

Š T Ú D I E

JÁN URBÁNEK

POKUS O INTERPRETÁCIU GEOMORFOLOGICKÉHO TVARU

Ján Urbánek: Ein Versuch um die Interpretation der geomorphologischen Form. Geografický časopis, Bratislava 1973, XXV, 1; 11 Abb., 24 zit. Lit.

Die Studie befasst mit der geomorphologischen Form. Sie versteht die geomorphologische Form als ein Grenzgebilde, das die Geosphäre von der Atmosphäre trennt. Es ist ein zweidimensionales Gebilde. Den Berg und die Depression interpretieren wir mit Hilfe eines Tetraeders. Den Bergrücken und das Tal, d. h. Systeme die aus mehreren Bergen und Depressionen zusammengesetzt sind, interpretieren wir mit Hilfe eines hexagonalen Netzes.

1. ÚVOD

Predmetom predloženej štúdie je geomorfologický tvar. Je to jeden zo základných geomorfologických pojmov, ktorý však — ako uvidíme neskôr — je pojmom nejasným, vágnym. Veľa konkrétnych dát nameraných v teréne (ktoré majú často značný praktický význam) sa vzťahuje na tento pojem. Vďaka tomu, že pojem geomorfologického tvaru je nejasný, že sa v ňom striedajú rôzne koncepcie a hľadiská, nemožno tieto dáta vhodne triediť, organizovať a v konečnom dôsledku vyhodnotiť. Preto značná časť praktického, spoločenského potenciálu týchto dát ostáva nevyužitá. Cieľom našej štúdie je interpretácia geomorfologického tvaru, ktorá aspoň sčasti odstráni vágnosť tohto pojmu. Ťažisko práce leží v podstate na teoretickej úrovni. Dôsledky štúdie však môžu zasahovať až do konkrétnej, praktickej úrovne. Zdá sa totiž, že hlavné problémy sa dnes nachádzajú na pojmovej či teoretickej úrovni. Pozorovania a merania konkrétnych javov neposkytujú toľko problémov ako vývoj nových pojmov, ktoré by slúžili ako pracovné hypotézy. Podľa týchto hypotéz by sa merania organizovali a vyhodnocovali (14). Metódy našej štúdie presahujú rámec geomorfológie. Vychádzame z pojmov geometrie, systému a siete, teda pojmov, ktoré možno použiť i v iných geografických disciplínach (4, 10, 11).

2. ZHODNOTENIE SÚČASNÝCH POZNATKOV

Výraz „tvar“ môže v geomorfológii nadobúdať rôzny význam. Závisí to od kontextu, v ktorom sa toto slovo nachádza. Pokúsime sa nájsť aspoň základné významy tohto slova.

Uvedieme rad geomorfologických pojmov, ktoré sa vzťahujú na „tvar“; dejekčný kužel, fluvialný kužel, riečna terasa, moréna, monadnock, chrbát, kar, závrť, dolina, bazén, hrast, priekopová prepadlina, zlomová stráň, erózna stráň, pediment, peneplain, koryto, ryha, výmoľ. Každý z týchto pojmov sa vzťahuje na geomorfologický tvar. Charakterizuje objekt geomorfologického štúdia podľa jeho veľkosti v rôznych smeroch. Niektoré pojmy hovoria o geometrii objektu presnejšie, iné menej presne. Väčšina pojmov hovorí však nielen o geometrii objektu, ale i o jeho genéze, o procese, ktorý daný tvar vytvoril. Za slovom proces sa však môžu skrývať procesy, či pohyby rôzneho charakteru. Tento výraz sa môže vzťahovať na gravitačný pohyb horninového materiálu a vody (voľný pád, zliezanie, soliflukcia, tečenie). Môže sa však vzťahovať i na pohyb tvaru, na ústup stráne (pediplanácia) alebo na znižovanie stráne (peneplanácia). Výrazom „proces“ možno označiť i pohyby endogénneho pôvodu. Analýza významu slova „proces“ nie je predmetom tejto štúdie. V krátkosti sme chceli iba ukázať, že toto slovo nemá presný obsah, ale že jeho význam sa značne mení v závislosti od kontextu, v ktorom sa nachádza.

Všetky z uvedených pojmov sa vzťahujú na tvary, no nevzťahujú sa na tvary rovnaké. Niektoré pojmy sa vzťahujú na tvary trojrozmerné — kužel, chrbát, dolina, hrast, priekopová prepadlina a pod. Iné sa vzťahujú na tvary dvojrozmerné — stráne, zarovnané povrchy. Napokon tretia skupina sa vzťahuje na tvary, ktoré sú v podstate jedno-rozmerné — koryto, výmoľ, ryha a pod.

Časť tvarov možno označiť ako plné. Sú to tvary, o ktorých možno povedať, že „sú budované horninami“ — monadnocky, chrbty, hraste, kužele. Ďalšiu časť tvarov môžeme označiť ako tvary „prázdne“. Tieto tvary „nie sú budované horninami“, vyplňa ich atmosféra. Patrí k nim závrť, dolina, priekopová prepadlina a pod. O ostatných tvaroch nemožno povedať, či sú „plné“ alebo „prázdne“. Nemožno to povedať o tvaroch, ako sú napr. stráne a zarovnané povrchy.

Predpokladáme, že i táto rozhodne veľmi stručná analýza ukázala, že pojem geomorfologického tvaru môže nadobúdať rôzne významy. V tomto pojme sa stretávajú a prenikajú rôzne hľadiská, koncepcie či predstavy. Mieša sa tu statické a dynamické hľadisko. Pod tento pojem spadajú jednorozmerné, dvojrozmerné a trojrozmerné tvary. Napokon sa ku geomorfologickému tvaru viaže ešte predstava priestoru vyplneného alebo nevyplneného hmotou. Toto miešanie sa rôznymi koncepcií spôsobuje, že pojem geomorfologického tvaru je síce obsahovo bohatý, na zároveň vágny pojem. Aby sme aspoň sčasti odstránili tento nedostatok, pokúsime sa vyhodnotiť a odlišiť uvedené koncepcie.

Prvým krokom je odlišenie procesu a tvaru, odlišenie dynamického a statického hľadiska. Tvar objektu je určený jeho veľkosťou v rôznych smeroch. Proces sa vzťahuje aj na veľkosť objektu v rôznych smeroch, no uvažuje ju vo vzťahu k času (21, 24). Ak proces a tvar odlišujeme, z toho vôbec nevyplýva, že niet medzi nimi vzťahov. Určiť však vzťahy, ktoré platia medzi geomorfologickým procesom a tvarom, možno až potom, keď budeme mať jasné a presne odlišené pojmy tvaru i procesu. Medzi nejasnými pojmi by platili iba nejasné vzťahy.

Ďalšou diferenciaciou je odlišenie tvarov podľa počtu rozmerov — na čiary, plochy a telesá. Pri tejto diferenciacii možno vychádzať z elementárnych geometrických pojmov. Túto pomerne jednoduchú diferenciaciu treba uskutočniť dôsledne a pozorne. Častokrát totiž závisí od počtu rozmerov tvaru, či môžeme alebo nemôžeme k tomuto tvaru pripisovať určité vlastnosti. Toto rozlíšenie je dôležité, ak chceme geomorfologický tvar spájať s bežne rozšírenou predstavou hmoty (najčastejšie horniny) vyplňujúcej určitý priestor. Túto predstavu môžeme spájať iba s trojrozmernými geomorfologickými tvarmi.

Iba o nich môžeme hovoriť, či sú alebo nie sú zabraté hmotou. Zo zorného poľa nám vypadávajú dvojrozmerné a jednorozmerné tvary, o ktorých nemá zmyslu tvrdiť, či sú alebo nie sú vyplnené horninami. Zo zorného poľa nám tak vypadnú tvary, ako stráne a zarovnané povrchy, tvary, s ktorými je spojená veľká časť geomorfologickej problematiky. Ak chápeme geomorfologický tvar ako priestor zabratý alebo nezabratý horninami, tak potom ku geomorfologickému tvaru patria iba útvary trojrozmerné, čo je príliš radikálnou redukciou geomorfologickej problematiky. Zdá sa však, že predstava hmoty zaoberajúcej určitý priestor nie je vhodná ani pre trojrozmerné tvary. Táto koncepcia vytvára medzi trojrozmernými tvarmi nepriaznivé vzťahy. Podľa nej sa geomorfologické tvary delia na plné a prázdne. Prvé predstavujú priestor, ktorý je zabratý hmotou, druhé sú priestorom, ktorý nie je hmotou zabratý. Vzťah medzi „plným“ a „prázdny“ je vzťahom negácie. Prázdne tvary sú doplnkom plných tvarov. Triedenie tvarov na plné a prázdne je dichotomickým triedením, ktoré vytvára zásadný rozdiel medzi oboma triedami. Charakterizuje prvé etapy analýzy a býva často zdrojom omylov (3). Najčastejšie sa ako plné označujú tie tvary, ktoré sú vyplnené horninami, ako vrchy, chrbtly. Tvary, ktoré nie sú vyplnené horninami, označujú sa ako prázdne — depresie a doliny. Takýto prístup je oprávnený z hľadiska geológie. Iba plné tvary majú tie vlastnosti, ktoré sú z geologického hľadiska zaujímavé. Tvary prázdne zo zorného poľa vypadnú. Z hľadiska klimatológie sa však ako plné javia tie tvary, ktoré sú vyplnené atmosférou — depresie a doliny. Tvary budované horninami sú z tohto hľadiska prázdne, lebo sa k tomuto priestoru neviažu tie vlastnosti, ktoré klimatológia študuje. Geomorfológia však nemôže vypustiť zo zorného poľa ani jedny z týchto tvarov, ani chrbtly, ani doliny.

Všimnime si teraz geomorfologický tvar v ponímaní jedného z moderných geomorfologických smerov, v podaní kvantitatívnej geomorfológie (porov. 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19). Kvantitatívna geomorfológia študuje geomorfologické tvary, procesy stoja v pozadí. Pri štúdiu používa metódy matematickej štatistiky a odvoláva sa na pojmy systému a siete. Predmetom štúdia sú najčastejšie tie siete, ktoré vytvárajú korytá tokov, miestami sa venuje pozornosť aj sieťam, ktoré tvoria bazény a stráne. V oboch prípadoch ide o siete planárne, plošné, o útvary, ktoré ťažko spájajú s predstavou hmoty vyplňujúcej priestor. Zdá sa, že pre pojem siete je táto predstava v podstate cudzia. P. Haggert (10) začína kapitolu o sieťach výrokom L. Wittgensteina: „Handeln vom Netz, nicht von dem, was das Netz beschreibt“ (Hovoríme o sieti, a nie o tom, čo sieť opisuje). Znamená to, že pri štúdiu siete abstrahujeme od toho, či sieť je tvorená riekou, železnicou, rozvodím alebo štátnou hranicou a pod. (4, 10, 11).

