

ŠTÚDIE

JÁN URBÁNEK

GEOMORFOLOGICKÝ PROCES ALEBO KONCEPCIE POHYBU
V GEOMORFOLÓGII

Ján Urbánek: The geomorphological process or the concepts of movement in geomorphology. Geogr. Čas., 26, 1974, 3; 15 fig., 17 ref.

This study deals with the geomorphological process. This expression, in geomorphological context, may attain different, slightly differentiated, diffuse senses. The aim of this study is to make more precise these confusely defined concepts of movement. Thereby, it starts from abstract schemes of the movement translated in the language of geomorphology. It comes so to clearer conceptions of the geomorphological process which, altogether, form a clearly structured whole.

1. ÚVOD

Predmetom tejto štúdie je geomorfologický proces alebo pohyb v geomorfológii. Geomorfologický proces je jedným zo základných geomorfologických pojmov, avšak i napriek tomu sa presne a explicitne nedefinuje, ale jeho obsah vyplýva z kontextu, v ktorom sa nachádza. V závislosti od rôzneho kontextu je aj jeho obsah rôzny. Táto premenlivosť má však určité medze. Možno vymedziť niekoľko základných významov, ktoré môže tento pojem nadobúdať v geomorfologickom kontexte. Inými slovami k výrazu „geomorfologický proces“ sa viaže určitý vymedzený okruh vlastností.

Výraz „proces“ nájdeme často v spojení „proces zvetrávania“. (Niekdedy sa pridávajú ďalšie predikáty, napr. fyzikálne, chemické zvetrávanie a pod., ktoré rozširujú obsah tohto pojmu.) V tomto spojení sa pod procesom myslia zmeny chemických a fyzikálnych vlastností hornín pod vplyvom klímy, vegetácie atď. Je to taká zmena vlastností hornín, ktorá nie je spojená so zmenou ich polohy. Táto zmena nie je vlastným geomorfologickým procesom, je to iba prípravný proces. Vlastný geomorfologický proces sa začína až pri premiestnení takto pripraveného horninového materiálu.

Výraz „proces“ sa často nachádza aj v spojeniach proces zliezania, proces soliflukcie, splachu, zosúvania, rútenia, tečenia a pod. Vo všetkých týchto spojeniach sa výraz „proces“ vzťahuje na pohyb horninového materiálu pod vplyvom gravitácie. Je to výrazne irreverzibilný pohyb z polôh vyšších do polôh nižších. Tento pohyb možno triediť ďalej, a to podľa mechanických vlastností pohybujúceho sa materiálu. Možno rozlíšiť tri základné druhy pohybu — kĺzanie, prúdenie a tečenie.

Výraz „proces“ nájdeme aj v spojeniach proces erózie, proces akumulácie, proces transportu. V takýchto spojeniach sa spomínaný výraz nevzťahuje na sám gravitačný pohyb horninového materiálu, ale na bilanciu tohto pohybu. Hovorí o tom, koľko horninového materiálu sa pohybuje v určitej oblasti v porovnaní s množstvom materiálu, ktoré sa pohybuje v nižšej susednej oblasti. Ak množstvo rastie, je to proces erózie, ak klesá, je to proces akumulácie a ak sa nemení, je to proces transportu. Bilancia gravitačného pohybu sa môže meniť. Oblasť erózie sa môže stať oblasťou akumulácie a naopak. (Možno sa stretnúť so spojeniami fluvialná erózia, glaciálna akumulácia a pod. V týchto spojeniach sa iba upresňuje prostredie, v ktorom tieto procesy erózie a akumulácie prebiehajú, ale na ich podstate sa nič nemení.)

Slovo „proces“ v spojeniach proces erózie, proces akumulácie, proces transportu má však okrem už spomínaného významu ešte jeden význam. Pri procese erózie sa spomínaná zmena bilancie dosahuje tak, že sa pôvodné statické komplexy hornín uvoľňujú a začleňujú sa do gravitačného pohybu. V mieste, kde tento pohyb prebieha, teda v mieste, kde sa horniny uvoľňujú, vzniká depresia. Pri procese akumulácie sa zmena v bilancií gravitačného pohybu dosahuje tak, že gravitujúci horninový materiál sa zastavuje a včleňuje sa opäť do komplexu statických hornín. V mieste tohto procesu vzniká vyvýšenina. Pri transporte sa bilancia nemení. Nevzniká ani vyvýšenina, ba ani depresia. Vznik depresie i vyvýšeniny predstavuje zmenu geomorfologického tvaru. Procesy erózie a akumulácie znamenajú v tomto kontexte zmenu, pohyb geomorfologického tvaru. Dostali sme sa tak k ďalšiemu základnému geomorfologickému pojmu, k pojmu tvaru, ktorému pojmu sme venovali samostatné štúdie. (J. Urbánek, 1973, 1974). Geomorfologický tvar je povrch, v ktorom sa atmosféra stýka s geosférou. (Aby táto definícia bola stručná, dopustili sme sa určitého zjednodušenia. Do geosféry sme zahrnuli litosféru a pedosféru. Do atmosféry je zahrnutá sama atmosféra, hydrosféra a cryosféra.) Túto definíciu by sme mohli nazvať užšou definíciou tvaru. Širšiu definíciu sa pokúsime načrtnúť v predposlednej kapitole.

Pri rozlišovaní významov, ktoré môže slovo „proces“ nadobúdať v geomorfologickom kontexte, sme neuvádzali jednotlivé pramene. Takýto zoznam literatúry by bol veľmi rozsiahly a v podstate neobmedzený, pretože snáď by v ňom mohla byť obsiahnutá každá geomorfologická práca. Do štúdie tohto rozsahu ho vtesnať nemožno. Okrem toho podrobným uvádzaním príkladov by sa mohli zotierať rozdiely medzi uvedenými významami, ktoré často nemožno v jednotlivých textoch odlišiť, a to by bol práve opak nášho zámeru.

Rozlíšili sme tri základné významy, ktoré môže slovo „proces“ nadobúdať v geomorfologickom kontexte. Geomorfologický proces môže znamenať gravitačný pohyb, zmenu v bilancií tohto pohybu a zmenu geomorfologického tvaru. Môže sa vzťahovať na gravitačný pohyb vody v rieke (ktorá vždy nesie so sebou určité množstvo horninového materiálu), na zmeny v prietoku rieky, ako aj na zmeny polohy jej koryty. Prvý druh pohybu je výrazne irreverzibilný, druhý a tretí pohyb môže byť a aj býva reverzibilným pohybom. Môžeme uviesť aj iné príklady. Geomorfologický proces označuje gravitačný pohyb ladu v ladovci (ktorý obsahuje horninový materiál), kolísanie mocnosti ladovca, ako aj pohyb trógu. Označuje gravitačný pohyb zvetralín po stráni, zmeny v bilancií tohto pohybu, ako aj pohyb samej stráne.

K výrazu „geomorfologický proces“ sa viažu tri, aspoň tri koncepcie pohybu. Je možné hovoriť aj o troch pojmoch? Jestvuje nadradený pojem geomorfologického procesu, ktorý zahŕňa v sebe tri podradené pojmy? Geomorfologický proces predstavuje celok so zreteľnou štruktúrou, celok zložený z jasne diferencovaných častí? Väčšina geomorfologických prác hovorí zároveň o všetkých troch koncepciách pohybu, i keď

niektoré práce kladú väčší dôraz na jednu alebo dve koncepcie. Jednotlivé koncepcie však nie sú presne definované, navzájom sa prepletajú, z jednej koncepcie sa voľne prechádza do druhej. Ťažko môžeme presne opísať vzťahy medzi nimi. Niekedy vzniká dojem, že rozdiely medzi koncepciami sú nepatrné, že jeden druh pohybu možno zredukovať na druhý, pričom na konci tohto procesu stojí spravidla jednoduchý gravitačný pohyb. Tento máva funkciu akéhosi základného pohybu, z ktorého akoby ďalšie pohyby vyplývali. Za tohto stavu sa geomorfologický proces javí ako celok, ktorý je zložený z nejasne a nepresne vymedzených a slabo diferencovaných častí, je to celok s nejasnou, difúznou štruktúrou. Pojem geomorfologického procesu má síce bohatý obsah, avšak i napriek tomu zostáva vágnym pojmom.

Obraz geomorfologického procesu, ktorý si možno za súčasného stavu poznatkov utvoriť, je v značnej miere synkretickým obrazom. Výraz „synkretický“ môže v tejto súvislosti nadobúdať dva významy. Môže viesť k záveru, že geomorfológia nedospela k jasnému pojmu geomorfologického procesu, a to buď preto, že takýto pohyb ako špecifický druh pohybu v prírode vôbec nejestvuje alebo preto, že geomorfológia nemá opodstatnenie ako samostatná veda, takže nie je schopná vytvoriť samostatný pojem pohybu. Synkretický obraz možno však hodnotiť aj inak. Môže znamenať, že dnes má geomorfológia k dispozícii také množstvo vedecky hodnotných poznatkov, že sa v nich už začína črtáť pojem geomorfologického procesu v podobe ešte nie celkom výrazne štrukturovaného celku, ktorý je zložený z troch čiastkových procesov. Za tohto stavu by malo zmysel a bolo by aj potrebné pýtať sa na presnejšie definície jednotlivých koncepcií pohybu, ako aj na presnejšie vzťahy medzi nimi. V našej štúdiu sa pokúsime ukázať, že súčasný stav poznatkov o geomorfologickom procese treba hodnotiť týmto druhým spôsobom. Naším cieľom je rozbiť opísaný synkretický obraz tak, že sa pokúsime nahradiť nejasné koncepcie pohybu koncepciami jasnejšími, ktoré budú pospájané aj presnejšími vzťahmi. Pokúsime sa prejsť od nejasných pojmov k pojmom jasnejším, od difúzných poznatkov k systému poznatkov.

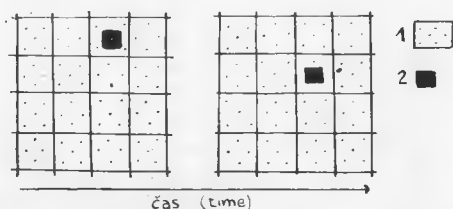
2. METÓDA PRÁCE

V prvej kapitole sme v krátkosti vyhodnotili súčasný stav poznatkov o geomorfologickom procese a pokúsili sme sa načrtnúť aj želaný stav. Oba stavy možno chápať ako výsledky určitých metodologických postupov. Synkretický obraz geomorfologického procesu možno považovať za výsledok metodologických postupov, ktoré prevládali v minulosti a ktorých prevaha trvá snáď až dodnes. Ťažisko geomorfologického výskumu sa presunulo do oblasti konkrétnych javov, dôraz bol na štúdiu procesov priamo v teréne. Pozorovaním reliéfu možno odhaliť veľa procesov, ktoré tu prebiehajú. Lahšie je ich však pozorovať ako navzájom odlišiť a presne opísať. Pre tieto pohyby je charakteristické, že prebiehajú súčasne v tom istom priestore. Určiť hranice jednotlivých pohybov je preto dosť zložitá. Nie je ľahké presne opísať, aký druh zmeny jednotlivé pohyby predstavujú, čo sa pri nich mení. Podrobnejšie a pozornejšie pozorovanie spestrí a rozšíri paletu pozorovaných procesov, neodstráni však — ak ešte dokonca nezvýrazní — ich vzájomné prelínanie sa. Obraz, ktorý takto vznikne, bude zložený z početných, avšak difúzných, slabo diferencovaných pohybov, bude to skôr agregát ako systém pohybov, teda to bude synkretický obraz. Tento obraz získaný pozorovaním konkrétnych pohybov sa v značnej miere preniesol aj do pojmového aparátu geomorfológie. Prelínanie sa konkrétnych procesov prejavilo sa vo vágnosti pojmov, v obsahovo bohatých, no nejasných koncepciách geomorfologického procesu. To však nie je správne. Akokoľvek

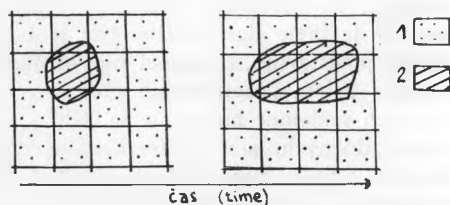
tesné prelínanie sa procesov nemôže byť argumentom pre ich stotožnenie a zanedbávanie rozdielov medzi nimi.

