

LUDVÍK LOYDA

POKLES ZÁTOK A ÚSTÍ ŘEK NA APENINSKÉM POLOOSTROVĚ

L. Loyda: *The subsidence of bays and river mouths on the Apennine Peninsula.* -- Sborník ČSGS 87:1:52—61 (1982). — Bays, lagoons, and river mouths were always hold for the most suitable places to set up harbours. Ancient landing places or harbours often had been subsiding under the sea surface, however. This is a proof of intensive sinking of blocks in such places. On the coast of the Apennine Peninsula rests of drowned towns and harbours over 2000 years old are being found. The relevellings have shown the sinking of the Po-delta, too. Drowned harbours seem to verify the fact that minor blocks of the earth's crust on the bottom of bays and of river valleys sink more rapidly than their surroundings.

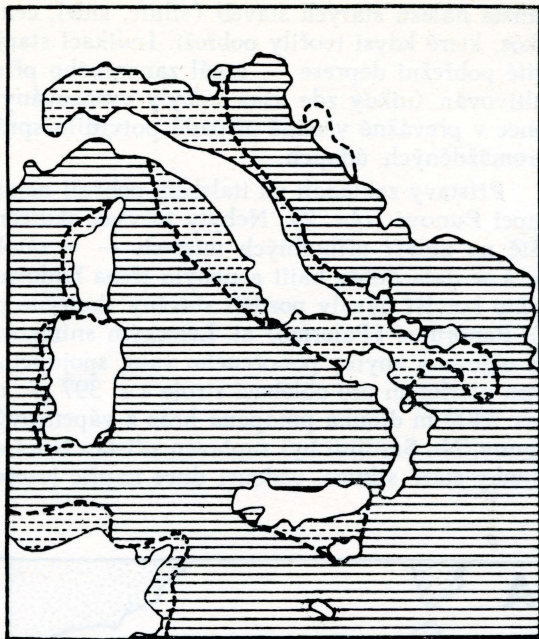
Zaplavování a vynořování pobřeží není jen přírodním procesem, dotýkajícím se často činnosti člověka, ale i zajímavým vědeckým problémem, jenž dosud nebyl podrobněji studován. Za příčinu rozsáhlejších mořských transgresí a regresí byly dříve považovány dlouhotrvající deště (biblická a jiné potopy světa), později táhnutí ledovců (eustase), isostatické pohyby pevniny aj.

Všechny tyto výklady mají převážně obecný charakter — ve všech se pohybuje celá mořská hladina nebo velké části pevniny. Pohyb drobných ker unikal — až na malé výjimky — dosud pozornosti. Zemská kůra je však rozdrobena právě do mozaiky menších ker, jejichž přesné vymezení není ještě zdaleka provedeno. Při současné malé znalosti jejich pohybu nelze pak úspěšně provést ani globální rekonstrukci úrovně mořské hladiny pro určité období ani rozlišit složku eustatickou od tektonické na všech úsecích pobřeží.

Vzhledem k tomu, že na zemském povrchu neexistuje absolutně stálý bod, k němuž by bylo možno vztáhnout všechny tyto pohyby mořské hladiny i pevniny), můžeme — aniž bychom se dopustili větších chyb — sledovat jen relativní výškové změny v určité oblasti, a to buď ve vztahu k oblasti jiné nebo k dnešní úrovni mořské hladiny. Opakovaná nivelační měření navíc ukázala, že na pevnině existují kry o rozměrech jen několika set nebo dokonce desítek metrů, které se pohybují zcela samostatně. Na pobřeží ovšem pokles takové kry může znamenat zánik celé osady nebo její části — obvykle přístavu. Mladé a tektonicky stále živé pobřeží Itálie je pak ideální oblastí pro hledání starých zatopených přístavů i pro studium podmínek, které tento zánik způsobily.

