

ANTONÍN IVAN

## K PROBLÉMU ÚLOHY TEKTONICKÝCH POHYBŮ PŘI VZNIKU A VÝVOJI ÚDOLNÍCH TVARŮ

V článku „Ústup erozních představ“ (Sborník ČSZ. 77: 243—249) diskutuje L. Loyda jeden ze základních principů geomorfologie a dynamické geologie, převážně erozní původ údolních tvarů. Vyslovuje názor, že „Dnešní výzkumy . . . stále více dokazují, že určujícím faktorem ve vývoji říčních údolí přece jen není eroze“. Z kontextu práce vyplývá, že rozhodující význam v utváření říčních údolí, fjordů, podmořských údolí a údolím podobných tvarů na Měsíci přikládá radiální tektonice, zejména vzniku prolomů. Autorův kritický přístup k dosavadnímu pojetí, zejména genezi říčních údolí, je založen hlavně na výsledcích opakovaných přesných nivelací. Podle mého názoru však autor výsledky dosažené geodetickými metodami přece jen přecenil, zejména extrapolací naměřených hodnot a zjištěných smyslů pohybů na minulá období, a naopak neval dostatečně v úvahu výsledky dosažené klasickými geomorfologickými a geologickými metodami.

Erozní původ většiny říčních údolí se dnes považuje za natolik zřejmý, že autoři moderních učebnic geomorfologie a geologie nepovažují za nutné jej blíže dokazovat a zdůvodňovat. Autorovy vývody, které s dosavadním pojetím ostře kontrastují, vyžadují proto diskusi, zaměřenou jednak na skutečnosti, na nichž dosavadní erozní výklady údolních tvarů spočívají, jednak na úlohu tektoniky ve vývoji údolí. Vedle říčních údolí se v závěru stručně dotknu také problematiky údolí podmořských.

### Říční údolí

Pro převážně erozní původ říčních údolí byly shromážděny během vývoje geomorfologie a geologie četné přímé i nepřímé doklady. Na erozním výkladu původu údolí stojí řada základních geomorfologických principů, jako je erozní báze a její druhy, profil rovnováhy, říční terasy, hloubková a bočná eroze, zpětná eroze i fluviaálními procesy vzniklé zarovnané povrchy. Na říční erozi byl založen „normální“ geomorfologický cyklus W. M. Davise. Hlavní doklady svědčící pro převážně erozní původ říčních údolí můžeme shrnout do pěti témat: a) říční povodí jako hierarchicky uspořádané, vysoce organizované samořídící systémy, b) vztahy mezi údolními tvary a geologickou strukturou území, c) vývoj údolních tvarů v čase a stavba údolních den, d) rozšíření a tvary údolí v pojetí klimatické geomorfologie, e) současné procesy hloubkové eroze vodních toků v údolních dnech.

#### *a) Říční povodí jako hierarchicky uspořádané, vysoce organizované samořídící systémy*

Nejstarší vědecky formulované představy J. Huttona a J. Playfaira z konce 18. století vycházely z pozorování vztahů, které existují v říčních povodích. Tito autoři vyslovili známý zákon konkordantních soutoků (accordant junctions), který vyjadřuje vzájemné přizpůsobování výškové polohy řečišť, především při-