Zdá sa však, že kvantitatívna geomorfológia neurobila túto abstrakciu dôsledne. Študuje siete, ktoré sú tvorené korytami riek, dolinami. Celý rad prác je venovaný podrobnému štúdiu týchto tvarov (7, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18). Ani jedna z týchto prác však nevenuje pozornosť rozvodiam a chrbtom, hoci vytvárajú podobné siete. Kvantitatívnej geomorfológii uniká zatiaľ polovica tvarov. Tento nedostatok nemožno odstrániť nijakými metódami matematickej štatistiky, ani novým systémovým modelom. Možno ho odstrániť iba pomocou takého pojmu tvaru, pod ktorý by rovnako spadali bazény práve tak, ako aj rozvodia. Čo je však príčinou tohto stavu? Kvantitatívna geomorfológia sa formovala v úzkej závislosti od hydrologie. Z hľadiska hydrologie sú dôležité a zaujímavé tie tvary, v ktorých sa voda koncentruje a pohybuje, alebo inými slovami, zaujímavé sú tie siete, ktoré vytvára voda. Kvantitatívna geomorfológia nezmenila toto hydrologické hľadisko. Kritériom pri výbere sieť, ktoré urobila predmetom svojho štúdia, bol materiál (voda), ktorý sieť tvoril, budoval. Rozvodia a chrbtly, ktoré síce vytvárajú sieť, ale nie sieť tvorenú vodou (sú skôr negáciou tejto siete), stoja

mimo záujmu kvantitatívnej geomorfológie. Z hľadiska geomorfológie ako celku je to opäť nežiadúca redukcia.

Na záver tejto kapitoly načrtujeme koncepciu tvaru, ktorá by sa vyvarovala spomínaných nedostatkov. Predovšetkým upustíme od predstavy tvaru ako priestoru, ktorý je zabratý hmotou. Tvar budeme chápať ako povrch, ako hraničný útvar oddelujúci geosféru od atmosféry (bližšie pozri kap. 3 a 4). Táto koncepcia nám dovoľuje odlišovať tvary konvexné a konkávne -- vrchy, chrbyty a depresie, doliny. Kritériom pri odlišovaní je orientácia tvaru. Ak konkávna strana povrchu je obrátená k oblohe, hovoríme o konkávnom tvare (v angličtine sa používa výstižný výraz *concave up to sky*). V opačnom prípade hovoríme o konvexnom tvare. Konvexné a konkávne tvary sú spojené vzťahom symetrie. Konvexný tvar je zrkadlovým obrazom konkávneho tvaru a naopak. Rotáciou okolo osy symetrie možno konkávny tvar zobraziť do konvexného a naopak. Vzťah symetrie nevytvára zásadný rozdiel medzi tvarmi ako vzťah dichotómie. Ba práve naopak vzťah symetrie nás núti rovnakou mierou študovať konvexné i konkávne tvary, študovať chrbyty práve tak ako doliny a korytá riek.

3. METÓDA A ZÁKLADNÉ POJMY

V našej štúdií budeme vychádzať z pojmov a výrokov geometrie, z jej axióm, dôsledkov a definícií. Tieto geometrické pojmy sú z hľadiska geomorfológie abstraktné. Neobsahujú nijaké vlastnosti, ktoré sú z tohto hľadiska relevantné, zaujímavé. Preto geometrické pojmy budeme interpretovať ako geomorfologické pojmy. Priradíme im určité empirické vlastnosti. Táto operácia bude mať formu: interpretácia *s* je *P* (3). Písmeno *s* označuje geometrický pojem. Písmeno *P* označuje empirickú vlastnosť, ktorú poznáme z geomorfologickej skúsenosti a ktorú spojíme s určitým geometrickým pojmom. Výsledkom je geomorfologický pojem. Každému z uvažovaných geometrických pojmov bude takto priradený geomorfologický pojem. Pri interpretácii sa budeme opierať iba o určité vybrané empirické vlastnosti.

Geometrické pojmy sú začlenené do deduktívneho systému (20). Spojené sú vzťahmi logického vyplývania, nebudeme interpretovať všetky členy tohto systému, ale iba určité vybrané geometrické pojmy.

Hovorili sme o dvoch druhoch výberu — o výbere empirických vlastností a o výbere geometrických výrokov. Obidva druhy výberu sú závislé od pojmov, ktoré nazveme základnými. Je to pojem reliéfu a pojem systému. Tieto pojmy majú charakter hypotéz. Ak by sme vychádzali z iných pojmov, tak výber empirických vlastností i výber geometrických výrokov, a napokon i charakter výsledných geomorfologických pojmov by bol iný. Skôr ako definujeme tieto základné pojmy, venujeme pozornosť niektorým vzťahom medzi jednotlivými druhmi pojmov.

Geometrické výroky sú spojené vzťahom logického vyplývania. Geomorfologickou interpretáciou sa ku geometrickému pojmu jednoznačne priraduje geomorfologický pojem. Medzi geometrickým a priradeným geomorfologickým pojmom vzťah logického vyplývania neplatí. Spôsob interpretácie závisí od vlastností základných pojmov, hypotéz. Výber týchto pojmov závisí zasa od geomorfologickej tradície a od predstáv autora, čo rozhodne nie je vzťahom logického vyplývania.

Podľa J. Büdela (5) možno Zem rozdeliť na 7 sfér. Počnúc vnútornou sférou sú to: žeravé vnútro Zeme, litosféra, pedosféra, povrch, hydrosféra, kryosféra a atmosféra. Geomorfológia sa zaoberá štvrtou sférou, povrchom pevnej kôry Zeme, ponímajúc ju ako dvojrozmernú sféru. Túto sféru nazveme reliéfom. (Reliéf v našom chápaní je plochou,

povrchom. V prácach písaných anglicky sa slovu reliéf pripisuje iný význam. (Toto slovo sa vzťahuje na objem.) Reliéf vytvára hranicu medzi sférami „pevnými“ (litosféra a pedosféra) a sférami „nepevnými“ (atmosféra, hydrosféra, kryosféra). Táto definícia reliéfu určuje výber geometrických výrokov i empirických vlastností. Reliéf poňmaný ako hranica medzi sférami sa odvoláva na pojem hraničného útvaru. Z hľadiska tejto definície reliéfu sú dôležité tie výroky geometrie, ktoré sa vzťahujú na hraničné útvary (kapitola 4). Načrtnutú situáciu si môžeme zjednodušiť. Nemusíme uvažovať 7 sfér. V našich úvahách vystačíme s tromi sférami, s tromi empirickými vlastnosťami. Pevné sféry zlúčime do jednej sféry, ktorú nazveme geosférou. Tejto sfére prisúdime vlastnosť G — vlastnosť „byť geosférou“. Sféry nepevné zlúčime do jednej sféry, ktorej prisúdime vlastnosť A — vlastnosť „byť atmosférou“. Sféru, ktorá vytvára hranicu medzi geosférou a atmosférou, nazveme reliéfom. Označíme ju symbolom R — vlastnosťou „byť reliéfom“. Budeme narábať s tromi empirickými vlastnosťami: G , A , R .

Reliéf v uvedenej definícii je pomerne širokým pojmom. Vzťahuje sa rovnako na povrch celej Zeme, ako aj na jeho nepatrnú časť, určité pohorie, stráň a pod. V reliéfe môžeme však rozlíšiť niekoľko hierarchicky usporiadaných úrovní. R. D. Enzmann (6) ich vyčleňuje 12. Na prvej úrovni je povrch Zeme ako celok. Na poslednej sú elementárne častice. Najviac geomorfologických informácií poskytujú úrovne nachádzajúce sa približne v strede hierarchie (3.—5. úroveň). Tu nájdeme pohoria, plošiny, vulkány, vrchy a pod. Pojem reliéfu zúžime na tieto geomorfologicky najzaujímavejšie úrovne. Na reliéf sa môžeme dívať z dvoch hľadísk. Z hľadiska statického alebo dynamického. V našej štúdií sa budeme zaoberať prvým hľadiskom. Budeme študovať reliéf ako tvar, abstrahujúc od času.

Napriek tomu, že sme pojem reliéf zúžili iba na niektoré úrovne hierarchie, ostáva tento pojem stále dosť široký. Vzťahuje sa na tvary, ktoré sa líšia čo do zložitosti a organizácie. Pri tomto rozlišovaní sa budeme opierať o ďalší základný pojem — o pojem systému. Systém je najjednoduchším spôsobom definovaný ako súbor častí, ktoré sú v interakcii (1, 2). Systémy možno opísať rozličným spôsobom, matematickými metódami, teóriou množín, sietí, grafov a pod. (2). V starších prácach sme sa pokúsili aplikovať tento pojem na geomorfologickú problematiku (22, 23). Robili sme to však z hľadiska geomorfologického procesu. Ako model sme použili termodynamické procesy, ktoré prebiehajú v uzavretom priestore s ideálnym plynom. Z hľadiska geomorfologického tvaru je takýto model menej vhodný. Vychádzajúc z jednoduchých, no všeobecných a vžitých geomorfologických predstáv a pojmov, môžeme reliéf ako systém opísať aspoň dvoma spôsobmi. Oba spôsoby načrtneme vo veľmi zhustenej podobe.