Apenninský poloostrov se vytvořil vlastně až koncem terciéru (obr. 1) a jeho tektonický vývoj určuje poloha na rozhraní velkých ker — africké a evropské. Ke kře africké patří např. Jaderské moře, sev. Apenniny a Vicentinské Alpy, zatímco Tyrhénské moře, Sardinie, Kalabrie a velká část střední Itálie jsou součástí kry evropské (Vandenberg aj. 1976, Malovickij 1978). Hlavně v terciéru se jednotlivé kry pohybovaly nestejnou rychlostí a některé se otáčely ve směru proti hodinám — např. Vicentinské Alpy a sev. Apenniny se tak od sebe vzdálily, takže došlo k ro-

1. Rozsah pevniny Apenninského poloostrova v pliocénu. (Razumov aj. 1978.)



zevření Pádské nížiny. Ta dodnes zůstává aktivní tektonickou zónou s trvale poklesovou tendencí. Klesání dokazuje i mocnost pliocenních až kvartérních sedimentů,

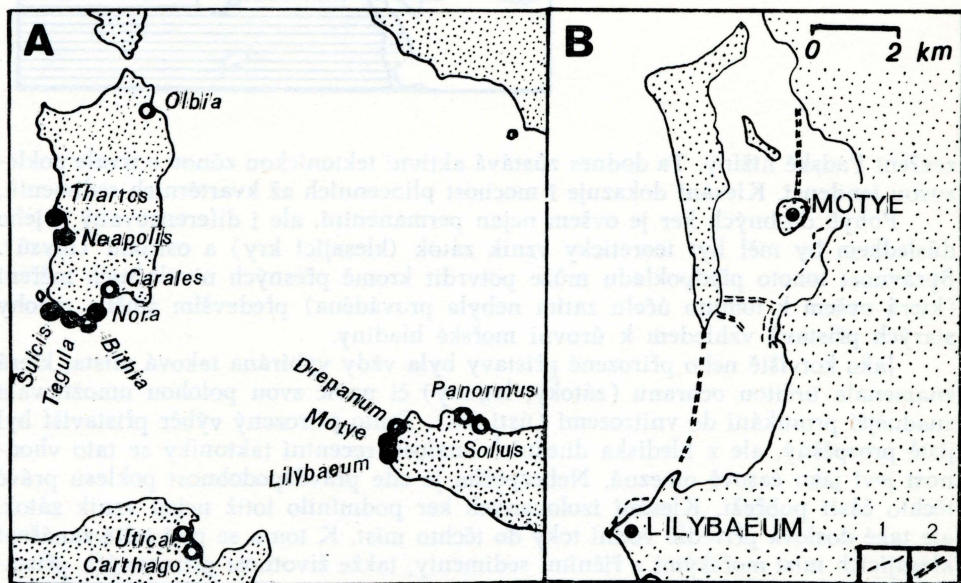
Pohyb drobných ker je ovšem nejen permanentní, ale i diferencovaný a jeho důsledkem by měl být teoreticky vznik zátok (klesající kry) a ostrohů (mysů). Správnost tohoto předpokladu může potvrdit kromě přesných nivelačních měření (která ovšem k tomuto účelu zatím nebyla prováděna) především změna polohy starých přístavů vzhledem k úrovni mořské hladiny.

Jako kotviště nebo přirozené přístavy byla vždy vybírána taková místa, která znamenala určitou ochranu (zátoky, laguny) či navíc svou polohou umožňovala snadnější pronikání do vnitrozemí (ústí řek). Tento přirozený výběr přístavišť byl jistě prospěšný, ale z hlediska dnešních znalostí recentní taktioniky se tato vhodnost jeví jako časově omezná. Nebezpečím je zde pravděpodobnost poklesu právě těchto částí pobřeží. Klesání izolovaných ker podmínilo totiž nejen vznik zátok, ale také doslova přivedlo vodní toky do těchto míst. K tomu se pojí ještě zanášení klesajících míst mořskými a říčními sedimenty, takže životnost přirozených přístavů mnohdy nebyla dlouhá. Proto také některé z nich, ač měly velký význam, dnes už neexistují a někdy dokonce ani nevíme, kde kdysi stály. Objevení takto zmizelých a zapomenutých sídel bývalo dříve spíše věcí náhody, avšak poslední dobou se situace podstatně změnila. Úspěchy přináší systematické studium starých mapových a literárních pramenů a hlavně využití leteckého snímkování.