způsobování ústí poboček poloze hlavního toku. Všimli si závislosti mezi velikostí údolí, vodností a spádem toku, množstvím unášeného materiálu a toho, že dva spojující se toky svírají vždy ostrý úhel. Rozvoj exaktních způsobů studia vztahů mezi různými prvky povodí nastává zejména po uveřejnění známé práce R. E. Hortona (1945) „Erosional development of streams“. Tato kvantitativní geomorfologie — jak se nyní často označuje — studuje povodí jako hierarchicky uspořádaný systém, v němž každý tok náleží určitému velikostnímu řádu. Zjištěné, matematicky vyjádřené charakteristiky jako např. koeficient bifurkace (počet toků daného řádu na jeden tok nejbližšího vyššího řádu), vztah mezi spádem a řádem toků, velikostí povodí a spádem toku, vztah mezi výškovou členitostí a spádem a řada dalších charakteristik se pohybují pro různé typy reliéfu a různé velké povodí (počínaje sítí erozních rýh až po velké řeky) v poměrně úzkých mezích a jsou interpretovány jako výsledek erozního vývoje. Tyto metody byly rozpracovány zejména A. N. Strahlerem (1968). Doklady pro erozní původ údolí přináší práce vycházející z koncepce dynamické rovnováhy reliéfu. Např. ve studii o podélných profilech řek Virginie a Marylandu J. T. Hack (1957) mimo jiné ukázal, že existuje úzká závislost mezi litologickými poměry a tvarem podélného profilu. Z erozního původu vycházejí i úvahy o říčním povodí jako otevřeném systému (R. J. Chorley 1962, A. D. Howard 1965) i fyzikálně zaměřené studie, jakou je např. práce L. B. Leopolda a W. B. Langbeina (1962), v níž se řeka přirovnává k termodynamickému systému.

#### *b) Vztahy mezi údolními tvary a geologickou strukturou území*

Tvar údolí je do velké míry závislý na geologické stavbě, hlavně na odolnosti hornin a jejich uložení. Proti převážně tektonickému výkladu údolí přímo svědčí, že v oblastech, kde se střídají různě odolné horniny se odpovídajícím způsobem mění šířka údolního dna a celý charakter údolí. Pro erozní původ údolí také jasně svědčí kontinuita údolí přes rozdílně utvářené a různě staré geologické struktury, které navíc mnohdy prodělávaly v neotektonické etapě rozdílné pohyby. Příkladem mohou být např. údolí pokračující z Rychlebských hor přes poklesovou kru Žulovské pahorkatiny. Tektonickými prolomy nelze vysvětlit např. hydrografické změny vzniklé na vrásové struktuře jurského typu, které vedou až k inverzi reliéfu. Podobně tato hypotéza evidentně selhává v krasových oblastech, kde údolí allochtonních toků náhle končí na hranici vápenců jako poloslepá nebo slepá údolí. Další doklady poskytují skalní brány, skalní mosty a převislé údolní svahy, často se stopami po hloubkové a bočné erozi. Méně časté jsou inverze reliéfu vzniklé tím, že údolí v málo odolných horninách byla vyplněna lávovými proudy a v následujícím období, kdy se údolní síť vyvíjela v novém půdorysu, byly tyto proudy vypreparovány v terénní vyvýšeniny.

Tektonickou hypotézu údolí jako prolomů lze dát obtížně do souladu s některými typy říční (údolní) sítě, zejména prstencovitou, radiální a centripetální. Za nepřímý doklad erozního původu údolí lze rovněž považovat to, že hustota údolní sítě je do značné míry určována propustností hornin.

Konečně jsou známá četná údolí, např. v aridních oblastech nebo v územích dřívějšího horského zalednění, která ústí visutě do hlavních údolí nebo trogů. Kdyby tato pobočná údolí byly prolomy, daly by se tyto zlomové struktury na skalních stěnách hlavních údolí přímo pozorovat. Je také těžké si představit, že recentní aktivní zlomy ve dnech údolí by dosud nebyly přímými metodami zjištěny při podrobných výzkumech pro velká vodní díla a při vyhledávání vodních zdrojů.