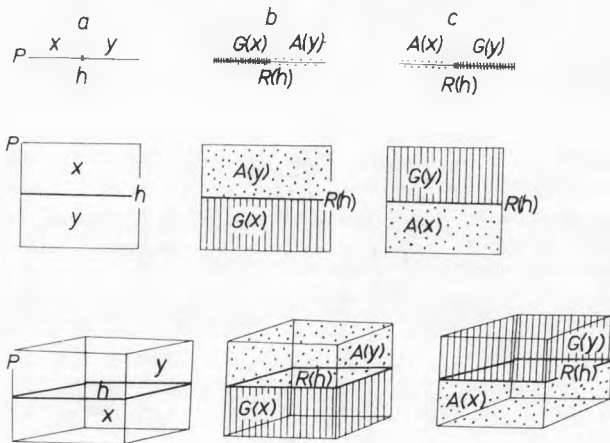
Chrbty a doliny sa miestami vyskytujú jednotlivo. Často sa však vyskytujú v skupinách. Z hlavného chrbta vybiehajú chrbty vedľajšie. Do hlavnej doliny ústia doliny prítokov. Bazén hlavného toku obsahuje bazény prítokov. Táto hierarchia, deliaca tvary na hlavné a vedľajšie, môže byť i viacstupňová. Na jej začiatku stoja tvary (chrbty, doliny) I. radu, na konci stoja tvary n -tého radu. Prvkami tohto systému sú jednotlivé chrbty a doliny. Systém je určený interakciou týchto prvkov, spôsobom, akým sa tieto prvky dotýkajú, spájajú. Príkladom systému tohto druhu môžu byť jednotlivé pohoria, kotliny a pod. Tieto systémy chrbtov a dolín môžeme opísať ako rôzne druhy sietí, opierajúc sa pritom o niektoré pojmy topológie. Samostatný chrbát sa často chápe ako útvar skladajúci sa z dvoch strání, ktoré sa pretínajú vo vrchole či hrebeni chrbta a klesajú na opačné strany. Predstava doliny je podobná. Dolina sa skladá tiež z dvoch strání, ktoré sa pretínajú v dne doliny. Obidve strany nachádzajúce sa na opačných stranách klesajú však ku dnu doliny. Podľa bežných geomorfologických predstáv a interpretácií môžeme stránu chápať ako naklonené roviny (presnejšie časti rovín). Chrbát

a dolina sa potom javia ako systémy zložené z pretínajúcich sa rovín. Predstava chrbta a doliny ako systémov pretínajúcich sa rovín nám pomôže pri výbere geometrických výrokov, keďže sa odvoláva na pojem incidencie. Na chrbát či dolinu sa môžeme dívať aspoň z dvoch hľadísk. Z jedného zorného uhla sú to systémy zložené z pretínajúcich sa rovín. Z druhého zorného uhla sa ten istý chrbát a dolina javia ako základné stavebné elementy zúčastňujúce sa na stavbe zložitých systémov, ako sú pohoria, kotliny a pod. Chrbát a dolina v tomto chápaní sú časťami systémov.

V nasledujúcej kapitole sa budeme zaoberať reliéfom, odvolávajúc sa na pojem hraničného útvaru. V kapitole 5 sa pokúsime ukázať chrbát, vrch a dolinu ako systémy pretínajúcich sa rovín. V ďalšej kapitole bude chrbát a dolina predstavovať základný stavebný element. Pozornosť sústredíme na systém zložený z týchto prvkov.

4. RELIÉF

Pojem reliéfu sa odvoláva na pojem hraničného útvaru. Našu úvahu začneme týmto pojmom. Útvary, ktoré rozdeľia ostatné body nejakého hraničného priestoru do dvoch oblastí, nazývame hranicami oblastí (20). Ak operačným priestorom je priamka p , potom bod h ležiaci na tejto priamke je hraničným útvarom, ktorý rozdelí ostatné body priamky na dve oblasti, na dve polpriamky x, y (obr. 1a). Ak operačným priestorom



Obr. 1.

je rovina, p , potom priamka h rozdelí ostatné body roviny na dve oblasti, na dve polroviny x a y (obr. 1a). Ak operačným priestorom je trojrozmerný priestor p , potom rovina h rozdelí ostatné body tohto priestoru na dve oblasti, na dva polpriestory x a y (obr. 1a). Obe oblasti i hraničný útvar sú množinami bodov. Vo všetkých troch prípadoch sme rozkladali operačný priestor na tieto tri bodové množiny. Takýto rozklad operačného priestoru je rozkladom na triedy, lebo uvedené množiny nemajú spoločné body a rozkladajú operačný priestor bez zvyšku (20).

Tieto geometrické pojmy nemajú nijaký geomorfologický obsah. Body operačného

priestoru sú charakterizované iba svojou príslušnosťou do niektorej z troch bodových množín, príslušnosťou buď k jednej z oblastí, buď k hraničnému útvaru. K tejto vlastnosti im teraz pridáme geomorfologické vlastnosti. Ku každej množine bodov pridáme jednu zo spomínaných vlastností G , A , R (obr. 1). Tieto vlastnosti nemôžeme však priradovať ľubovoľne.

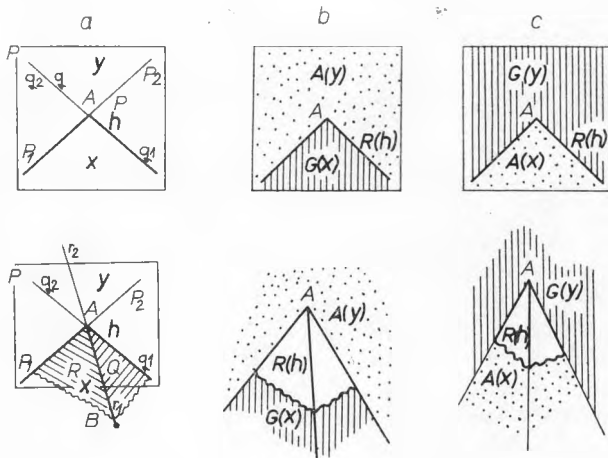
Ako vyplýva z definície reliéfu bodom hraničného útvaru, bodom množiny h môžeme pripísať iba jedinú vlastnosť, vlastnosť „byť reliéfom“, vlastnosť R . Zapišeme to: $R(h)$. Čítame: body množiny h majú vlastnosť R . Bodom oblastí x a y môžeme pripísať buď vlastnosť „byť geosférou“, buď vlastnosť „byť atmosférou“. Sú tu možné dve interpretácie bodových množín. Buď vytvoríme trojicu tried: $G(x)$, $A(y)$, $R(h)$, buď trojicu tried: $G(y)$, $A(x)$, $R(h)$. Výraz „buď-buď“ má význam alternácie. V celej našej štúdii budeme narábať s touto dvojicou alternatívnych interpretácií. Prechod od jednej interpretácie k druhej sa javí ako rotácia empirických vlastností G a A okolo reliéfu. Podľa toho v koľko rozmernom operačnom priestore uvažujeme, je to rotácia okolo bodu, priamky alebo roviny. Týmto pohybom sa mení i sám reliéf. Rozdiel medzi reliéfom v alternatívnych interpretáciách jasnejšie vystúpi v ďalších kapitolách.

Podľa toho, v akom priestore sme uvažovali, bola atmosféra a geosféra jednorozmerným, dvojrozmerným alebo trojrozmerným útvarom. Reliéf má vždy o jeden rozmer menej. Bol to bezrozmerný, jednorozmerný alebo dvojrozmerný útvar. Geosféra i atmosféra, tak ako ich poznáme zo skúsenosti, majú aspoň tri rozmery. Preto najbližšie k situácii v teréne má tretí prípad, prípad, v ktorom atmosféra a geosféra sú trojrozmernými útvarmi a reliéf dvojrozmerným útvarom, plochou. (Ak reliéf chápeme ako hraničný útvar oddeľujúci trojrozmerné sféry, geosféru a atmosféru, potom reliéf môže byť iba dvojrozmerným útvarom. Reliéf ako hraničný útvar by bol trojrozmerný iba vtedy, ak by geosféra a atmosféra boli štvorrozmerné.) Ostatné dva prípady sa od konkrétnej situácie odlišujú nižším počtom rozmerov. Sú to skôr profily atmosférou, geosférou a reliéfom ako ich adekvátne reprezentácie.

Reliéf ponímaný ako dvojrozmerný útvar sa nebude líšiť od konkrétneho povrchu Zeme počtom dimenzií. Napriek tomu je však reliéf reprezentovaný jedinou rovinou príliš radikálnou abstrakciou v porovnaní so zvlneným povrchom Zeme. Tento rozdiel zapríčinila určitá nepresnosť v interpretácii. V predchádzajúcej kapitole sme poukázali na to, že reliéf nie je homogénny útvar, ale že možno v ňom rozlišovať hierarchicky usporiadané úrovne. Z geomorfologického hľadiska sú najzaujímavejšie stredné úrovne. Naša úvaha sa však zatiaľ nepohybovala na týchto úrovniach, ale na úrovni stojacej úplne na začiatku hierarchie. Uvažovali sme bodové množiny x , y , h , ktoré sa skladali z neobmedzeného počtu bodov. Túto črtu si tieto množiny uchovali aj po pridaní empirických vlastností G , A , R . Dostali sme tak neohraničenú geosféru, atmosféru i reliéf.

Aby sa naša úvaha dostala na patričnú mieru, musíme tieto sféry uvažovať ako ohraničené. Tento prechod od neohraničenej geosféry a atmosféry k ohraničeným sféram má zaujímavý dôsledok, lebo „tam, kde je materiál obmedzený, vznikajú povrchy, hrany, uhly“ (21). Za tejto situácie nemožno reliéf reprezentovať jedinou neohraničenou rovinou. Lepšie ho reprezentujú viaceré rôzne a pretínajúce sa roviny alebo presnejšie časti týchto rovín. Pojem reliéfu nadviazal takto na pojem systému. V ďalšej kapitole budeme hľadať najjednoduchší systém pretínajúcich sa rovín, ktorému by sme mohli pripísať vlastnosť reliéfu. Ako vyplýva z toho, čo sme už uviedli, nemôžeme túto vlastnosť pripisovať takým útvarom, ktoré sú zložené z neobmedzeného počtu bodov, ako priamka, rovina a pod., ale iba útvarom ohraničeným, ako sú úsečka a časť roviny. Preto prejdeme postupne od systémov zložených z priamok a rovín cez systémy zložené z polopriamok a polrovín k systémom, ktoré sa budú skladať z úsečiek a z častí rovín.

V tejto kapitole budeme vychádzať z pojmu reliéfu a systému. Reliéf budeme chápať ako plošný hraničný útvar. Pri pojme systému budeme vychádzať z predstavy pretínajúcich sa rovín, opierajúc sa o axiomy incidencie a niektoré výroky s nimi späté (výroky v úvodzovkách). Našu úvahu začneme jednoduchým systémom zloženým z dvoch rôznych priamok p a q (obr. 2a). Tieto priamky sa budú dotýkať. Platí však, „že dve rôzne priamky nemôžu mať viac ako jeden spoločný bod“ (20). Tento bod označíme písmenom A . „Dvoma pretínajúcimi sa priamkami prechádza práve jedna rovina“ (20). Rovinu, ktorá je určená priamkami p a q , označíme symbolom P . Priamky p a q možno chápať ako hraničné útvary, lebo každá z nich rozdelí ostatné body roviny P do dvoch



Obr. 2.

oblastí. Priamky sú však neohraničené útvary, preto im nemožno priradovať vlastnosti reliéfu (pozri kapitolu 4). Preto nebudeme uvažovať celé priamky, ale iba ich časti. Bod A rozdelil priamku p na dve polopriamky p_1 a p_2 a priamku q na polopriamky q_1 a q_2 . Z každej priamky budeme uvažovať iba jednu polopriamku. Dostaneme tak uholnicu zloženú z polopriamok p_1 a q_1 a z počiatočného bodu A . Uholnicu označíme symbolom U . Uholnica rozdelí ostatné body roviny P do dvoch oblastí (bližšie pozri 20). Jednou oblasťou sú body ležiace na vnútornej strane uholnice. Túto oblasť označíme písmenom x . Druhou oblasťou sú body ležiace na vonkajšej strane uholnice. Túto oblasť označíme symbolom y . Body, ktoré patria k samej uholnici, označíme písmenom h . Rozklad roviny P na množiny x , y , h je opäť rozkladom na triedy.

