajúcej z názvu štúdie, že za touto schémou sme videli zosun. Zo samej schémy to nevyplýva, pretože táto svojou platnosťou veľmi presahuje problematiku zosunov. Schéma veľmi všeobecne znázorňuje spôsob, ako sa protichodné procesy, proces erózie a proces akumulácie, spájajú prostredníctvom zvrtného bodu do jedného výrazne polarizovaného celku. Tento eróžno-akumulačný celok sa môže interpretovať ako dvojica kontinent-more alebo ako pohorie-nížina. Rovnako dobre môže predstavovať eróznú a akumuláciu časť doliny ľubovoľného radu; možno ním znázorniť aj eróziu hornej časti stráne a akumuláciu na jej úpätí. Zosunu je najbližší tento posledný prípad. Všetky tieto interpretácie sú rovnako možné i správne a vôbec sa navzájom nevyklučujú, ale spájajú sa do zložitého, hierarchicky usporiadaného systému. Na najvyššom stupni sa nachádza eróžno-akumulačná dvojica kontinent—more. V rámci kontinentu možno však rozlišovať rôzne pohoria a nížiny, oblasti prevažujúcej erózie resp. akumulácie. Tak v rámci pohoria, ako aj v rámci nížiny možno odlišovať menšie eróžno-akumulačné systémy, čím sa dostaneme k dolinám rôznych radov, k ich eróznym a akumulárnym úsekom. Od dolín môžeme prejsť k celkom nižšiemu radu, k stráňam. Aj tieto predstavujú ešte eróžno-akumulačné celky. Stráne však už ďalej ťažko môžeme rozkladať, sme na konci radu. Na schéme obr. 1 treba teda vidieť celý tento komplikovaný systém, zložený z hierarchicky us-



Obr. 2. E — oblasť erózie, A — oblasť ekumulácie.

poriadaných eróznno-akumulačných systémov. Veľmi schematicky je znázorňený na obr. 2.

Teraz si môžeme urobiť predstavu o priestore, v ktorom sa zosuny vyskytujú. Vyskytujú sa na najnižšej taxonomickej úrovni spomínaného systému, na stráňach, v mozaike najmenších tvarov. Zosuny sa vyskytujú v tomto priestore a aj podmienky pre ne treba hľadať predovšetkým tu. Spomínanú mozaiku zachytávajú mapy mierok 1:25 000 a 1:50 000. Mapy menších mierok ju už presne nezachytávajú. Radikálne povedané zosuny na mapách týchto menších mierok jednoducho nie sú, nevidieť ich. Ak ich predsa chceme vidieť, musíme sa ne ne dívať pomocou podrobných máp, teda tak, ako aj mikroorganizmy vidieť iba v mikroskope.

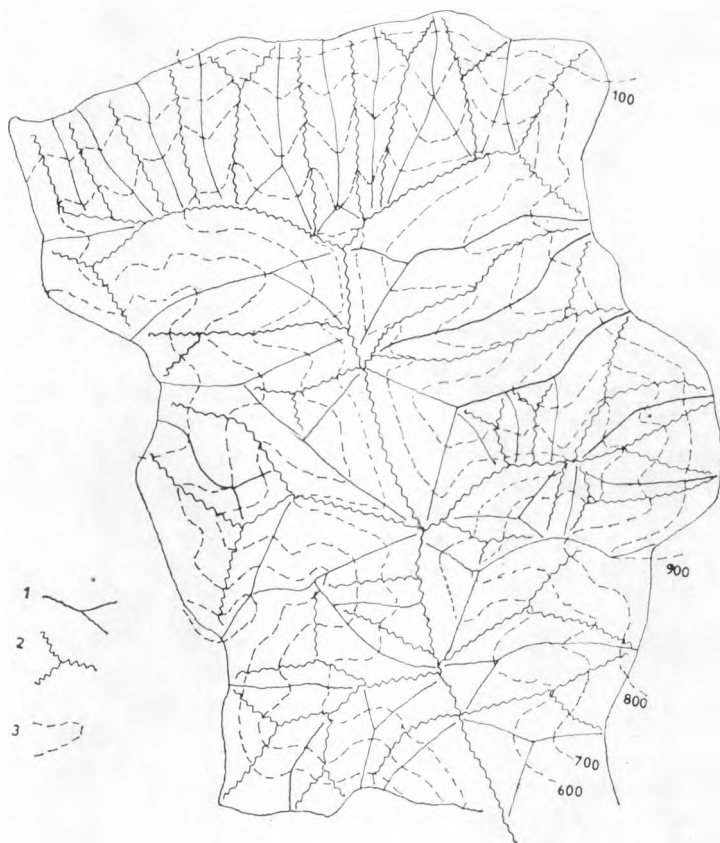
Zosuny sa nachádzajú na najnižšej taxonomickej úrovni. Tu sa však nachádzajú aj ostatné stráňové procesy. Zosuny sa od nich odlišujú vzhľadom k nadradeným systémom. Celý systém na obr. 2 predpokladá určité vzťahy, určitú závislosť medzi podradenými a nadradenými systémami. Podradený systém môže byť viac alebo menej závislý od nadradeného systému. Pre zosuny je charakteristický nízky stupeň závislosti. Sú to autonómne systémy (9, 10), ktoré sú v čase a priestore jasne ohraničené, individualizované. Možno u nich spravidla ľahko a presne identifikovať eróznou i akumuláciu. Medzi eróziou a akumuláciou je symetria. Celý alebo takmer celý materiál, ktorý sa v eróznej oblasti uvoľnil, akumuloval sa v akumuláčnej oblasti zosunu. Nepohyboval sa ďalej za hranice zosunu, nevstúpil do iných systémov, nenapojil zosun na ne, ale zosun zostal uzavretý. [Opačnú situáciu môžeme pozorovať pri niektorých výmoľoch. Zložitá a rozsiahla sieť výmoľov svedčí o intenzívnej erózii, tejto však neodpovedá symetrická akumulácia, pretože materiál sa pohyboval ďalej do doliny. Systém výmoľov je dobre a tesne napojený na systém dolín, pohyb materiálu sa nekončí na jeho hranici, ale je to otvorená hranica]. Táto autonómnosť samého zosunu dovoľuje predpokladať, že aj pri potenciálnej zosunnej oblasti nájdeme určité autonómne črty, že bude predstavovať tvar v určitom stupni výnimočný a individualizovaný od ostatných tvarov. Problémom zostáva zistiť, ktoré vlastnosti môžu spôsobovať výnimočnosť tohto tvaru a spoznať, kde sa tieto vlastnosti lokalizujú.

## VEĽKOSTNÉ CHARAKTERISTIKY JEDNOTLIVÝCH STRÁŇÍ

Najskôr budeme študovať iba vlastnosti jednotlivých tvarov, abstrahujúc od ich organizácie do zložitých celkov, potom budeme študovať zákonitosti tejto organizácie, abstrahujúc zasa od ostatných aspektov. Napokon sa pokúsime obe hľadiská spojiť. Pri prvom kroku je nadväznosť na gravitačnú koncepciu evidentná, rovnako zreteľné sú však aj nové momenty. Pri ďalších dvoch krokoch sa už jasne ocitneme za hranicami gravitačnej koncepcie.

