LUDVÍK LOYDA

K VÝZKUMU HORIZONTÁLNÍCH POHYBŮ KER ZEMSKÉ KŮRY

Horizontální pohyby ker zemské kůry byly vždy méně známé než pohyby vertikální. Je to celkem pochopitelné, protože lidé vždy spíše zaregistrovali vynoření či propadnutí části pobřeží nebo celých ostrovů (např. v báji o Atlantidě) než jejich bočné posuny třeba i o desítky metrů. Na pevnině bylo možno pozorovat tyto bočné posuny jen při zemětřeseních, a to ještě pouze v těch případech, kdy došlo k zřetelnému přetržení domu, cesty, plotu aj. Pouhý vznik trhlin nebo malých nevýrazných vrás k představě posunu velkých ker obvykle nevedl. Existenci menších posunů po zlomové ploše nám sice dávno ukazovaly stěny lomů a důlních chodeb, ale teprve pozdější představa o driftu kontinentů nás upozornila na možnost pohybu ker mnohem rozsáhlejší.

Dnes nám podávají základní informace o horizontálních pohybech především učebnice všeobecné geologie. Všechny druhy pohybů ker jsou v nich nejen jasné, ale i nadmíru jednoduché — na schématech vidíme dobře jak výchozí tak i výslednou polohu posunutých ker (které jsou samozřejmě nesporné), stejně jako celou dráhu posunu, označovanou často šipkami. Ta ovšem už tak samozřejmá není. Schémata i připojené výklady totiž počítají s přímočarostí pohybu a přitom vlastně vůbec neznají jeho vlastnosti, průběh ani příčinu. Jsou to tedy jen popisy dnešní situace provázené úvahami. Nedostatek znalostí nahrazuje nutně spekulace — zdroj pohybu i jeho průběh je stále věcí pouhého osobního názoru.

Tak jsou např. kauzálně spojovány tektonické pohyby v Českém masívu s „bočným tlakem" nebo „tektonickým neklidem", vycházejícím z alpské oblasti. Jindy jsou „příčinou" pohybu ker hypotetické podkorové proudy, fyzikální a chemické změny v plášti aj. Všechny tyto výklady jsou samozřejmě nějak zdůvodňovány, ale v podstatě nijak nepřesahují rámec úvah a předpokladů. Skutečně zjištěno není zatím nic.

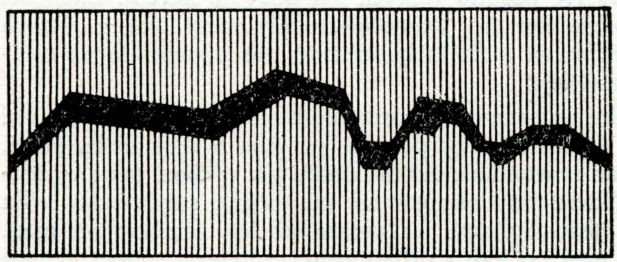
Hledaný zdroj energie však není v žádném případě lokální. Je dokonce možné, že jej známe a zatím jsme jen neuvažovali o možnosti jeho kauzálního spojení s pohybem ker zemské kůry. Bez bližších znalostí povahy kerných pohybů však tento zdroj nebo tuto souvislost pouhá spekulace asi neobjeví. Domnívám se, že je nutno nejdříve studovat charakter tektonického pohybu a teprve potom bude možno přejít k hledání jeho příčin. Tato cesta nás však opět nutně odvede z oblasti klasické tj. převážně popisné geologie a geomorfologie do sféry věd, disponujících přesnějšími měřičskými metodami — do geofyziky, geodézie a některých oborů astronomie.

Problematika horizontálních pohybů proto vůbec není tak jasná, jak nám ji prezentují učebnice geologie. Potíže jsou ovšem v tom, že přesných opakovaných měření, která jsou nezbytná, není stále dostatek. Studium vlastností kerných pohybů je proto teprve v začátcích a celá otázka bude asi ještě dlouho otevřená.

Pro výzkum je jistě třeba vybrat taková místa, kde se pohyb ker musí nejmarkantněji projevovat. Těmi jsou beze sporu úzké zóny na rozhraní pohybujících se ker. Horizontální posuny zde mohou mít povahu oddalování ker (dilatace) nebo jejich přibližování (komprese) či prostého souběžného posunu podle většinou téměř svislé zlomové plochy.

Pohyby dilatační

Při oddalování sousedních ker dochází na jejich styku ke vzniku a rozevírání trhlin a k poklesům celých ker nebo jejich okrajů. V současné době byly právě takové nově se tvořící trhliny objeveny v poušti Kyzyl-kum (Jakubov, Ibragimov 1972). Jejich vývoj je zde možno dobře sledovat — vytvářejí se v povrchových sedimentech náhle a bez viditelných příčin. Jedna z nich, čaryktynská, se objevila v létě r. 1966, v následujícím roce dosáhla délky 50 m a v r. 1968 už byla dlouhá 200 m. Její průběh je zubatý (obr. 1) a připomíná — až na ostré hrany — točité údolí vodního toku.

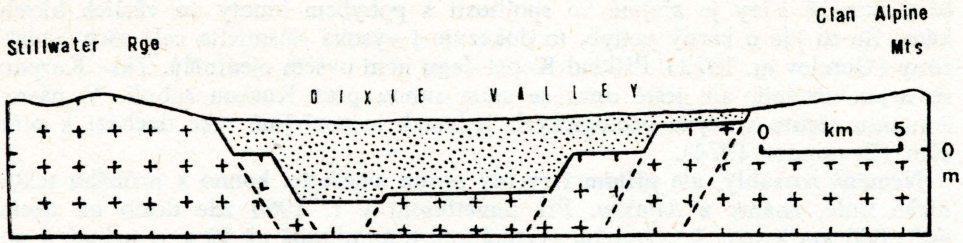


1. Část čaryktynské trhliny. Její průběh připomíná meandrující vodní tok (Jakubov, Ibragimov 1972).

Podobné trhliny jsou zde dost časté — dosahují šířky i přes 1 m a hloubky přes 10 m. Jejich vývoj bývá zprvu docela klidný, ale za nějakou dobu bývají přece jen zaznamenány seismické otřesy. I když epicentra jsou dost vzdálená, přece jen vznik trhlin je považován za jev předcházející zemětřesení. Vznik trhlin i otřesů ovšem je vyvolán společnou příčinou — pohybem ker zemské kůry, takže spojitost obou jevů není kauzální.

Projevem dilatace jsou i různé druhy poklesů. Vzhledem k tomu, že dilataci můžeme vetšinou sledovat jen na zemském povrchu, nemůžeme ani s jistotou tvrdit, že příčinou poklesů je vždy pouze horizontální posun ker — jak ukazují schémata v učebnicích. Může přece docházet i k uklánění ker, např. při slapovém vlnění zemské kůry, při driftu ap. Všechny tyto pohyby jsou však jen variantami mechanického pohybu, k němuž z nějakých příčin dochází v kůře a plášti. Tento pohyb však ještě nic neříká o prvotním zdroji energie, který je jeho příčinou. Zůstává tu tedy stále volné pole pro nejrůznější spekulace.