„Mimo každej roviny existuje aspoň jeden bod, ktorý neincидуje s touto rovinou“ (20). Bod, ktorý leží mimo roviny P , označíme písmenom B (obr. 2a). „Dvoma rozličnými bodmi prechádza najviac jedna priamka“ (20). Priamku, ktorá prechádza bodmi B a A , označíme písmenom r . Dostali sme tak trojicu rôznych priamok so spoločným bodom A (zväzok priamok). Každá dvojica priamok určuje jednu rovinu. Priamky p , q určujú rovinu P , priamky q , r určujú rovinu Q a napokon rovina R je určená priamkami p , r . Každú z týchto rovín môžeme rozdeliť uholnicou na oblasti x , y tak, ako sme to urobili

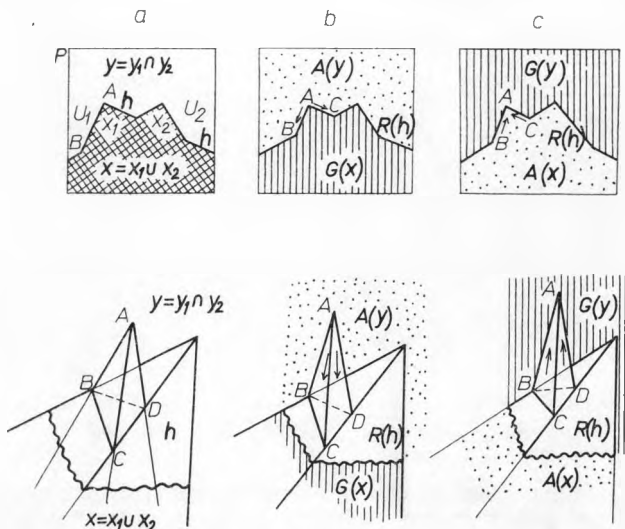
s rovinou P . Tie časti rovín P , Q , R , ktoré sme zaradili do oblasti x , vytvoria trojsten, ktorý označíme symbolom T . Trojsten rozdelí ostatné body operačného priestoru na dve oblasti. Jednou je oblasť vo vnútri trojstena, označíme ju symbolom x . Druhú oblasť, oblasť na vonkajšej strane stien trojstena, označíme písmenom y . Steny trojstena označíme písmenom h .

Triedam bodov v dvojrozmernom i trojrozmernom priestore môžeme priradovať empirické vlastnosti. Opäť sú tu dve alternatívne interpretácie. V prvej interpretácii vytvoríme triedy $G(x)$, $A(y)$, $R(h)$. V druhej interpretácii potom dostaneme triedu $G(y)$, $A(x)$, $R(h)$. Pri prvej interpretácii sa v oblasti y nachádza atmosféra. V oblasti x sa nachádzajú horniny. Oblasť h je reliéfom, reliéfom vrchu (obr. 2b). Pre jednoduchosť budeme hovoriť o vrchu, majúť na mysli iba hraničný útvar, iba steny trojstena či ramená uholnice. Vrchol A je vrcholom vrchu. Steny trojstena sú stráňami vrchu a hrany, v ktorých sa pretínajú, sú rebrami vrchu. V dvojrozmernom priestore uholnica predstavuje profil vrchom. V druhej interpretácii sa atmosféra nachádza v oblasti x a horniny v oblasti y (obr. 2c). Oblasť h je reliéfom depresie či depresiou. Vrchol A je dnom depresie. Steny trojstena sú stráňami depresie a jeho hrany sú ryhami depresie. Uholnica je profilom depresie. Prechod od jednej interpretácie k druhej je rotáciou vlastností A a G okolo reliéfu.

Vrch či depresia reprezentované trojstenom sa nelíšia od konkrétnych tvarov v teréne, kým ide o počet rozmerov. Je tu však jeden dôležitý rozdiel. Vrchu a depresii chýbali hranice. Vrch nemal úpätie, bol neobmedzene vysoký, depresia bola neobmedzene hlboká. Vyplyva to z toho, že v našich úvahách sme narábali s geometrickými útvarmi, ktoré boli iba čiastočne ohraničené, s polopriamkami, polrovinami a polpriestormi. Od týchto útvarov musíme prejsť k útvarom ohraničeným, k úsečkám a častiam rovín, resp. častiam priestoru. Budeme to riešiť tak, že nebudeme uvažovať jediný vrch či depresiu, ale budeme uvažovať dva takéto útvary, ktoré sa budú dotýkať a navzájom sa ohraničovať. V danej rovine okrem uholnice U_1 budeme uvažovať aj uholnicu U_2 . Ramená uholníc sa budú pretínať (obr. 3a). Vychádzajúc iba z uholnice U_1 , môžeme body operačného priestoru rozložiť do troch tried x_1 , y_1 a h_1 . Ten istý priestor môžeme pomocou uholnice U_2 rozložiť na iné triedy, na triedy x_2 , y_2 a h_2 . Každá z uholníc uvažovaná samostatne rozloží operačný priestor na tri triedy. Ak do úvahy zahrnieme oba rozklady, dostaneme 6 bodových množín: x_1 , x_2 , y_1 , y_2 , h_1 , h_2 . Rozklad priestoru na tieto množiny nie je rozkladom na triedy. Niektoré množiny majú spoločné body. Uvedené množiny však možno pospájať takými vzťahmi, aby sme dostali tri triedy. Prvú triedu vytvoríme zjednotením množín x_1 a x_2 . Označíme ju symbolom x . Druhú triedu vytvoríme prienikom množín y_1 a y_2 . Označíme ju písmenom y . Tretiu triedu, ktorú označíme písmenom h , budú tvoriť body hraničného útvaru oddeľujúceho triedy x a y . Hraničný útvar je zložený z úsečiek, je lomenicou. Teraz už nie celá uholnica U_1 patrí k hraničnému útvaru. Iba časti jej ramien sú hraničným útvarom. Sú to úsečky vymedzené vrcholom uholnice a bodmi, v ktorých sa uholnica U_1 pretína s uholnicou U_2 . Tieto body označíme písmenami B a C . Hraničný útvar je lomenicou BAC . Uhlopriečka lomenice, úsečka BC nie je súčasťou tohto útvaru.

Podobne môžeme uvažovať i v trojrozmernom priestore. Okrem trojstena T_1 budeme uvažovať i taký trojsten T_2 , ktorého steny sa pretínajú s trojstenom T_1 (obr. 3a). Trojsten T_1 rozdelí body priestoru na triedy x_1 , y_1 , h_1 . Trojsten T_2 rozdelí ten istý priestor na triedy x_2 , y_2 , h_2 . Obidva tieto rozklady uvažované samostatne sú rozkladmi na triedy. Rozklad priestoru na 6 množín, na množiny x_1 , x_2 , y_1 , y_2 , h_1 , h_2 opäť nie je rozkladom na triedy. Rozklad na triedy je však možný. Zjednotením tried x_1 a x_2 vytvoríme triedu x . Prienikom tried y_1 a y_2 vznikne trieda y . Tretiu triedu, triedu h tvoria body hraničného

útvary oddeľujúceho triedy x a y . Hraničný útvar má tvar zložitého mnohostena. Iba časť trojstena T_1 patrí k tomuto útvaru. Je vymedzená vrcholom trojstena T_1 a tromi bodmi, v ktorých jeho hrany incidujú s trojstenom T_2 . Tieto body označíme písmenami B, C, D . Tieto body s vrcholom trojstena tvoria nekomplanárnu štvoricu bodov, určujú štvorsten $ABCD$. Iba trom stenám štvorstena prislúcha funkcia hraničného útvaru, sú to steny ABC, ABD, ACD . Stena BCD k hraničnému útvaru nepatrí. Hraničný útvar sme definovali pomocou ohraničených geometrických útvarov pomocou úsečiek a častí rovín. Preto môžeme teraz prísť k jeho geomorfologickej interpretácii. Pri prvej interpretácii, pri triedach $G(x), A(y), R(h)$, je štvorsten interpretovaný ako vrch (obr. 3b). Bod A je vrcholom vrchu. Tri steny — ABC, ACD, ABD — sú stráňami vrchu. Tri hrany — AB, AC, AD — sú rebrami vrchu. Štvrtá stena, stena BCD , nepatrí k reliéfu.



Obr. 3. Šípky označujú smer gravitačného pohybu.

nie je súčasťou vrchu, nazveme ju bázou. Úsečky BC, BD, CD sú úpäťm vrchu. Pri druhej interpretácii, pri triedach $G(y), A(x), R(h)$ je štvorsten interpretovaný ako depresia (obr. 3c). Bod A je dnom depresie. Steny ABC, ABD, ACD sú stráňami depresie. Hrany AB, AC, AD sú ryhami depresie. Stena BCD je bázou depresie. Hrany BC, BD, CD sú povodím depresie.

Vrch a depresiu sme definovali pomocou štvorstena. Štvorsten sa však v geomorfologickej interpretácii diferencoval na časti, ktoré k reliéfu patria a časti, ktoré k reliéfu nepatria, ale ho iba vymedzujú. Tie časti štvorstena, ktorým možno pripísať vlastnosti reliéfu, budeme nazývať hlavnými časťami (steny ABC, ABD, ACD , hrany AB, AC, AD a vrchol A). V ďalších úvahách pozornosť sústredíme na tieto časti.

Prechod od jednej interpretácie k druhej sa opäť javí ako rotácia vlastností A a G okolo reliéfu. S touto rotáciou sa však mení i charakter samého reliéfu. V teréne sa horninový materiál a voda pohybujú pod vplyvom gravitácie z vyšších polôh do polôh nižších. Gravitačný pohyb napriek tomu, že je vždy nezvratný, môže byť rôzne organi-

zovaný. Práve v tejto organizácii sa líši vrch od depresie. Gravitačný pohyb smeruje od vrcholu vrchu k jeho úpätiu, je to odstredivá organizácia. Depresia má dostredivú organizáciu, pohyb smeruje od povodia do stredu depresie. Z hľadiska organizácie gravitačného pohybu možno vrch nazývať rozvodím a depresiu bazénom. Rotácia vlastností G a A okolo reliéfu sa prejaví inverziou v organizácii gravitačného pohybu.