Bližší údaje o tomto výzkumu v Itálii uvádí Schmiedt (1964). Hledání dnes neznámé polohy starého zaniklého přístavu začíná vždy shromáždováním veškerého materiálu geografického, topografického, historického, archeologického aj. a zanesením všech dokladů či indicií do mapy. Využívány jsou především staré itineráře (Tabula Peutingeriana, Scylacis Periplus aj.) a portolány (např. průvodce po Středomoří z r. 1250 „Compasso da Navigare“, Idrisiho portolán pro Sicílii a jižní Itálii z 12. století „Libro di Re Ruggiera“ aj.). Do map jsou zanášena

i místa nálezů starých staveb (silnic, sídel, centuriací aj.) a také zbytky přesypů a kos, které kdysi tvořily pobřeží. Indikací starých přístavů jsou i zemědělsky využitá pobřežní deprese — areál zaneseného přístavu byl totiž ve středověku často kultivován (nikdy zde však nebyly vysazovány stromy). Letecké snímkování nakonec v převážné většině případů potvrdilo správnost předpokladů, založených na shromážděných údajích.

Přístavy zakládali na italském pobřeží nejdříve Feničané a později i jejich nástupci Punové (obr. 2). Nebyly to však skutečné přístavy, ale jen přirozená kotviště na zvláště příhodných místech — v zátokách, lagunách, na ostrovech ap., která se dala dobře hájit a nebylo třeba budovat velká přístavní zařízení. V místě těchto kotvišť bývaly později stavěny skutečné přístavy — např. Carales (Cagliari), Panormus (Palermo) aj. Leteckým snímkováním byly u starého přístavu Motye objeveny zbytky ponořeného valu, spojujícího ostrov s pevninou a také poloha dvou platform pro obléhací stroje z r. 397 př. n. l. U blízkého Lilybaea byla zjištěna 2400 m dlouhá potopená hráz z vápencových bloků, chránící kdysi vjezd do laguny. Na Sardinii byl zaplaven přístav Nora a u města Neapolis objevily letecké snímky staré silnice, vedoucí dnes napříč jezerem.

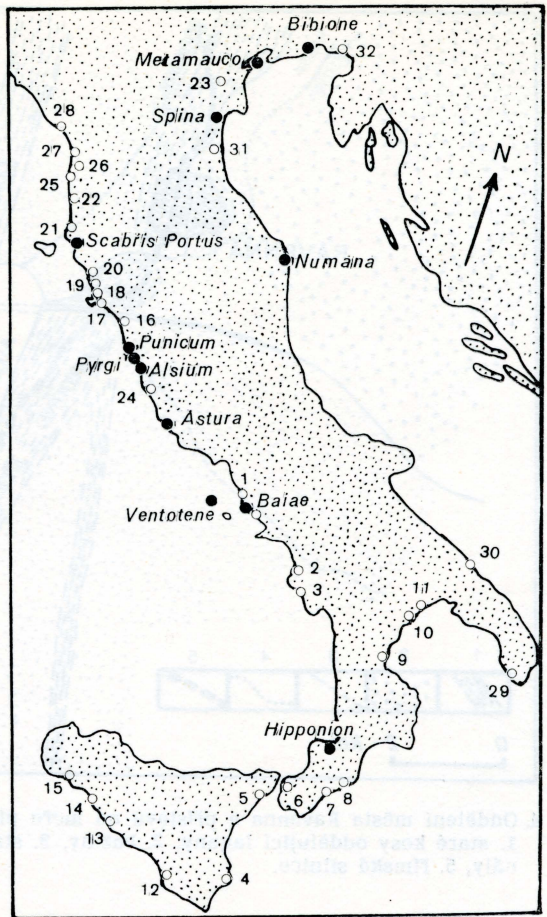


2. Hlavní fénická a punská přístaviště. (Schmiedt 1964.) A. ponořená přístavní zařízení (plný terč); B. ponořená mola (1) a hráze (2) v přístavu Motye a Lilybaeum.