Spomínané presunutie ťažiska geomorfologického výskumu do oblasti konkrétnych pohybov mohlo byť síce výrazné, no nikdy nemohlo byť absolútne. Okrem tohto zdôrazňovaného konkrétneho aspektu vždy jestvoval určitý, i keď viac alebo menej potlačený teoretický aspekt. Pozorovanie nie je totiž možné bez určitého teoretického zázemia, ktoré predstavuje organizačný princíp. Každý vedec, ktorý pozoruje pohyby prebiehajúce na povrchu Zeme, má určité predstavy o pohybe ako takom. Môžu to byť priamo poznatky o geomorfologických pohyboch alebo poznatky o pohyboch z oblasti iných rozvinutejších vied. Vychádzajúc z týchto poznatkov nebude si všimáť všetky pohyby, ktoré v teréne prebiehajú, ale pozornosť sústreďí iba na určitú vybranú skupinu procesov, ktorú bude — opäť na základe spomínaných poznatkov — ďalej diferencovať, triediť a vysvetľovať. Tieto operácie môže urobiť viac alebo menej dôsledne a presne, vedome alebo nevedome, nemôže sa im však úplne vyhnúť. Inými slovami, aj výskum zameraný prevažne na konkrétne javy dospeje k poznatkom, ktoré v porovnaní s konkrétnymi javmi sú viac diferencované, lepšie utriedené a zrozumiteľnejšie. Dokladom toho sú síce nie celkom jasné, ale predsa jestvujúce a rozlíšiteľné tri koncepcie geomorfologického procesu. Ak chceme zvýrazniť tento zanedbávaný teoretický aspekt, ak chceme dospieť k jasnejším koncepciám procesu, musíme ťažisko výskumu preniesť z konkrétnej úrovne do úrovne pojmovej. Nebudeme preto hromadiť ďalšie informácie výskumom konkrétnych procesov, ale pokúsime sa poznatky, ku ktorým dospel výskum na konkrétnej úrovni, triediť a diferencovať. Pokúsime sa o to pomocou veľmi vyabstrahovaných schém pohybu, na ktoré sa odvoláva veľa zdánlivo rôznych foriem pohybu. Tieto schémy sa potom pokúsime transponovať do jazyka geomorfológie, kde budú predstavovať základné koncepcie geomorfologického pohybu. Pri opise týchto schém sme sa opierali o prácu S. Körnera (1970). Výber schém a ich čiastočnú úpravu sme urobili vzhľadom na predmet našej štúdie. Uvedomujeme si, že by bolo možné uviesť viac schém alebo viac spôsobov ich transpozície do jazyka geomorfológie ako iba tie, ktoré uvádzame v tejto štúdii. Domnievame sa však, že v prvom rade je potrebné dôsledne rozbiť spomínaný synkretický obraz, a preto sme sa obmedzili iba na dve dosť radikálne formulované schémy, pričom pri druhej schéme sme načrtli dva spôsoby jej prenosu do jazyka geomorfológie.

Schéma vecí rozlišuje dva druhy individuí, pohyblivé veci a nepohyblivé priestorové oblasti (obr. 1). Vzhľadom na ďalšiu klasifikáciu oba druhy vykazujú značné rozdiely. Priestorové oblasti možno klasifikovať iba podľa toho, či obsahujú alebo neobsahujú veci. Veci možno klasifikovať podľa ich priestorových i nepriestorových vlastností. Priestorové vlastnosti určujú polohu veci, jej lokalizáciu v určitej priestorovej oblasti.



Obr. 1. Schéma vecí. 1 — priestorové oblasti; 2 — vec.



Obr. 2. Schéma oblastí. 1 — priestorové oblasti; 2 — vlastnosť.

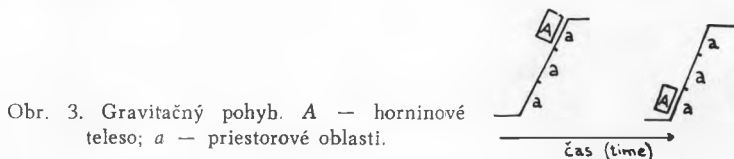
Veci môžu mať okrem týchto vlastností aj vlastnosti od priestoru nezávislé, tvrdosť, farbu, váhu atď. Ak prijmeme túto schému, musíme uvažovať dva zásadne odlišné druhy pohybu alebo zmeny. Treba odlišiť zmenu priestorových vlastností od zmeny ich nepriestorových vlastností. Prvý druh zmeny budeme nazývať premiestnením, druhý druh zmeny jednoducho zmenou. Jedinými nositeľmi vlastností sú v tejto schéme veci. Priestorové oblasti nemajú žiadne vlastnosti, sú to prázdne nepohyblivé útvary. Od schémy vecí možno pozvoľna prejsť k iným schémam. Veci môžu i naďalej zostať nositeľmi vlastností, nebudú však nositeľmi všetkých vlastností. Okrem vlastností, ktoré sa viažu na veci, možno uvažovať i také vlastnosti, ktoré sú všade prítomné, ktoré sú viazané na priestorové oblasti bez ohľadu na to, či tieto oblasti obsahujú alebo neobsahujú veci.

Pohybom, ktorý sme naznačili, možno veci neustále ochudobňovať o vlastnosti a stále viac vlastností pripisovať priestorovým oblastiam. Na konci tohto pohybu stoja priestorové oblasti ako jediný nositelia vlastností. Schému, ktorá takto vznikne, budeme nazývať *schémou oblastí* (obr. 2). Táto schéma rozoznáva iba jeden druh individuí, a to priestorové oblasti, ktorým možno pripisovať rôzne vlastnosti. Jediným druhom je šírenie sa týchto vlastností z jednej priestorovej oblasti do druhej.

Medzi týmito schémami niet ostrej hranice. Jednu schému možno zmeniť na druhú. Možno začať úvahu s hmotnými diskretnými časticami, vecami. Neskôr možno ich počet stále zvyšovať a ich hmotnosť znižovať. Na začiatku stoja diskkrétne hmotné častice, na konci stojí hmota kontinuálne v priestore rozptýlená. Na začiatku sa vlastnosti viažu na veci, na konci sa viažu s priestorovými oblasťami. Otázka, ktorá zo schém je pravdivá, nemá zmysel. Nemáme pred sebou dve alternatívne schémy. Každá schéma si všima určitú časť alebo aspekt skutočnosti. Preto možno niektorú z nich uprednostniť iba z hľadiska výskumu podľa toho, čo skúmame, čo chceme spoznať. O takého rozlíšenie schém z hľadiska geomorfológie sa pokúsime až po ich geomorfologickej interpretácii v záverečnej kapitole.

3. GRAVITAČNÝ POHYB

Schému vecí možno pomerne jednoducho pretlmočiť do jazyka geomorfológie, ba aj ju schematicky znázorniť (obr. 3). Podobný obraz sa v geomorfologickej literatúre vyskytuje často. Jeho prítomnosť svedčí o tom, že sa autor aspoň v určitej miere opieral o schému vecí. Prvý druh individuí — priestorové oblasti — vzniknú po položení siete súradníc na geomorfologický tvar (na obr. 3 je geomorfologický tvar znázornený



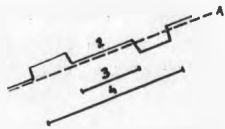
Obr. 3. Gravitačný pohyb. A — horninové teleso; a — priestorové oblasti.

úsečkou, priestorové oblasti sú časťami úsečky). V priestorových oblastiach sa nachádza, alebo nenachádza druhý druh individuí — veci. Vec v geomorfologickej interpretácii schémy vecí je predstavovaná horninovým materiálom alebo horninovým telesom. Iný ako horninový materiál nespadá do zorného poľa geomorfológie. Voda, ľad, sneh a pod. patria do tohto zorného poľa iba vtedy, ak obsahujú aj horninový materiál.

Horninové teleso má priestorové vlastnosti, nachádza sa v určitej priestorovej oblasti. Tieto vlastnosti môže meniť, môže sa premiestňovať z jednej oblasti do druhej. Tento pohyb je spôsobený účinkami gravitačnej sily. Je to jednoznačne irverzibilný pohyb z vyššie položenej oblasti do oblasti ležiacej nižšie. Gravitačný pohyb horninového materiálu možno považovať za druh geomorfologického procesu. Horninové teleso má aj celý rad nepriestorových vlastností, a to fyzikálne i chemické vlastnosti, vek, genézu, štruktúru atď., ktoré ho odlišujú od iných, nie horninových telies alebo materiálov. Tieto vlastnosti podliehajú zmenám, avšak zmeny týchto vlastností nemožno označiť ako geomorfologický proces, ale ich možno označiť ako zvetrávanie. (Uvažujeme horninové teleso ležiace na povrchu na styku atmosféry s geosférou. Zmeny vyvolané vysokým tlakom a teplotou, ktoré sú typické pre hlbšie zóny geosféry, tu neprichádzajú do úvahy.) Zvetrávanie nie je samým geomorfologickým procesom, ale iba prípravným procesom, ktorý utvára podmienky pre gravitačný pohyb. Z hľadiska gravitačného pohybu možno z množstva nepriestorových vlastností horninového materiálu vybrať skupinu dôležitých vlastností. Sú to vlastnosti mechanické, kohézia, súdržnosť, trenie atď. Tieto vlastnosti vytvárajú priaznivé alebo nepriaznivé podmienky pre gravitačný proces.

Táto úvaha ukazuje, že koncepcia gravitačného pohybu v geomorfológii sa odvoláva na klasickú mechaniku, na pohyb telesa po naklonenej rovine. Medzi pohybom telesa po naklonenej rovine a horninovým materiálom, ktorý sa pohybuje pod vplyvom gravitácie po geomorfologickom tvare, je veľa podobného. Sú tu však aj určité rozdiely, na ktoré chceme poukázať. V prípade telesa pohybujúceho sa po naklonenej rovine ostáva zachovaná štruktúra schémy vecí, je zachovaný zásadný rozdiel medzi pohyblivým telesom a nepohyblivou oblasťou (naklonenou rovinou) a rozdiel medzi premiestnením a zmenou. Oblasť zostáva nepohyblivou, pod pohybom sa myslí iba premiestnenie telesa. Táto štruktúra zostáva úplne zachovaná v prípade horninového materiálu, ktorý gravituje po morfológickom tvare. Aké sú podmienky jej zachovania?