### *c) Vývoj údolních tvarů v čase a stavba údolních den*

Během kvartéru prodělávala většina údolí etapovitý vývoj, podmíněný klimaticky, tektonicky nebo oběma příčinami zároveň. Doklady takového vývoje jsou nejčastěji říční terasy, dále terénní hrany vyznačující fáze zahlubování, a údolní pedimenty. Říční terasy stejně jako údolní pedimenty ukazují na dočasnou stabilitu řeky v údolním dně. V oblastech našich zeměpisných šířek vedly opakované klimatické změny v kvartéru ke vzniku celé stupňoviny říčních teras. Genetické a chronologické vztahy mezi akumulacemi teras a změnami podnebí byly prokázány v celé řadě prací. Kdyby údolí byly prolomy, vyplývalo by z této skutečnosti pro genetické hodnocení říčních teras i údolních svahů několik závěrů, které odporují současným poznatkům geomorfologie. Za prvé: svahy mezi terasovými akumulacemi by musely být svahy zlomovými. Za druhé: všechny terasové akumulace uspořádané nad sebou by musely být stejně staré a tvořit původně jeden pokryv. Za třetí: protože terasové akumulace tvořily původně součást pokryvu údolního dna, musely by se v nich po rozlámání nacházet četné příčné i podélné tektonické poruchy (zejména v místech změny směru údolí). Za čtvrté: v případě tektonického vzniku údolí by se sotva dala očekávat tak výrazná kontinuita a korelovatelnost teras na velké vzdálenosti, jaká byla stanovena u celé řady větších i menších řek (u nás viz např. B. Balatka — J. Sládek 1962).

Proti všeobecnému tektonickému výkladu údolí jako prolomů svědčí i vývoj a stavba říčních sedimentů v údolních dnech. Při studiu stavby údolních den byly zjištěny zákonitosti, které V. V. Lamakin (1948) formuloval v koncepci dynamických fází aluvia; jsou v závislosti na tektonických pohybech, reliéfu, podnebí a režimu řek podmíněny způsobem a dynamikou vývoje říčních údolí. V. V. Lamakin rozlišil tři dynamické fáze aluvia: instrativní, kterou mají erodující úseky řek, kontrativní, jež je charakteristická pro oblasti akumulace, a perstrativní, kde převládají hlavně procesy bočního přemísťování sedimentů v jedné úrovni. Negativní tektonické pohyby se projevují převládáním kontrativní fáze. Intenzivní akumulace se projevuje ukládáním říčních sedimentů v superpozici. Říční sedimenty, v nichž převládají výrazné facie řečiště, dosahují velmi značných mocností, podstatně překračujících tzv. „normální mocnost aluvia“ definovanou E. V. Šancerem (1961), která je určována výškou povodňových vod. Toto pojetí je v soulase s výzkumy dynamiky fluviálních procesů, které ukazují, že hloubka vymílání v korytě za povodní je v úzké závislosti na vodních stavech (L. B. Leopold, M. G. Wolman, J. P. Miller 1964). Kdyby údolí byly prolomy s trvale klesajícím dnem, musely by být výsledkem tohoto vývoje velmi značné mocnosti říčních sedimentů. Tato souvrství by musela časově odpovídat celé délce utváření údolí. V horských oblastech, kde jsou údolí nejhlubší, by podle tohoto pojetí musely být i nejhlubší prolomy s největšími mocnostmi říčních sedimentů, které by byly jistě velmi vhodné pro vodárenské využití. Je však všeobecně známo, že říční sedimenty dnešních údolních den jsou zpravidla výsledkem geomorfologického vývoje v nejmladším pleistocénu a holocénu. Procesy eroze a sedimentace na horních a středních tocích našich řek odpovídají instrativní a perstrativní fázi.

### *d) Rozšíření a tvary údolí v pojetí klimatické geomorfologie*

Kdyby říční údolí byly převážně prolomy, dalo by se očekávat, že rozšíření a tvary údolí budou nezávislé na podnebí a budou určovány tektonickými pohyby. Výzkumy klimatické geomorfologie v posledních desetiletích však jednoznačně ukázaly podstatné rozdíly v rozšíření, tvarech a způsobech vývoje údolí v různých klimamorfogenetických oblastech. Tak J. Büdel, jenž původně rozlišil