Zosun je určitou transformáciou stráne, vzniká na stráni. Stráň možno chápať ako základné prostredie zosunu, treba si však toto prostredie presne defi-

novaf a v teréne identifikovať. Stráň možno definovať ako územie medzi rozvodím a dnom doliny (11). Táto definícia by vyžadovala určité spresnenie, avšak pre účely predkladanej štúdie stačí v tejto jednoduchšej podobe. Ak v študovanej oblasti vykreslíme systém chrbátíc a údolnic (11), dostaneme mozaiku strání (obr. 3). Každá stráň je reprezentovaná uzavretou plochou, je to mozaika naklonených rovín. Každšej ploche možno priradiť rôzne vlastnosti. Každšej ploške možno priradiť určitý sklon. Sklon väčšiny strání sa bude pohybovať okolo štatistického priemeru, sklon niektorých strání sa však bude od neho odchyľovať, bude väčší. Podobne možno uvažovať aj o výške strání. Nadväznosť na tradičnú gravitačnú koncepciu je tu jasná. Pohybujeme sa však v priestore, do akého sa táto koncepcia nezvykne aplikovať a okrem toho nemôžeme sa uspokojiť iba týmito vlastnosťami, ktoré sú z hľadiska gravitačnej koncepcie rozhodujúce. Jestvuje rad ďalších vlastností, ktoré majú význam pri tvorbe zosunov. Každšej stráni možno priradiť aj plochu. Zvlášť veľké stránne budú mať tendenciu k tvorbe zosunov, t. j. budú sa rozpadáť na drobné, plošne menšie tvary. Opačnú tendenciu možno niekedy pozorovať pri systéme



Obr. 3. 1 — chrbty, 2 — dna dolín, 3 — vrstvnice.



zloženého z množstva drobných strání, napr. územie s hustou sieťou výmoľov, ktorý má tendenciu zlievať sa pomocou zosunu do monotónnejšieho tvaru. Stráne možno charakterizovať i hypsografickou krivkou. Stráne so zvlášť konvexným priebehom tejto krivky možno považovať za náchylné na zosun. Sú to stráne, ktorých pozdĺžny profil je výrazne konvexný. Avšak možno ešte väčší význam má pôdorys stráné. Jestvujú stráne s trojuholníkovitým pôdorysom, ktoré sú orientované tak, že ich najnižším bodom je jeden z vrcholov, najvyšším miestom je jedna zo strán trojuholníka. Jediná takáto „na vrchole stojaca“ stráň je nemysliteľná. V rámci systému strání je však bežným javom, často tvorí uzávery dolín. Pre zosuny je dôležité, ako sa po povrchu pohybuje zrážková voda, kde sa koncentruje a rozptyľuje. Z tohto hľadiska je dôležitá ďalšia morfológická charakteristika strání, konvexnosť a konkávnosť ich vrstovnic. V prvom prípade nastáva koncentrácia vody (napr. uzávery dolín), v druhom prípade sa voda rozptyľuje (napr. na čelách, uzáveroch chrbtov). Pre vznik zosunov je priaznivejší prvý prípad.

Niektoré stráne predstavujú z hľadiska jednotlivých vlastností odchýlky od priemeru. Jestvujú však stráne, ktoré sú odchýlkou z hľadiska viacerých vlastností. Pri nich sa dá predpokladať tendencia smerujúca k potlačeniu tohto výnimočného autonómneho postavenia, t. j. tendencia zmenšiť sklon, výšku, rozčleniť rozľahlú monotónnu plochu a zmenšiť organizáciu odtoku vody, potlačiť konvexnosť hypsografickej krivky zväčšením plochy nižšie položených území, a to na úkor plochy vyššie položených území. Všetky tieto účinky má zosun. Môžeme preto predpokladať, že autonómnosť strání sa prejaví v tendencii k tvorbe autonómnych stráňových procesov-zosunov.

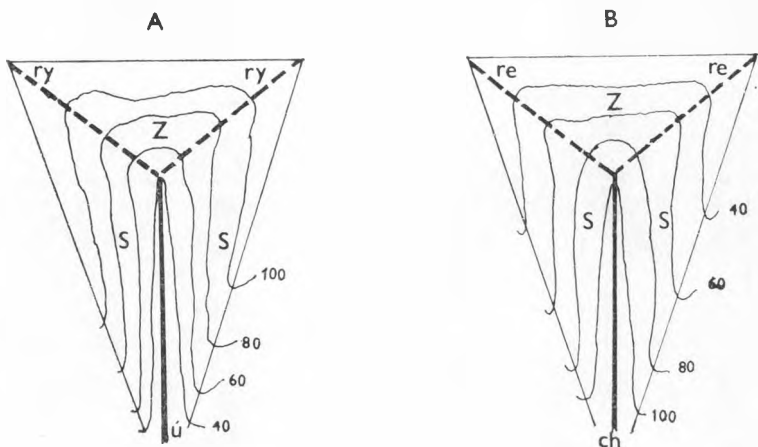
Okrem morfológických vlastností možno a aj treba stránam priradiť charakteristiky mechanických vlastností hornín, ktoré strán zrezáva. Význam morfológie stráné z hľadiska tvorby zosunov možno hodnotiť iba vo vzťahu k mechanike hornín a naopak. Sama morfológia iba vo výnimočných prípadoch rozhoduje o stabilite strání. Ani prítomnosť určitej horniny nie je zárukou stabilnosti alebo labilnosti stráné. O tom rozhoduje interakcia morfológických a mechanických vlastností. Na rovnakej hornine sa spravidla vyskytujú stráne z hľadiska morfológie odlišné, z nich iba určitú časť možno označiť za potenciálne zosuvné stráne. V niektorých pohoriach, ktoré sú z hľadiska geológie monotónne, takýmito potenciálnymi oblasťami sú uzávery hlavných dolín v blízkosti hlavného hrebeňa. Inde sú to iba stráne na obvodoch klenbí a pod. Jestvujú tvary, ktoré sú v spojení s mnohými horninami stabilné, ako aj tvary, ktoré v spojení s väčšinou hornín sú nestabilné.

## ORGANIZÁCIA STRÁNÍ DO CELKU

Zaoberali sme sa mozaikou strání. Stráne predstavovali zatiaľ systém, ktorý mal povahu štatistického súboru. O určitom usporiadaní tohto systému sme zatiaľ neuvažovali. Teraz obrátíme pozornosť týmto smerom, teda budeme skúmať spôsob, ako sa stráne organizujú do systému a tiež význam tejto organizácie pre zosuny. Začneme opäť stráňou ako časťou povrchu, ktorá leží medzi chrbáticou a údolnicou. Obom týmto líniam možno pripísať určitý vplyv na organizáciu gravitačného pohybu. Gravitačný pohyb smerom od chrbátice diverguje, smerom k údolnici konverguje. Stráň ležiaca medzi týmito líniami

je v dosahu oboch týchto vplyvov, teda v oblasti ich interakcie. Predstavuje polarizovaný celok, ktorého pólmi sú chrbátnica a údolnica. Stráne sú organizované z hľadiska týchto dvoch pólův, klasifikovať a hodnotiť ich treba z oboch hľadísk, teda tak z hľadiska chrbtu, ako aj z hľadiska doliny.