Počas gravitačného pohybu možno odlíšiť nepohyblivý geomorfologický tvar a premiestňujúci sa horninový materiál. Pred a po tomto pohybe takéto rozlíšenie nie je možné. Pred začiatkom premiestňovania je horninové teleso súčasťou komplexu statických hornín a podieľa sa aj na stavbe geomorfologického tvaru (obr. 4). Až v dôsledku zvetrávania, v dôsledku zmien nepriestorových vlastností sa uvoľňuje a dáva sa



Obr. 4. 1 — geomorfologický tvar pred gravitačným pohybom; 2 — geomorfologický tvar po gravitačnom pohybe; 3 — oblasť, v ktorej je schéma vecí vhodnou schémou; 4 — oblasť, v ktorej schéma vecí nie je vhodnou schémou.

do gravitačného pohybu. Prestáva byť súčasťou komplexu statických hornín, prestáva sa podieľať na stavbe geomorfologického tvaru. V mieste, kde sa uvoľnilo, vzniká depresia, geomorfologický tvar sa mení. Gravitačný pohyb horninového telesa sa niekde končí. Tu nastáva opäť zmena jeho nepriestorových vlastností. Teleso sa včlení zasa do komplexu statických hornín, opäť sa začne podieľať na stavbe tvaru. V mieste, kde sa zastaví, vzniká vyvýšenina, geomorfologický tvar sa aj tu mení. Štruktúra schémy vecí je zachovaná iba počas samého gravitačného pohybu horninového telesa. Ak zahrnieme do úvahy začiatok a koniec pohybu, táto štruktúra sa poruší. V zornom poli sa ocitnú okrem gravitačného premiestňovania aj iné pohyby, a to zmena mechanických vlastností horninového materiálu i zmena a pohyb geomorfologického tvaru.

Geomorfologický tvar nemá gravitačnú hmotu, preto jeho pohyb nemôže byť gravitačným pohybom. Geomorfologický tvar vykazuje oproti priestorovým oblastiam schémy vecí dva dôležité rozdiely. Priestorové oblasti v geomorfologickej interpretácii sú nielen pohyblivé, ale prestali byť aj úplne prázdne, možno im pripisovať určité vlastnosti. Sú to mechanické vlastnosti, ktoré vytvárajú priaznivé alebo nepriaznivé podmienky pre gravitačný pohyb horninového materiálu a ktoré určujú jeho začiatok i koniec. Schéma vecí, resp. jej geomorfologická interpretácia, má pomerne úzko vymedzenú sféru platnosti. Platí iba počas samého gravitačného pohybu. Ak zahrnieme do úvahy začiatok i koniec tohto pohybu, geomorfologická situácia bude vykazovať oveľa zložitejšiu a intenzívnejšiu dynamiku ako dynamika, ktorú pripúšťa schéma vecí, resp. pohyb telesa po naklonenej rovine. Z hľadiska geomorfologického procesu je táto schéma príliš úzka, vzťahuje sa iba na jeden jeho aspekt.

Gravitačný pohyb aj jediného horninového telesa má za následok zmenu, pohyb geomorfologického tvaru. Zmena tvaru spôsobená jediným telesom je však nepatrná. Hovorí o existencii nového druhu pohybu — o pohybe objektu, ktorý nemá gravitačnú hmotu, o povahe tohto pohybu však nehovorí. Charakter tohto pohybu možno študovať až vtedy, keď sa pozornosť zameria nie na jedno, ale na veľa gravitujúcich horninových telies. K tomuto celostnému pohľadu však nedospejeme štúdiom jednotlivých pohybov, pohyb jediného telesa sa v množstve pohybov iných telies stratí. Je to asi tak, ako keby sme v uzavretej nádobe s plynom chceli sledovať pohyb jedinej molekuly plynu. Diskrétna hmotná častica sa nám zo zorného poľa stráca a je nahradená kontinuálne rozloženou hmotou. To sa však už definitívne ocitáme za hranicami schémy vecí.

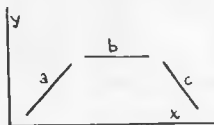
4. POHYB POLA

Aj schému oblastí možno transponovať do jazyka geomorfológie. Priestorové oblasti sa opäť interpretujú ako geomorfologický tvar rozdelený sieťou súradníc. Tieto oblasti nie sú však prázdne, možno im pripísať, ako to naznačil už gravitačný pohyb, určité vlastnosti. Sú to vlastnosti, ktoré má geomorfologický tvar. Geomorfologický tvar je povrchom, nie je súčasťou ani atmosféry, ani geosféry, ale reže, seká obe tieto sféry. Reže horniny, ktoré majú určité vlastnosti, reže atmosféru, ktorá má tiež určité vlastnosti. Okrem týchto vlastností má geomorfologický tvar určitú geometriu, určitú štruktúru (možno ho rozložiť na čiastkové tvary, je súčasťou nadradeného tvaru). Na geomorfologickom tvare a nikde inde, iba na tomto povrchu a na celom tomto povrchu nastáva interakcia spomínaných vlastností. Formy a prejavy tejto interakcie sú rôzne. Jednou z nich je „schopnosť posunúť veci“. Túto vlastnosť možno pripisovať priestorovým oblastiam geomorfologického tvaru. Výraz „posunúť veci“ označuje gravitačný pohyb horninového materiálu po geomorfologickom tvare, takže prostredníctvom „schopnosti posunúť veci“ je zachovaná nadväznosť opísaného druhu pohybu s gravitačným pohybom. A bola to práve táto kontinuita, ktorá bola rozhodujúcim kritériom pri výbere vlastnosti, ktorú budeme pripisovať geomorfologickému tvaru.

Schopnosť posunúť materiál sa neviaže na veci, na horninový materiál, ale na priestorové oblasti. V priestore geomorfologického tvaru je táto schopnosť prítomná všade, ale je rôzne koncentrovaná. Určitý stupeň koncentrácie sa môže šíriť z jednej priestorovej oblasti do druhej. Ak každej priestorovej oblasti pripíšeme určitú, väčšiu alebo menšiu schopnosť posunúť materiál, geomorfologický tvar sa bude javiť ako silové pole, v ktorom sa pohybuje horninový materiál. Diskrétno gravitujúce horninové teleso z predošlej kapitoly sa zmenilo na kontinuálne pole. V tomto poli prebieha gravitačný pohyb

materiálu, ktorý je nevyhnutným predpokladom pre existenciu poľa. Pohyb poľa však nie je gravitačným pohybom. Gravitácia pohybuje jednotlivými horninovými časticami, nie však poľom. Pole negravituje, jeho pohyb je iný. Teraz možno formulovať základný problém tejto kapitoly: Akým pohybom je pohyb poľa? Ak pohyb poľa budeme chápať ako zmenu jeho štruktúry, potom tomuto problému logicky predchádza problém: Aká je štruktúra poľa?

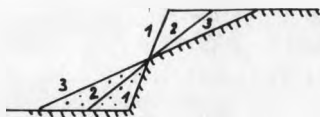
Schopnosť posunúť materiál možno kvantifikovať. Každý priestorovej oblasti možno pripísať túto schopnosť určenú objemom gravitujúceho horninového materiálu, ktorý prejde cez oblasť za jednotku času (porov. pojem dynamickej aktivity v našich starších prácach — J. Urbánek 1970, 1971). Gravitujúci materiál prechádza z jednej oblasti do druhej. Takéto oblasti možno spájať do radov, a to tak, že sa na začiatok radu zaradi najvyššie ležiaca oblasť. Môžu sa vyskytnúť tri druhy radov. Schopnosť posunúť materiál môže rásť, klesať alebo nemeniť sa. Možno hovoriť o eróznom, akumuláčnom a transportačnom rade alebo o oblasti erózie, akumulácie a transportu (obr. 5). V našej ďalšej úvahe sa budú vyskytovať dva druhy oblastí, a to oblasti priestorové a oblasti



Obr. 5. x — priestorové oblasti; y — objem gravitujúceho horninového materiálu; a — rast schopnosti posunúť materiál v eróznej oblasti; b — rast schopnosti posunúť materiál v transportačnej oblasti; c — rast schopnosti posunúť materiál v akumuláčnej oblasti.

procesov (erózie, akumulácie, transportu). Priestorové oblasti sú určené polohou na geomorfologickom tvare. Oblasť procesu je tvorená množinou priestorových oblastí, ktoré sú určené nielen polohou, ale aj schopnosťou posunúť materiál, pričom táto schopnosť vykazuje určité pravidelnosti v priestore — rastie, nerastie, klesá. Pri určení priestorových oblastí vystačíme s priestorovými súradnicami. Pri určení oblasti procesov musíme okrem priestorových súradníc použiť aj jednu nepriestorovú súradnicu, ktorá hovorí o množstve gravitujúceho materiálu v priestorových oblastiach.

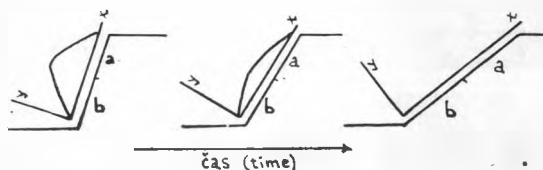
Eróznna, akumuláčna a transportačná oblasť sa spájajú do celkov, tvoria kompletne pole. Na obr. 6 znázorňujeme schému vývoja skalnej steny a kužeľa na jej úpätí. Táto schéma sa vo väčších alebo menších obmenách často vyskytuje v geomorfologickej li-



Obr. 6. Skalná stena s kužeľom. 1, 2, 3 — etapy vývoja skalnej steny a kužeľa na jej úpätí.

teratúre a často sa aplikuje aj na zložitejšie systémy, akými sú stena s kužeľom. Jej prítomnosť svedčí o tom, že autor sa odvolával na podobné koncepcie pohybu, aké opisujeme v tejto a v ďalšej kapitole. Na obr. 6 pole nie je priamo znázornené, je tu znázornený pohyb tvaru. Pole, jeho štruktúra a pohyb sú tu však obsiahnuté implicitne. V každej priestorovej oblasti steny sa uvoľní určitý objem materiálu a začne sa pod vplyvom gravitácie pohybovať. Materiál uvoľnený v určitej oblasti prejde cez všetky nižšie položené oblasti steny. V najvyššej oblasti sa pohybuje iba materiál, ktorý sa v tejto oblasti uvoľnil. V najnižšej oblasti sa pohybuje jednak materiál, ktorý sa uvoľnil

priamo v nej, a jednak materiál, ktorý sa uvoľnil vo všetkých vyššie položených oblastiach. Schopnosť posunúť veci rastie od najvyššej oblasti k najnižšej. Stena je oblasťou erózie. Situácia na kuželi je symetrická k situácii na stene. V každej priestorovej oblasti kužela sa časť pohybujúceho sa materiálu zastaví. Množstvo pohybujúceho sa materiálu klesá od najvyššej priestorovej oblasti k najnižšej. Kužel je akumuláčnou oblasťou. Na prechode medzi stenou a kuželom sa množstvo pohybujúceho sa materiálu nemení, je to oblasť transportu, je to oblasť, v ktorej schopnosť posunúť materiál dosahuje najvyššiu hodnotu. Opísané priestorové zmeny v schopnosti posunúť materiál možno znázorniť krivkou (obr. 8), ktorá reprezentuje pole.