Názorným příkladem roztahování velkých trhlin a pohybu ker jsou příkopové propadliny. Rychlost dilatačního pohybu zde může být velmi rozdílná. Např. údolí Dixie Valley v jz. USA (obr. 2) se podle geologických a geomorfologických údajů rozšiřovalo v posledních 12.000 letech rychlostí cca 1 cm za 1 rok. Stejná rychlost roztahování byla zjištěna i dnes při opakovaných geodetických měřeních (Thompson, Burke 1973). Tato shoda dnešní rychlosti s průměrnou rychlostí za delší období může být ovšem náhodná.



2. Příkopové údolí Dixie Valley v Nevadě. Jeho stěny se stále od sebe vzdalují a dno klesá (Thompson, Burke 1973).

Roztahování větších trhlin bývá v některých oblastech provázeno i vulkanickou činností. Známe ji např. z centrálního příkopu na Islandu, kde šířka trhlin dosahuje až 20 m. Nedávné triangulace z let 1938, 1965 a 1967 zde pokračující dilataci naprosto jednoznačně potvrdily (Gerke 1969).

Pohyby kompresní

Horizontální posuny ker vyvolané kompresí jsou také mnohem složitější než ukazují kreslená schémata učebnic. V nich se zdá být např. u kerných přesmyků působení bočného tlaku všude naprosto jednoduché a posun po zlomové ploše zcela samozřejmý. Touto jednoduchostí schémata ovšem trochu připomínají dětskou stavebnici, kde lze kostkami lehce posunovat v libovolném směru. V připojených výkladech se však nikde neuvádí, že v přírodě neexistují tak hladké plochy jako v nákresech.

Výklady se tedy plně shodují s kreslenými schématy, ale už méně se skutečnými kernými posuny. Klouzání ker po zcela hladkých plochách je jistě možné, avšak jakékoli prohyby, nerovnosti a značná drsnost zlomových ploch musí nutně posun, který by mohl vzniknout působením bočného tlaku, zcela znemožnit. Může zde docházet pouze k silnému zvýšení teploty a tedy spíše k metamorfóze a k rozdrcení hornin, ale nikdy ne k posunu ker po nerovné zlomové ploše. Navíc tyto plochy bývají často téměř svislé, takže posun ker by mohl způsobit ne tlak horizontální, ale jedině vertikální!

Zkoumání horizontálních posunů vzniklých kompresí je samozřejmě také nejvýhodnější na rozhraní pohybujících se ker tj. v místech, kde probíhají tektonické linie. Těmito místy jsou okraje prohybů, grabenů a kromě toho i překvapivě říční údolí — tj. vlastně tvary reliéfu, vzniklé převážně dilatací.

Zajímavou oblastí přibližování údolních svahů je grabenovité údolí řeky Surchob mezi horskou soustavou Pamiru a Ťan-šanu. V r. 1948 zde byl zřízen geodynamický polygon a na něm byla provedena řada opakovaných měření. Přitom se ukázalo, že všechny triangulační body hřbetu Petra I. (Pamir) se posunují směrem ke Gissarskému hřbetu (Ťan-šan), a to střední rychlostí cca 15 mm za rok. Protože však se tyto body zvedají rychlostí 3,5 cm za rok, lze už mluvit o přesmyku tohoto pohoří přes dno údolí řeky Surchob (Konopaľcev aj. 1973, Guščenko, Stepanov 1973).

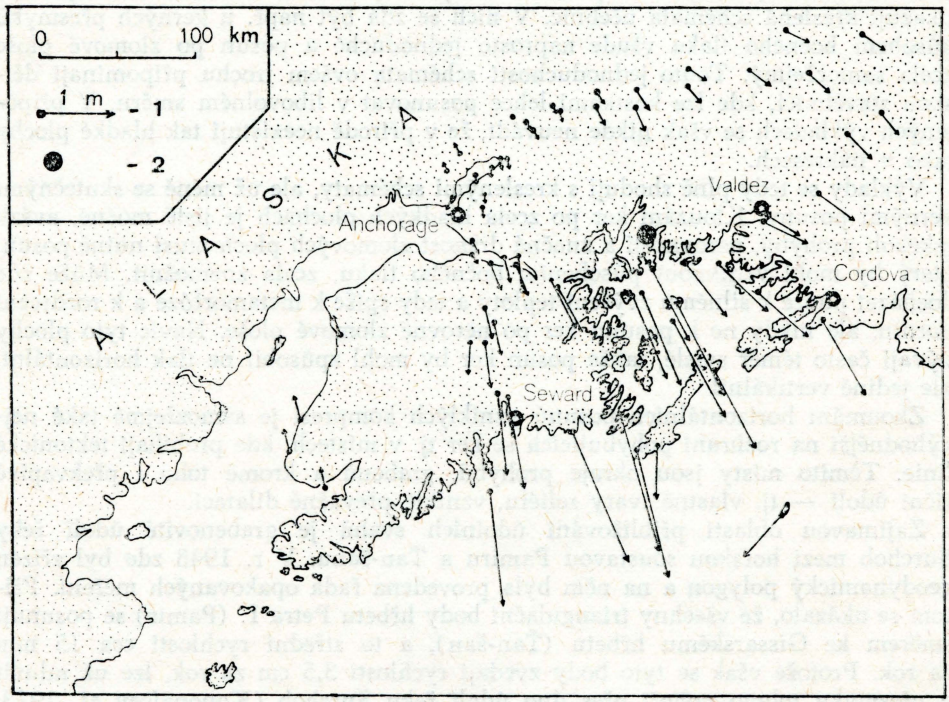
Podobný pohyb byl zjištěn u pohoří Kopet-dag, které se přesunuje k severu přes podhorský okrajový prohyb. Nivelační a tíhová měření provedená v této oblasti (ašchabadský polygon) spolu navzájem souhlasí, takže pohyb povrchové

části zemské kůry je zřejmě ve spojitosti s pohybem hmoty ve větších hloubkách. Že tu jde o kerný pohyb, to dokazuje i vysoká seismicita celé ašchabadské zóny (Gorelov aj. 1973). Příklad Kopet-dagu není ovšem ojedinělý. Také Karpaty se nejen zvedají, ale ještě dnes se stále sunou přes Ruskou tabuli. V pásmu kontaktu těchto velkých geologických jednotek samozřejmě také dochází k otřesům (Brusencov 1974).