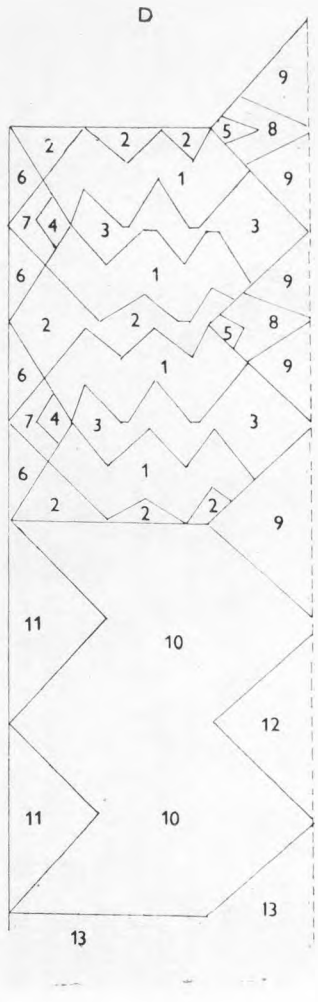
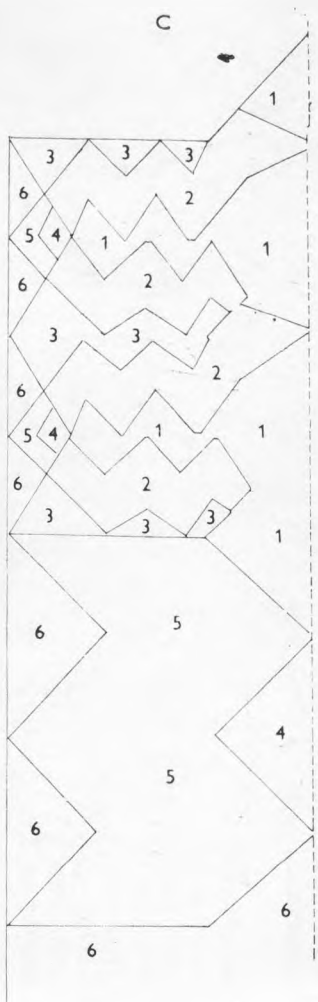
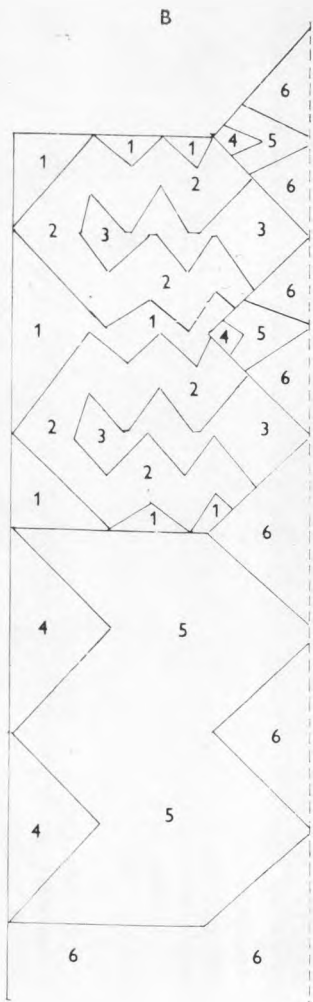
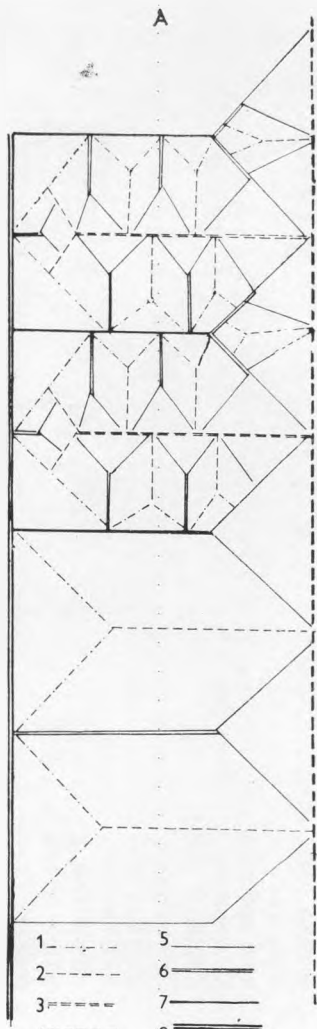
Konvergencia gravitačného pohybu nastáva vo vpadnutých tvaroch, depresiách. Pohyb konverguje do stredu depresie. Depresie sú spravidla usporiadané do hierarchického systému, menšia depresia je obsiahnutá vo väčšej. Gravitačný pohyb v menšej depresii konverguje do jej stredu a odtiaľ do stredu väčšej depresie, čím vzniká neuzavretá, otvorená depresia. Doliny sú takýmto otvorenými depresiami (11). Dolinu možno dobre znázorniť nekompletným plášťom štvorstenu (plášťom bez jednej steny), obr. 4. Tieto steny možno in-



Obr. 4. *ú* — údolnica, *ry* — ryha, *ch* — chrbátnica, *re* — rebro, *S* — stráne (doliny alebo chrbtu), *Z* — záver (doliny alebo chrbtu), čísla označujú výšku vrstovnic.

terpretovať ako stráne, z ktorých dve klesajú priamo k stredu doliny, teda k údolnici, a tretia klesá k nej iba sprostredkovane, prostredníctvom rýh. Prvé dve sú stráňami doliny, tretia, ktorá dolinu uzatvára, je záverom doliny.

Doliny sú usporiadané do hierarchického systému. Ak sa spoja dve doliny prvého radu, vzniká dolina druhého radu. Ak sa spoja aspoň dve doliny druhého radu, vzniká dolina tretieho radu atď. (11). Dolina druhého radu vzniká síce spojením dolín prvého radu, ale okrem toho v nej jestvujú aj územia, ktoré nepatria k žiadnej doline prvého radu. Sú to tie územia, ktoré ležia medzi dolinami prvého radu. Polohu týchto medzidolín znázorňujeme na obr. 5A. Sú to stráne, ktoré neklesajú k údolnici prvého radu a až jej prostredníctvom k údolnici druhého radu, ale sú to stráne, ktoré klesajú bezprostredne k údolnici druhého radu. Rovnaká situácia nastáva aj pri spojení dolín druhého radu do doliny tretieho radu [rovnako je to aj pri vzniku dolín vyšších radov]. Vždy sa nájdu stráne, ktoré klesajú, konvergujú bezprostredne k hlavnej údolnici. Aj ostatné stráne konvergujú k tejto hlavnej údolnici, ale ich konvergencia je



viac alebo menej sprostredkovaná, a to vtedy, keď medzi stráň a hlavnú údolnicu sa vkladá väčší alebo menší počet údolnic. V strede doliny v blízkosti jej hlavnej údolnice je konvergencia bezprostredná, silná. Smerom k obvodu doliny táto konvergencia slabne. Na obr. 5A znázorňujeme zidealizovanú dolinu tretieho radu. Každú plochu, každú stráň tejto doliny možno klasifikovať podľa toho, aké miesto jej v systéme doliny patrí. Schéma tejto klasifikácie je na obr. 6. Klasifikáciou, rozkladom doliny  $n$ -tého radu na tvary nižších radov, až po tvary prvého radu sme sa zaoberali v predošlej štúdií [11]. Na obr. 6 je tento rozklad obohatený o ďalší stupeň, teda o tvary nultého radu —  $\circ$  stráne. Tieto tvary dostaneme rozkladom dolín prvého radu na jednotlivé stráne — stráne a závery dolín. Triedy strání sa líšia svojím vzťahom k hlavnej údolnici. Sú zoradené tak, že v smere zhora dole rastie bezprostrednosť ich kontaktu s touto údolnicou, rastie jej dostredivý vplyv na stráne. Lokalizáciu týchto tried strání znázorňujeme na obr. 5B.

O tom, že konvergencia gravitačného pohybu má vplyv na zosuny, svedčí ich rozmiestnenie. Zosuny často dôsledne sledujú osi hlavných dolín, viažu sa na stráne, ktoré bezprostredne klesajú ku dnu týchto dolín, nezriedka priamo do koryta rieky, viažu sa na medzibazény vysokých radov. Tieto tvary predstavujú potenciálne zosuvné oblasti, ktoré sú v značnej miere nezávislé od vlastností hornín. Väčší význam má ich poloha v systéme tvarov, bezprostredný vzťah k hlavnej osi konvergencie, blízkosť rieky je rozhodujúca. Rozmiestnenie mnohých zosunov má vzťah k rastúcej konvergencii gravitačného pohybu, ale ani zďaleka nie všetky zosuny sledujú túto závislosť, mnohé z nich sú závislé skôr od divergencie gravitačného pohybu.

Divergencia gravitačného pohybu nastáva na vypuklých tvaroch na chrbtoch. Chrbát je tvar doliny symetrický, je jej zrkadlovým obrazom. Všetko to, čo sme povedali o doline, platí symetricky aj o chrbte. Aj chrbát si možno predstaviť ako neúplný plášť štvorstena, ktorý je však orientovaný opačne, ako bol v prípade doliny. Dvom stráňam doliny odpovedajú dve stráne chrbta, záveru doliny odpovedá záver alebo čelo chrbta (obr. 4B). Chrbty sú usporiadané do

Obr. 5A. Dolina tretieho radu a chrbát tretieho radu.

1 — ryha, 2 — údolnica prvého radu, 3 — údolnica druhého radu, 4 — údolnica tretieho radu, 5 — rebro, 6 — chrbátnica prvého radu, 7 — chrbátnica druhého radu, 8 — chrbátnica tretieho radu.

Obr. 5B. Lokalizácia strání v systéme dolín.