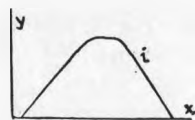


Obr. 7. Pole na stene s kuželom v jednotlivých etapách ich vývoja. x — priestorové oblasti; y — objem gravitujúceho horninového materiálu; a — oblasť steny, erózna oblasť; b — oblasť kužela, akumuláčná oblasť.

Môžeme teda urobiť prvé závery o štruktúre poľa. Gravitačný pohyb, ktorý je nevyhnutným predpokladom pre existenciu poľa, má svoj začiatok i koniec. Každý akumulovaný materiál sa niekde uvoľnil, každej akumulácii predchádza v priestore — vo vyšších oblastiach — erózia. Každý uvoľnený materiál sa niekde zastaví, po každej erózii nasleduje v nižšie položených oblastiach akumulácia (korelačné sedimenty). Na prechode medzi oblasťou erózie a akumulácie leží vždy oblasť transportu. Transportu vždy predchádza erózia a vždy po ňom nasleduje akumulácia. Platnosť týchto vzťahov by mohol narušiť iba taký horninový materiál, ktorý by bol neustále v gravitačnom pohybe. Irreverzibilita gravitačného pohybu a ohraničenosť priestoru, v ktorom tento pohyb prebieha, to však vylučujú.

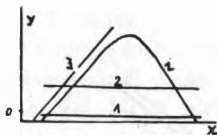
Vychádzajúc z týchto vzťahov ideálnym polom je celok, ktorý sa skladá z eróznej, akumuláčnej a transportačnej oblasti. Schopnosť posunúť materiál rastie od nuly po určitú hodnotu a potom klesá opäť k nule (obr. 8). Teraz obráťme pozornosť ku zmenám tohto poľa. Schéma steny s kuželom (obr. 6, 7) predpokladá aj určitý vývoj poľa. Pred-

Obr. 8. Ideálne pole. x — priestorové oblasti, y — objem gravitujúceho horninového materiálu, i — ideálne pole.



pokladá, že schopnosť posunúť materiál klesá vo všetkých priestorových oblastiach k nule. Po určitom čase všetky priestorové oblasti budú mať rovnakú, t. j. nulovú schopnosť posunúť materiál. V tomto stave prestáva gravitačný pohyb, v tomto stave niet nijakého poľa. Tento stav sa v čase už nemení, takže ho možno považovať za rovnovážny stav poľa (obr. 9). V geomorfológii sa takýto vývoj predpokladá. Príkladom

takéhoto rovnovážneho stavu môže byť penepplain W. M. Davisa (1909), ktorý predstavuje stav bez akéhokolvek gravitačného pohybu. V geomorfológii sa však predpokladajú aj iné typy vývoja, ktoré vedú k odlišným rovnovážnym stavom. Predpokladá sa aj taký vývoj, pri ktorom sa schopnosť oblastí posunúť materiál síce tiež vyrovnáva, nevyrovnáva sa však k nule, ale k určitej nenulovej hodnote (obr. 9). V rovnovážnom stave všetky oblasti budú mať rovnakú, nenulovú schopnosť posunúť materiál. Tento rovnovážny stav možno stotožniť s transportačnou oblasťou tak, ako sme ju už defi-



Obr. 9. *i* — ideálne pole; 1, 2, 3 — predpokladané rovnovážne stavy poľa.

novali. Príkladom takéhoto stavu môže byť pediment L. C. Kinga (1953). Za rovnovážny sa niekedy považuje taký stav, v ktorom sa v každej priestorovej oblasti za rovnaký čas uvoľní rovnaký objem horninového materiálu, ktorý sa začlení do gravitačného pohybu. Objem pohybujúceho sa materiálu bude rásť v podobe lineárneho radu, a to od najvyššej k najnižšej priestorovej oblasti. Tento rovnovážny stav možno stotožniť s eróznou oblasťou, v ktorej je erózia v priestore rozložená rovnomerne (obr. 9). Takýto rovnovážny stav predpokladajú napr. N. A. Strahler (1968), J. T. Hack (1965) a J. Gilbert (1880).

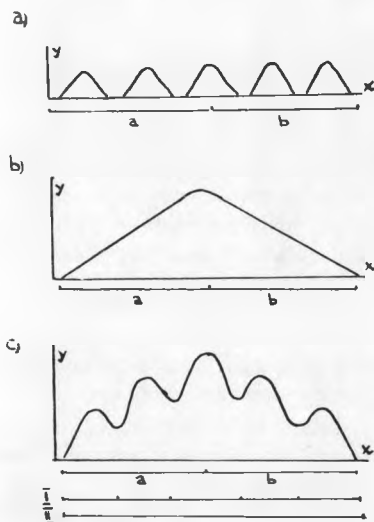
S týmito vývojmí sme sa zaoberali v našej staršej štúdií (J. Urbánek 1970), teraz si ich všimneme iba z hľadiska poľa. Druhý a tretí rovnovážny stav sa nevzťahujú na celé pole. Rovnovážny stav sa stotožňuje raz s transportačnou, inokedy s eróznou oblasťou. Vývoj kompletného poľa, ktorý by smeroval k týmto rovnovážnym stavom, javil by sa ako redukcia poľa na jeho jednu časť. Ako sme už ukázali, žiadna časť poľa nemôže jestvovať izolovane. Tieto dve koncepcie nehovoria o vývoji celého poľa, ale iba o vývoji jeho častí (o šírení sa transportačnej oblasti na úkor iných oblastí, resp. o vyrovnávaní sa intenzity erózie v jednotlivých priestorových oblastiach eróznej oblasti). Iba prvá koncepcia hovorí o vývoji kompletného poľa. V teréne možno ľahko nájsť územia, kde pole zanikalo, až úplne zaniklo, územia, kde už niet žiadneho gravitačného pohybu. Možno nájsť aj také územia, kde pole zaniklo, ale kde sa postupom času vytvorilo nové výrazné pole. Vývoj týchto území prebieha teda aj v smere opačnom, ako vývoj znázornený na obr. 7 a ktorý predpokladá prvá koncepcia. Existencia takýchto území nám bráni prijať bez výhrad aj prvú koncepciu vývoja.

Problém pohybu poľa sa pokúsime riešiť vo sfére vzťahu medzi zidealizovaným polom (obr. 8) a konkrétnymi geomorfologickými systémami v krajine. Pokúsime sa identifikovať ideálne pole s konkrétnymi poľami. Inými slovami ideálne pole prenesieme do konkrétneho priestoru krajiny. Zdá sa, že tento vzťah sa dosť zanedbáva. V literatúre ľahko nájdeme teoretické úvahy o geomorfologických systémoch, zriedkavejšie však nájdeme kritériá ako vymedziť takéto systémy v krajine; ľahšie nájdeme zložité schémy systémov ako jednoduchú mapu systémov, a preto sa teraz pokúsime riešiť problém: s akým konkrétnym geomorfologickým systémom možno identifikovať opísané ideálne geomorfologické pole?

Ideálne pole sme už identifikovali ako systém stena—kužel (obr. 6), rovnako dobre ho môžeme identifikovať so systémom dolina (*n*-tého radu)—náplavový kužel v jej ústí, ako aj so systémami pohorie—kotliná, kontinent—morská panva. Tento zoznam

možných identifikácií sa dá ďalej rozširovať. Všetky tieto identifikácie sú síce možné, avšak navzájom nezávislé? Vytvárajú tieto identifikácie nejaký systém? Akým vzťahom sú spojené? Tieto problémy budeme riešiť vzhľadom na geomorfologické pomery v Slovenských Karpatoch, pre ktoré je typické striedanie sa pohorí a kotlín. Predpokladajme, že pole možno identifikovať iba so stenou alebo stráňou a akumuláciou na jej úpätí. Materiál gravituje v tomto systéme neprekročí hranice systému. Materiál uvoľnený na stráni sa dostane na jej úpätie, nedostane sa však do koryta rieky. Materiál uvoľnený v strede pohoria sa nikdy nedostane na jeho obvod alebo dokonca ďalej. Túto situáciu schematicky znázorňujeme na obr. 10a. Ak ju porovnáваме so skutočnosťou, sčasti jej odpovedá (pod stenami a stráňami možno bežne nájsť akumulovaný materiál, ktorý pochádza zo stráni), sčasti sa však so skutočnosťou rozchádza (ľahko sa dá nájsť aj materiál, ktorý sa uvoľnil v strede pohoria, ale sa premiestnil až na jeho obvod alebo dokonca i ďalej). Predpokladajme, že pole odpovedá systému pohorie—kotlina. Každá časť materiálu, ktorá sa uvoľní v pohorí, dostane sa až za hranice pohoria, do kotliny, kde sa zastaví. Nenastane teda prípad, že uvoľnený materiál sa zastaví už v pohorí, že materiál akumulovaný v kotline sa opäť dostane do pohybu a prekročí jej hranice. Túto situáciu znázorňujeme na obr. 10b, opäť sčasti odpovedá skutočnosti (materiál, ktorý sa uvoľnil v pohorí, možno často nájsť v kotline) a sčasti sa s ňou rozchádza (časť uvoľneného materiálu sa zastaví ešte v pohorí, časť materiálu akumulovaného v kotline sa opäť dostáva do pohybu).

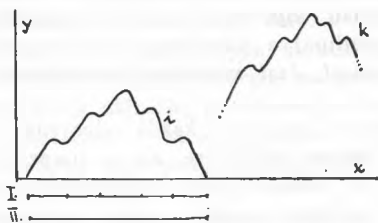
Každá jednotlivá identifikácia je v rovnakej miere prípustná, každá odpovedá skutočnosti iba čiastočne. Tieto identifikácie možno vykonať jednotlivé, ale aj naraz. Čím vyšší bude počet vykonaných identifikácií, tým sa získaný obraz viac priblíži skutočnosti. Tieto identifikácie však treba urobiť v určitom poriadku, rešpektujúc vzťah, ktorým sú pospájané. Pri každej z nich je pole identifikované s určitým geomorfologickým tvarom. Geomorfologické tvary sú usporiadané do hierarchického systému. Stráne sú obsiahnuté v dolinách (chrbtch) prvého radu, doliny (chrbty) nižšieho radu sú obsiahnuté v dolinách (chrbtch) vyššieho radu (bližšie pozri J. Urbánek, 1973, 1974). Podľa tohto vzťahu treba usporiadať aj spomínané identifikácie. Systém stráň — akumulácia na jej úpätí je obsiahnutý v systéme dolina—náplavový kužel a tento je obsiahnutý v systéme pohorie—kotlina atď. Túto situáciu znázorňujeme na obr. 10c. Časť z materiálu, ktorý sa uvoľnil na stráni (jeho hrubšia frakcia), zastaví sa na jej úpätí. Zvyšná časť (jemnejšia frakcia) sa pohybuje ďalej až do koryta rieky prvého radu. Tu sa do pohybu začlenia aj ďalšie objemy materiálu, ktorý buduje koryto, rieky. Pri ústí rieky sa hrubšia frakcia riekou naneseného materiálu akumuluje



Obr. 10. x — priestorové oblasti; y — objem gravitujujúceho horninového materiálu; a — pohorie; b — kotlina; I — polia prvej úrovne, II — polia druhej úrovne.

vo forme náplavového kužela. Jemnejšia frakcia pokračuje v pohybe. V systémoch, ktoré patria do pohoria (prvá polovica krivky), objem pohybujúceho sa materiálu rastie i napriek určitej akumulácii. V systémoch, ktoré patria do kotliny (druhá polovica krivky), objem pohybujúceho sa materiálu klesá i napriek určitej erózii (obr. 10c je iba jednoduchou schémou, znázorňuje polia, ktoré sú pospájané do jednoduchého lineárneho radu, konkrétnej situácii lepšie odpovedajú polia pospájané na spôsob stromovitej siete; znázornenie takýchto väzieb by bolo zložité a vzhľadom na všeobecný charakter štúdie snád aj zbytočné). Identifikácia poľa s konkrétnymi systémami nepoprela základné črty poľa, výrazne však odkryla hierarchickú štruktúru poľa. Jednoduché pole znázornené na obr. 8 sa skladá z častí, ktoré sú mu podobné a zároveň toto pole je časťou nadradeného, širšieho, opäť však podobného poľa.