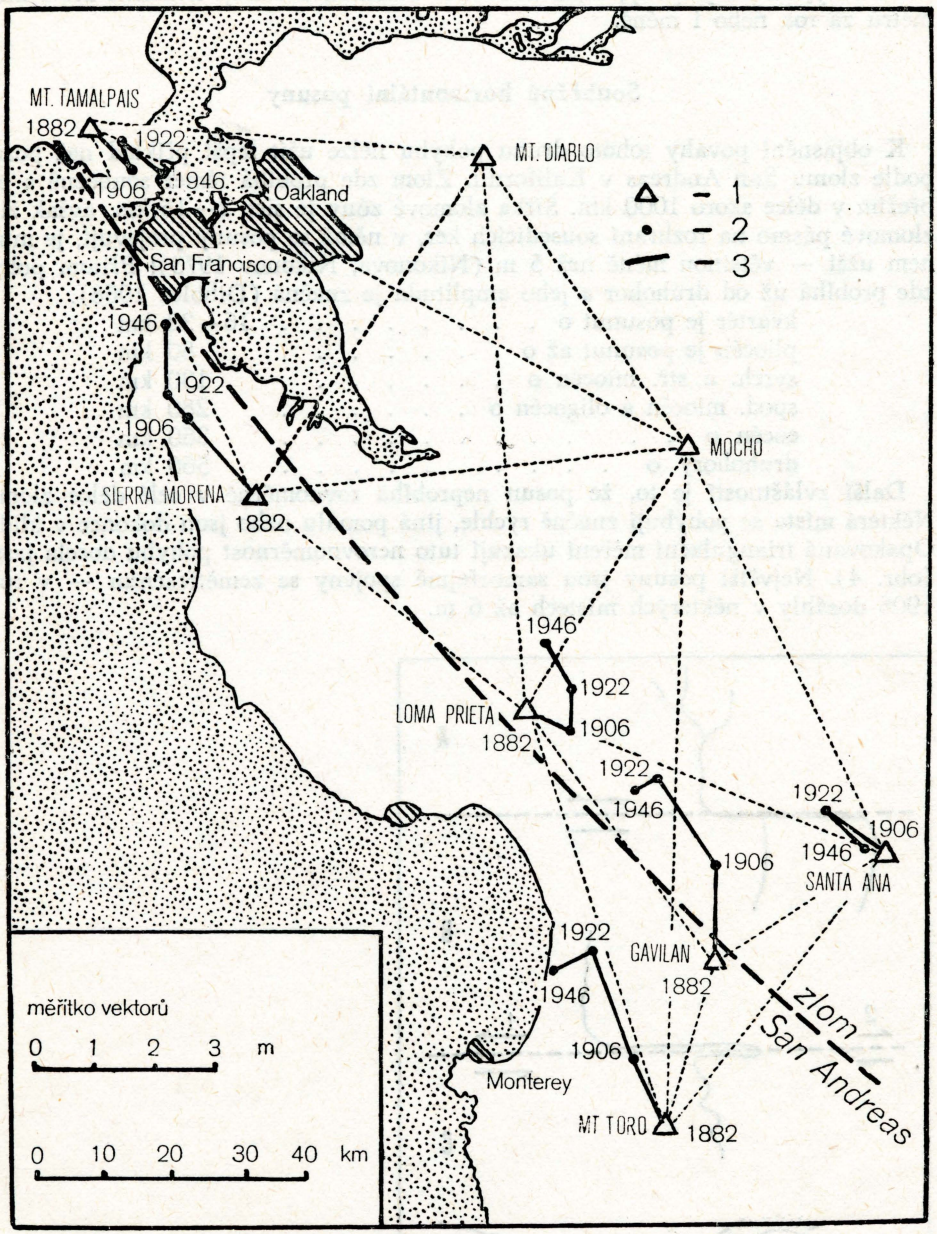
Neméně rozsáhlý, ale přitom i rychlý posun směřující kolmo k průběhu tektonické linie, známe z Aljašky. Při zemětřesení v r. 1964 zde došlo na území 400×800 km jednak k pohybům vertikálním o amplitudě až 12 m a jednak k pohybům horizontálním ve směru k Aleutskému příkopu (obr. 3). Velikost tohoto posunu dosáhla místy až několik desítek metrů (Small, Parkin 1967, Enman 1973).

Pomalé posunování ker, které je rozhodně častější, potvrdily bezpečně výsledky průběžných měření, prováděných ve štole toktoguľské hydroelektrárny (Giss aj. 1973). Štola je založena ve vápenci ve výši 125—180 m nad hladinou řeky. Měření ukázala trvalý posun celé kry, tvořící boky údolí, směrem ke středu údolí a přitom i klesání této kry skoro o 17 cm za rok. Pohyby ker jsou zde zřejmě složité, protože kromě tohoto posunu, který je důkazem komprese, dochází i k rozevírání puklin (dilataci) — v posledních 10.000 letech až o 40 cm. V důsledku toho pokleslo dno údolí o 50 m.

Horizontální posuny ker zemské kůry jsou zřejmě, a to i přes jejich dosud menší



3. Horizontální posuny na Aljašce po velkém zemětřesení v r. 1964 (Small, Parkin 1967).
1 — směr a velikost posunu
2 — epicentrum zemětřesení



4. **Posuny podle zlomu San Andreas, zjištěné opakovanou triangulací r. 1882, 1906, 1922 a 1946 (Meade 1963).**
   1 — triangulační bod
   2 — rok měření
   3 — směr a velikost posunu

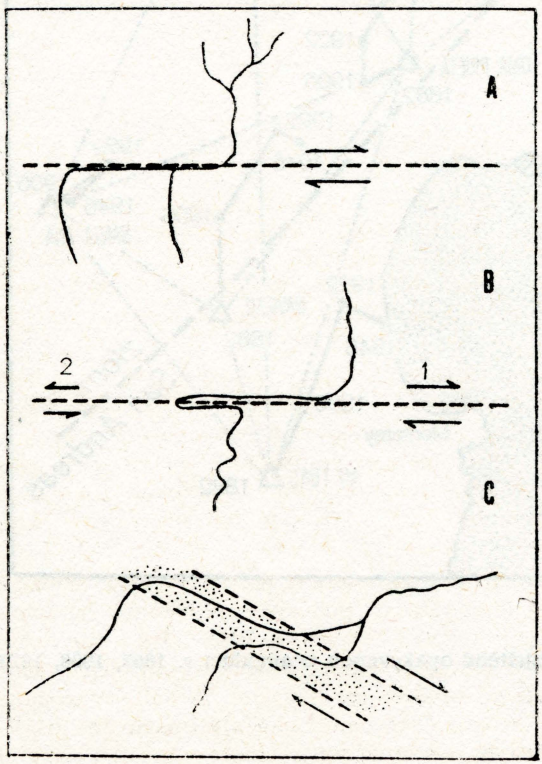
znalost, stejně běžné jako pohyby vertikální. Také jejich rychlosti jsou, až na některé výjimečné případy, zcela obdobné. Většinou dosahují několika málo milimetrů za rok nebo i méně.

Souběžné horizontální posuny

K objasnění povahy tohoto druhu pohybu nelze užít lepší příklad než posun podle zlomu San Andreas v Kalifornii. Zlom zde probíhá téměř souběžně s pobřežím v délce skoro 1000 km. Šířka zlomové zóny je sice 2—15 km, avšak živé zlomové pásmo na rozhraní sousedících ker, v němž se posuny projevují, je mnohem užší — většinou méně než 5 m (Nikonova, Nikonov 1973)! Přitom pohyb zde probíhá už od druhohor a jeho amplituda je značná (Dibblee 1968):

kvartér je posunut o	16—32 km
pliocén je posunut až o	80 km
svrch. a stř. miocén o	130 km
spod. miocén a oligocén o	280 km
eocén o	360 km
druhohory o	560 km

Další zvláštností je to, že posun neprobíhá rovnoměrně v celé délce zlomu. Některá místa se pohybují značně rychle, jiná pomalu nebo jsou dokonce v klidu. Opakovaná triangulační měření ukazují tuto nerovnoměrnost pohybu docela jasně (obr. 4). Největší posuny jsou samozřejmě spojeny se zemětřesením — v roce 1906 dosáhly v některých místech až 6 m.