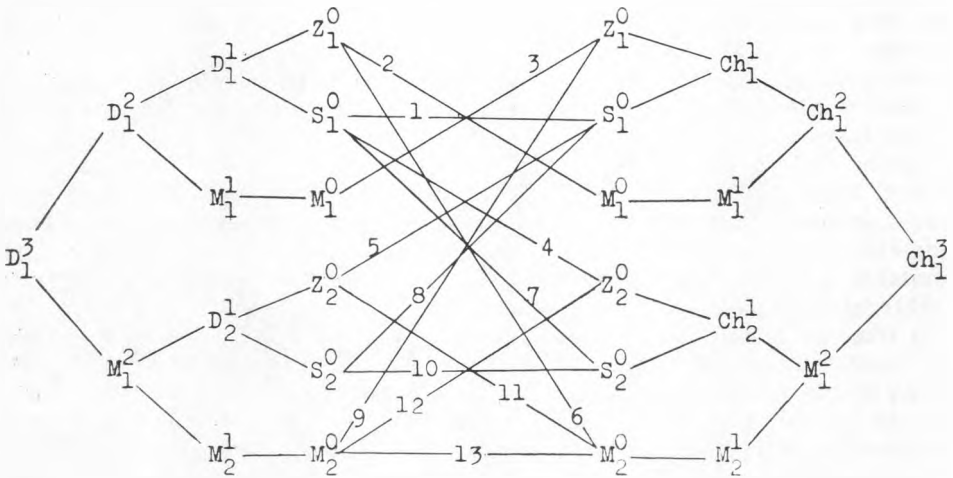
1 —  $Z_1^\circ$ , 2 —  $S_1^\circ$ , 3 —  $M_1^\circ$ , 4 —  $Z_2^\circ$ , 5 —  $S_2^\circ$ , 6 —  $M_2^\circ$ .

Obr. 5C. Lokalizácia tried strání v systéme chrbtov.

1 —  $Z_1^\circ$ , 2 —  $S_1^\circ$ , 3 —  $M_1^\circ$ , 4 —  $Z_2^\circ$ , 5 —  $S_2^\circ$ , 6 —  $M_2^\circ$ .

Obr. 5D. Lokalizácia tried strání v oboch systémoch [v systéme dolín, ako aj v systéme chrbtov]. Prvé písmeno označuje postavenie stráne v systéme dolín, druhé písmeno označuje postavenie stráne v systéme chrbtov.

1 —  $\{S_1^\circ, S_1^\circ\}$ , 2 —  $\{Z_1^\circ, M_1^\circ\}$ , 3 —  $\{M_1^\circ, Z_1^\circ\}$ ,  
 4 —  $\{S_1^\circ, Z_2^\circ\}$ , 5 —  $\{Z_2^\circ, S_1^\circ\}$ , 6 —  $\{Z_1^\circ, M_2^\circ\}$ ,  
 7 —  $\{S_1^\circ, S_2^\circ\}$ , 8 —  $\{S_2^\circ, S_1^\circ\}$ , 9 —  $\{M_2^\circ, Z_1^\circ\}$ ,  
 10 —  $\{S_2^\circ, S_2^\circ\}$ , 11 —  $\{Z_2^\circ, M_2^\circ\}$ , 12 —  $\{M_2^\circ, Z_2^\circ\}$ ,  
 13 —  $\{M_2^\circ, M_2^\circ\}$ .



Obr. 6. I — klasifikácia strání podľa ich postavenia v systéme dolín, II — klasifikácia strání podľa ich postavenia v systéme chrbtov, III — klasifikácia strání podľa ich postavenia v oboch systémoch (v systéme dolín, ako aj v systéme chrbtov). Čísla 1—13 odpovedajú triedam strání tak, ako je to na spodnej časti obrazu.

rovnakého hierarchického systému ako doliny, medzidolinám odpovedajú medzichrbty. Tak, ako sa pri dolinách dala odlišovať viac alebo menej sprostredkovaná konvergencia k hlavnej údolnici, dá sa pri chrbtoch odlíšiť rôzne sprostredkovaná divergencia od hlavnej chrbtátnice. V jej blízkosti je divergencia najvýraznejšia, ďalej k periférii chrbta postupne vyznieva. Na obr. 5A znázorňujeme aj zidealizovaný chrbát tretieho radu. Každú jeho strán možno klasifikovať podľa jej miesta v tomto systéme. Rozklad tohto chrbta na chrbty nižších radov (obr. 6) je analogický rozklad dolín. Posledný stupeň klasifikácie vznikol rozložením chrbtov prvého radu na jednotlivé strány (strány a závery). Triedy strání sú zoradené tak, že v smere zhora dole rastie bezprostrednosť ich styku s hlavnou chrbtátnicou, rastie divergencia gravitačného pohybu. Lokalizáciu týchto tried strání znázorňujeme na obr. 5C.

Mnohé zosuny sa viažu na miesta silnej, bezprostrednej divergencie, na blízke okolie hlavných chrbtov, na závery dolín, kde konvergencia pôsobí už veľmi slabo, sprostredkované. Pri niektorých vrchoch a chrbtoch, ktoré sú vzhľadom na doliny položené vyložene excentricky, vznikajú zosuny bez akéhokoľvek vzťahu k systému dolín. Majú charakter odstredivého rozpadu týchto vypuklých tvarov, ktoré sú potenciálnymi zosuvnými oblasťami. Tieto sú značne nezávislé od geologického podkladu, vznikajú na určitých miestach geomorfologického systému, a to bez jednoznačnej závislosti od podkladu.

Strány sme charakterizovali raz z hľadiska doliny a raz z hľadiska chrbtov. Strán je však polarizovaný celok, nachádza sa tak pod vplyvom doliny,

ako aj pod vplyvom chrbta. Obe hľadiská a im odpovedajúce klasifikácie treba preto zjednotiť, zlúčiť do jedinej klasifikácie. Každá trieda strání bude určená svojím postavením v systéme dolín, ako aj postavením v systéme chrbtov. Každá stráň bude označená dvojicou symbolov, napr.  $\{S^{\circ}_1, S^{\circ}_1\}$ . Prvé písmeno označuje jej postavenie v systéme dolín, druhé písmeno v systéme chrbtov. Dostaneme tak 13 tried strání, ktoré môžeme zoskupiť do 5 skupín.

1. *skupina strání*. Vplyv doliny, ako aj vplyv chrbta je tu najslabší, pretože tieto stráne sú najviac vzdialené bezprostrednému vplyvu doliny i chrbta. Suma vplyvu doliny a vplyvu chrbta je pri všetkých triedach tejto skupiny rovnaká, podiely jednotlivých vplyvov sa však menia.

$\{S^{\circ}_1, S^{\circ}_1\}$  — vplyv doliny i chrbta sú rovnaké,  
 $\{Z^{\circ}_1, M^{\circ}_1\}$  — vplyv doliny je slabší ako vplyv chrbta,  
 $\{M^{\circ}_1, Z^{\circ}_1\}$  — vplyv doliny je silnejší ako vplyv chrbta.

2. *skupina strání*. Spojený vplyv doliny a chrbta je tu slabý. V rámci tejto nevelkej sumy má však prevahu buď vplyv doliny, alebo vplyv chrbta.

$\{S^{\circ}_1, Z^{\circ}_2\}$  — vplyv doliny je slabší ako vplyv chrbta,  
 $\{Z^{\circ}_2, S^{\circ}_1\}$  — vplyv doliny je silnejší ako vplyv chrbta.

3. *skupina strání*. Spojený vplyv doliny a chrbta je tu mierne silný, v rámci tejto sumy má prevahu vplyv doliny alebo vplyv chrbta.

$\{Z^{\circ}_1, M^{\circ}_2\}$  — veľmi slabý vplyv doliny a veľmi silný vplyv chrbta,  
 $\{S^{\circ}_1, S^{\circ}_2\}$  — slabý vplyv doliny a silný vplyv chrbta,  
 $\{S^{\circ}_2, S^{\circ}_1\}$  — silný vplyv doliny a slabý vplyv chrbta,  
 $\{M^{\circ}_2, Z^{\circ}_1\}$  — veľmi silný vplyv doliny a veľmi slabý vplyv chrbta.