vnětropickou zónu utváření údolí a tropickou zónu utváření zarovnaných povrchů, svoji klasifikaci dále zpřesnil; rozeznává sedm klimamorfologických zón s různou intenzitou utváření údolí nebo zarovnaných povrchů (J. Büdel 1971). Z hlediska naší diskuse je zajímavá zejména dnešní subpolární zóna excesivního utváření údolí. Na Špicberkách zjistil J. Büdel (1969) ve dnech nezaledněných údolí této zóny, že pod slabou činnou vrstvou je v průměru 50 cm mocná „ledová kůra“ (Eisrinde), jejíž vznik způsobuje silné mrazové tříštění hornin a tím usnadňuje jejich pozdější odnos. Odhaduje, že rychlost zahlubování údolí v této zóně činí kolem 1 m za 1000 let. Tento tzv. „účinek ledové kůry“, s nímž souvisí podle J. Büdela i značná šířka dnešní i pleistocenní zóny excesivního utváření údolí, se mohl v chladných obdobích pleistocénu uplatňovat i v periglaciálních oblastech, k nimž náleželo i území České vysočiny.

Vedle různé intenzity utváření údolí se v jednotlivých klimamorfogenetických zónách projevují také rozdíly v příčném a podélném profilu údolí. Všimněme si pro naše téma důležitějšího podélného profilu. Je známo, že vodní toky vyšších a středních šířek mají výrazně konkávní podélný profil. Stupeň konkávnosti je závislý hlavně na poměru výšková členitost: délka povodí, při čemž rozhodujícími činiteli v utváření konkavity jsou průtok a sedimentární břemeno (L. B. Leopold, M. G. Wolman, J. P. Miller 1964). V oblastech středomořského podnebí jsou podélné profily toků všeobecně příkřejší. Je to způsobeno výraznou periodičností odtoku i dodávání sutě do řečiště. U mnoha toků trvale i střídavě vlhkých tropů bylo zjištěno, že pro ně neplatí známé schéma „horní, střední a dolní tok“. Úseky odpovídající hornímu toku našich zeměpisných šířek jsou velmi krátké a následují po nich téměř k ústí až několik set kilometrů dlouhé úseky s četnými přejemi a vodopády (srov. J. P. Bakker — H. J. Müller 1957, H. F. Garner 1966). Tento jev např. značně zpomalil poznání a kolonizaci afrického vnitrozemí. Podle H. Bremer (1971) mají tropické řeky podélné profily přímé, nikoliv konkávní. Hlavním činitelem je zde průběh bazální zvětrávací plochy. Její nepravidelný průběh má za následek silnou tendenci k divočení a utváření tzv. růžencovitých větvení (J. P. Bakker — J. H. Müller 1957).

Uvedené rozdíly jasně ukazují na význam fluvialních procesů, zejména koraze, pro utváření podélného profilu toků. Rozdílné, klimaticky podmíněné soubory morfogenetických procesů dávají podélným profilům každé zóny specifické rysy. Vylučují tedy, aby spádová křivka byla výsledkem vzájemné polohy povrchů malých zlomových ker, jak by to nutně vyžadovala tektonická interpretace údolí jako prolomů.

#### *e) Současné procesy hloubkové eroze vodních toků v údolních dnech*

Jedním z velmi závažných tvrzení L. Loydy (s. 246) je, že eroze v pevných horninách, jakými jsou např. vyvřeliny, je „nepodložený předpoklad“. Přitom však připouští erozi v horninách nezápevných. Můžeme však vysvětlovat jednu část údolí např. v žulách jako tektonický příkop a následující úsek v jílech jako erozní tvar? Zde se autor svým pojetím musí dostat do neřešitelných rozporů. Je ovšem pravda, že přímých pozorování a dokladů pro probíhající hloubkovou erozi (mimo procesů stržové eroze) je málo a přímá měření jsou víceméně v počátcích.

Za charakteristický jev ukazující na procesy hloubkové eroze ve skalních horninách jsou považovány obří hrnce. Splynutí četných obřích hrnců může vést ke značnému místnímu prohloubení údolí (srov. C. A. Cotton 1948, obr. 24). Přesvědčivým dokladem hloubkové eroze a zvětšování hloubky údolí je ústup vodopádů, které jsou vždy vázány na výchozy odolných hornin.