5. Ohyby (A) a meandry (B) vodního toku, vzniklé při horizontálním posunu na zlomu San Andreas (Wallace 1968). Posun koryta říčky Kyzylsu a Kulsaj (C) v zoně talasofergánského zlomu ve střední Asii (Rancman Pšenin 1963).

Neméně zajímavé jsou ovšem i některé další rysy tohoto pohybu. Detailní geodetická měření provedená bezprostředně po zemětřesení v r. 1966 ukázala, že posun podle zlomu dosáhl hodnoty 20 cm. Z toho na dobu hlavního otřesu připadlo jen 10 cm, zatímco zbývajících 10 cm se sunulo pomalu (creep) v 4—6 denních intervalech až dodatečně (Smith, Wyss 1968). A další zajímavost: podloží kvartéru se tu v téže době posunulo o 30—60 cm (Scholz aj. 1968)!

Na zemském povrchu lze samozřejmě dokázat horizontální pohyby i morfologicky. Jejich výsledkem bývají totiž přetržení či posunutí koryt vodních toků ve zlomové zóně, takže vznikají náhlé ohyby nebo i meandrové smyčky (obr. 5). Tyto náhlé ohyby vodních toků jsou samozřejmě známé z jiných, dnes tektonicky klidnějších území, avšak geomorfologická praxe je taková, že jsou až na malé výjimky všeobecně považovány za výsledek eroze (pirátství ap.). Přitom se zcela opomíjejí starší výzkumy a měření, které tektonické pohyby v říčních údolích bezpečně zjistily. Tak už v roce 1908 zveřejnil Hobbs zprávu o poškození mostů při zemětřeseních, v níž je mnoho podnětů k provádění geomorfologického výzkumu. Hobbs popsal přes 20 případů kerných posunů a o mnoha dalších se zmínil. Zjistil, že při zemětřesení se údolní svahy posunují horizontálně podle zlomu v ose údolí, a to ve 3 směrech: k sobě (komprese), od sebe (dilatace) a souběžně s osou údolí.

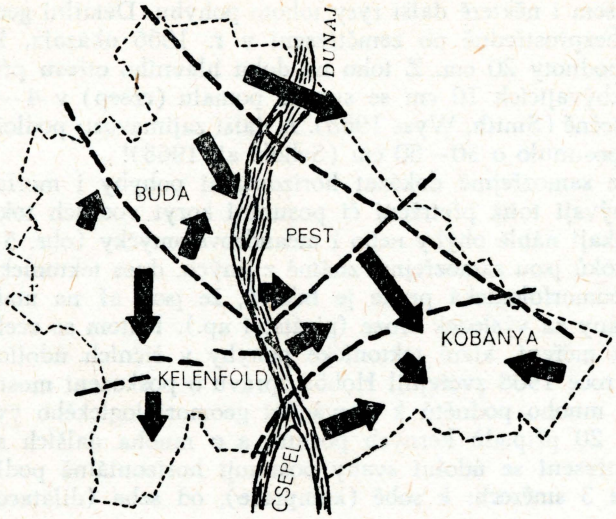
Velikost posunů zjištěná v údolích je jistě neočekávaná — vždyť ji lze někdy dokonce vyjádřit v metrech. Poznatky Hobbsovy se však do genetických erozních výkladů nijak nehodily a tak jsou jako nepotřebné dosud prostě přezírány. K názoru, že vznik říčních údolí může být podmíněn pohybem ker zemské kůry, docházejí zatím jen jednotlivci (např. Dergunov 1972). Ti ovšem sami provádějí výzkum nebo mají k dispozici jeho výsledky (měření), zatímco zastánci erozních výkladů sami exaktní výzkum nikdy neprováděli a ani se nemohou opřít o měřičské údaje, které by jejich názor podpořily.

Pohyby rotační

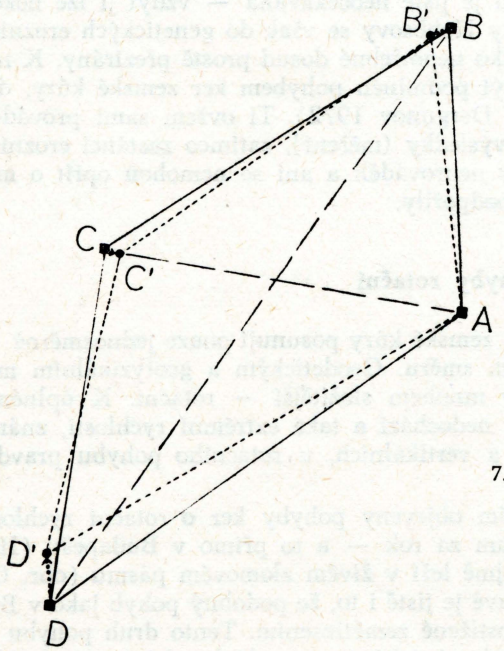
Nelze jistě předpokládat, že se kry zemské kůry posunují pouze jednosměrně — ať už v horizontálním či vertikálním směru. Geodetickým a geofyzikálním měřením se podařilo zjistit pohyb ker mnohem složitější — rotační. K úplnému otočení ker o 360° při něm sice asi nedochází a také extrémní rychlosti, známé u některých posunů horizontálních a vertikálních, u rotačního pohybu pravděpodobně neexistují.

Opakovanou triangulací byly zatím objeveny pohyby ker o rotační rychlosti nepříliš velké — v průměru 1,17 mm za rok — a to přímo v Budapešti (Homoródi 1962). Celý areál města zřejmě leží v živém zlomovém pásmu (obr. 6), jehož průběh sleduje i Dunaj. Zajímavé je jistě i to, že podobný pohyb jako v Budapešti probíhá i ve Skopji, tolik postižené zemětřesením. Tento druh pohybu je pak podle Bendeffyho (1969) charakteristický i pro celé horské systémy Alp, Karpat, Balkanid a Dinarid.

Že uklánění ker a jejich rotační pohyb nejsou omezeny jen na výrazné zlomové linie, dokazují opakovaná triangulační měření na pokusném polygonu, zřízeném v oblasti středoazijské pahorkatiny (Širov 1973). V letech 1969—1971 zde došlo k pohybům, které změnily délku stran tohoto polygonu o několik milimetrů (obr. 7). Rychlost posunů je dost překvapivá, protože jde o území, dosud považované za tektonicky málo aktivní. Také v krivojrožské pánvi ukázaly opakované triangulace, provedené v posledních 80 letech, dost značnou rychlost rotačního pohybu



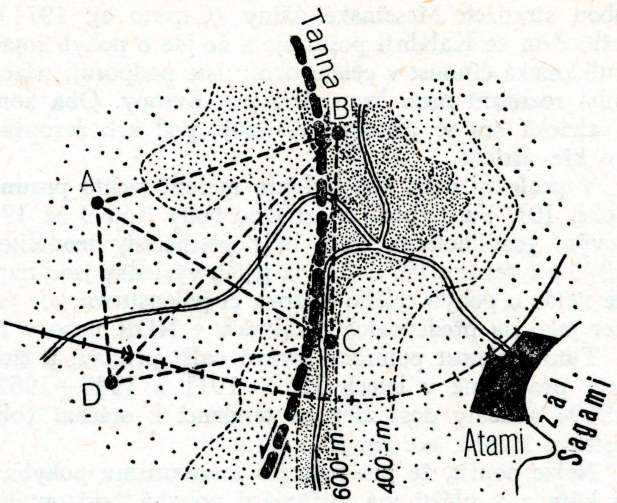
6. Horizontální pohyby ker na území Budapešti podle výsledků opakované triangulace z r. 1878 a 1925 (Homoródi 1962)
1 — zlomy
2 — směr posunu