4. *skupina strání*. Spojený vplyv doliny a chrbta je tu silný, v rámci tejto sumy sú oba vplyvy rovnaké, alebo má prevahu vplyv doliny alebo chrbta.

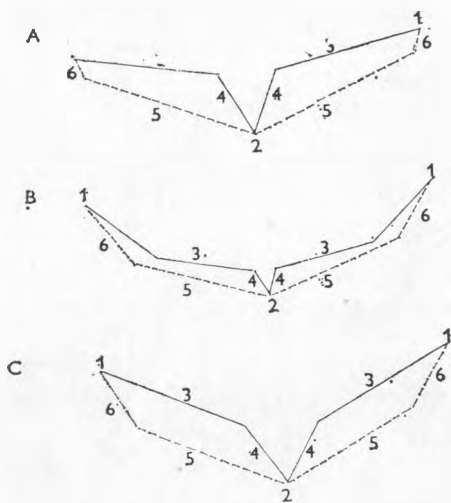
$\{S^{\circ}_2, S^{\circ}_2\}$  — vplyv doliny je rovnaký ako vplyv chrbta,  
 $\{Z^{\circ}_2, M^{\circ}_2\}$  — vplyv doliny je slabší ako vplyv chrbta,  
 $\{M^{\circ}_2, Z^{\circ}_2\}$  — vplyv doliny je silnejší ako vplyv chrbta.

5. *skupina strání*. Spojený vplyv doliny a chrbta je tu najsilnejší, v rámci tejto sumy sú oba vplyvy rovnaké, stráne sú pod bezprostredným vplyvom doliny i chrbta,

$\{M^{\circ}_2, M^{\circ}_2\}$  — vplyv doliny je rovnaký ako vplyv chrbta.

Náchylnosť tvarov na zosuny rastie od prvej k piatej skupine. Táto náchylnosť vyplýva zo samej organizácie strání.

Najskôr sme uvažovali o jednotlivých vlastnostiach jednotlivých strání, abstrahujúc od nich organizácie do celku, potom sme študovali túto organizáciu, abstrahujúc od iných vlastností strání. Teraz, aby sme sa priblížili konkrétnej situácii v teréne, pokúsime sa obe hľadiská aspoň náznakovite zlúčiť. Dolinu i chrbát ako určitú štruktúru alebo organizáciu strání môžeme definovať štvorstenom, táto definícia však v mnohom ponecháva značnú voľnosť. Stavebné elementy tejto štruktúry môžu čo do veľkosti veľmi variovať, môžu byť rovnako veľké alebo úmerné, jedna stráň môže byť neúmerne veľká, iná zasa môže byť malá (tieto rozdiely vo veľkosti sa môžu vzťahovať na všetky charakteristiky uvedené na začiatku tejto kapitoly). Môžu tak vznikáť rôzne asymetrické útvary, čo je dôležité z hľadiska stability strání. Táto nie je závislá iba od veľkosti samej stráne, ale závisí aj od veľkostí ostatných strání, s ktorými je táto spojená do jednej štruktúry, do jedného systému. Pravdepodobne tu platia zákony alometrie (7). O týchto zákonoch v oblasti geomorfológie ne-



Obr. 7. 1 — chrbát tretieho radu, 2 — dno doliny tretieho radu, 3 — chrbát druhého radu, 4 — závery chrbtov druhého radu, 5 — dno doliny druhého radu, 6 — závery dolín druhého radu.

vieme nič bližšie, domnievame sa však, že je to oblasť, v ktorej by takto orientovaný systémový výskum našiel široké uplatnenie.

Keď sme študovali organizáciu dolín a chrbtov, dostali sme symetrický obraz. Vplyvy doliny i chrbta boli vcelku symetrické, nemohli sa líšiť, pretože sme abstrahovali od veľkostných charakteristík tvarov. Ak ich budeme uvažovať, táto symetria prestane byť jedinou možnosťou. Môže nastať prípad, že budú prevládať tvary, pri ktorých má prevahu vplyv doliny ( $M^{\circ}_1, Z^{\circ}_1$ ), ( $Z^{\circ}_2, S^{\circ}_1$ ), ( $S^{\circ}_2, S^{\circ}_1$ ), ( $M^{\circ}_2, Z^{\circ}_1$ ), ( $M^{\circ}_2, Z^{\circ}_2$ ). V pomere k nim budú tvary, pri ktorých má prevahu vplyv chrbta, atrofované ( $Z^{\circ}_1, M^{\circ}_1$ ), ( $S^{\circ}_1, Z^{\circ}_2$ ), ( $Z^{\circ}_1, M^{\circ}_2$ ), ( $S^{\circ}_1, S^{\circ}_2$ ), ( $Z^{\circ}_2, M^{\circ}_2$ ). Priechny profil takouto dolinou a chrbtom znázorňujeme na obr. 7A. Je to v teréne bežná situácia. Lokalizácia potenciálnych zosuvných oblastí je tu závislá od vplyvu doliny, od jeho lokalizácie a intenzity. Môže nastať i opačná situácia. Prevahu budú mať tvary, ktoré sú pod silnejším vplyvom chrbta. Tvary, ktoré sú pod vplyvom doliny, sú atrofované. Priechny profil takýmto územím znázorňujeme na obr. 7B. Je to rovnako bežná situácia. Labilné stráne sú lokalizované v závislosti od lokalizácie vplyvu chrbta. Napokon zostáva už známa symetrická situácia, ktorej odpovedá priechny profil na obr. 7C. Nakoniec treba ešte poznamenať, že na tom istom území sa jedna a tá istá situácia nemusí opakovať na všetkých taxonomických úrovniach. Doliny a chrbty prvého radu môže charakterizovať iná situácia, iný profil ako tvary druhého radu a pod.

#### LITERATÚRA

1. ANDRUSOV, D.: Poznámka o sesuvech v povodí Oravy na Slovensku. Věstník Stát. geol. úst., 7, 1931. — 2. BUNGE, M.: Scientific Research I, Berlin, Heidelberg-New York, 1967. — 3. KVIŤKOVIČ, J.: Mapa stredného uhla sklonu reliéfu Slovenska. Archiv Geografického ústavu SAV, Bratislava 1974. — 4. MATULA, M.: Regional engineering geology of Czechoslovak Carpathians. Bratislava 1969. — 5. MAZÚR, E., MAZÚR

ROVÁ, V.: Mapa relativnej výškovej členitosti Slovenska a možnosti jej využitia pre geografickú rajonizáciu. Geogr. Čas., 13, 1965, č. 1. — 6. MAZÚR, E.: Horizontálna členitosť reliéfu Slovenska. Geogr. Čas., 26, 1974, 4. — 7. NAROLL, R. S., BERTALANFFY, L.: The principle of allometry in biology and the social sciences. General Systems Yearbook (Ann. Arbor. Mich.), 1, 1956. — 8. NEMČOK, A.: Vývoj zosuvných území na rozhraniach geologických útvarov. Sborník geologických vied, řad HIG, 5, 1966. — 9. URBÁNEK, J.: Klasifikácia zosunov. [Kandidátska dizertačná práca.] Archív GÚ SAV, Bratislava 1970. — 10. URBÁNEK, J.: Zosuny v oblasti Hornej Lehoty a Sedliackej Dubovej, ich vysvetlenie a kontrola. Geogr. Čas., 23, 1971, 1.

11. URBÁNEK, J.: Niekoľko poznámok ku klasifikácii geomorfologických tvarov. Geogr. Čas., 26, 1974, 1. — 12. URBÁNEK, J.: Geomorfologický proces alebo koncepcie pohybu v geomorfológii. Geogr. Čas., 26, 1974, 3. — 13. ZÁRUBA, Q., MENCL, V.: Sesuvy a zabezpečování svahů. Praha 1969.