Dno řečiště je snižováno hlavně korazí, kdy šterky vlečené vodou obrušují skalní dno. Hodnoty koraze dna pohybujeícím se materiálem uvádí H. Louis (1968). Jiným významným činitelem podporujícím erozi na dně řečiště je kavitace. Její podstata spočívá v tom, že klesající vzduchové bubliny mají velmi silný mechanický účinek na dno, jímž mohou uvolňovat skalní úlomky. Ty potom snadno podléhají odnosu.

### Říční údolí a mladé tektonické pohyby

Je skutečností, že význam tektoniky pro vývoj říčních údolí byl dlouho podceňován. Úloha tektonických pohybů byla spatřována jednak hlavně v utváření základních konstruovaných tvarů a tím potencionálních rozdílů v reliéfu, nutných pro činnost vodní eroze, jednak ve vlivu na rozmístění vodních toků (typ říční sítě). Tektonické pohyby se chápaly etapovitě. Krátká období intenzivní aktivity byla oddělena dlouhými obdobími tektonického klidu. Díky rozvoji neotektonických výzkumů a metodám morfostrukturní analýzy se od tohoto málo dynamického pojetí již značně ustoupilo. Rovněž současná geotektonika striktní etapovitost a současnost tektonických fází odmítá. V mnoha geomorfologických pracích byla tektonickému faktoru přiznána v utváření údolní sítě velmi významná úloha (K. I. Gerenčuk 1960, J. A. Meščerjakov 1965). Přijímají se trvale a všudypřítomně působící tektonické pohyby různého typu, intenzity a plošného dosahu. Pro geomorfologii z toho vyplývá nutnost vysvětlovat genezi reliéfu a tedy i říčních údolí jako výsledek víceméně stálého, vzájemně protikladného působení exogenních a endogenních sil (srov. D. A. Timofejev 1972). Vtělení tohoto principu do rekonstrukce geomorfologického vývoje reliéfu se podařilo podle našeho názoru úplně realizovat dosud jen v málo studiích. Je proto důležité, že i v pracích, které jdou v hodnocení tektonického faktoru při vývoji reliéfu nejdále (např. A. P. Rožděstvenskij 1971), a v nichž se význam mladých až současných tektonických pohybů dokazuje nejen pro založení a vývoj údolní sítě, ale také pro vývoj stupňoviny říčních teras, podélných profilů, asymetrii údolních svahů, charakter a stupeň meandrování a intenzitu současných geomorfologických procesů v údolním dně i v řečišti, se přijímá, že údolí jsou hlavně výsledek erozně-denudační činnosti. Toto pojetí ovšem neznamená, že neexistují údolí protékána vodními toky, která jsou tektonického původu a byla erozně-denudačními procesy pouze dotvořena. Např. z Nového Zélandu popisuje C. A. Cotton (1950) četná údolí, která jsou buď úzkými tektonickými prolomy nebo údolími na zlomovém úhlu, vzniklá v místech styku jednostranně ukloněných ker. Pro tektonický výklad těchto tvarů jsou však přímé geomorfologické a geologické doklady a autor je odlišuje od údolí erozních. V platformních oblastech — jako je na př. Česká vysočina —, jejichž vnitřní geologická stavba vznikla hlavně ve starších geologických obdobích a které v neotektonické etapě prodělaly intenzivní tříštění na husté síti zlomů, je značná část údolí založena na tektonických liniích a poruchových pásmech. Údolí se zakládala a vyvíjela jak na starých oživených i neoživených poruchách, tak na nově vzniklých zlomech a puklinových systémech. Dá se předpokládat, že pohyby na těchto zlomech mohly probíhat nejen při zakládání údolí, ale i v průběhu jejich dalšího vývoje. Současně s tím probíhaly ještě jiné typy pohybů, např. celkové zdvihy větších oblastí. Vyvstává tedy i zde problém vzniku a vývoje údolí za stálého současného protikladného působení endogenních a exogenních sil. Avšak i přesto, že dosavadní rekonstrukce geomorfologického a geologického vývoje nebraly a většinou ani nemohly brát dostatečně v úvahu endogenní faktor v naznačeném pojetí, dokazují výsledky četných