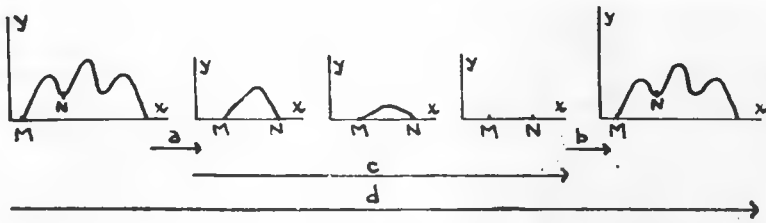
Nadradené pole (obr. 11) ohraničujú nulové body, teda body úplne bez schopnosti posunúť materiál. Toto pole má určitú štruktúru, skladá sa z podradených polí, nemá však okolie v podobe iného poľa. Gravitujúci materiál neprekročí jeho hranice, takže



Obr. 11. x — priestorové oblasti; y — objem gravitujúceho horninového materiálu; I — podradené polia; II — nadradené polia; i — ideálne pole; k — konkrétne pole.

nadradené pole predstavuje zatvorený systém. Podradené pole je inak ohraničené. Gravitujúci materiál doň vchádza i z neho vychádza, toto pole je otvoreným systémom. Jeho bezprostredným okolím sú susedné, tiež podradené polia. Pri prechode od tohto zidealizovaného poľa ku konkrétnym poliam v teréne počet úrovní sa zvýši. Konkrétne pole sa bude skladáť z vysokého, avšak neurčitého počtu úrovní. Najvyššia a najnižšia úroveň môžu zostať neznáme alebo aspoň problematické. Ak krajné nulové body, ktoré určujú najvyššie pole, budú chýbať (obr. 11), potom každé pole bude zároveň nadradeným poľom (zatvoreným systémom) i podradeným poľom (otvoreným systémom). Inými slovami, z jedného hľadiska sa dané pole bude javiť ako pole podradené, ale z iného, rovnako prístupného hľadiska sa to isté pole bude javiť ako nadradené pole. Odpoveď na otázku, či pole je nadradeným alebo podradeným systémom, nebude mať potom formu alternácie — buď otvorený, alebo zatvorený systém ale nie aj otvorený, aj zatvorený systém. V geomorfologickej literatúre sa možno stretnúť s pokusmi tento problém riešiť takouto radikálnou formou. Riešenie bude mať skôr formu konjunkcie — je to zatvorený aj otvorený systém, resp. z jedného hľadiska sa javí ako otvorený, z druhého hľadiska ako zatvorený systém. Niektoré geomorfologické práce sa pokúšajú aj o takéto riešenie (Langbein, Leopold 1964; Schumm S. A., Lichty R. W. 1965; J. Urbánek 1970, 1971). Ďalej budeme predpokladať, že týmto dvom hľadiskám zodpovedá aj dvojaké správanie poľa.

Teraz, keď identifikácia odkryla hierarchickú štruktúru poľa, môžeme uvažovať jeho pohyb ako neustálu zmenu v jeho hierarchickom usporiadaní, ako striedavé otváranie a zatváranie sa jeho častí. Na obr. 12 znázorňujeme nadradené pole (dolina—náplavový kužel), zložené z viacerých podradených polí (stena—dejekčňý kužel). Najskôr si bu-



Obr. 12. x — priestorové oblasti; y — objem gravitujúceho horninového materiálu; M, N — koncové body poľa; a — izolácia; b — spájanie; c — nezvratný vývoj poľa počas jeho izolácie; d — cyklický vývoj poľa.

deme všímať jedno z nich, ktoré je vymedzené bodmi M, N . Schopnosť posunúť materiál je v tomto poli rôzna a pokiaľ je toto pole súčasťou nadradeného poľa, zatiaľ sa ani tieto rozdiely nebudú vyrovnávať. (Na stene prebieha erózia, na kuželi akumulácia. Stena i kužel sú však zároveň začlenené do eróznej oblasti nadradeného poľa. Táto príslušnosť sa prejaví v nedokonalnej akumulácii v oblasti kužela, iba časť materiálu sa tu zastaví, časť sa však pohybuje ďalej. Vďaka príslušnosti k nadradenému poľu budú sa uchovávať rozdiely medzi priestorovými oblasťami podradeného poľa čo do ich schopnosti posunúť materiál.) Predpokladajme, že pole M, N sa z nadradeného poľa vyčlení, že sa stane samostatným, ničomu nepodradeným poľom (obr. 12). Po vyčlení si priestorové oblasti zachovávajú pôvodné rozdiely v schopnosti posunúť materiál, reprezentované priebehom krivky. Krajné body poľa však pri jeho osamostatnení nadobúdajú nulovú schopnosť posunúť materiál. V takomto poli sa pôvodné rozdiely a rozdiely vyplývajúce z predošlej príslušnosti k nadradenému poľu postupne vyrovnávajú na nulovú hodnotu, takže osamostatnené pole napokon zanikne. (Na stene bude prebiehať erózia, na kuželi akumulácia. Akumulácia však teraz bude dokonalá. Kužel bude rásť, bude znižovať svoj sklon, stena bude ustupovať a tiež bude znižovať svoj sklon, a to tak, ako to znázorňujeme na obr. 6, 7.) Ak sa takéto mŕtve pole začlení späť do nadradeného poľa, jeho body nadobudnú rôznu a nenulovú schopnosť posunúť materiál a v rámci poľa sa vytvorí rozdiely v tejto schopnosti. (Na stene a kuželi opäť nastane diferenciácia na eróznú a akumuláciu. Takéto prerušenie izolácie sa môže prejavíť v spontánnom pohybe veľkých objemov materiálu v podobe zrútení, zosunov, mur a pod.). Takéto situácie sa môžu v podradenom poli cyklicky opakovať. Z hľadiska nadradeného poľa sa tieto zmeny javia ako postupné klesanie schopnosti posunúť materiál na nulu. (Erózia v doline a s ňou späť akumulácia náplavového kužela postupne vyznievajú.) Takýto vývoj však prebieha iba vtedy, ak toto pole nie je ničomu podradené. Ak jestvuje väčšie pole, ktorého je členom, tak aj jeho vývoj (teraz už podradené poľa) je cyklický (porovnaj „branching systems“ v A. Grünbaun 1964).

Ak má pole zložitú hierarchickú štruktúru, jeho vývoj má charakter pulzácie, otvárania a zatvárania, izolácie a spájania sa polí na všetkých úrovniach. Táto pulzácia nepopiera platnosť vývoja, ktorý znázorňujeme na obr. 7, ale iba obmedzuje sféru jeho platnosti. Tento vývoj prebieha iba počas izolácie daného poľa. Ak sa táto izolácia preruší, potom prebieha opačný vývoj. Opísaná pulzácia sa prejavuje na rôznych úrovniach rôzne. V podradených poliach má charakter cyklického procesu v podobe otvárania a zatvárania sa poľa, v nadradených poliach má charakter nezvratného pohybu, ktorý smeruje k zániku poľa. Je možné, že v tomto zložitom procese vymedzené miesta nájdu aj iné, v geomorfológii predpokladané typy vývoja. Hoci opísaný proces pulzácie

je značne zložitý, spočíva iba v jednom druhu pohybu. Je to zmena priestorových oblastí čo do ich schopnosti posunúť materiál a s ňou späť šírenie sa oblastí erózie, akumulácie a transportu. Koncepcia poľa však zachováva rozdiel medzi pohyblivým a nepohyblivým, hovorí o pohybe schopnosti posunúť materiál, o šírení sa oblastí procesov z jednej priestorovej oblasti do druhej, nehovorí však o pohybe priestorových oblastí. Koncepcia poľa zanedbáva, ba nevšima si tento pohyb, takže geomorfologický tvar sa v kontexte poľa javí ako nehybný útvar, po ktorom sa kľžu, premiestňujú oblasti erózie, akumulácie a transportu. To, že v koncepcii poľa je pohyb tvaru zanedbaný, ešte neznamená, že tento pohyb nejestvuje. Koncepcia poľa naznačuje existenciu tohto pohybu v oveľa väčšej miere, ako to robila koncepcia gravitačného pohybu. V eróznej oblasti sa stále uvoľňujú nové a nové objemy materiálu, vzniká tu depresia. V akumulačnej oblasti sa tento materiál zastavuje, vzniká tu vyvýšenina. Pod vplyvom pulzácie sa tento pohyb mení. Pravidelne alebo nepravidelne sa v tej istej priestorovej oblasti striedajú procesy erózie a akumulácie, s čím je späť opakované vytváranie sa depresií a vyvýšení. Toto je však všetko, čo môže koncepcia poľa o pohybe tvaru povedať. Zo samého pohybu poľa vyplýva sice intenzívny, ale chaotický pohyb geomorfologického tvaru. Koncepcia poľa hovorí jasne o existencii tohto pohybu, veľmi nejasne však hovorí o jeho zákonitostiach. Zmeny tvaru vyvolané pulzáciou môžu sa, ale nemusia kompenzovať, a preto treba hľadať miesta, ktoré v intenzívnom pohybe poľa predstavujú relatívne pevné body, t. j. miesta s prevládajúcou eróziou alebo akumuláciou. Nemožno však sledovať každú jednotlivú pulzáciu a z nej si zložiť výsledný obraz. Bolo by to tak, ako keby sme chceli sledovať v opísanom poli pohyb jednotlivých gravitujúcich telies. Treba hľadať novú koncepciu pohybu.