Ján Urbánek

#### ZUM PROBLEM DER DELIMITATION POTENTIALER RUTSCHGEBIETE IN DER SLOWAKEI

Das Problem potentialer Rutschgebiete ist eigentlich ein Problem der Rutschumgebung. Dieses Problem besteht jedoch aus zwei Teilproblemen, aus dem Problem der Qualität und dem Problem des Raumes. Im ersten Fall fragen wir nach den Eigenschaften der Rutschumgebung. Wir fragen danach, welche Eigenschaften diese Umgebung haben muss, damit Rutschungen entstehen. Im zweiten Teilproblem fragen wir danach wo diese Eigenschaften vorkommen. Die Lösung des Problems der Umgebung ist eindeutig von der angenommenen Konzeption der Rutschung abhängig. Die traditionelle Rutschkonzeption ist verhältnismässig gut geeignet bei der Lösung des Problems der Umgebungsqualität. Für die Lösung des Raumproblems, bei der eigentlichen Delimitation der Rutschgebiete ist sie weniger geeignet. Bei der Delimitation der Rutschgebiete ist es vorteilhafter sich auf die untraditionelle Rutschkonzeption zu stützen.

Traditionell wird Rutschung für eine Art von Gravitationsbewegung eines elastischen, oder plastischen Materials an der schiefen Ebene, am Abhang, gehalten. Diese Konzeption lässt eine einzige Mechanik zu. Die Grundbegriffe dieser Mechanik sind Gravitation, schiefe Ebene, Kohäsion, Konsistenz, Reibung usw. In diesen Begriffen sind schon die Bedingungen der Rutschbewegung enthalten. Es sind mechanische Eigenschaften der Gesteine und geometrische Eigenschaften des Reliefs (Wasser, Vegetation, menschliche Aktivität haben eine Bedeutung, aber nur insofern sie die mechanischen, oder morphologischen Eigenschaften ändern).

Beide diese Bedingungen werden jedoch nicht gleichmässig bewertet. Die Bedeutung der Gesteine wird überschätzt, die Gesteinsumgebung wird für die Rutschumgebung par excellence gehalten. Daraus folgt dann, dass die Grenzen potentialer Rutschgebiete mit den Grenzen geologischer Formationen identisch sein sollten. Dies gilt jedoch nur im Rahmen grosser, durch manche Gesteine gebauter Gebiete (Flysch, Vulkanite u. ä.) Im Rahmen dieser Gebiete sind jedoch immer Gebiete mit intensivem Vorkommen von Rutschungen, ebenso wie auch Gebiete wo Rutschungen nur selten vorkommen. Diese Differenzierung kann nicht mehr aufgrund der Unterschiede im geologischen Bau erklärt werden. Auch bei der detailliertesten Klassifikation der geologischen Umgebung wird die räumliche, im Grunde zonenartige Differenzierung der Gesteine abweichend sein von der mosaikartigen Differenzierung auf labile und stabile Abhänge. Der geologische Bau hat bei der Delimitation potentialer Rutschgebiete



eine unstreitbare, doch nur relative Bedeutung. Bei der Ausgliederung grosser Gebiete ist ihre Bedeutung evident. Beim Übergang in kleinere Gebiete, in kleinere Räume nimmt jedoch ihre Bedeutung nach und nach ab. Die Bedeutung des Reliefs für Rutschungen wird allgemein anerkannt. Das Relief wird jedoch zumeist zu abstrakt verstanden. Der Abhang wird mit der schiefen Ebene identifiziert. Ein wirklicher Abhang ist jedoch nie isoliert, er kommt immer im Rahmen eines Abhangsystems vor (er ist in Teilabhänge gegliedert, in übergeordnete Abhänge eingegliedert). Er ist immer eine komplizierten Struktur.

Dank dieser Abstraktion wissen wir verhältnismässig wenig über die Bedeutung des Reliefs für die Bildung der Rutschungen (ausser solchen einfachen Erkenntnissen, dass steile Abhänge zu Rutschungen mehr inklinieren). Im Rahmen der traditionellen Rutschkonzeption gibt es keine Möglichkeiten diese Mangel zu entfernen.

Neue Möglichkeiten in der Delimitation potentialer Rutschgebiete sehen wir in der untraditionellen Rutschkonzeption, in welcher die traditionelle Gravitationskonzeption einbezogen ist. Ein geomorphologischer Prozess kann als Bewegung der geomorphologischen Form konzipiert werden (12). Es ist eine Bewegung bei welcher sich entgegengesetzte Prozesse der Erosion und Akkumulation in eine polarisierte Gesamtheit vereinigen (Abb. 1). Eine solche Bewegung verläuft auf verschiedenen Niveaus: Kontinent — Meer, Gebirge — Ebene, Erosions- — Akkumulationsabschnitt des Tales (beliebiger Ordnung), Erosions- — Akkumulationsteil des Abhanges. Dieses komplizierte hierarchische Bewegungssystem ist schematisch auf Abb. 2 dargestellt. Der Rutschung gehört in ihm ein bestimmter Raum, das kleinste taxonomische Niveau, der Abhang. Die Rutschumgebung ist ein Mosaik kleinster Formen, der Abhänge. An den Abhängen verlaufen auch andere geomorphologische Prozesse. Die Rutschungen unterscheiden sich von den übrigen Abhangsprozessen durch ihre Beziehung zu übergeordneten Systemen [z. B. Ta1]. Für Rutschungen ist ein niedriger Abhängigkeitsgrad typisch. Es sind autonome, in Zeit und Raum deutlich begrenzte, geschlossene und individualisierte Systeme (9). Diese Autonomie der Rutschungen erlaubt die Voraussetzung, dass auch ein potenciales Rutschgebiet eine in einem bestimmten Grad ausserordentliche, individualisierte Form darstellen wird.

## GRÖSSENCHARAKTERISTIKEN EINZELNER ABHÄNGE

Jeder Reliefabschnitt kann in ein Mosaik von Abhängen zerlegt werden, wo jeder Abhang durch eine Fläche repräsentiert ist. Jedem von ihnen kann eine Reihe von Eigenschaften hinzugefügt werden, u. zw. Neigung, Höhe, Fläche. Sie können durch eine hypsographische Kurve, durch den Verlauf der Schichtenlinien u. ä. charakterisiert werden. Manche Abhänge werden aus dem Aspekt dieser Eigenschaften eine Abweichung vom Durchschnitt darstellen (besonders hohe, steile und ausgedehnte Abhänge usw.). Bei diesen Abhängen kann die Tendenz, ihre Dimensionen zu reduzieren, vorausgesetzt werden. Besonders stark wird diese Tendenz bei Abhängen sein, die „zu gross“ aus dem Aspekt mehrerer Eigenschaften sind.

## DIE ORGANISATION DER ABHÄNGE IN EINE GESAMTHEIT

Die Abhänge stellen vorläufig ein System dar, das den Charakter eines statistischen Komplexes hatte. Über ihre Ordnung war keine Rede. Die Abhänge sind jedoch in ein kompliziertes System organisiert. Der Abhang liegt zwischen dem Rücken und dem Tal im Gebiet ihrer Interaktion. Es ist eine polarisierte Gesamtheit, dessen Pole das Tal und der Rücken sind. Die Abhänge sind aus dem Aspekt dieser Pole zu klassifizieren.

Für das Tal ist eine Konvergenz der Gravitationsbewegung typisch. Das Tal ist ein hierarchisch geordnetes Formensystem. In diesem System können Täler 1, 2, 3... n-

ter Ordnung unterschieden werden. Abhänge nehmen in diesem System verschiedene Stellungen ein. Manche konvergieren direkt zum Boden des Tales höchster Ordnung. Andere konvergieren zu ihm mehr oder weniger vermittelt. In der Mitte des Tales ist die Konvergenz unmittelbar, starkt, in der Richtung zum Talumfang wird sie abgeschwächt.