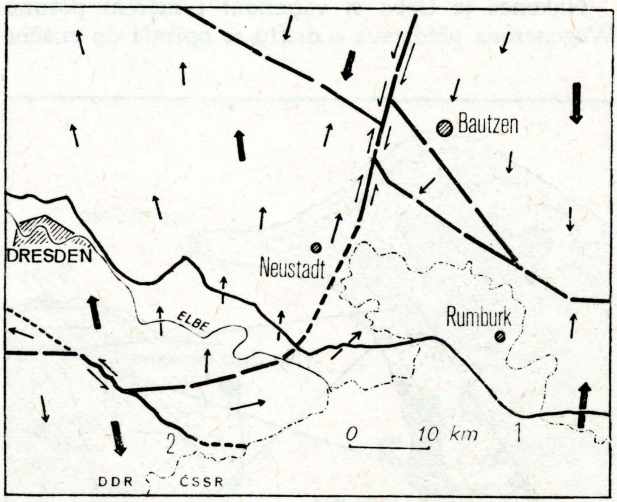
7. Posuny bodů a změny délek stran čtyřúhelníka, zjištěné opakovanou triangulací v letech 1966 a 1971 (Širov 1973). Bod B je posunut o 3,6 mm, bod C o 2,6 mm a bod D o 7,9 mm.

ker — až 10 mm za 1 rok (Kuročkin aj. 1973). V horských a tedy tektonicky jistě aktivnějších územích by pochopitelně měly být rychlosti pohybu ještě větší. Skutečně také v Japonsku nedaleko města Atami byly zjištěny na geodetickém polygonu, vybudovaném po obou stranách zlomu „Tanna", rychlosti otáčivého pohybu více než dvojnásobné (obr. 8).

Také ve střední Evropě byl už tento druh pohybu ker zemské kůry dokázán. Opakovaná triangulační měření v oblasti mezi Lužickým masívem a Krušnými horami v NDR ukázala, že v době mezi měřeními (1870—1910 a 1962—1963)



8. Posuny triangulačních bodů v horské oblasti Japonska podle měření v r. 1969 a 1970 (Geogr. Surv. Inst. Tokyo 1970). Změny vzdálenosti jednotlivých bodů:
A—B = + 19 mm
A—C = + 12 mm
A—D = —12 mm
B—C = + 21 mm
B—D = + 22 mm
C—D = + 18 mm



9. Směry pohybu ker v oblasti lužické poruchy (Bankwitz 1971)
1 — lužická porucha
2 — středosaská porucha

došlo především ke zjevné dilataci (Thurm 1973). Hlavně lužická porucha je zřejmě stále aktivní (obr. 9). Území na jih od ní klesá a zároveň dochází k posunu ve směru SZ—JV (Bankwitz 1971).

Horizontální pohyby menších ker uvnitř pevniny studují zatím převážně geodeti a geofyzikové. Teprve jde-li o pohyb výrazných celků — např. ostrovů — pak si těchto posunů začínají všímat i geologové. Pohyb ostrovů lze totiž užít k podpoře obnovené teorie o kontinentálním driftu.

Ve prospěch této teorie lze samozřejmě užít všechny údaje, získané novým mě-

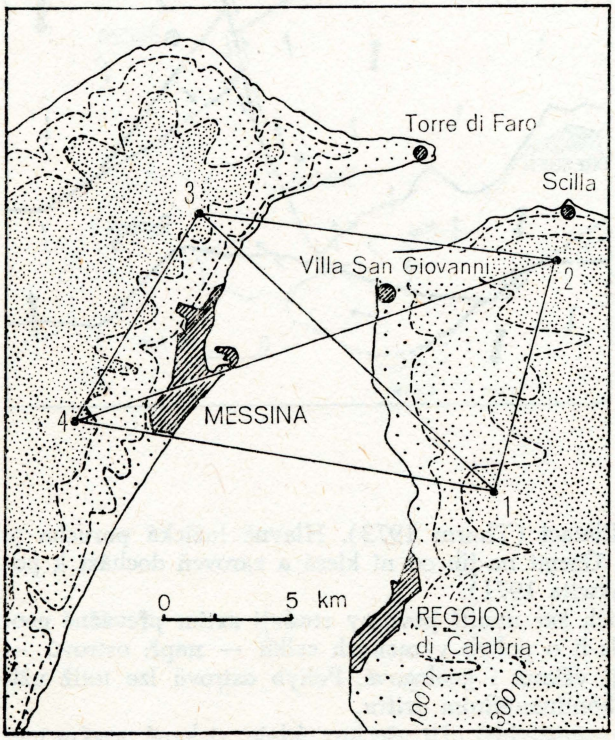
řením. Tak v poslední době byly geodeticky objeveny horizontální posuny po obou stranách Messinské úžiny (Caputo aj. 1971). Ukázalo se, že Sicilie se vzhledem ke Kalabrii posunuje a že jde o pohyb rotační. Tyto pohyby stejně jako vulkanická činnost v celém okolí jistě podporují názor geologů, že právě zde probíhá rozhraní mezi krou Afriky a Evropy. Oba kontinenty se k sobě přibližují a africká kra se přitom podsunuje pod kru evropskou. Sicilie pak zřejmě patří ke kře africké.

V poslední době zde byl pro měření těchto posunů zřízen geodetický polygon (obr. 10). Vzdálenosti mezi jeho body jsou 9 až 19,5 km a byly změřeny laserovým geodimetrem, úhly byly přeměřeny teodolitem. Měření proběhla v září 1970 a v červnu 1971. I když jejich výsledky jsou naprosto jasné, přesto je možné, že nejde o pohyb celého ostrova či poloostrova, ale pouze o dílčí posuny menších ker jako na předchozích lokalitách v NDR nebo v Budapešti.

Tuto možnost potvrzuje právě další příklad, a sice rotace Japonska. Triangulace provedené v letech 1882—1911 a 1946—1967 (Harada 1967, Miyamura 1969) ukázaly dost zřetelně tendenci k otáčení (obr. 11) — ne ovšem celého ostrova Honšú, ale jen jeho částí.

Nelze popřít, že pro poznání mechanismu pohybu ker zemské kůry i pochodů v kůře a v plášti má zjišťování pohybů horizontálních stejně jako vertikálních význam všude — ať jde o vnitrozemí či okraj pevniny nebo mořské dno. Musíme ovšem opustit pohodlnou platformu spekulací a pouhé výměny názorů a nahradit ji vážným zájmem o skutečné poznávání přírodních procesů.

Nakonec je třeba si všimnout i měření posunů celých kontinentů. Původní Wegenerova představa o driftu se opírala do značné míry o astronomická měření.