5. POHYB TVARU

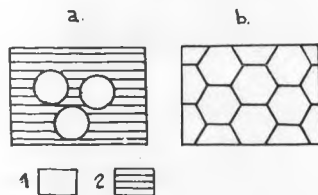
Schému oblastí možno do jazyka geomorfológie preniesť ešte iným spôsobom. Priestorové oblasti sa opäť interpretujú ako geomorfologický tvar rozdelený sieťou súradníc. Takto vytvoreným priestorovým oblastiam však možno pripisovať aj iné vlastnosti, ako bola kvantifikovaná schopnosť posunúť materiál. Možno im pripisovať geometrické vlastnosti. Z množiny geometrických vlastností, ktoré možno pripísať geomorfologickému tvaru, budeme si vsádzať iba tie, ktoré majú ľahko rozpoznateľný vzťah ku koncepcii poľa. Tieto nám umožnia zachovať kontinuitu medzi pohybom poľa a tvaru. V predošlej kapitole sme opísali eróziu a akumuláciu ako priestorovú zmenu v schopnosti posunúť materiál. Eróziu i akumuláciu možno opísať aj iným, z hľadiska koncepcie tvaru vhodnejším spôsobom; možno ich opísať v termínoch uvoľňovania sa statického materiálu. Zmena v bilancii gravitačného pohybu sa dosahuje zmenou nepohyblivého horninového materiálu na pohyblivý a naopak. Kde sa materiál uvoľňuje, vzniká depresia, kde sa viaže, zastavuje sa, vzniká vyvýšenina. Oblasti erózie odpovedá nielen rastúca schopnosť posunúť materiál, ale aj určitý tvar, a to konkávny. Oblasti akumulácie odpovedá klesajúca schopnosť posunúť materiál a konvexný tvar. Jednoznačné spojenie erózie s depresiou a akumulácie s vyvýšeninou odpovedá príliš zidealizovanej situácii, veľmi dôležitú vlastnosť zanedbáva, a to hierarchické usporiadanie geomorfologických procesov i tvarov. Možno ho chápať ako ekvivalent jednoduchého poľa na obr. 8. Ak zahrnieme do úvahy aj spomínanú hierarchiu, obraz sa nám zmení. V každej eróznej oblasti možno rozlíšiť oblasti silnejšej a slabšej erózie, v každej akumulačnej oblasti možno rozlíšiť oblasti silnejšej a slabšej akumulácie. V oblastiach silnejšej erózie vznikajú depresie (doliny v pohorí), v oblastiach slabšej erózie vznikajú

vyvýšeniny (chrbty v pohorí). V oblastiach silnejšej akumulácie vznikajú vyvýšeniny (kužely v kotline), v oblastiach slabšej akumulácie vznikajú depresie (územia medzi kuželmi). Erózií práve tak ako akumulácii odpovedá dvojica tvarov—depressia i vyvýšenia, resp. konkávny a konvexný tvar.

Konvexný tvar možno dobre znázorniť vrchlíkom gule alebo pláštom kužela bez základne a pod., ktorých vrcholy sú orientované k oblohe. Opačne orientovaný vrchlík alebo plášť kužela znázorňujú konkávny tvar. Po konvexnom a konkávnom tvare sa pod vplyvom gravitácie pohybuje uvoľnený horninový materiál. Organizácia tohto pohybu je na oboch tvaroch odlišná. Konvexný tvar má odstredivú, konkávny tvar dostredivú organizáciu gravitačného pohybu. Tým dvom organizáciám odpovedajú dve polia. Pri dostredivej organizácii sa jednotlivé prúdy gravitujúceho materiálu stretávajú, spájajú; schopnosť posunúť materiál rastie rýchlejšie ako pri odstredivej organizácii, kde nastáva rozptyl prúdov.

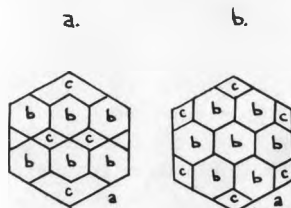
Priestorovým oblastiam geomorfologického tvaru budeme pripisovať iba dve vlastnosti, t. j. konkávnosť i konvexnosť. Môže nastať prípad, že vlastnosť „byť konkávny“, majú iba niektoré priestorové oblasti. Oblasti ležiace medzi nimi majú neurčitú geometriu. Vznikne „systém“ izolovaných depresií (obr. 13a).

Môže nastať aj taký prípad, že všetky oblasti majú vlastnosť „byť konkávny“. Vznikne systém navzájom sa dotýkajúcich depresií (obr. 13b). Šesťuholníky by bolo možné nahradiť aj inými polygómmi. Zdá sa však, že konkrétnej situácii najlepšie zodpovedajú práve šesťuholníky (J. Urbánek, 1974). Keďže konkávny a konvexný tvar sú symetrické, rovnaká úvaha platí aj pre konvexné tvary. Geomorfologickému systému



Obr. 13. 1 — priestorové oblasti s konkávnou alebo konvexnou geometriou; 2 — priestorové oblasti s neurčitou geometriou.

dotýkajúcich sa hexagónov ľahko možno nájsť početné analógie (pozri W. Bunge, 1966; P. Hagget; R. J. Chorley, 1969; D. Thompson, 1963 a tam citovaná literatúra). Treba tu však rátať aj s určitými špecifickými črtami. Opäť treba zohľadniť aj zložitú hierarchiu, ktorej najvyšší a najnižší člen je neznámy. Každá depresia je zároveň podradenou i nadradenou iným depresiám. V nadradenej depresii sú obsiahnuté depresie nižšieho radu, ktoré sú opäť šesťuholníkmi; podradené depresie môžu byť v nadradenej depresii rôzne zoskupené, teda môžu vytvárať rôzne štruktúry (obr. 14), avšak v nijakom prípade, v žiadnom zoskupení podradené depresie nemôžu pokryť bez zvyšku celú nad-

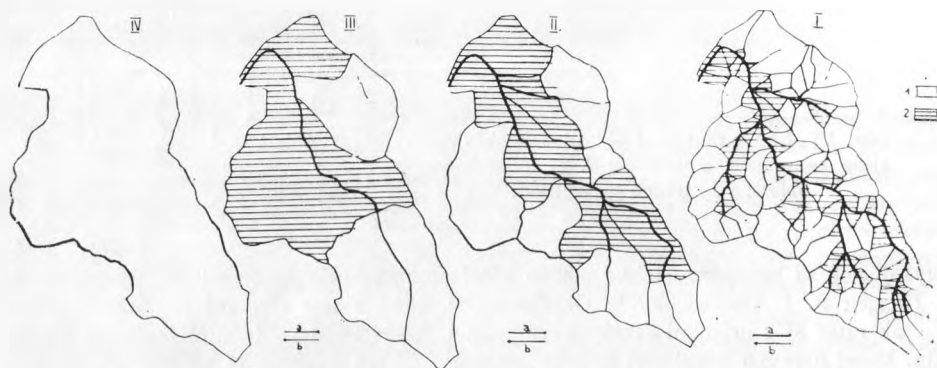


Obr. 14. a — nadradený tvar, depresia alebo vyvýšenina; b — podradené tvary, depresie alebo vyvýšeniny; c — tvary, ktoré nepatria k podradeným tvarom, medzibazény alebo medzichrbty.

radenú depresiu. V nadradenej depresii vždy zostanú určité časti, ktoré nepatria k žiadnej depresii nižšieho radu. Vzhľadom na to, že sa nachádzajú „medzi“ depresiami, nazvali sme ich „medzibazénmi“ (J. Urbánek, 1974). Medzibazény sa od depresii odlišujú aj tvarom, nižším počtom hrán. Zdá sa, že najčastejšie sú to trojuholníky (J. Urbánek, 1974). To, čo sme povedali o depresiiach, platí aj o vypuklých tvaroch. Medzibazénom odpovedajú „medzichrbty“ (J. Urbánek, 1974).

Zatiaľ sme konkávnosť i konvexnosť uvažovali oddelene. Tej istej priestorovej oblasti možno však pripisovať obe tieto vlastnosti naraz. Napríklad stráň, ktorá leží medzi rozvodím idúcim po chrbte a dnom doliny, rovnako patrí k doline i k chrbtu. Geomorfologický tvar možno raz opísať pomocou systému konkávných tvarov a raz pomocou systému konvexných tvarov. Konkávny i konvexný tvar sú symetrickými tvarmi. Jestvuje transformácia, ktorá zmení konkávny tvar na konvexný a naopak. Tento vzťah symetrie však nemusí platiť v prípade systémov konkávných i konvexných tvarov. Inými slovami, ak daný geomorfologický tvar opíšeme pomocou konkávneho i konvexného systému tvarov, konkávny systém môže, avšak nemusí byť zrkadlovým obrazom konvexného systému. Geomorfologický tvar bude teda kompletne charakterizovaný jednak opisom štruktúry konvexného i konkávneho systému a jednak opisom štruktúry, ktorú tieto systémy spolu vytvárajú.

Aj takýto hrubý opis štruktúry tvarov dovoľuje nám utvoriť si základnú predstavu o pohybe, ktorý táto štruktúra anticipuje. Jediný, vnútorne slabo alebo vôbec nediferencovaný tvar sa môže štiepiť na viacero jednotlivých tvarov. Je to podobný proces ako proces pri delení buniek (porov. D. Thompson, 1963). Môže prebiehať aj opačný proces,



Obr. 15. Doliny a medzibazény prvého až štvrtého radu. (Dolina Pucovského potoka — Skorúšina.) 1 — doliny; 2 — medzibazény; a — štiepenie tvarov; b — spájanie tvarov; I, II, III, IV — rady dolín a medzibazénov.

pri ktorom sa viaceré dobre diferencované tvary zlievajú do jediného tvaru (obr. 15). Oba procesy sa môžu striedať. Cykly štiepenia a spájania však môže prevádzať irreverzibilná zmena štruktúry. Podradené depresie (vyvýšeniny) môžu byť, ako sme už spomenuli, rôzne zoskupené v nadradenej depresii (vyvýšenine). Jedna takáto štruktúra môže byť stabilnejšia ako druhá. Cykly štiepenia a spájania môže sprevádzať takáto irreverzibilná prestavba štruktúry. Podobný proces prebieha aj v bunkách. Jedna konfigurácia buniek sa javí stabilnejšou ako iná konfigurácia (D. Thompson, 1963).

V načrtnutej koncepcii pohybu tvaru nenájdeme dvojicu rôznych pohybov. Táto koncepcia pohybu, podobne ako predošlá koncepcia, obsahuje iba jediný druh pohybu, a to šírenie sa vlastností priestorových oblastí. Na rozdiel od koncepcií poľa nenájdeme tu dvojicu pohyblivý—nepohyblivý; nenájdeme tu dva druhy oblastí nepohyblivé priestorové oblasti a pohyblivé oblasti procesov, nájdeme tu iba jeden druh oblastí, a to priestorové oblasti, ktoré sa pohybujú. Teraz sme dospeli k definícii geomorfologického tvaru, ktorá je širšia ako jeho definícia v úvodnej kapitole. Geomorfologický tvar je povrchom, ktorý oddeľuje geosféru od atmosféry a ktorý podlieha neustálemu pohybu. Tento pohyb sme sa tu pokúsili stručne charakterizovať a i napriek tejto skutočnosti vystúpila do popredia jedna dôležitá črta, geomorfologický tvar ako pohyblivý povrch splýva s geomorfologickým procesom, ktorý je koncipovaný ako pohyb tvaru.