Také Řekové Etruskové a Římané vyhledávali pro své přístavy stejná místa — zřejmě jako všichni mořeplavci (obr. 3). V zátoce byl vybudován nejstarší řecký přístav Cuma (Kymé), dále Taranto, Hipponion, Siracusa aj., v ústí řeky pak Paestum (Posidonia), Velia (Eléa), Heraclea a další. Výjimkou byl přístav Numana, který podle staré legendy poklesl pod hladinu při zemětřesení. Dlouho byla známa jen jeho nekropole, až letecké snímky objevily ponořené bloky budov. Celé město stálo na pilířích — podobně jako Benátky. Některé přístavy byly zbudová-

3. Řecké, etruské a římské přístavy pokleslé pod hladinu (plný terč) případně zanesené říčními a mořskými sedimenty. (Podle Schmiedta 1964.)

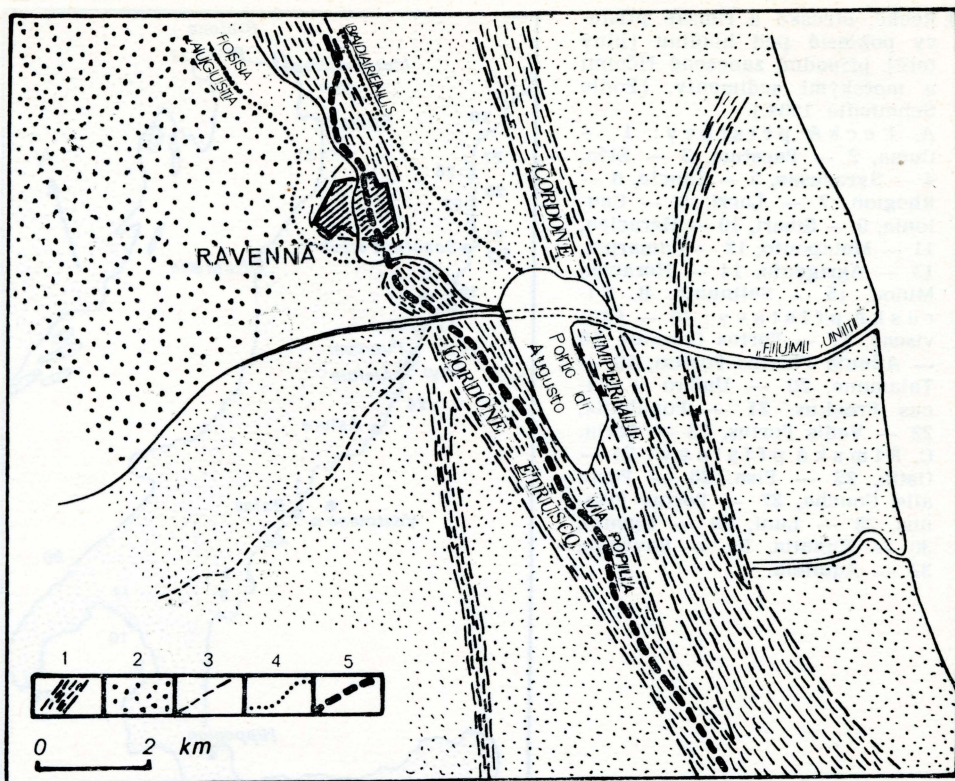
A. Řecké přístavy: 1 — Cuma, 2 — Paestum, 3 — Eléa, 4 — Syracusae, 5 — Zancle, 6 — Rhegion, 7 — Locri, 8 — Caulonia, 9 — Sibari, 10 — Heraclea, 11 — Metaponto, 12 — Camarina, 13 — Agrigento, 14 — Heraclea Minoa, 15 — Selinunte. B. Etruské přístavy: 16 — Graviscae, 17 — Portus Cosanus, 18 — Albinia Fluvius Positio, 19 — Talamone, 20 — Umbro + Lacus Praelium, 21 — Populonia, 22 — Vadis Portus, 23 — Adria. C. Římské přístavy: 24 — Ostia, 25 — Pisa, 26 — Porto alle Conche, 27 — Portus Pisanus, 28 — Luni, 29 — Ugento, 30 — Egnatia, 31 — Ravenna, 32 — Aquileia.



ny dále od pobřeží a s mořem byly spojeny kanály. Ty jistě nebyly vystaveny tolik nebezpečí poklesu a zatopení, jako spíše zanášení (Metaponto, Camarina, Selinunte aj.).