Pojmu vrchu a depresie odpovedajú v teréne početné konkrétne tvary. Každú vyvýšeninu či zníženinu možno vlastne považovať za vrch či depresiu. Hoci sme uvažovali dva dotýkajúce sa geometrické útvary, naša úvaha sa sústreďovala iba na jeden z nich. Susedný útvar sme uvažovali iba potiaľ, pokiaľ určoval hranice študovaného útvaru. Táto črta izolovanosti prenikla však i do geomorfologických pojmov vrchu a depresie. Tieto pojmy pomerne dobre referujú k tvarom, ktoré sú izolované, ostrovné. Vrchu odpovedajú terénne tvary, ako sopečný kužeľ, krasový kužeľ, monadnock, ostrovná hora a pod. Depresii odpovedajú zasa závrť, kaldera a pod. Pojmy vrchu a depresie možno vzťahovať i na zložité systémy chrbtov a dolín. Tu však vzťah referencie medzi pojmi a konkrétnymi tvarmi je nepresný. Pojmy vrchu a depresie sa vzťahujú na jednotlivé tvary, nehovoria však nič o charaktere väzieb medzi nimi.

Rotácii vlastnosti G a A okolo reliéfu odpovedajú tiež niektoré procesy známe z terénu. Najlepšie jej odpovedá inverzia reliéfu, keď na mieste antiklinál a rozvodí vznikajú depresie, doliny. V širšom zmysle každá erózia a akumulácia sa môže chápať ako súčasť tejto rotácie. Oba procesy menia hranicu oddelujúcu geosféru od atmosféry. Erózia vytvára tvary, na ktoré sa viaže dostredivá organizácia gravitačného pohybu. Na akumuláčnych tvaroch je dostredivá organizácia. Striedanie sa erózie a akumulácie na určitom priestore sa môže javiť ako inverzia v organizácii gravitačného pohybu. V geomorfologickej literatúre sa často stretávame s pojmami eróznej bázy a hladiny vrcholov. Tieto pojmy majú niektoré spoločné črty s našim pojmom bázy vrchu a depresie. Z geometrického hľadiska je báza vrchu blízka eróznej báze a báza depresie hladine vrcholov. Na eróznú bázu a hladinu vrcholov sa však viaže určitý genetický obsah. Báza v našom ponímaní nemá nijaký genetický význam.

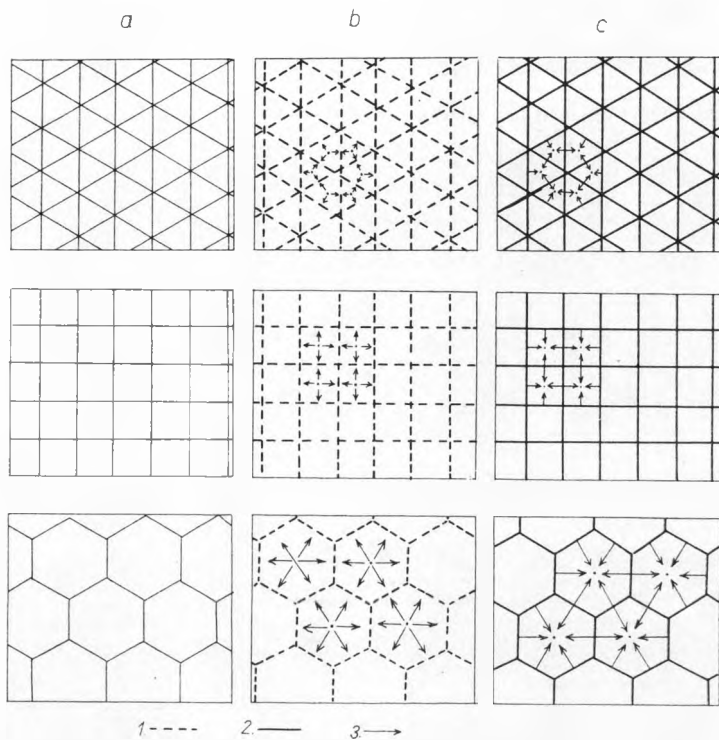
Základným pojmom pri interpretácii vrchu a depresie bol štvorsten. Pri tejto voľbe sme sa opierali o jednu z axiém incidencie, ktorá vraví, že jestvuje štvorica nekomplanárnych bodov a o jej dôsledok, že v priestore jestvuje aspoň 6 rôznych priamok a 4 roviny (20). Dalo by sa namietat, že medzi jednoduchým útvarom, akým štvorsten je, a zložitými pestrými tvarmi v teréne je hlboký rozdiel. Jednou z ciest, ako preklenúť tento rozdiel, by bolo nahradzovať postupne štvorsten zložitejšími a zložitejšími geometrickými útvarmi. My však volíme inú cestu. Štvorsten budeme pokladať za základný element, ktorý nebudeme meniť. Pestrosť a zložitnosť terénnych tvarov budeme hľadať v rôznych kombináciách viacerých štvorstenov.

6. CHRÁT A DOLINA

I v tejto kapitole sa budeme odvolávať na pojmy reliéfu a systému. Systém budeme chápať inak ako v predchádzajúcej kapitole. Jednotlivé vrchy a depresie budeme ponímať ako časti systému. Systém bude určený intrakciou týchto častí. Tátko chápaný systém opíšeme pomocou pojmu siete. Reliéf budeme chápať, ako sme už uviedli, ako hraničný útvar, ako plochu alebo ako plochy oddelujúce geosféru od atmosféry. Vychádzajúc z tejto črty reliéfu, budeme sa opierať o siete planárne, ktoré sa delia na bunkovité, kruhové a stromovité (bližšie pozri 10, 11).

Bunkovité siete sú polygonálne grafy, definované ako planárne grafy, ktorých hrany

tvoria súbor priliehajúcich polygónov v rovine (10). Ak symbolom C_n označíme počet buniek polygónov, symbolom E_n počet hrán a symbolom V_n počet vrcholov, potom platí vzťah $V_n - E_n + C_n = 2$ (10, 11). Plochu možno rozkladať na rôzne polygóny. Zaujímavý je pravidelný rozklad, rozklad na rovnako veľké pravidelné polygóny, ktoré rozkladajú plochu bez zvyšku a bez toho, že by sa jednotlivé polygóny prekrývali. Túto požiadavku spĺňa iba rozklad na pravidelné trojuholníky, štvoruholníky a šesťuholníky (10, 11). Takéto rozklady sú znázornené na obr. 4a. Tieto siete sú geometrickými sieťami, nie sú ešte geomorfologicky interpretované.

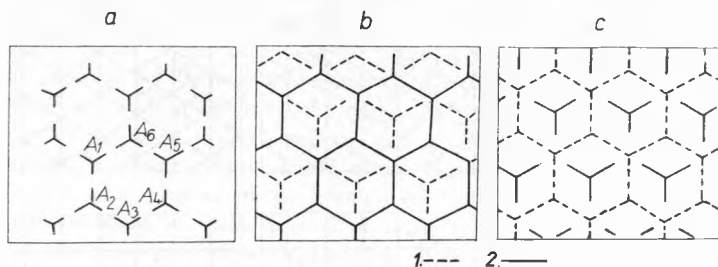


Obr. 4. 1 — doliny, 2 — chrby, 3 — smer gravitačného pohybu.

Geomorfologická interpretácia uvedených sietí môže vychádzať z predpokladu, že každý bod zemského povrchu možno priradiť buď k určitému rozvodu, buď bazénu. Predpokladajme najskôr, že každý bod určitej časti zemského povrchu patrí k jednému a len k jednému rozvodu. Každý mnohoúhelník siete možno teraz interpretovať ako rozvodie. Každý z mnohoúhelníkov má odstredivú organizáciu gravitačného pohybu. Pohyb smeruje od stredu polygónu k jeho obvodu, k hranám siete. Každá hrana predstavuje útvar, ku ktorému gravitačný pohyb smeruje z dvoch strání, z dvoch polygónov, ktoré hrana ohraničuje. Z hľadiska hrany je organizácia gravitačného pohybu dostredivá (obr. 4b). Hrany majú gravitačný pohyb organizovaný tak ako bazény.

Alternatívna interpretácia vychádza z predpokladu, že každý bod určitej časti zem-

ského povrchu patrí k jednému a len k jednému bazénu. Každý mnohoúholník siete možno potom interpretovať ako bazén. Každý mnohoúholník má dostredivú organizáciu gravitačného pohybu (obr. 4c). Pohyb smeruje od obvodu do stredu polygónu. Každá hrana predstavuje útvar, od ktorého gravitačný pohyb smeruje na dve strany, ku stredom dvoch polygónov, ktoré hrana ohraničuje. Z hľadiska hrany je organizácia pohybu dostredivá. Hrany majú gravitačný pohyb organizovaný tak ako rozvodia. Porovnajúc obidve interpretácie, dospejeme k záveru, ktorý vrhá určité svetlo na vzťah medzi rozvodím a bazénom. Ak samy polygóny interpretujeme ako rozvodia, potom hrany buniek predstavujú bazény obklopujúce rozvodia. Ak polygóny interpretujeme ako bazény, potom hrany predstavujú rozvodia rozkladajúce sa okolo bazénov. Obvod polygónu má opačnú organizáciu gravitačného pohybu ako jeho stred.



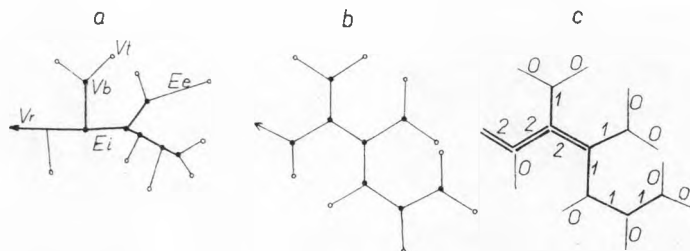
Obr. 5. 1 — doliny, 2 — chrby, 3 — smer gravitačného pohybu.

Sme teraz pred otázkou, ktorý z rozkladov najlepšie odpovedá konkrétnym geomorfologickým tvarom. Odpoveď budeme hľadať v hranách polygónov. Nebudeme študovať polygóny ako plošné útvary, ale budeme študovať sieť, ktorú vytvárajú ich hrany, t. j. sieť, zloženú z lineárnych útvarov. Preniesli sme sa tak do oblasti sietí kruhovitých, t. j. grafov s uzavretými okami (10, 11).

Pri prvej interpretácii, keď polygón bol interpretovaný ako rozvodie, hrany mali dostredivú organizáciu gravitačného pohybu. Vychádzajúc z tejto organizácie, môžeme ich interpretovať ako doliny, alebo presnejšie, ako dná dolín. Vrcholy siete predstavujú teraz body, v ktorých sa spájajú viaceré doliny. Pri rozklade na trojuholníky sa v každom vrchole spája až 6 dolín. Pri rozklade na štvoruholníky sa v každom vrchole spájajú 4 doliny. Pri rozklade na šesťuholníky sa spájajú v každom vrchole iba 3 doliny (obr. 4b). Pri alternatívnej interpretácii boli polygóny interpretované ako bazény. Hrany polygónov mali odstredivú organizáciu gravitačného pohybu. Môžeme ich interpretovať ako rozvodnice, prípadne ako hrebene či chrby. Vrcholy siete teraz predstavujú body, v ktorých sa spájajú viaceré hrebene. Pri rozklade na trojuholníky sa spája vždy 6 hrebeňov. Pri rozklade na štvoruholníky sú to 4 hrebene a pri rozklade na šesťuholníky sú to 3 hrebene (obr. 4c).