6. ZÁVER

Tri koncepcie pohybu, ktoré sa vyskytujú v geomorfologickej literatúre v podobe pojmov s nejasnými predikátmi, pokúsili sme zmeniť na presné alebo aspoň na presnejšie koncepcie pohybu. Súčasne s presnejšími vlastnosťami jednotlivých koncepcií sa spresňujú i vzťahy medzi nimi, takže jednotlivé koncepcie tvoria celok s jasnou štruktúrou. Gravitačný pohyb je nevyhnutným predpokladom pre pohyb poľa, pohyb poľa je nevyhnutným predpokladom pre pohyb tvaru. Tento vzťah možno vyjadriť implikáciou (symbol \rightarrow): pohyb tvaru \rightarrow pohyb poľa \rightarrow gravitačný pohyb. Tento vzťah hovorí, že nenastane prípad, že by sa tvar pohyboval a pole by zostalo nehybné, že nenastane ani prípad, aby sa pohybovalo pole, ale nejestvoval gravitačný pohyb. Môže však nastať prípad, že horninový materiál gravituje, ale na poli nebadáť nijakú zmenu, môže sa stať, že sa pohybuje pole, ale na tvare zmenu nebadáť. Dalo by sa namietať, že i pohyb jedinej častice horninového materiálu má vplyv na pole i na tvar, a potom, ak by táto námietka bola správna, bolo by potrebné vzťah implikácie nahradiť vzťahom ekvivalencie. Hoci každá gravitujúca častica má vplyv na pole, na ktorého stavbe sa podieľa, nemožno vplyv jedinej častice pozorovať, tento sa úplne stráca v množstve iných vplyvov iných častíc. Podobne nemožno z hľadiska tvaru postrehnúť jedínú zmenu poľa v rámci intenzívnej pulzácie tohto poľa. Vzťah implikácie je teda na mieste.

Vzťah implikácie neslobodno zamieňať ani so vzťahom vyplývania. Ani jeden z uvedených troch pohybov nemožno vyvodiť, vydedukovať z iného pohybu. Implikáciu nemožno zameniť so vzťahom totožnosti; implikácia vyjadruje skôr rozdiely medzi jednotlivými koncepciami pohybu. Teraz sa zameriame na tieto rozdiely videné z rôznych hľadísk.

Prechod od gravitačného pohybu k pohybu tvaru je prechodom od zložitejšieho a rozpornejšieho pojmového aparátu k aparátu jednoduchšiemu a jednoliatejšiemu. Koncepcia gravitačného pohybu odlišuje medzi zmenou priestorových a nepriestorových vlastností, odlišuje pohyblivý materiál a nepohyblivý tvar. Koncepcia poľa obsahuje iba jediný druh pohybu, odlišuje však ešte medzi pohyblivým poľom a nepohyblivým tvarom. Koncepcia tvaru obsahuje iba jediný druh pohybu a neobsahuje nič, na čo by sa tento pohyb nevzťahoval. Pojmová jednoduchosť koncepcie tvaru neznamená, že táto koncepcia pohybu je pri štúdiu geomorfologických procesov menej účinná ako iné koncepcie, že mnohé javy jej unikajú. Vzťah implikácie, spájajúci koncepcie pohybu, hovorí aj o ich hierarchii. Koncepcia tvaru predpokladá, zahŕňa v sebe obe predošlé koncepcie a navyše obsahuje aspekt, ktorý týmto dvom koncepciam uniká. V úvodnej časti sme načrtli predstavu o geomorfologickom procese ako celku, zloženého z troch

druhov pohybu, teraz môžeme túto predstavu spresniť. Jestvujú tri druhy alebo varianty geomorfologického procesu, a to gravitačný pohyb, pohyb poľa a pohyb tvaru. Tieto tri druhy pohybu sú spojené s už uvedeným vzťahom implikácie a všetky ich možno zahrnúť do nadradeného pojmu geomorfologického procesu tak, že tento nadradený pojem bude totožný s pohybom tvaru.

Pohyb od gravitačného pohybu k pohybu tvaru je pohybom aj v rámci systému vied. Každá z troch koncepcií geomorfologického pohybu zaujíma v tomto systéme iné miesto. Predpokladajme, že pojem geomorfologického procesu by sa vzťahoval iba na gravitačný pohyb horninového materiálu. Kľúčovými pojmami v tejto koncepcii sú hornina a gravitácia. Pomocou týchto pojmov by sa pojem geomorfologického procesu a jeho prostredníctvom aj celá geomorfológia nadviazali veľmi úzko jednak na geológiu a jednak na klasickú mechaniku. Geomorfológia, ktorá by prebrala takýto pojmový aparát, bola by vlastne inžinierskou geológiou. Tendencia začleniť geomorfológiu do geologických vied je dosť silná; dá sa vysvetliť tým, že takto koncipovaná geomorfológia by nadviazala jednak na geologické poznatky podopreté bohatými skúsenosťami z terénu a jednak na oblasť fyziky, ktorá je nielen dobre teoreticky podložená, ale ktorá už aj prenikla hlboko do podvedomia ľudí. Vďaka týmto väzbám sa gravitujúci horninový materiál stáva nielen javom, ktorý je podložený bohatou skúsenosťou, ale aj dobre vysvetleným a ľahko pochopiteľným javom. Z týchto dôvodov má gravitačný pohyb tendenciu viazať záujem geomorfológov na seba, odvracajúc ich záujem od iných, ťažšie pozorovateľných, menej evidentných a horšie vysvetlených druhov pohybu. Gravitačný pohyb vykazuje tendenciu stať sa jediným alebo aspoň základným geomorfologickým pohybom. Táto tendencia je pochopiteľná, avšak nie je oprávnená a správna. Jasnosť takto koncipovaného geomorfologického procesu sa dosahuje pomocou jeho redukcie. Inými slovami, geomorfológia spočívajúca na takto koncipovanom procese bude síce disponovať s pomerne dokonalým pojmovým aparátom a bude mať aj tesný vzťah ku konkrétnym vzťahom v teréne, ale jej existencia ako samostatnej vedy bude problematická. Na tomto prípade vidieť, že aj väzba na pomerne dokonalý pojmový aparát môže pôsobiť niekedy na rozvoj naviazanej disciplíny retardačne.

Predpokladajme, že pojem geomorfologického procesu by sa vzťahoval iba na pohyb poľa. Základom tejto koncepcie je predstava prúdu alebo toku materiálu, prúdu, v ktorom sa jednotlivé časti materiálu strácajú. Táto predstava sa tiež opiera o určité konkrétne javy a pojmy. Predstava prúdu materiálu môže mať pôvod vo veľmi evidentnom jave — rieke. Túto predstavu možno ľahko vyjadriť pomocou pojmu otvoreného systému a nadviazať ju tak na teóriu všeobecných systémov. Takto koncipovaná geomorfológia by mala blízko ku hydrológii. Túto väzbu vidieť na tzv. kvantitatívnej geomorfológii. Uvedený smer vznikol v lone hydrológie a jeho väzba k nej je dodnes evidentná (pozri J. Urbánek, 1973). Predstava prúdu vody v rieke je vhodnou geomorfologickou predstavou? V rieke neprúdi „čistá“ voda, ale spolu s vodou i horninový materiál. Tieto prúdy nie sú však rovnaké. Kolobehu vody v prírode nezodpovedá kolobeh horninového materiálu. Predstava prúdiaceho materiálu je potiaľ geomorfologickou predstavou, kým sa vzťahuje iba na prúd horninového materiálu, na prúd bez kolobehu.

Pojem geomorfologického procesu možno vzťahovať aj na najširšiu koncepciu pohybu, teda na pohyb tvaru. Táto koncepcia má veľmi blízko ku klasickým geomorfologickým problémom vývoja stránne (W. M. Davis, 1909; L. C. King, 1973; W. Penck, 1924). Tu sa nepohybuje teleso, ktoré má gravitačnú hmotu, tu ani neprúdi materiál, ale pohybujú sa geometrické útvary. Kľúčovým pojmom tejto koncepcie je priestor. Pomocou tohto pojmu sa geomorfológia, spočívajúca na pohybe tvaru, začlenuje do geografie, kde v rámci geografických vied je výrazne ohraničená. Najširšia koncepcia geomorfologického

procesu začlenila geomorfológiu do geografie, resp. geomorfológia ponímaná ako súčasť iných, negeografických disciplín sa môže odvolávať iba na užšie koncepcie procesu.

Teraz môžeme zhodnotiť aj schémy z druhej kapitoly. Z hľadiska geomorfologického procesu je vhodnejšia schéma oblastí, ktorá nás vedie k dokonalejšiemu pojmu procesu ako schéma vecí.

Pokúsili sme sa ukázať rozdiely medzi gravitačným pohybom, pohybom poľa a pohybom tvaru z rôznych hľadísk. Jestvuje však hľadisko, z ktorého niet medzi nimi rozdiel. Všetkým týmto pojmom zodpovedá konkrétny pohyb. Gravitujúca skala na stráni je práve tak reálna ako zmeny v bilancii gravitačného pohybu na tejto stráni alebo zmeny v tvare tejto stráni. Uvedené koncepcie pohybu možno deliť na užšie, širšie, podradené, nadradené, geografické i negeografické a pod., ale nemožno ich deliť na viac a menej objektívne.

LITERATÚRA

1. BUNGE, W.: Theoretical geography, Lund 1966. — 2. DAVIS, W. M.: Geographical essays. Boston 1909. — 3. GILBERT, G. K.: Report on the geology of the Henry Mountains. U. S. Geog. and Geol. Survey of the Rocky Mountain Region, Washington D. C., U. S. Gev. Printing Office, 1880. — 4. HACK, J. T.: Geomorphology of the Shemandoah valley. U. S. Geol. Surv. Profess. Pap., 484, 1965. — 5. HAGGET, P., CHORLEY, R. J.: Network analysis in geography. London 1969. — 6. KING, L. C.: Canons of landscape evolution. Bull. of the Geol. Soc. of Amer., 64, 1953. — 7. KÖRNER, S.: Zkušenosť a teorie. Praha 1970. — 8. LANGBEIN, W. B.; LEOPOLD, L. B.: Quasi-equilibrium states in channel morphology. Amer. J. Sci., 262, 1964. — 9. PENCK, W.: Die morphologische Analyse. Stuttgart, 1924. — 10. SCHUMM, S. A., LICHTY, R. W.: Time, space and causality in geomorphology. Amer. J. Sci., 263, 1965.

11. STRAHLER, N. A.: Slope analysis. In: The encyclopedia of geomorphology (Ed. Fairbridge, R. W.). New York, Amsterdam, London 1968. — 12. THOMPSON, D. W.: Growth and form. Cambridge 1963. — 13. URBÁNEK, J.: Klasifikácia zosunov. [Kandidátska dizertačná práca.] Archív Geografického ústavu SAV, Bratislava 1970. — 14. URBÁNEK, J.: Zosuny v oblasti Hornej Lehoty a Sedliackej Dubovej, ich vysvetlenie a kontrola. Geogr. Čas., 23, 1971, č. 1. — 15. URBÁNEK, J.: Pokus o interpretáciu geomorfologického tvaru. Geogr. Čas., 25, 1973, č. 1. — 16. URBÁNEK, J.: Niekoľko poznámok ku klasifikácii geomorfologických tvarov. Geogr. Čas. 26, 1974, č. 1. — 17. GRÜNBAUM, A.: The nature of time. Frontiers of Science and Philosophy. London 1964.

Ján Urbánek

THE GEOMORPHOLOGICAL PROCESS OR CONCEPTS OF MOVEMENT IN GEOMORPHOLOGY

1. Introduction

Geomorphological process or movement is the object of this study. The content of the concept „geomorphological process“ is usually not explicitly defined. It ensues from the context in which the term appears and it varies depending upon this context. It may concern the gravitational movement of rock material. It also can include the balance of this movement, when speaking of the quantity of rock material moving in a given region, towards the region situated downwards. If this quantity grows, the process of erosion occurs, if it decreases, accumulation follows, if it remains unchanged, transport is present. This change in the balance is reflected

by the further kind of movement. In the region of erosion a depression originates, in that of accumulation an elevation is formed, i. e. the geomorphological shape moves. Thus we can distinguish at least three concepts of the geomorphological process: the gravitational movement, changes in the balance of this movement and the movement of shape. But these concepts are little differentiated from each other, they do overlap and join in a diffuse whole. This study tries to break this diffuse picture, to formulate more precisely the concepts mentioned above.