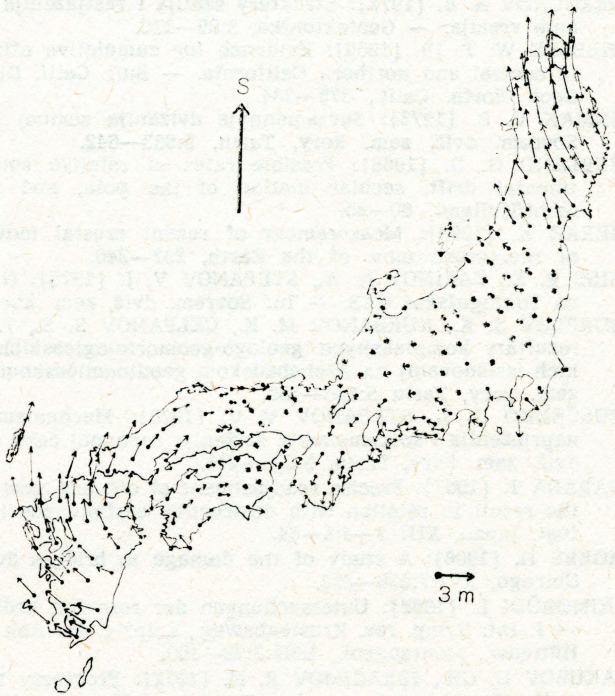


10. Vzájemný pohyb Sicilie a Kalabrie, zjištěný triangulačním měřením v září 1970 a v červnu 1971 (Caputo aj. 1971). Změny vzdálenosti bodů:
1—2 = — 1 mm
1—3 = + 18 mm
1—4 = + 11 mm
2—3 = — 5 mm
2—4 = —53 mm
3—4 = + 8 mm

Ta byla prováděna v Grónsku už od r. 1823, a sice na ostrově Sabine Is. při východním pobřeží a na mysu Kornok na západě. Při jejich opakování však nebyly užity vždy stejné metody a tak měření co do přesnosti nebyla srovnatelná. Získané údaje tehdy ukázaly, že Grónsko se vzdaluje od Evropy o 10—30 cm ročně. Ani pozdějším použitím přesnějších metod (radiové časové signály) se nezískaly příliš odlišné údaje (36 cm za rok), protože vzájemným srovnáním přesnějších dat s nepřesnými už počáteční chybu nebylo možno odstranit.

Srovnání novějších měření ukázala později pravý opak — přibližování Severní Ameriky k Evropě v období 1927—1957 rychlostí 39 cm za rok. Všechny tyto údaje svědčí buď o tom, že astronomická měření zatím nemají k dispozici dost spolehlivých údajů nebo že pohyb pevnin není jednosměrný, ale spíše oscilační. Očekávané dnešní trvalé přibližování nebo vzdalování kontinentů tedy zatím nebylo ještě prokázáno. Jisté je jedině to, že pohyb pevnin skutečně existuje. Vzdálenosti mezi světadíly nejsou proto nijak stálé, ale stále se mění — ročně zhruba o 3—5 cm (Ščeglov 1968). U dosud zjištěných rychlostí pohybu nelze zatím zaručit jejich přesnost — např. místo očekávaného vzdalování Madagaskaru od Afriky zjišťují astronomická měření vlastně přibližování o 43 cm za rok, Grónsko se pohybuje rychlostí 19 cm za rok směrem k západu, ale Severní Amerika se zároveň přibližuje k Evropě a vzdaluje od Japonska (Stoyko 1968). Astronomická měření tedy přinášejí výsledky, které sice potvrzují vzájemný posun všech pevnin, ale jsou někdy ve zřejmém rozporu s naší dosavadní představou o směru tohoto pohybu.

Z měřičských metod jsou dosud nejpřesnější měření geodetická. Astronomická a paleomagnetická měření nejsou zatím tak dokonalá, aby bylo možno na ně



11. Rotační pohyb částí japonských ostrovů, zjištěný opakovanou triangulací (Harada 1967).

vždy spoléhat (Gerland 1968, Ščeglov 1968). Je také samozřejmé, že čím menší je rychlost posunů, tím obtížnější je její zjišťování. Při rychlosti 40 cm za rok je třeba 15—20 let k jejímu astronomickému zjištění, při rychlosti 3 cm je třeba už 50 let, s použitím laseru 10 let a pomocí atomových hodin stále ještě 5 let (Markowitz 1968).

Hlavním nedostatkem všech našich představ je ovšem naprostá neznalost mechanismu tektonického pohybu. Víme zatím jen velmi málo o jeho vlastnostech a vlastně nic o jeho příčinách. Bez těchto znalostí musí ovšem mít představy o pohybu pevnin i jejich částí stále jen popisný charakter a zůstávají nutně na úrovni pouhé evidence jednotlivých posunů. Také výklady o příčině pohybů jsou zatím stále ještě ve stadiu diskuse tj. výměny názorů a tvorby hypotéz. Jak naznačují první výsledky přesných měření, bude revize některých základních představ všeobecné geologie a geomorfologie asi brzy nutná.

Literatura

BANKWITZ P. (1971): Geological explanations to recent movements in the GDR. — Gen. Ass. IUGG, CRCM, IV. Symp., Moskva, 9 p.

BENDEFFY L. (1969): The character and extent of rotational crustal movements in the area of Budapest. — Probl. of recent crustal movements of the Earth, Moskva, 281—287.

BRUSENCOV G. V. (1973): Sovremennyje gorizontaľnyje tektoničeskije dviženija Karpat po sejsmičeskim nabljudenijam. — Priroda, naselenije i ch-vo Jugozap. ekon. r-na, Černovcy, 55—58.

CAPUTO M., FOLLONI G., PIERI L., UGUENDOLI M. (1971): Geodimeter ranging measurements across the Messina Strait. — Inst. of Geodesy and Topography of Univ. Bologna, Ref. XV. Ass. UGGI, Moscow 30. 7.—14. 8., 14 p.

DERGUNOV A. B. (1972): Struktury sžatija i rastjaženija na vostoke Altaja v četvertičnoje vremja. — Geotektonika, 3:99—110.

DIBBLEE W. T. JR. (1966): Evidence for cumulative offset on the San Andreas Fault in central and northern California. — Bull. Calif. Div. Mines and Geol., No 190 — Geol. North. Calif., 375—384.

ENMAN V. B. (1973): Sovremennyje dviženija zemnoj kory i zemletrjasenija. — In: Sovrem. dviž. zem. kory, Tartu, 5:633—642.

GERLAND G. D. (1968): Possible rates of relative continental motion. — In: Continental drift, secular motion of the pole, and rotation of the Earth. Dordrecht/Holland, 80—85.

GERKE K. (1969): Measurement of recent crustal movements in Iceland. — Probl. of rec. crust. mov. of the Earth, 237—246.

GISS R. E., ŽARINOV N. A., STEPANOV V. J. (1973): O smeščenijach i deformacijach na Toktoguľskoj GES. — In: Sovrem. dviž. zem. kory, Tartu, 5:216—222.

GORELOV S. K., KURBANOV M. K., ČELPANOV S. S., TAGIJEV S. (1973): Osnovnynje rezuľtaty kompleksnych geologo-geomorfologičeskich, geofizičeskich i geodezičeskich issledovanij na Ašchabadskom geodinamičeskom poligone. — In: Sovrem dviž. zem. kory, Tartu 5:180—189.

GUŠČENKO O. I., STEPANOV V. V. (1973): Mechanizm formirovanija struktur, pole naprjaženija i sovremennyje dviženija zapadnoj časti chrebta Petra I. — In: Sovrem. dviž. zem. kory, Tartu, 5:205—211.