regionálních výzkumů, zejména říčních teras, že říční údolí v České vysočině vznikla převážně působením erozně-denudačních procesů. Pro stanovení většího významu endogenního faktoru ve vývoji údolí našich řek je článek dr. L. Loydy nesporně velmi podnětný. Vystává však otázka, které pracovní metody jsou k tomu nejvhodnější. Moderní výzkumy mladých tektonických pohybů, včetně pohybů současných, kladou důraz na komplexní přístup a na souběžné užívání různých metod (geomorfologických, geologických, hydrografických, geodetických, archeologických ap.). Geodetická metoda se uplatňuje podstatnou měrou pouze při výzkumu pohybů současných. Jakékoliv extrapolace naměřených hodnot nebo i smyslu pohybů na minulá období jsou vyloučeny. Naopak je řada problémů s interpretací výsledků i za vlastní měřená období. Vyplývá to z několika skutečností. Především je známo, že naměřené hodnoty pohybů, které činí dosti často milimetry a někdy téměř centimetr za rok (J. Boulanger et al. 1971, mapa) jsou pro platformní oblasti velmi vysoké a kdyby zdvihy a poklesy pokračovaly stejným tempem, vedly by za geologicky velmi krátké období k převratným změnám v reliéfu. Předpokládá se proto, že smysl zjištěných tektonických pohybů se v platformních oblastech musí dosti často měnit. Z toho vyplývá i geologické ocenění geodeticky zjišťovaných hodnot pohybů. Podle J. A. Kosygina (1969) je lze chápat jen jako průměrné rychlosti platné pouze pro intervaly mezi měřeními. Za druhé, existuje okruh problémů spojených s vlastními měřeními. Většina nivelačních sítí, z nichž jsou k dispozici výsledky měření, nebyla zakládána za účelem výzkumu tektonických pohybů. Některé body mohou být proto situovány z geomorfologického a geologického hlediska nevhodně a na jejich pohybech se mohou podílet faktory exogenní a technogenní. Z těchto důvodů se např. v SSSR provádí v posledních letech geologicko-geomorfologické hodnocení stability měřených bodů. Dále, jak ukazují četné práce zabývající se chybami při opakovaných nivelačních, získané výsledky je třeba brát velmi opatrně. Např. L. Loydou citovaný H. Mälzer ve své pozdější práci (1969, s. 280) ze Schwarzwaldu a Hornorýnského příkopu uvádí, že „pohyby jsou poměrně pomalé a všeobecně nepřekračují hodnotou — 5 mm/10 let, což je též hodnota celkových chyb“.

Za třetí je zde problém rovnoměrnosti pohybů a skládání účinků několika současně probíhajících pohybů o různých časových intervalech a vertikálních amplitudách (srov. V. E. Chain 1964, obr. 34). Tato otázka nemohla být uspokojivě vyřešena za pouhých několik desítek let trvajících měření. Z těchto důvodů docházíme k závěru, že na říční údolí, která vznikla dlouhým a složitým vývojem, se nelze dívat z hlediska výsledků poměrně krátkých nivelačních měření. Vznik a vývoj údolí v geologické minulosti i jejich utváření v současné době je proto možno nejlépe vysvětlovat geomorfologickými a geologickými metodami.

### Podmořské kaňony

Nelze rovněž souhlasit s autorovým tvrzením, že „případ podmořských kaňonů se blíží ke konečnému stadiu úplného vyvrácení erozního výkladu“. V knize F. P. Sheparda — R. F. Dilla (1966), která je mladšího data než autorem citovaný ruský překlad učebnice F. P. Sheparda, je nastíněna řada nových problémů, které se objevily s rozšířením výzkumů a s používáním nových výzkumných metod. Většinu kaňonů vysvětlují autoři erozí. Uvádějí četná přímá pozorování a měření podmořské eroze, která vede i v pevných krystalických horninách ke vzniku často až převislých svahů. V kapitole o původu podmořských kaňonů a údolí (F. P. Shepard — R. F. Dill 1966, s. 311 a násl.) se uvažují jako nej-přijatelnější čtyři hypotézy, všechny erozní: a) turbidními proudy, b) pomalým