2. The working method

The centre of gravity in geomorphology consisted, and perhaps consists up to now, in the study of concrete phenomena. By observing, we can discover many movements. But they overlap each other in time and space. It is difficult to determine the boundaries and nature of the different movements. Observation rather results in an aggregation of diffuse movements than a differentiated system of movements. This image was transported, to a large measure, in the apparatus of notions, in form of, rich in content but confuse, conceptions on the movement. We shall try to make more expressive the neglected theoretical aspect. We shall start from abstracted schemes of movements (conf. S. Körner, 1970), which we shall strive to translate in the language of geomorphology. The *scheme of objects* distinguishes mobile things and immobile regions (Fig. 1).

Things are the unique bearers of properties. They can be classified according to their spatial and non-spatial properties. We can discern two kinds of movements, the change of spatial properties, i. e. the position of things, and the change of non-spatial properties. Spatial regions are empty, immobile formations which can be only discerned by whether they contain or not things. The *scheme of regions* recognizes but one kind of individuals, spatial regions which can be attributed various properties. Propagation of these properties is the sole kind of movement (Fig. 2). There are no sharp frontiers between the schemes. At the beginning of deliberations, one may operate with discrete particles, things. Later, one may heighten their number and diminish their mass, so that matter becomes continually dispersed.

3. Gravitational movement

The scheme of things can simply be transformed in the language of geomorphology (Fig. 3). Spatial regions originate by laying a network of co-ordinates into the geomorphological shape. Things are interpreted as rock bodies found in a certain spatial region and translocated, under the influence of gravitation, in lower situated regions. The rock body has a series of non-spatial properties from which — from the standpoint of gravitational movement — the mechanical ones are the most important. The geomorphological movement, conceived in this way, is near to the classical mechanics of the movement of bodies on inclined plane. During gravitational movement, we can discern the translocating rock material and the immobile geomorphological shape. Before the beginning of translocation, the rock body is a constituent of the complex of statical rocks. Where alteration of the mechanical properties takes place, the rock body is separated from this complex and acquires a gravitational movement. In this place a depression originates. The gravitational movement ends where the mechanical properties of the gravitating object change again, where this object is anew included into the complex of statical rocks. Here an elevation originates (Fig. 4). The scheme structure of things is only conserved during the gravitational movement. If considering the beginning and end of movement, then this structure is disturbed. Apart from the gravitational movement, changes of the non-spatial properties and geomorphological shapes appear in the field of sight as well. After geomorphological interpretation, the spatial regions ceased to be fully empty, they became bearers of some properties (of mechanical properties which create suitable or unsuitable conditions of the gravitational movement), and likewise ceased to be immobile. This geomorphological situation exhibits by far more intensive dynamics than the scheme of things allows.

4. Movement of the field

The scheme of regions can also be translated in the language of geomorphology. Spatial regions are again interpreted as geomorphological shapes divided by a network of co-ordinates. However, the regions are not empty, they have certain properties. One can ascribe to them the „ability of shifting things“. The expression „shifting things“ refers to the gravitational movement of rock materials. This ability is given by the volume of gravitating rock material passing through the given spatial region in 1 time unit. This ability is present everywhere in the space of geomorphological shape, but is concentrated in dissimilar ways. It can grow, sink or remain unchanged in the direction of gravitation. Conformably, we can discern regions of erosion, accumulation and transportation (Fig. 5). If to spatial regions a certain capacity of shifting materials is attributed, then geomorphological shape will appear as a field of force, in which the rock material gravitates. Gravitational movement is an inevitable presupposition for the existence of this field. Gravitation only moves the rock material, but not the field. Every accumulation is preceded (in space) by erosion. After each erosion accumulation follows (in the space). Between the regions of erosion and accumulation, the region of transport takes always place. (The validity of these relations could only be suppressed by rock materials in constant gravitational movement.) Thus, such regions cannot exist isolatedly. They always occur in closed unities, in ideal fields, in which the ability of shifting material increases from zero to a certain value and then again decreases to zero (Fig. 8). From the geomorphological evolutionary theories, to the entire field, one can only apply the theory according to which the ability of shifting materials decreases in all regions to zero (Fig. 7, 9). But in the terrain, one can find not only decaying fields, but also originating ones, which develop in the contrary way than is supposed by this theory. This problem can be solved, if the field in Fig. 8 is understood as a whole with a very complicated hierarchy. This field consists of parts resembling to it and, simultaneously, is part of a superior, but also similar field (Fig. 11). For approximating concrete fields, we must account a high but uncertain number of levels, so that the highest and lowest levels will be confuse, problematic (Fig. 11). If the extreme levels are unknown then, to each field, we can find both superior and inferior fields i. e. each field, from one standpoint, appears as an inferior field, but from the other standpoint as a superior one. A superior field is a closed system without surroundings. The inferior one is an open system enclosed by environs. Both standpoints are justified in the same way and, to each of them, a certain development, field movement corresponds. Field behaves itself once as a superior, once as an inferior field. Superior, isolated field successively declines and finally wholly disappears. But if this dead field becomes an inferior one, if it is involved in a broader field, then its spatial regions again acquire a certain ability of shifting materials. A field movement, with complicated hierarchical structure, has the character of pulsation, of opening, closing or joining and isolating fields at all levels (Fig. 12). During isolation, the movement proceeds which is illustrated in Fig. 7. If isolation is disturbed, the opposite movement advances. Pulsation manifests itself differently, at different levels. At the lower ones, it exhibits the character of cyclic joining and isolating fields. At higher levels, this cyclic movement manifests itself in the irreversible decay of the field (conf. branching systems, A. Grünbaum, 1964). Though pulsation is a complicated process, it consists in one kind of movement only: in the change of the spatial regions' ability to shift material and in enlarging the regions of erosion, accumulation or transport, connected with this ability. But this intensive movement only concerns the regions of processes. The spatial regions remain beyond it, shape does not change. From field pulsation, an intensive but chaotic movement of the shape ensues. The concept of field speaks about the existence of this movement, but not about its regularities. If we want to know the movement of shape, we must interpret otherwise the scheme of regions.

5. Movement of the shape

The scheme of regions can also be so interpreted that instead of the ability to shift materials, we attribute to the spatial regions certain geometrical properties. With erosion and accumulation, we can associate the concavity and convexity of spatial regions. Depression corresponds to the

erosional region of the simple field in Fig. 8, elevation corresponds to an accumulation region. When considering the hierarchy of field, this picture becomes more complicated. In an erosional region, places of more intensive erosion represent depressions, while places of weaker erosion represent elevations. In the accumulation region, places of intensive accumulation become elevations, places of weaker accumulation become depressions. Convex and concave shapes can be demonstrated as spherical segments with the top oriented to the firmament, or inversely. If to each spatial region, we ascribe the property „to be concave“ then a system of adjacent depressions originates (Fig. 13). In the concrete situation, the system of hexagons seems to fit best (conf. J. Urbánek, 1974). But again, we must reckon with hierarchy. Each depression is both inferior and superior to other depressions. A superior depression contains inferior ones, which again are hexagons. These may form various structures (Fig. 14), whereby one structure can be more stable than the other (conf. polar furrow, D. Thompson, 1963). In no grouping, however, inferior depressions can cover the superior one without remainders; between the inferior depressions empty places remain which, considering their positions, can be denominated as „interbasins“ (J. Urbánek, 1974). This structure anticipates a movement similar to the division of cells. One non-differentiated shape can be divided into several shapes. One may also expect the opposite movement, when differentiated shapes merge in one shape (Fig. 15). These two processes can alternate. This alternation can be accompanied by an irreversible change from a more labile to more stable structure. In the same way, we can also consider the structure and movement of convex shapes (then interbasins are replaced by interridges, J. Urbánek, 1974). The concept of shape only refers to one kind of movement, to the enlargement of regions with convex or concave geometry. This concept does not contain anything of immobile. Geomorphological shape appears as a mobile surface and it merges with the geomorphological process which, in turn, is conceived as the movement of geomorphological shape.

6. Conclusion

We attempted to transform three concepts of movements, occurring in the geomorphological literature in the form of notions with confuse predicates, into precise or at least somewhat more precise concepts of the movement. Simultaneously with more precise properties of the different conceptions, the relations between them are also identified, so that they form a whole, with a clear structure. Gravitational movement is an inevitable presupposition for the movement of field, the movement of field is an inevitable presupposition for the movement of shape. This relation can be expressed by the implication (symbol \rightarrow): movement of shape \rightarrow movement of field \rightarrow gravitational movement. This relation indicates that the case cannot happen that shape moves but field remains immobile, neither that field moves in the absence of gravitational movement. But the case can occur that material gravitates while field exhibits no changes or that field moves and shape remains unchanged.

Translated by J. Bela j

Fig. 1. The scheme of things. 1 — spatial regions; 2 — thing.

Fig. 2. The scheme of regions. 1 — spatial regions; 2 — property.

Fig. 3. Gravitational movement. A — rock body; a — spatial regions.

Fig. 4. 1 — geomorphological shape before gravitational movement; 2 — geomorphological shape after gravitational movement; 3 — region, where the scheme of things is a suitable scheme, 4 — region; where the scheme of things is not a suitable one.

Fig. 5. x — spatial regions; y — volume of the gravitating rock material; a — growth of the ability to shift material in an erosional region; b — growth of the ability to shift materials in a transportation region; c — growth of the ability to shift material in an accumulation region.

Fig. 6. Rocky wall with a cone. 1, 2, 3 — evolutionary stages of the rocky wall and cone at its foot.

Fig. 7. Field on the wall with cone, in different evolutionary stages. x — spatial regions; y — volume of the gravitating rock material; a — region of the wall, erosional region; b — region of the cone, accumulational region.

Fig. 8. Ideal field. x — spatial regions; y — volume of the gravitating rock material; i — ideal field.

Fig. 9. Ideal field. $I, 2, 3$ — assumed equilibrium states of the field.

Fig. 10. x — spatial regions; y — volume of the gravitating rock material; a — mountain; b — intermountain basin; I — fields of the first level; II — fields of the second level.

Fig. 11. x — spatial regions; y — volume of the gravitating rock material; a — inferior fields; b — superior field; i — ideal field; k — concrete field.

Fig. 12. x — spatial regions; y — volume of the gravitating rock material; M, N — end points of the field; a — isolation, b — joining; c — irreversible development of the field during its isolation; d — cyclical evolution of the field.

Fig. 13. 1 — spatial regions with concave or convex geometry; 2 — spatial regions with uncertain geometry.

Fig. 14. a — superior shape, depression or elevation; b — inferior shapes, depressions or elevations; c — shapes which do not belong to the inferior shapes, interbasins or interridges.

Fig. 15. Valleys and interbasins (Valley of Pucov-Skorušina). I — valleys; 2 — interbasins; a — splitting of the shapes; b — joining of shapes; I, II, III, IV — orders of valleys and interbasins.