HARADA T. (1967): Precise readjustment of old and new first order triangulations, and the result in relation with destructive earthquakes in Japan. — Bull. Geogr. Surv. Inst. Japan, XII: 3—4:5—64.

HOBBS H. (1908): A study of the damage to bridges during earthquakes. — J. Geol., Chicago, XVI:7:636—653.

HOMORÓDI L. (1962): Untersuchungen der rezenten Erdkrustenbewegungen in Ungarn. — I. Int. Symp. rez. Krustenbeweg., Leipzig. In: Abh. Ak. Wiss. Berlin, Kl. Bergbau, Hüttenw., Montangeol., 1962:2:92—100.

JAKUBOV D. CH., IBRAGIMOV R. N. (1972): Progressy treščinoobrazovanija v centraľnych Kyzylkumech. — In: Sovrem. dviž. zem. kory na geodinam. poligonach, Taškent, 8—12.

KONOPALCEV I. M., MEDVEDEV V. G., DAVLATOV N. (1973): Gorizontalnyje dviženija zemnoj kory na Garmskom geodinamičeskom poligone po izmerenijam 1968—71 gg. — In: Sovrem. dviž. zem. kory, Tartu, 5:198—204.
KUROČKIN P. J., PANKRUŠIN V. K., SAMARSKIJ R. J. (1973): O sovremennych gorizontalnych dviženijach zemnoj kory v Krivojrožskom bassejne po dannym povtornych geodezičeskich izmerenij. — Sovrem. dviž. zem. kory, Tartu, 5:155—159.
MARKOWITZ W. (1968): Concurrent astronomical observations for studying continental drift, polar motion, and the rotation of the Earth. — In: Continental drift, secular motion of the pole, and rotation of the Earth. Dordrecht/Holland, 25—32.
MEADE K. (1963): Horizontal crustal movements in the United States. — Report to the CRCM, Berkeley, 25 p.
MIYAMURA S. (1969): Report on summary maps of recent crustal movements in Japan. — In: Probl. of rec. crust. mov. of the Earth, Moskva, 164—173.
NIKONOVA K. I., NIKONOV A. A. (1973): Izučenije sovremennych dviženij zemnoj kory v zone razloma San Andreas. — In: Sovrem. dviž. zem. kory, Tartu, 5:643—650.
RANCMAN J. J., PŠENIN G. N. (1963): Pervje rezultaty geomorfologičeskich issledovanij-novejšich gorizontalnych smeščenij zemnoj kory po Talaso-ferganskom razlomu v Srednej Azii. — Izv. AN SSSR, ser. geogr., 5:72—78.
SMALL J. B., PARKIN E. J. (1967): Alaskan surveys to determine crustal movement. — Surv. and Mapp., XXVII:3:413—430, Washington.
SCHOLZ C. H., WYSS M., SMITH S. W. (1969): Seismic and aseismic slip of the San Adreas Fault. — J. Geophys. Res. 74:5:49—68.
SMITH S. W., WYSSM. (1968): Displacement on the San Andreas Fault subsequent to the 1966 Parkfield earthquake. — Bull. Seismol. Soc. Amer., 58:6:1955—1973.
STOYKO N. (1968): Variation séculaire des longitudes. — In: Continental drift, secular motion of the pole, and rotation of the Earth. Dordrecht/Holland, 57—62.
ŠČEGLOV V. P. (1968): Nekotoryje itogi i novyje aspekty rešenija problemy dviženija kontinentov astronomičeskimi metodami. — In: Sovrem. dviž. zem. kory, Moskva, 3:86—103.
ŠIROV F. V. (1973): Iz opyta opredelenija gorizontalnych smeščenij toček zemnoj poverchnosti. — Geod. i kartogr., 6:26—31.
THOMPSON G. A., BURKE D. B. (1973): Rate and direction of spreading in Dixie Valley, Basin and Range Province. Nevada. — Bull. Geol. Soc. Amer., 84:2:627—632.
THURM H. (1973): Untersuchung des vertikalen und horizontalen Bewegungsverhaltens der Erdkruste im Testgebiet Elbtalzone. — Vermessungstechnik, 7:267—271.
WALLACE R. E. (1968): Notes on stream channels offset by the San Andreas Fault, Southern Coast Ranges, California. — In: Proc. Confer. on geol. probl. of San Andreas fault system., Stanford Univ. Publ., Geol. Sci., XI. 6—21.
Geographical Survey Institute Tokyo (1970): Precision distance measurement by laser geodimeter. — In: Sixth UN regional Cartogr. conf. for Asia and the Far East. Teheran, vol. II, Techn. Pap., 138—141.

Zusammenfassung

ZUR FORSCHUNG DER HORIZONTALEN SCHOLLENBEWEGUNG DER ERDKRUSTE

Als Ursache der horizontalen Bewegungen der Schollen wird allgemein der sog. Flankendruck angenommen. Schematische Abbildung in geologischen Lehrbüchern zeigen recht anschaulich die Ausgangslage und die neue Lage der verschobenen Schollen, sowie die Richtung, in welcher der Druck gewirkt hat. Diese Diagramme, die die Verwerfungen, die Überschiebungen usw. darstellen sollen, erinnern an einen Kinderbaukasten, bei dem man die Würfel in beliebigen Richtungen schieben kann. In der Natur gibt es allerdings keine so ebenen und glatten Bruchflächen und daher kann es zu Bewegungen nicht so leicht kommen. Besonders bei den Bruchflächen, die stark geneigt sind oder fast senkrecht stehen, hätte der Flankendruck eher Zerschmelzung des Gesteins als einen Verschub aufwärts (bei der Aufschiebung) erwirkt. In solchen Fällen ist vorauszusetzen, dass eher der vertikale Druck gewirkt hat.

Die Ursachen der Bewegung und das Wesen der Energiequellen, die den horizontalen Verschub hervorrufen, überhaupt, lassen sich freilich nicht durch pure Spekulation entdecken. Es ist unbedingt notwendig die Eigenschaften der Bewegung zu studieren und nicht nur etwa aufgrund eines einfachen Vergleichs der Lagen vor und nach dem

Bewegungsprozess, der übrigens schon vor langer Zeit stattfand, endgültige Schlüsse zu ziehen. Man muss daher die Aufmerksamkeit auf die in der Gegenwart verlaufenden Bewegungen wenden. Hier kommt man mit geologischen und geomorphologischen Kenntnissen allein nicht mehr aus, sondern es müssen auch die Ergebnisse der Wissenschaftsbereiche genützt werden, die über genauere Messmethoden verfügen — namentlich der Geophysik, der Geodäsie und der Astronomie.

Das Wesen der Bewegung lässt sich entweder an der Grenzscheide zwischen den sich bewegenden Schollen verfolgen (dilatationshafte Bewegung, bzw. horizontale Verschiebungen, die durch Kompression an den Bruchflächen erwirkt wurden) oder auf grösseren Territorien (Rotationsbewegung, bzw. durch Drift aktivierte). Als Beispiele einer Dilatationsbewegung wird von Jakubov und Ibragimov vor allem die 2 km lange Spalte, die in der Kyzyl-kum-Wüste in den Jahren 1966—1968 entstand (Abb. 1) und der Graben Dixie Valley in den USA (Abb. 2), der sich in den letzten 12.000 Jahren mit einer Geschwindlichkeit vom 1 cm pro Jahr erweiterte, verzeichnet. Als Beispiel einer Kompressionsbewegung kann dann die Annäherung der Gebirgssysteme des Pamirs und des Tien-schans über das Tal des Flusses Surchob dienen. Hierher gehört auch der Verschub des Gebirges Kopet-dag gegen Norden und der Karpathen in der Richtung zur Russischen Tafel, vor allem jedoch die genau vermessene Schollenbewegung beim Erdbeben auf Alaska im Jahre 1964, bei dem sich ein grosses Gebiet um mehrere zehn Meter in der Richtung zum Aleuten-Graben verschub (Abb. 3).