Zdá sa, že v teréne zriedka nájdeme body, v ktorých by sa stretávalo 6 dolín alebo chrbtov. Rovnako ťažko nájdeme body, v ktorých by sa stretávali 4 doliny alebo chrby. Najčastejšia je najjednoduchšia forma spojenia, spájajú sa iba 3 doliny či chrby. Preto sa rozklad plochy na šesťuholníky zdá najbližší konkrétnym tvarom. Hexagonálna sieť je nielen najreálnejšia, ale do tejto siete je pomerne ľahké umiestniť základný stavebný prvok, štvorsten. Každý vrchol siete môžeme považovať za hlavný vrchol štvorstena (vrchol A), z ktorého vychádzajú 3 hlavné hrany štvorstena (obr. 5a). V prvej

interpretácii je štvorsten interpretovaný ako vrch. Vrcholy siete sú vrcholmi vrchov, z ktorých vybiehajú 3 rebrá. Vrchy sa spájajú do systému v podobe hexagonálnej siete. Na vrcholy a rebrá sa viaže odstredivá organizácia gravitačného pohybu. Stred hexagónu má dostredivú organizáciu. Stred hexagónu môžeme chápať ako vrchol štvorstena, interpretovať ho ako dno depresie, z ktorého vybiehajú 3 ryhy (obr. 5b). V druhej interpretácii je štvorsten interpretovaný ako depresia. Vrcholy hexagonálnej siete potom predstavujú dná depresíí, z ktorých vybiehajú 3 ryhy. Ryhy susedných depresíí sa spájajú, vytvárajúc hexagonálnu sieť. Na dná a ryhy depresíí sa viaže dostredivá organizácia. Na stred hexagónu sa viaže odstredivá organizácia gravitačného pohybu. Stred hexagónu môžeme chápať ako vrchol štvorstena, ktorý je interpretovaný ako vrchol vrchu, z ktorého vybiehajú 3 rebrá (obr. 5c).



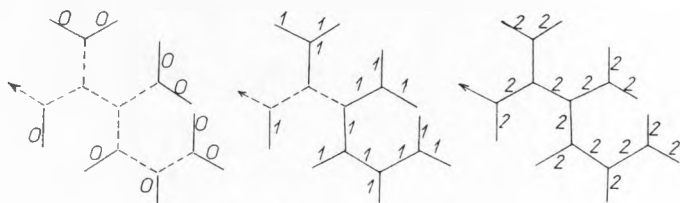
Obr. 6. Ee — hrany vonkajšie, Ei — hrany vnútorné, Vt — vrcholy terminálne, Vb — vrcholy vnútorné, Vr — vrcholy koreňové. Čísla označujú rady.

V oboch interpretáciách sme narábali s dvojicou hexagonálnych sietí, pričom jedna odpovedala sieti vrchov a druhá sieti depresíí. Dvojice sietí v obidvoch interpretáciách referujú k niektorým konkrétnym tvarom. V prvej interpretácii siete izolovaných depresíí odpovedajú zázvrtvy. Sieti pospájaných vrchov odpovedajú vyvýšené územia obklopujúce zázvrtvy. V druhej interpretácii siete izolovaných vrchov odpovedajú krasové kužele. Sú obkolesené zníženým územím, ktoré odpovedá sieti pospájaných depresíí. Uvedené siete pokrývajú iba pomerne malú časť konkrétnych tvarov, iba niektoré krasové terény. Väčšina území nemá takéto siete vrchov ani depresíí. Nemá siete, ktoré by vytvárali kompletne, uzavreté hexagóny. Týmto územiám je bližšia stromovitá sieť vrchov a depresíí. Stromovité siete sú spojené grafy, ktoré nevytvárajú uzavreté oká. Pri týchto sieťach môžeme odlišovať (obr. 6a) hrany vonkajšie (Ee), hrany vnútorné (Ei), vrcholy terminálne (Vt), vrcholy vnútorné (Vb) a vrcholy koreňové (Vr). Medzi týmito hranami a vrcholmi platia tieto vzťahy: $E = Vbrt - 1$; $E = 2 Vt - 1$; $Vb + Vr = Vt$; (10, 11).

Vrcholy hexagonálnej siete môžeme teraz chápať ako vrcholy štvorstenov, z ktorých vybiehajú 3 hrany. Nemôžeme však všetky hrany hexagonálnej siete chápať ako hrany štvorstenov. Niektoré hrany hexagónov musíme vypustiť, aby nevznikli uzavreté oká (obr. 6b). Stromovitá sieť sa javí ako celok, systém. No zatiaľ je to systém takmer homogénny, vnútorne iba slabo diferencovaný. Hrany siete môžeme však triediť do hierarchicky usporiadaných radov. Vonkajšie hrany siete (Ee) sú hranami prvého radu. Spojením dvoch hrán prvého radu vzniká hrana druhého radu. Spojením dvoch hrán druhého radu vzniká hrana tretieho radu atď. Vo vrchole, v ktorom sa spája hrana prvého radu s hranou druhého radu, nedochádza k zmene radu, aj ďalej pokračuje hrana

druhého radu. Platí to všeobecne pri stretnutí hrán rôzneho radu (obr. 6c). Tento spôsob triedenia vypracoval N. A. Strahler (18) pri triedení úsekov riečnej siete. Toto triedenie spočíva na čisto matematických princípoch, takže ho môžeme použiť i v našom prípade, pri triedení dolín a chrbtov. (Sieť dolín a riečna sieť sú podobné, no nie totožné. V niektorých dolinách tečie viacero tokov, niektoré doliny sú suché, niektoré toky tečú po stráňach a nie v dolinách.) Pre naše účely bude však výhodnejšie hrany najnižšieho radu označiť ako hrany nultého radu, ktorým sú nadradené hrany prvého radu atď.

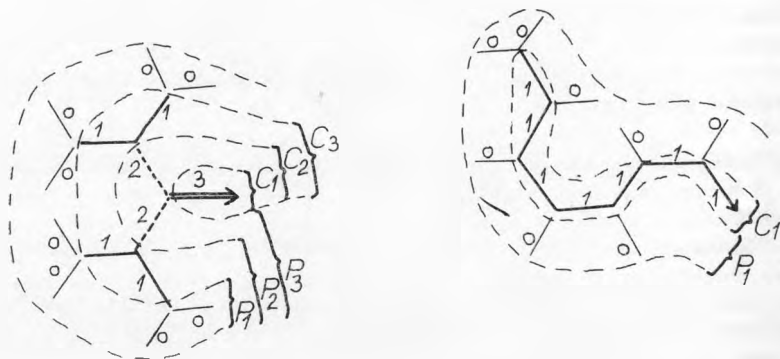
Aký je vzťah medzi jednotlivými radmi siete? Z grafického znázornenia (obr. 6c) tento vzťah jednoznačne nevyplýva. Toto znázornenie môže viesť k predstave, že jednotlivé rady sú spojené vzťahom disjunkcie. Podľa tohto vzťahu určitý rad nemá nijaké spoločné prvky (hrany) s inými radmi. Správny rozklad je však iný. Rady sú spojené



Obr. 7. Čísla označujú rady.

vzťahom inklúzie (pravej inklúzie). Vyšší rad obsahuje všetky prvky nižšieho radu. Nie však všetky prvky radu vyššieho sú zároveň aj prvkami radu nižšieho. Rozklad siete na rady podľa vzťahu inklúzie je znázornený na obr. 7. Tento vzťah je názorne reprezentovaný vzťahom medzi bazénmi. Bazén hlavného toku obsahuje bazény prítokov.

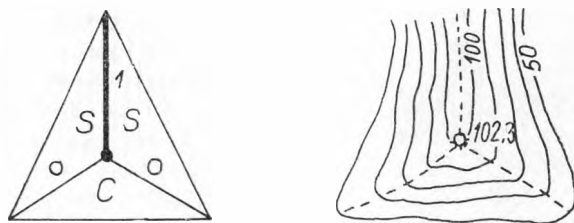
Na stromovitej sieti môžeme študovať niektoré vlastnosti, ktoré sa vzťahujú na sieť ako celok. Rôzne siete sa môžu líšiť počtom prvkov, hrán. Podľa toho ich môžeme deliť na väčšie a menšie. Siete sa môžu odlišovať nielen veľkosťou, ale i spôsobom, ako sa ich prvky spájajú do celku. Môžeme odlišovať aspoň dve vlastnosti vzťahujúce sa na organizáciu siete. Je to miera systemizácie a centralizácie siete. (Pojem systemizácie a centralizácie bližšie pozri cit. 12). Každéj sieti prislúcha určitý stupeň systemizácie. Tento



Obr. 8. $P_1 - P_3$ — periférny útvar, $C_1 - C_3$ — centrálny útvar. Čísla označujú rady.

stupeň je určený číslom najvyššieho radu siete. Veľkosť a stupeň systemizácie sú pomerne nezávislé veličiny. Rovnako veľké siete môžu byť na rôznom stupni systemizácie (obr. 8a). Vzťahy medzi radmi siete vyjadruje pojem centralizácie. Hrany siete, ktoré patria do nultého radu, sú z hľadiska siete okrajovým, periférnym útvarom. Hrany nultého radu sa však spájajú a vytvárajú hrany prvého radu, ktoré sú z hľadiska hrán nultého radu vnútorným, centrálnym útvarom. Z hľadiska hrán druhého radu patria však k periférnemu útvaru (obr. 8b). Pomer medzi počtom hrán vytvárajúcich periférny útvar a počtom hrán, ktoré patria k centrálnemu útvaru, určuje stupeň centralizácie siete (porov. bifurcatio ratio, cit. 18).