Auf Abb. 5A ist ein Tal 3. Ordnung dargestellt. Jeder Abhang kann nach seinem Platz in diesem System klassifiziert werden. Diese Klassifikation ist auf Abb. 6. Ihre Klassen sind so geordnet, dass die Unmittelbarkeit der Konvergenz von oben nach unten wächst. Die Lokalisation dieser Klassen der Abhänge ist auf Abb. 5B. Dafür, dass die Konvergenz der Gravitationsbewegung auf die Lokalisation der Rutschungen einen Einfluss hat, zeugt das, dass die Rutschungen oft entlang der Achsen der Haupttäler räumlich verteilt sind. Die Lokalisation aller Rutschungen kann nicht so erklärt werden. Manche binden sich eher zur Divergenz der Gravitationsbewegung. Diese ist typisch für die Rücken. Der Rücken ist ein Spiegelbild des Tales (11). Was wir über die Konvergenz der Gravitationsbewegung in Tälern gesagt haben, gilt symmetrisch auch für die Divergenz der Gravitationsbewegung an den Rücken. Die Klassifikation der Abhänge, die auf mehr oder weniger unmittelbarer Divergenz vom Haupt Rücken beruht, ist auf Abb. 6 (die Divergenz wächst von oben nach unten). Die Lokalisation dieser Klassen der Abhänge ist auf Abb. 5C.

Der Abhang ist eine polarisierte Gesamtheit, deshalb muss seine Stellung im System der Täler als auch im System der Rücken erwogen werden. Diese kombinierte Klassifikation ist auf Abb. 6. Die Lokalisation dieser Klassen der Abhänge ist auf Abb. 5D. Die Neigung zu Rutschungen wächst von der ersten zur letzten Gruppe. Diese Neigung ergibt sich aus der eigentlichen Organisation der Abhänge in ein System. Die Bauelemente dieser Organisation, d. h. einzelne Abhänge können, bezüglich der Grösse, beträchtlich variieren.

Deshalb ist es nötig die höher erwähnten Grössencharakteristiken in diese Organisation zu projizieren. Das gewonnene Bild wird dann der konkreten Situation im Terrain erheblich näher gebracht.

Abb. 1. *EZ* — Erosionsgebiet, *AZ* — Akkumulationsgebiet, *Z* — Wendungspunkt, *I* — der ursprüngliche Abhang, *II* — der resultierende Abhang. Die Pfeile bezeichnen die Gravitationsbewegung des Gesteinmaterials. An der *x* Achse sind Raumeinheiten, an der *y* Achse Volumeneinheiten des bewegenden Materials aufgetragen. Die Zahlen 1 bis 5 bezeichnen die Etappen in der Entwicklung des Prozesses.

Abb. 2. *E* — Erosionsgebiet, *A* — Akkumulationsgebiet.

Abb. 3. *1* — Rücken, *2* — Talböden, *3* — Schichtenlinien.

Abb. 4. *ú* — Tallinie, *ry* — Furche, *ch* — Rückenlinie, *re* — Rippe, *S* — Abhänge (des Tales oder des Rückens), *Z* — Schluss (des Tales oder des Rückens), die Zahlen bezeichnen die Höhe der Schichtenlinien.

Abb. 5A. Tal dritter Ordnung und Rücken dritter Ordnung

*1* — Furche, *2* — Talbodenlinie 1. Ordnung, *3* — Talbodenlinie 2. Ordnung, *4* — Talbodenlinie 3. Ordnung, *5* — Rippe, *6* — Rückenlinie 1. Ordnung, *7* — Rückenlinie 2. Ordnung, *8* — Rückenlinie 3. Ordnung.

Abb. 5B. Lokalisation der Klassen der Abhänge im System der Täler.

*1* —  $Z_1^\circ$ , *2* —  $S_1^\circ$ , *3* —  $M_1^\circ$ , *4* —  $Z_2^\circ$ , *5* —  $S_2^\circ$ , *6* —  $M_2^\circ$ .

Abb. 5C. Lokalisation der Klassen der Abhänge im System der Rücken.

1 —  $Z_1^\circ$ , 2 —  $S_1^\circ$ , 3 —  $M_1^\circ$ , 4 —  $Z_2^\circ$ , 5 —  $S_2^\circ$ , 6 —  $M_2^\circ$ .

Abb. 5D. Lokalisation der Klassen der Abhänge in beiden Systemen (wie im System der Täler, als auch im System der Rücken). Der erste Buchstabe bezeichnet die Stellung des Abhanges im System der Täler, der zweite Buchstabe bezeichnet die Stellung des Abhanges im System der Rücken.

1 —  $\{S_1^\circ, S_1^\circ\}$ , 2 —  $\{Z_1^\circ, M_1^\circ\}$ , 3 —  $\{M_1^\circ, Z_1^\circ\}$ ,  
4 —  $\{S_1^\circ, Z_2^\circ\}$ , 5 —  $\{Z_2^\circ, S_1^\circ\}$ , 6 —  $\{Z_1^\circ, M_2^\circ\}$ ,  
7 —  $\{S_1^\circ, S_2^\circ\}$ , 8 —  $\{S_2^\circ, S_1^\circ\}$ , 9 —  $\{M_2^\circ, Z_1^\circ\}$ ,  
10 —  $\{S_2^\circ, S_2^\circ\}$ , 11 —  $\{Z_2^\circ, M_2^\circ\}$ , 12 —  $\{M_2^\circ, Z_2^\circ\}$ ,  
13 —  $\{M_2^\circ, M_2^\circ\}$ .

Abb. 6. *I* — Klassifikation der Abhänge nach ihrer Stellung im System der Täler, *II* — Klassifikation der Abhänge nach ihrer Stellung im System der Rücken, *III* — Klassifikation der Abhänge nach ihrer Stellung in beiden Systemen (wie im System der Täler, als auch im System der Rücken). Die Zahlen 1—13 entsprechen den Klassen der Abhänge, so wie es auf dem unteren Teil des Bildes ist.

Abb. 7. 1 — Rücken 3. Ordnung, 2 — Talboden 3. Ordnung, 3 — Rücken 2. Ordnung, 4 — Rückenschlüsse 2. Ordnung, 5 — Talboden 2. Ordnung, 6 — Talschlüsse 2. Ordnung.

Übersetzt von A. Mišíková

Ян Урбанек

## К ПРОБЛЕМЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОПОЛЗНЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ В СЛОВАКИИ

Проблема потенциальных оползневых областей, собственно говоря, является проблемой оползневой среды. Эта проблема состоит из двух частных проблем: проблемы качества и проблемы пространства. В первом случае ставится вопрос: какими свойствами должна обладать среда для того, чтобы в ней возникли оползни. Во втором случае ставится вопрос: где эти свойства проявляются. Решение проблемы среды однозначно зависит от принятой концепции оползня. Традиционная концепция оползня довольно хорошо подходит при исследовании проблемы качества среды, но она в меньшей мере подходит при исследовании проблемы пространства, при проблеме выявления оползневых областей. При выявлении оползневых областей выгодно опираться на нетрадиционную концепцию оползня.

Оползень (в традиционном понимании это вид гравитационного сдвига эластичного или пластичного материала по наклонной плоскости, по склону, откосу. Эта концепция принимает во внимание только механическую сторону. Основными понятиями этой механики являются: гравитация, наклонная плоскость, когезия, консистенция, трение и т. д. В этих понятиях содержатся также и условия оползневого смещения. Это механические свойства горных пород и геометрические свойства рельефа. (Воде, растительности и деятельности человека признаются необходимые значения, но только в такой степени, в какой они изменяют механические или морфологические свойства.).

Обе эти условия, однако, не расцениваются одинаково. Переоценивается значение горных пород, области наличия этих пород само собой считаются оползневой средой. Из такого подхода вытекает, что границы потенциальных оползневых областей должны совпадать с границами геологических формаций. Однако, это справедливо только в отношении макро-

областей, образованных некоторыми породами (флиш, вулканиды и т. п.). В пределах этих областей равным образом встречаются области с интенсивным наличием оползней, как и области, где оползни встречаются в качестве исключения. Эту разницу невозможно объяснить только различиями геологической структуры. Даже в случае самой подробной классификации геологической среды, пространственная, по сути дела, зональная дифференциация пород будет отличаться от мозаичной дифференциации на неустойчивые и устойчивые склоны. При выявлении потенциальных оползневых областей геологическая структура имеет бесспорное, но только относительное значение. Ее значение неоспоримо при выделении крупных областей. По мере перехода к более мелким областям ее значение постепенно уменьшается. Значение рельефа для оползней общеизвестно. Однако, рельеф принято понимать слишком абстрактно. Склоны совмещаются с понятием наклонной поверхности. В действительности склон не один, всегда выступает в рамках системы склонов (расчленяется на парциальные склоны, является составной частью склона более высшего порядка). Склон всегда является сложной структурой.