Z etruských přístavů jsou známy především Adria a Spina. Obě města stála na pilířích v laguně. Původně venetská Adria byla od moře oddělena pouze přesypem. Později se však při pobřeží vytvořil další písčný val, takže město muselo být s mořem spojeno kanálem, přetínajícím dva přesypy. Tentýž osud potkal i Ravennu (obr. 4) a Spinu, která navíc klesla pod hladinu laguny. Opět až letecké snímkování ukázalo její skutečnou polohu při kanálu, vedoucím z mrtvého ramene Pádu. Na západním pobřeží klesl pod vodu přístav Scabris Portus. Pokleslý areál je zde rozsáhlejší, protože byla zatopena i značná část přilehlé silnice. Etruské přístavy byly často používány a přestavovány Římany, takže dnes lze těžko rozlišit, zda pokleslé části jsou etruského či římského původu (např. Alsium, Pyrgi, Punicum).

Starý římský přístav Anzio byl vůbec prvním ze všech potopených přístavů, který byl v novější době vykopán. Průzkum zjistil na západ od dnešního přístavu zbytky přístavů starších — Neronova a Inocentova. Z dalších římských přístavů



4. Oddělení města Ravenna a přístavu od moře písčnými valy. (Schmiecl 1964.)

1. staré kosi oddělující laguny, 2. bažiny, 3. staré říční rameno, 4. staré plavební kanály, 5. římská silnice.

byl letecky objeven Portus Pisanus, oddělený dnes od moře říčními i mořskými nánosy, podobně jako blízký Porto alle Conche. Dále k SZ, při ústí říčky Magra, ležel válečný přístav Luni, používaný kdysi proti Ligurům. Dnes je pokleslý a zanesený jemnými sedimenty. Také v Ostii (Portus Romae) byly přístavy dva — mladší Trajanův, který je známý, a starší Claudiův, který dosud nalezen nebyl.

K nejznámějším na západním pobřeží však patří zatopené přístavy v Neapolském zálivu u Pozzuoli. Zde jsou důsledky pohybů pobřežních ker zřejmě nejmarkantnější. Týkají se nejen přístavů, ale dosti širokého pruhu celého pobřeží (obr. 5). Tektonické pohyby zde jsou jistě ovlivněny i sopečnou činností. Např. blízká oblast Flegrejských polí se střídavě zvedá a klesá, přičemž rychlost těchto pohybů se značně mění — z průměrných 15 mm/rok až na extrémních 5 mm/den. Tento zrychlený zdvih byl zjištěn v létě 1969, avšak už v r. 1970 byl vystřídán poklesem (Corrado aj. 1972). V římské době bylo v důsledku těchto pohybů i nedařleko ležící jezero Lucrino mnohem rozsáhlejší než dnes. Od moře bylo odděleno jen písčným valem. Zde byl i obchodní přístav Portus Julius, v jezeře Averno pak byl přístav válečný. Ve 2. stol. n. l. se obchodní přístav ponořil a v 6. stol. proniklo moře i do jezera Averno. V 10. stol. dosáhl pokles pobřeží už 8 m. Pokračující klesání bylo až v 11. stol. vystřídáno pomalým zdvihem. V 16. stol. bylo celé území zasypáno pyroklastiky z Monte Nuovo, zvedání však pokračovalo do