Organizácia sietí sa prejaví i na úrovni jednotlivých štvorstenov. V predchádzajúcej kapitole sme uvažovali samostatný štvorsten. Z jeho vrcholu vybíjali tri hrany, ktoré



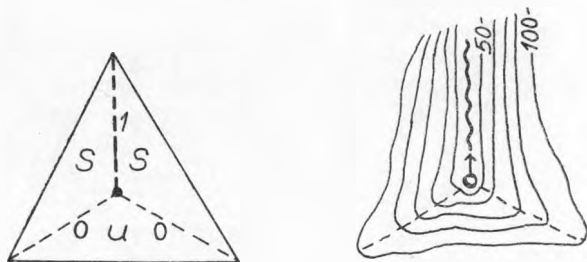
Obr. 9. S — stráne chrŕbta, C — ŕelo chrŕbta. ňísla označujú rady.

boli rovnocenné. Rovnocenné boli i hrany štvorstenov, ktoré vytvárali kruhovitú sieť. Štvorsteny, ktoré sú začlenené do stromovitej siete, sa diferencujú, ich hrany nie sú rovnocenné. Z ani jedného vrcholu siete nevybiehajú hrany prislúchajúce k rovnakému radu. Sú tu dve možnosti. Buď z vrcholu vybiehajú dve hrany nižšieho radu a jedna hrana radu vyššieho, buď jedna hrana nižšieho radu a dve hrany radu vyššieho (obr. 6c a obr. 8). Vrcholy prvého typu by sme mohli nazvať vrcholmi ŕi bodmi s pozitívnu hodnotou bifurkácie a vrcholy druhého typu vrcholmi s negatívnu hodnotou bifurkácie (7).

Samostatne uvažovaný štvorsten mal nediferencované tri hlavné hrany a javil sa v prvej interpretácii vrch s nediferencovanými rebrami (kapitola 5). Štvorsten začlenený do stromovitej siete, štvorsten s diferencovanými hranami sa bude v prvej interpretácii javiť tiež ako vrch. Rebrá tohto vrchu však budú diferencované. Aby sme zvýraznili tieto rozdiely, budeme nazývať diferencovaný vrch chrŕbtom. Rebrá budeme nazývať hrebeňmi chrŕbta, odlišujúc ich podľa radu. Chrŕbát bude patriť do toho radu, aký prislúcha jeho hlavnému hrebeňu. Hlavný hrebeň chrŕbta nemôže nikdy patriť k nultému radu. Vždy patrí k radu prvému alebo k vyšším radom. Preto sa chrŕbát nultého radu nebude vyskytovať. Pojem vrchu odpovedal jedinému štvorstenu. Pojem chrŕbta odpovedá jedinému štvorstenu iba v niektorých prípadoch, iba pri chrŕbtoch prvého radu. Chrŕbty vyšších radov odpovedajú viacerým štvorstenu spojeným do siete. Chrŕbát prvého radu sa skladá z dvoch hrebeňov nultého radu a z jedného hrebeňa prvého radu (obr. 9). Stráne, ktoré sa pretínajú v hlavnom hrebeňi, nazveme stránami chrŕbta. Tretiu stránu nazveme ŕelom chrŕbta. Na túto stránu sa viažu rôzne názvy, ako „interbazin area“ (17), „nouse“ (8, 9). U nás sa niekedy používa termín „faceta“. S týmto názvom sa však spája i určitý genetický obsah. Tieto stráne sa považujú za zlomové. V teréne je chrŕbát prvého radu charakterizovaný typickým priebehom vrstevníc (obr. 9). Chrŕbty vyšších

radov sa skladajú z viacerých štvorstenov. Tieto chrbty možno charakterizovať veľkosťou, stupňom systemizácie a centralizáciou.

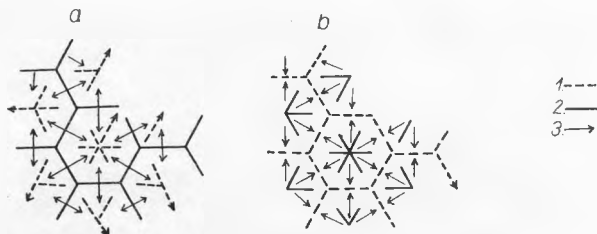
Samostatne uvažovaný štvorsten v druhej interpretácii bol depresiou (kapitola 5). Z dna depresie vybiehali 3 rovnocenné ryhy. Štvorsten začlenený do stromovitej siete, štvorsten s diferencovanými hranami sa v druhej interpretácii bude javiť tiež ako depresia. Jej ryhy však budú diferencované. Takúto depresiú budeme nazývať dolinou. Ryhy budeme nazývať dnami doliny, odlišujúc ich podľa radu. Dolina bude patriť do toho radu, do akého patrí jej hlavné dno. Preto dolina môže patriť iba k prvému radu a k radom vyšším. Pojem depresie odpovedal jedinému štvorstenu. Pojem doliny odpovedá jedinému štvorstenu iba pri dolinách prvého radu. Dolina prvého radu pozostáva z dvoch dien nultého radu a jedného dna prvého radu (obr. 10). Stráne, ktoré sa pretínajú



Obr. 10. S — stráne doliny, U — uzáver doliny. Čísla označujú rady.

v hlavnom dne, nazveme stráňami doliny. Tretiu stráň nazveme uzáverom doliny. Na túto stráň sa viažu rôzne názvy, ako „hollow“ a „headwaters“ (8, 9) alebo „hoppers“ (19). V teréne odpovedá doline prvého radu typický priebeh vrstevníc (obr. 10). Doliny vyšších radov sa skladajú z viacerých štvorstenov. Takéto doliny možno charakterizovať veľkosťou, stupňom systemizácie a centralizácie.

V prvej interpretácii je určitá stromovitá sieť chrbtom určitého radu. Gravitačný pohyb má v oblasti hrebeňov tohto chrbta odstredivú organizáciu. V každej oblasti, ktorá leží „medzi“ dvoma hrebeňmi, vzniká dostredivá organizácia gravitačného pohybu, charakteristická pre bazény, pre dná dolín. K sieti chrbtov možno tak konštruovať sieť dolín (obr. 11a). Táto konštrukcia nie je však jednoznačná. Keby v každej oblasti, ktorá leží medzi dvoma hrebeňmi, vznikla dolina, dostali by sme značne komplikovanú sieť dolín. V niektorých vrcholoch by sa stretalo viac dien ako iba tri dná, nebola by to sieť odbovajúca hexagonálnej sieti a líšila by sa od reálnych sietí. Zdá sa, že nie v každej



Obr. 11. 1 — doliny, 2 — chrbty, 3 — smer gravitačného pohybu.

oblasti medzi dvoma hrebeňmi vzniká dolina. Sieť chrbtov nie je preto sieť dolín jednoznačne priradená. Na tú istú sieť chrbtov môžu sa viazať rôzne siete dolín. Táto úvaha platí i opačne. K sieti interpretovanej ako sieť dolín môžeme konštruovať sieť chrbtov (obr. 11b). No i tu nie je vzťah jednoznačný. Tento vzťah medzi sieťou dolín a chrbtov by mohol byť východiskom pri klasifikácii rôznych území. Študovaná oblasť by sa charakterizovala jednak sieťou chrbtov a sieťou dolín, jednak vzťahom medzi týmito sieťami.

7. ZÁVER

Vrch a depresiu sme definovali pomocou štvorstena. Systémy, ktoré vrchy a depresie vytvárajú, sme nazvali chrbtami a dolinami. Sieť chrbtov a dolín vychádzali z hexagonálnej siete. Štvorsten i hexagonálna sieť, ako aj ich geomorfologické interpretácie, vrchy, depresie, chrbty a doliny sú ideálnymi pravidelnými tvarmi. Vďaka tejto pravidelnosti kontrastujú už na prvý pohľad s konkrétnymi vrchmi, depresiami, chrbtami a dolinami, ktoré vytvárajú tvary veľmi rozdielne, pestré, miestami až chaotické. V našej štúdiu sme abstrahovali od veľkosti. Uvažované lineárne útvary boli rovnako dlhé. Plošné útvary sa nelíšili plochou, trojrozmerné útvary objemom. Podobne i uhly boli rovnaké. Preto sa jednotlivé štvorsteny či polygóny nelíšili. Ak do úvahy zahrnieme i veľkosť, tak sa štvorsten i hexagonálna sieť výrazne priblížia konkrétnym tvarom. Ich lineárne útvary sa budú líšiť dĺžkou, plošné plochou, trojrozmerné objemom a uhly stupňami. Pravidelné a kompletne štvorsteny a hexagóny budú nahradené nepravidelnými a nekompletnými útvarmi, fragmentmi. O existencii štvorstenov a hexagonálnej siete môže častokrát svedčiť iba charakter spojenia chrbtov a dolín. V každom vrchole sa budú spájať iba tri hrany (21). Tým však pojmy štvorstena a hexagonálnej siete nemusia strácať na význame. Jeden konkrétny tvar alebo časť konkrétnej siete sa môže a spravidla sa aj bude značne líšiť od ideálnych vzorov. Celá množina konkrétnych tvarov však môže prostredníctvom štatistických pravidielností referovať k ideálnym útvarom. Miera pravidelnosti sa môže meniť podľa hierarchie systémov. Na úrovni vyššieho radu môže byť menšia (väčšia) ako na úrovni nižšieho radu. Overiť tieto predpoklady možno však iba štúdiom konkrétneho terénu.

Proces sme definovali ako zmenu tvaru geomorfologického objektu v čase. Táto zmena môže nadobúdať dve formy. Ak uvažujeme ideálne tvary, tak sa proces môže prejavíť zmenou v stupni systemizácie a (alebo) centralizácie, zmenou vo veľkosti systému. Ak uvažujeme nie ideálne tvary, ale tvary odlišujúce sa veľkosťou, tak sa proces môže prejavíť aj na inej úrovni. Môže sa prejavíť zmenou vo veľkosti tvarov, zmenou v ich dĺžke, ploche, objeme či uhloch.

V našej štúdiu sme systém opísali ako štvorsten alebo ako sieť. Abstraktný geometrický útvar — štvorsten našiel uplatnenie v rôznych empirických vedách (porov. 21). Sieť predstavuje interdisciplinárny pojem, na ktorý sa možno odvolávať pri štúdiu rôznych geografických javov. Šírku použitia tohto pojmu v geografii dokumentuje viacero prác (4, 10, 11). Tým, že sa rôzne geografické odvetvia môžu odvolávať na jeden a ten istý pojem, by sa mohla uľahčiť geografická syntéza.

LITERATÚRA

1. BERTALANFFY, L.: General system theory, General Systems Yearbook (Ann. Arbor, Mich.) v. 1. 1956. — 2. BERTALANFFY, L.: Človek, robot, myslenie. Praha 1972. — 3. BUNGE, M.: Scientific research I, Berlin, Heidelberg, New York 1967. — 4. BUNGE, W.:

Theoretical geography, Lund 1966. — 5. BÜDEL, J.: Geomorphology — Principles, In: The Encyclopedia of geomorphology (Ed. Fairbridge, R. W.) 1968. — 6. ENZMANN, R. D.: Geomorphology — Expanded theory, In: The encyclopedia of geomorphology (Ed. Fairbridge, R. W.) 1968. — 7. FARRER, P.: The spatial distribution of bifurcation points in drainage basins, Reading Geographer v. 3, Reading 1972. — 8. HACK, J. T.: Geomorphology and forest ecology of a mountain region in the Central Appalachians, Geological Survey Prof. Paper 347, Washington 1960. — 9. HACK, J. T.: Geomorphology of the Shedandon Valley, Geological Survey Prof. Paper 484, Washington 1965. — 10. HAGGETT, P.: Network models in geography, In: Models in geography (Ed. Chorley R. J. and Haggett P.) London 1967.