masovým pohybem — creepem, progresívními skluzy, opadáváním úlomků, c) erozí při dně, avšak jiného typu, než jsou proudy turbidní, d) zatopením sub-aerických údolí. Naopak hypotézy o všeobecném tektonickém původu podmořských kaňonů vyslovené A. C. Lawsonem a A. Wegenerem řadí mezi názory vyvrácené. Zlomový původ podmořských kaňonů a údolí předpokládají F. P. Shepard a R. F. Dill jen u malého počtu těchto tvarů, např. na pobřeží Japonska a jižní Kalifornie.

Na podporu tektonického původu podmořských kaňonů L. Loyda uvádí, že některé jejich příčné profily jsou velmi podobné příčným profilům tektonicky vzniklých údolí. Přitom odkazuje na obr. 2 svého článku, na němž jsou znázorněny profily podmořského kaňonu Monterey a Velkého kaňonu Colorada. Z toho je zřejmé, že kaňon Colorada považuje za výsledek tektonických pohybů. Nedávno vyšlá obsáhlá studie C. B. Hunta (1969) „Geologic history of the Colorado River“ však přesvědčivě ukazuje, že kaňon Colorada vznikl erozním zahlubováním v důsledku pomalého, časově velmi dlouhého zdvihu, který trvá dodnes.

#### Literatura

- BAKKER J. P., MÜLLER H. J. (1957): Zweiphasige Flussablagerungen und Zweiphasenverwitterung in den Tropen unter besonderer Berücksichtigung von Surinam. Lautensach — Festschrift, 365—397, Stuttgart.
- BALATKA B., SLÁDEK J. (1962): Říční terasy v českých zemích, 578 str., Praha.
- BOULANGER J. ET AL. (1971): Summary map of the recent vertical crustal movements for Eastern Europe. 18 str. Moskva.
- BREMMER H. (1971): Flüsse, Flächen- und Stufenbildung in den feuchten Tropen. Würzburger geographischen Arbeiten, 35, 194 str., Würzburg.
- BÜDEL J. (1969): Der Eisrinden-Effekt als Motor der Tiefenerosion in der exzessiven Talbindungszonen. Würzburger geographischen Arbeiten, 25, 41 str., Würzburg.
- BÜDEL J. (1971): Das natürliche System der Geomorphologie mit kritischen Gängen zum Formenschatz der Tropen. Würzburger geographischen Arbeiten, 34, Würzburg.
- COTTON C. A. (1948): Landscape as developed by the processes of normal erosion. 509 str. New York, London and Christchurch.
- COTTON C. A. (1950): Tectonic scarps and fault valleys. Bulletin of the Geological Society of America, 61, 717—758, New York.
- GARNER H. F. (1966): Derangement of the Rio Caroni, Venezuela. Revue de géomorphologie dynamique, 16, 54—83, Paris.
- GERENČUK K. I. (1960): Tektoničeskije zakonomernosti v orografii i rečnoj seti Russkoj ravniny. Zapiski geografičeskogo občestva sojuza SSR, 20, 242 str., Lvov.
- HACK J. T. (1957): Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland. Geol. Survey Prof. Paper 294—B, 97 str., Washington.
- HORTON R. E. (1945): Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Bulletin of the Geological Society of America, 56, 275—370, New York.
- HOWARD A. D. (1965): Geomorphological systems — equilibrium and dynamics. American Journal of Science, 263, 302—312, New Haven.
- HUNT C. B. (1969): Geologic history of the Colorado River. Geol. Survey Prof. Paper 669, 59—130, Washington.
- CHAIN V. E. (1964): Obščaja geotektonika. 477 str., Moskva.
- CHORLEY R. J. (1962): Geomorphology and general systems theory. Geol. Survey Prof. Paper 500-B, 10 str., Washington.
- KOSYGIN J. A. (1969): Tektonika. 616 str. Moskva.
- LAMAKIN V. V. (1948): Dinamičeskije fazy rečnych dolin i alluvialnych otloženij. Zemlevedeniye, 2, Moskva.
- LEOPOLD L. B., LANGEBEIN W. B. (1962): The concept of entropy in landscape evolution. Geol. Survey Prof. Paper 500-A, 20 str., Washington.