5. Pohyb pobřežní čáry v zálivu Pozzuoli.

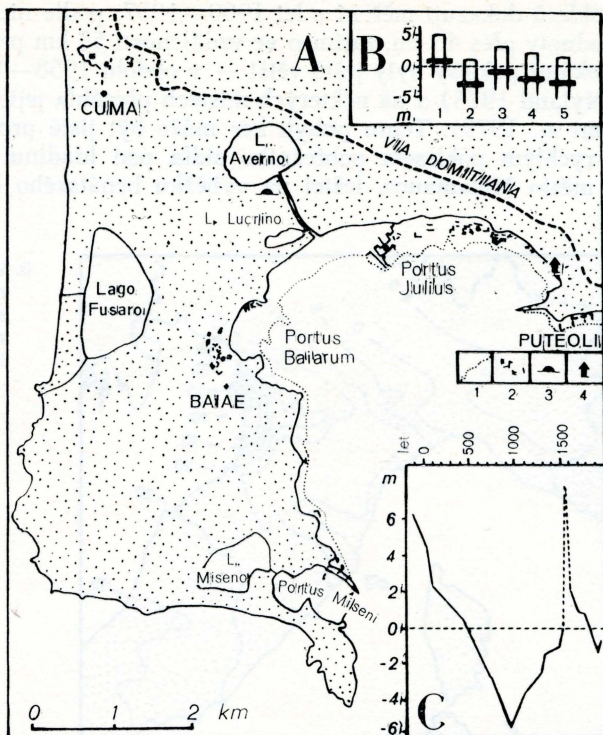
A. Zatopení přístavních zařízení v přístavech Portus Julius, P. Baiarum a P. Miseni. (Schmiedt 1964.)

1. břehová čára v římské době, 2. zatopené stavby a přístavní zařízení, 3. jeskyně Sibyllina, 4. chrám Serapisův.

B. Kolísání polohy přístavních sloupů na mole v Pozzuoli. (Schmiedt 1964.)

1. v římském období, 2. ve středověku, 3. v 16. století, 4. v r. 1840, 5. v r. 1865.

C. Klesání a zvedání Serapisova chrámu za dobu téměř 2100 let. (Nikonov 1976.)



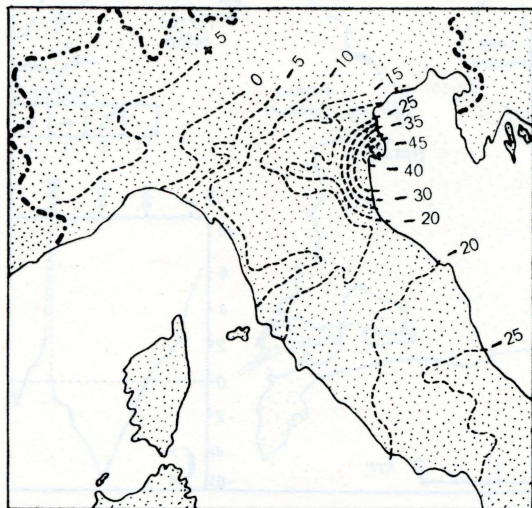
počátku 19. stol., kdy začíná nový pokles. V oblasti zálivu jsou dnes zaplaveny části přístavů Portus Miseni, P. Baiarum a hlavně P. Julius. Oscilační charakter pohybů pobřeží dokumentují i vložené obrázky 5 B, C.

Z důležitějších římských přístavů na západním pobřeží známe dnes ještě Ventotene a Astru. Oba leží na ostrovech. Astura byla spojena s nedalekým pobřežím mostem, kolem něhož byly sádky na ryby, přístav ap. Dnes se z vody vynořují jen stará mola, a to ještě jen při odlivu. Ventotene má přístav vyhloubený v sopečném tufu. Pokles přístavních zařízení zde dosáhl téměř 3 m, ale v dnešní době se pobřeží opět zvedá.

Na východním pobřeží byl objeven lagunový přístav Ugento s megalitickými zdmi v okruhu téměř 5 km. Klesání pobřeží zde dokazují i bažiny a ponořená kosa. V severní části Jaderského moře bylo kromě Ravenny jedním z největších obchodních středisek Aquileia, vybudovaná při ústí řeky Natissa. Řeka zde byla upravena, takže lodi mohly plout až do středu města. Přístav byl pak tvořen komplexem kanálů. Po zničení města Huny v 5. stol. přístav poklesl a byl zanesen jílem a pískem.