Die Schollenverschiebungen im Bereich der Flusstäler werden in der gegenwärtigen, auf die Erosionstheorie orientierten Geomorphologie praktisch nicht in Erwägung gezogen — wenn auch solche Bewegungen schon vor langer Zeit entdeckt und gemessen worden sind (Hobbs) und obwohl sie auch noch ständig festgestellt werden können. So erzeugten die geophysikalischen Messungen im Stollen des Wasserkraftwerkes von Toktogul den Verschub einer ganzen Scholle gegen Mitte des Tales. Das Öffnen von Spalten verursachte dort in den letzen 10.000 Jahren eine Senkung der Talsohle um 50 m. Horizontale Bewegungen in den Tälern lassen sich hierbei eben nach geomorphologischen Symptomen verfolgen — dh. nach Biegungen der Flussläufe, nach der Verlagerung des Talbettes u. a. m. (Abb. 5).

Durch wiederholte Triangulationsmessungen lassen sich nicht nur die Verschiebungen nach den Bruchflächen verfolgen (Abb. 4), sondern auch ein Verschub oder eine Neigung einzelner Schollen in einem grösseren Territorium (Abb. 6). Abb. 7 zeigt die Ergebnisse von wiederholten Triangulationsmessungen auf einem Versuchspolygon im hügeligen Teil der asiatischen UdSSR, Abb. 8 die Verschiebungen im hochgelegenen Teil Japans, Abb. 9 die Rotationsbewegung der Schollen in der nachbarlichen Elbtalzone in der DDR. Das Umdrehen Siziliens (Abb. 10) und eines Teiles der Japanischen Inseln (Abb. 11) stellen nur kleine Beispiele einer allgemeinen horizontalen Bewegung der Schollen der Erdkrustedar. Diesse Bewegungen zu ermitteln fordert äusserst komplizierte Untersuchungsmethoden — und besonders bei der Messung der Bewegungen ganzer Kontinente tauchen unzählige Schwierigkeiten auf, sodass die bishigerigen Ergebnisse noch als wenig verlässlich betrachtet werden müssen.

Verzeichnis der Abbildungen:

1. Teil der Spalte von Čaryktyn — der Verlauf erinnert an einen mäandrierenden Strom (Jakubov, Ibragimov 1972).
2. Graben Dixie Valley in Nevada. Seine Wände entfernen sich ständig von einander und der Talboden sinkt (Thompson, Burke 1973).
3. Horizontale Verschiebungen auf Alaska nach dem grossen Erdbeben im Jahre 1964 (Small, Parkin 1967)
   1 — Richtung und Umfang der Verschiebung
   2 — Epizentrum des Erdbebens
4. Verschiebungen an dem Bruch San Andreas, die aufgrund der wiederholten Triangulation in den Jahren 1882, 1906, 1922 und 1946 festgestellt wurden (Meade 1963)
   1 — Triangulationspunkt
   2 — Jahr der Messung
   3 — Richtung und Umfang der Verschiebung
5. Biegung (A) und Mäander (B) eines Stromes, die durch eine horizontale Verschiebung am Bruch San Andreas entstanden (Wallace 1968). Die Verschiebung des Flussbettes der kleinen Flüsse Kyzylsu und Kulsaj (C) in der Zone des Talasoferganischen Bruches in Mittelasien (Rancman, Pšenin 1963).

6. Horizontale Bewegung im Areal von Budapest nach den Ergebnissen der wiederholten Triangulation aus den Jahren 1878 und 1925 (Homoródi 1962)
   1 — Brüche
   2 — Richtung der Verschiebung
7. Verschiebung der Punkte und Veränderung der Länge der Seiten des Vierecks, die bei der wiederholten Triangulation in den Jahren 1966 und 1971 festgestellt wurden (Širov 1973). Punkt B wurde um 3,6 mm, Punkt C um 2,6 mm und Punkt D um 7,9 mm verschoben.
8. Verschiebungen der Triangulationspunkte im Hochlandgebiet Japans nach den Messungen in den Jahren 1969 und 1970 (Geogr. Surv. Inst. Tokyo 1970). Die Veränderungen einzelner Punkte:

A—B = + 19 mm	B—C = + 21 mm
A—C = + 12 mm	B—D = + 22 mm
A—D = —12 mm	C—D = + 18 mm

9. Richtungen der Schollenbewegungen im Gebiete der Lausitzer Störung (Bankwitz 1971)
   1 — Lausitzer Störung
   2 — Mittelsächsische Störung
10. Die gegenseitige Bewegung Siziliens und Kalabriens, die durch Triangulationsmessungen im September 1970 un im Juni 1971 festgestellt wurde (Caputo u. A. 1971). Die Veränderungen der Entfernung zwischen den Punkten:

1—2 = — 1 mm	2—3 + — 5 mm
1—3 = + 18 mm	2—4 = —53 mm
1—4 = + 11 mm	3—4 = + 8 mm

11. Rotationsbewegung von Teilen der Japanischen Inseln, die durch wiederholte Triangulation ermittelt wurde (Harada 1967).

MIROSLAV MACKA — JAN BÍNA

POZNÁMKY K POJETÍ ÚZEMNÍ URBANIZACE

Nové nároky zespolečenšťujícího se charakteru průmyslové výroby vyvolaly již v prvním období vývoje kapitalismu rychlý rozvoj měst. Tím byl zahájen globální proces urbanizace osídlení a životního prostředí, probíhající se stále stoupající intenzitou až dosud.

V hospodářsky vyvinutých zemích s poměrně stabilizovanou sídelní sítí vystupuje dnes do popředí „přeměňující" funkce urbanizačního procesu ve vztahu k neměstskému osídlení. Relativně významnější než přímý růst měst se stala funkční urbanizace venkova a metropolizace sídelní struktury. Podobným vývojem prochází i Československo.

Od začátku tohoto století se ve větší míře okolo našich průmyslových středisek začaly vytvářet pásy obcí, v nichž významnou složkou obyvatelstva byli tzv. kovorolníci, stavozemědělci apod., tedy lidé s dvojím zaměstnáním: na pracovišti ve městě, kam denně docházeli nebo dojížděli a malým zemědělským hospodářstvím. Mnozí postupně opouštěli zemědělskou činnost úplně. Tak si průmyslová města tvořila zázemí pracovně spojená, integrovaná nejen příležitostnými návštěvami úřadů a služeb, ale i nejintenzívnějšímregionálním procesem, kterým je dojížďka za prací. Tam, kde tito pracovníci ve větší míře zůstávali bydlet ve svých vesnicích, bylo toto funkční propojení podmínkou vytváření nové, "městu podobnější" kvality v rámci venkova.