Ввиду этой абстракции мы сравнительно мало знаем о значении рельефа в процессе образования оползней (не считая такие элементарны сведения, что крутые откосы более способствуют возникновению оползней). Если придерживается традиционной оползневой концепции, невозможно устранить эти недочеты.

Новые возможности для выявления потенциальных оползневых областей мы находим в нетрадиционной концепции, к которой традиционная концепция является составной частью. Геоморфологический процесс можно определить как движение геоморфологической формы [12]. Это движение, при котором слагаются два противоположных процесса эрозии и аккумуляции в одно поляризованное целое (рис. 1). Такое движение происходит на разных уровнях: континент—море, горы—низменность, эрозионный—аккумуляционный участок долины (любого порядка), эрозионный-аккумуляционный участок склона. Эта сложная иерархическая система смещений схематически изображена на рис. 2. Для оползней на нем отведена наименьшая таксонометрическая единица — склон. Оползневой средой является мозаика наименьших единиц — склонов. На склонах протекают и другие геоморфологические процессы. По сравнению с другими процессами протекающими на склонах, оползни отличаются своим отношением к системам высшего порядка (например, к долинам). Для оползней характерна малая степень зависимости. Это автономная система во времени и в пространстве, которая отчетливо ограничена, замкнута и индивидуализирована [9]. Эта автономия оползня позволяет предполагать, что потенциальная оползневая область должна представлять собой форму в определенной степени исключительную, индивидуализированную.

### Характеристики отдельных склонов по величине

Каждый участок дельфы можно разделить на мозаику склонов, где каждому склону соответствует определенная площадь. Каждой из них можно присудить ряд свойств: угол наклона, высоту, размеры. Можно их охарактеризовать гипсографической кривой, горизонталями и т. п. Отдельные склоны при этом будут отличаться от средних данных (склоны особо крутые, высокие, размерные). У них можно предполагать тенденцию редуцирования своих размеров. Эта тенденция будет особенно выразительна в случае тех склонов, которые «слишком велики» с точки зрения отдельных свойств.

### Организация склонов в систему

До сих пор склоны рассматривались как системы имеющие свойства статистических совокупностей. Об их упорядочении не было и речи. Склоны, однако, образуют сложную систему. Склон расположен между хребтом и долиной в области их интеракции. Это поляризованное объединение, полюсами которого являются хребт и долина. Классификацию склонов необходимо проводить учитывая эти полюса.

Для долины характерна конвергенция гравитационного материала. Долина — это иерархически упорядоченная система форм. Склоны в этой системе занимают разное положение. Некоторые из них конвергируют прямо ко дну долины самого высшего порядка. Остальные склоны связаны с этим дном более или менее посредственно. В среднем участке долины конвергенция непосредственная, сильная, и по мере удаления к периметру долины она слабеет.

На рис. 5А изображена долина 3-его порядка. Каждый склон можно классифицировать с точки зрения места, которое он занимает в этой системе. Эта классификация приведена на рис. 6. Ее классы выделены таким образом, чтобы сверху вниз увеличивалась непосредственность конвергенции. Локализация этих классов склонов изображена на рис. 5В. Влияние конвергенции гравитационного движения на локализацию оползней подтверждает факт, что оползни часто расположены вдоль осей главных долин. Локализацию всех оползней нельзя объяснить этим способом. Отдельные оползни связаны с дивергенцией гравитационного движения, которая характерна для хребтов. Хребет — это зеркальное изображение долины [11]. Все выше сказанное о конвергенции гравитационного движения в долинах, симметрически относится и к дивергенции гравитационного движения на хребтах. Классификация склонов, основанная на более или менее непосредственной дивергенции по отношению к главному хребту иллюстрируется на рис. 6 (дивергенция увеличивается сверху вниз). Локализация этих классов склонов изображена на рис. 5С.

Склон — это поляризованная система и, поэтому, необходимо считаться с его местом в отношении к системе долин и к системе хребтов. Эта комбинированная классификация приведена на рис. 6. Локализация этих классов склонов изображена на рис. 5D. Склонность к оползням увеличивается от первой группы к последней. Эта склонность вытекает из собственного упорядочения склонов в систему. Строительные элементы этого упорядочения, т. е. отдельные склоны могут изменять свои размеры. Поэтому в данном упорядочении должны также найти отражение упоминаемые выше характеристики склонов по размеру. Полученный результат в значительной мере приблизится к конкретной обстановке в натуре.

Рис. 1. *EZ* — область эрозии, *AZ* — область аккумуляции, *Z* — поворотный пункт, *I* — исходный склон, *II* — полученный склон.

Стрелками обозначено гравитационное движение породного материала.

На абсциссе вынесены пространственные единицы, на ординате объемные единицы движущегося материала.

Номера 1—5 обозначают этапы развития процесса.

Рис. 2. *E* — область эрозии, *A* — область аккумуляции.

Рис. 3. 1 — хребты, 2 — днища долин, 3 — горизонталь.

Рис. 4. *u* — тальвег, *ru* — борозда, *ch* — хребтовая линия, *re* — отроги, *S* — склоны (долины или хребта), *Z* — устье долины или конец хребта, цифры означают отметки высот горизонталей.

Рис. 5 А. Долина и хребт третьего порядка.

1 — борозда, 2 — тальвег, 3 — тальвег 2-ого порядка, 4 — тальвег 3-его порядка, 5 — отрог, 6 — хребтовая линия 1-ого порядка, 7 — хребтовая линия 2-ого порядка, 8 — хребтовая линия 3-его порядка.

5 В. Локализация классов склонов в системе долин.

1 —  $Z_1^\circ$ , 2 —  $S_1^\circ$ , 3 —  $M_1^\circ$ , 4 —  $Z_2^\circ$ , 5 —  $S_2^\circ$ , 6 —  $M_2^\circ$ .

5 С. Локализация классов склонов в системе хребтов.

1 —  $Z_1^\circ$ , 2 —  $S_1^\circ$ , 3 —  $M_1^\circ$ , 4 —  $Z_2^\circ$ , 5 —  $S_2^\circ$  6 —  $M_2^\circ$ .

5 D. Локализация классов склонов в обеих системах (в системе долин и в системе хребтов одновременно). Первая буква обозначает место склона в системе долин, вторая в системе хребтов.

1 —  $(S_1^\circ, S_1^\circ)$ , 2 —  $(Z_1^\circ, M_1^\circ)$ , 3 —  $(M_1^\circ, Z_1^\circ)$ , 4 —  $(S_1^\circ, Z_2^\circ)$ ,  
5 —  $(Z_2^\circ, S_1^\circ)$ , 6 —  $(Z_1^\circ, M_2^\circ)$ , 7 —  $(S_1^\circ, S_2^\circ)$ , 8 —  $(S_2^\circ, S_1^\circ)$ ,  
9 —  $(M_2^\circ, Z_1^\circ)$ , 10 —  $(S_2^\circ, S_2^\circ)$ , 11 —  $(Z_2^\circ, M_2^\circ)$ , 12 —  $(M_2^\circ, Z_2^\circ)$ ,  
13 —  $M_2^\circ, M_2^\circ$ .

Рис. 6. I — Классификация склонов по их месту в системе долин,

II — Классификация склонов по их месту в системе хребтов,

III — Классификация склонов по их месту в обеих системах ( в системе долин и хребтов одновременно). Номера 1—13 отвечают классам склонов так же, как и в нижней части рисунка.

Рис. 7. 1 — хребет 3-его порядка, 2 — днище долины 3-его порядка, 3 — хребет 2-ого порядка, 4 — концы хребтов 2-ого порядка, 5 — днища долин 2-ого порядка, 6 — устья долин 2-ого порядка.

Перевод: Л. Правдова