- LEOPOLD L. B., WOLMAN M. G., MILLER J. P. (1964): Fluvial processes in geomorphology. 522 str., San Francisco and London.
- LOUIS H. (1968): Allgemeine Geomorphologie. 522 str., Berlin.
- LOYDA L. (1972): Ústup erozních představ. Sborník ČSSZ, 77, 243—249, Praha.
- MÄLZER H. (1969): Comparison of the first and second levelling in the Upper Rhine-graben and Black Forest for relative vertical movements. Problems of recent crustal movements, 273—281, Moskva.
- MEŠČERJAKOV J. A. (1965): Strukturnaja geomorfologija ravninnych stran. 329 str., Moskva.
- ROŽDĚSTVENSKIJ A. P. (1971): Novějšaja tektonika i razvitije reljefa južno Priuralja. 303 sr., Moskva.
- SHEPARD F. P., DILL R. F. (1966): Submarine canyons and other sea valleys. 381 str., Chicago.
- STRAHLER A. N. (1968): Quantitative geomorphology. Encyclopedia of Geomorphology, 898—912, New York, Amsterdam, London.
- ŠANCER E. V. (1961): Tipi alluvialnych otloženij. Voprosy geologi antropogena, 188—199, Moskva.
- TIMOFEEV D. A. (1972): O nekotorych geomorfologičeskich zakonach. Geomorfologija, č. 2, 3—12, Moskva.

#### ZUM PROBLEM DER ROLLE DER TEKTONISCHEN BEWEGUNGEN BEI DER TALBILDUNG

Diese Abhandlung ist ein Diskussionsbeitrag zum Artikel von L. Loyda „Rückzug der Erosionstheorie“ (Sborník ČSZ 77: 243—249), in dem die bisherigen überwiegend auf der Basis der Erosion gegründeten Erklärungen der Flußtäler, Fjorde, submariner Cañons und talähnlicher Formen am Mond als nicht unterlegt gewertet werden. Eine entscheidende Bedeutung bei der Gestaltung dieser Formen wird den tektonischen Bewegungen, vor allem der Entstehung enger Gräben und offener Spalten zugeschrieben. Die Erläuterung der Genese der Flußtäler ist hauptsächlich auf den Ergebnissen wiederholter genauer Nivellierungen gegründet.

Der Ansicht des Verfassers des oben erwähnten Artikels nach wird die Hauptrolle der Erosion bei der Entwicklung der Flußtäler durch folgendes bewiesen: a) Ergebnisse der Untersuchungen der Flußnetze als hierarchisch gestalteter, gut organisierter, selbstregelnder Systeme, b) Beziehungen zwischen den Talformen und der geologischen Struktur des Gebietes, c) Entwicklung der Talformen und Struktur der Talböden, d) geographische Verbreitung der Täler und ihre Formen in der Konzeption der Klimageomorphologie, e) gegenwärtige Vorgänge der vertikalen Flußerosion in den Talböden.

Die Bedeutung der Tektonik für die Talentwicklung wurde bisher tatsächlich ziemlich unterschätzt. Andererseits kann man jedoch die Extrapolation weder der auf Grund genauer Nivellierungen festgestellten Werte noch Richtungen der Bewegungen für die vergangenen Zeitabschnitte durchführen und diese zur Erläuterung der Talgenese verwenden. Die Talentstehung und -entwicklung in der geologischen Vergangenheit und ihre Gestaltung in der Gegenwart können richtig vor allem auf Grund geomorphologischer und geologischer Methoden erläutert werden.

Es werden kurz Loyda's Ansichten auf die Entstehung der submarinen Cañons behandelt. Der von ihm vorausgesetzte vorwiegend tektonische Ursprung entspricht nicht den neuesten Forschungsergebnissen.