11. HAGGETT, P.; CHORLEY, R. J.: Network analysis in geography, London 1969. — 12. HALL, A. D., FAGEN, R. E.: Definition of systems, General Systems Yearbook (Ann. Arbor, Mich.) v. 1. 1956. — 13. HORTON, R. E.: Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. America Bull., v. 56, 1945. — 14. LEOPOLD, L. B.: Review of studies of hillslopes — USA, Zeitschrift für Geomorphology, Suppl. 9, 1970. — 15. LUBOWE, J. K.: Stream junction angles in the dendritic drainage pattern, Amer. Journal of Science 262, 1964. — 16. MORISAWA, M.: Development of drainage system on an upraised lake floor, Amer. Journal of Science 262, 1964. — 17. SCHUMM, A. S.: Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey, Bull. of the Geological Soc. of America, Vol. 67, 1956. — 18. STRAHLER, A. N.: Quantitative geomorphology, In: The encyclopedia of geomorphology (Ed. Fairbridge, R. W.) 1968. — 19. STRAHLER, A. N.: Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis, Amer. Journal of Science v. 248, 1950. — 20. SVITEK, V.: Logická základná geometria, Bratislava 1969.

21. THOMPSON, D. W.: Growth and Form, Cambridge 1963. — 22. URBÁNEK, J.: Klasifikácia zosunov, Archív GÚ SAV, Bratislava 1970. — 23. URBÁNEK, J.: Zosuny v oblasti Hornej Lehoty a Sedlickej Dubovej, ich vysvetlenie a kontrola, Geografický časopis XXIII, 1, Bratislava 1971. — 24. WEIZSÄCKER, C. F.: Dějiny přírody, Praha 1972.

Ján Urbánek

AN ATTEMPT OF INTERPRETING THE GEOMORPHOLOGICAL FORM

Introduction. Geomorphological form is object of this study. We understand form as the largeness of the object in different directions. Geomorphological form is a vague concept; its meaning varies according to the context in which it is used. The aim of this study is to eliminate, at least partly, the vagueness of this concept. Thereby, we start from some selected geometrical concepts. We interpret them as geomorphological concepts involving certain selected properties important from the standpoint of geomorphology. The choice of geometrical concepts and empirical properties depends upon the fundamental concepts of relief and system. Relief is understood as the boundary between geosphere and atmosphere. This is a planar formation and thus, we cannot join it with the idea of substance which fulfills or builds the geomorphological form. We adjudge to the geosphere the property G („to be geosphere“), to atmosphere the property A („to be atmosphere“) and to the sphere separating them, the property R („to be relief“). The relief understood in this way has the character of a boundary formation. From the standpoint of this concept, those sentences of geometry are important, which recall the concept of boundary formations. We shall describe the system in two manners. From the main ridge, secondary ridges branch off; in the main valley, secondary valleys run in. The individual ridges and valleys are elements of the system. The system is determined by the interaction of these elements, by the manner in which they join. This system refers to the concept of network and graphs. The individual ridges and valleys consist of slopes. If slopes are understood as inclined planes, then ridges and valleys appear as a system of intersecting planes. This idea of system refers to the concept of incidence.

Relief. The formations separating the points of operational space in two regions are called boundaries of the regions. Plane „h“ separates the three-dimensional operational space in two regions, in two semi-spaces „x“ and „y“ (Fig. 1). We assign to the three point sets of x, y, h the empirical properties G, A, R. The property R can be only assigned to the limiting formation, only to the points of plane h. We can create three classes: G(x), A(y), R(h) or an alternative triad of classes G(y), A(x), R(h) (Fig. 1). The transition from one interpretation in the other appears as a rotation of properties G and A around the relief. But relief represented by one plane is a very radical abstraction in view of the undulated surface of Earth. By parts of several intersecting planes, relief is better represented than by one single plane.

Mountain and depression. As for the concept of system, we shall start from the idea of intersecting planes. In three-dimensional space, four non-complanar points, at least six different straight lines and at least four different planes exist. Starting from these sentences of geometry, we chose for basic formation a tetrahedron determined by four non-complanar points A, B, C, D. From the standpoint of geomorphological interpretation, however, the tetrahedron's faces are not equivalent. First, we shall consider only three faces of the tetrahedron, only its top A and the three semi-straight lines directed towards the tops B, C, D (Fig. 2). This tetrahedron divides all points of the space in two regions. The first region x is formed by the points in the tetrahedron's interior. The second one, y, is formed by the points lying in the tetrahedron's exterior. The points belonging to the tetrahedron's faces are denoted as region h. We have again two alternative triads of classes: either G(x), A(y), R(h) or G(y), A(x), R(h). In the first interpretation, the tetrahedron is a mountain, in the second a depression. Such a mountain or depression are abstract in the sense that they have no boundaries. The mountain is infinitely high, the depression infinitely deep. We have to find out the position of the tetrahedron's other tops. Beside the tetrahedron T_1 , we shall consider a further tetrahedron T_2 intersecting the faces of tetrahedron T_1 (Fig. 3). The points in which the tetrahedron T_1 edges cut the faces of tetrahedron T_2 may be considered as points B, C, D. Now, the tetrahedron ABCD is determined. The function of limiting formation can be attributed merely to the faces ABC, ABD, ACD. The face BCD does not pertain to the boundary formation, we cannot assign to it the quality of relief. In the first interpretation, in the classes G(x), A(y), R(h), the tetrahedron is a mountain (Fig. 3). The faces ABC, ABD and ACD are the mountain's slopes. Face BCD does not belong to the relief, it only delimits it, and we call it the base of mountain. In the second interpretation of classes G(y), A(x), R(h), the tetrahedron is a depression. Faces ABC, ABD, ACD are the slopes of depression, face BCD is the base of depression. The transition from one interpretation to the other appears as a rotation of the properties G and A around the relief. By this rotation, the relief itself is changed. The gravitational movement of rock material and water is differently organized in the terrain. In this organization, mountain and depression are dissimilar. The gravitational movement tends from the mountain's peak to its foot, it is a centrifugal organization. Depression exhibits a centripetal organization, the movement tends from the depression's periphery to its centre. From the standpoint of the gravitational movement organization, mountain is a watershed, while depression is a basin. The rotation of properties G and A represents an inversion in the organization of gravitational movement. Isolated isle-like formations, such as volcanic cone, monadnock, inselberg, caldera, dolina, correspond in the terrain to the notions of mountain and depression.

Ridge and valley. In this chapter too, we shall refer to the concept of relief and system. The individual mountains and depressions, interpreted by means of the tetrahedron, will now be understood as fundamental building elements unified in a system. The system created by the interaction of these parts will be described by means of the concept of network. Since relief was defined as a planar formation, we shall start from a planar network. Surface can be divided in regular polygons of equal largeness, without any overlapping of the individual polygons and unused space among them (10, 11). This requirement is fulfilled by the division into triangles, quadrangles or hexagons (Fig. 4). In the first interpretation, each polygon is a watershed, mountain. The gravitational movement tends from the centre of polygon to its edges. From the standpoint of edges, this organization is centripetal, the edges appear as basins, as valley bottoms. In the alternative interpretation, each polygon is a depression with a centripetal

organization of the gravitational movement. This organization, from the standpoint of edges, is centrifugal, the edges being watersheds, crests. When interpreting the edges of network as valley bottoms or crests, then hexagonal network is the nearest to the concrete situation. In case of hexagonal network, in each peak, only three valleys or crests are contiguous. It seems that, in the terrain, several valleys or crests are rarely meeting. In the hexagonal network, we easily can place the fundamental building element, the quadrangle. Each top of the network can be considered for a top of quadrangle, from which three edges issue (Fig. 5). If we attribute to the hexagons centrifugal organization, then the edges have a centripetal organization. Karst cones, surrounded by lower territory, correspond to this situation (Fig. 5c). If we assign to hexagons centripetal and to the edges centrifugal organization, then sinkholes surrounded by higher territory will correspond to this network (Fig. 5b). But most territories cannot be described by means of closed hexagons. Tree-like networks which are connected graphs without circuits (10, 11) do better correspond to the majority of territories (Fig. 6b). The edges of these networks can be classified into orders (Fig. 6). We used the method of N. A. Strahler (see 10, 11, 18). Only the lowest orders edges were denoted as edges of zero order. The orders are connected with the relation of inclusion (Fig. 7). The tree-like network, as a whole, can be characterized by its largeness (number of edges), degree of systemization (number of the higher order) and degree of centralization (ratio of the number of edges belonging to various orders). (For notions of systemization, centralization and bifurcation see 12 and 18.) The organization of network also manifests itself in the level of individual quadrangles. From each vertex of the network, edges belonging to different orders issue. We can ascribe to the vertex a positive or negative value of bifurcation (7). In the first interpretation, the tree-like network appears as a network of crests or ridges. Merely the ridges of first order are represented by one sole quadrangle (Fig. 9). The ridges of higher orders are already systems of quadrangles. In the second interpretation, the tree-like network appears to be a network of valleys. Only the first order valleys are represented by one quadrangle (Fig. 10). The valleys of higher orders are systems of quadrangles.

Conclusion. In our study, we tried to define geomorphological forms by means of quadrangle and hexagonal network. These ideal and regular geometrical formations contrast with the concrete irregular geomorphological forms. In our deliberation, we abstract the magnitude. But when including into account the magnitude too, then the individual quadrangles and hexagons will differ by their length, area, volume, angles and will markedly approach to the concrete forms of terrain.

Translated by J. Belaj

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3. The arrows denote the direction of gravitational movement.

Fig. 4. 1 — valleys, 2 — ridges, 3 — direction of the gravitational movement.

Fig. 5. 1 — valleys, 2 — ridges, 3 — direction of the gravitational movement.

Fig. 6. E_e — outer edges, E_i — inner edges, V_t — terminal vertices, V_b — branching vertices, V_r — root vertices. The ciphers denote the orders.

Fig. 7. The ciphers denote orders.

Fig. 8. $P_1 - P_3$ — peripheral formation, $C_1 - C_3$ — central formation. The ciphers denote the orders.

Fig. 9. S — slopes of ridge, \check{C} — front of ridge. The ciphers denote the orders.

Fig. 10. S — slopes of valley, U — closure of valley. The ciphers denote orders.

Fig. 11. 1 — valleys, 2 — ridges, 3 — direction of the gravitational movement.