Stále silně klesajícím územím je i Pádská nížina. Opakovaná nivelační měření zde dokazují, že poklesy se zvětšují od západu k východu (obr. 6). To dokazuje, že vzdalování Alp od Apennin a rozevírání prostoru mezi nimi stále ještě pokračuje. K zesilování intensity poklesů směrem k ústí řeky Pádu dochází tedy zcela zákonitě. Uvolnění tlaků a napětí, vedoucí k poklesům, by ovšem mělo umožnit i samostatný pohyb menších ker, především v deltě. Studium ústí velkých řek se skutečně potvrdilo, že právě v deltách dochází k diferencovaným kerným pohybům s celkově silně poklesovou tendencí (Tagejeva 1968). Toto zvětšování

poklesů dokazují měření z let 1900—1957, podle nichž pokles v ústí Pádu dosáhl hodnoty přes 45 cm, zatímco ve vzdálenosti 55 km proti proudu činil už jen 15 cm. Lokální poklesy byly ještě větší — v období 1958—1967 dosahovaly i přes 60 cm (Nyland 1976) a na některých místech přesáhla jejich rychlost i 8 cm/rok (Colantoni aj. 1979). Tento pohyb ker může být jistě provázen i zemětřesením a tedy i rychlým poklesem pobřežního sídla pod hladinu. Tak se v r. 1100 propadlo i město Metauro, ležící na výběžku benátského Lida.

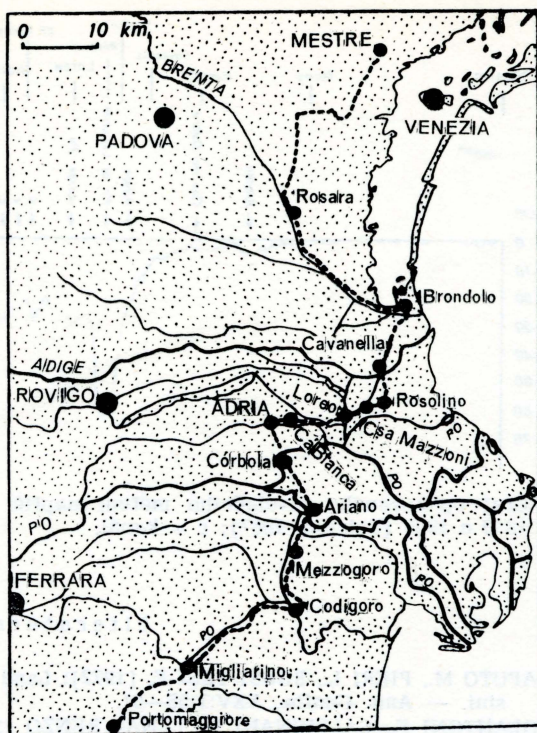


6. Vertikální pohyby zemského povrchu ve střední Itálii a v Pádské nížině [v centimetrech] v období 1897—1942. [Salvioni 1957.]

Delta Pádu se zřejmě pohybuje jinak než ostatní části italského pobřeží. Např. mareografy v Terstu a v Janově dokumentují zcela jiný průběh pohybů mořské hladiny než mareografy v Benátkách a v Porto Corsini u Ravenny (Caputo aj. 1972). Na poklesu pevniny se jistě podílí i čerpání vody a plynu z podložních vrstev (Nikonov 1976), ovšem tento vliv nemůže být příčinou souvislého klesání celé pádské nížiny. Opakovaná nivelační měření vedená napříč deltou Pádu (Salvioni 1957) vymezila především zvláště silně klesající úsek mezi obcemi Cavanella na severu a Mezzogoro na jihu (obr. 7 a 8). Na sev. okraji tohoto silněji klesajícího úseku dnes teče řeka Adiže, na jižním okraji pak hlavní rameno řeky Pádu. Ani zde však není pokles zcela jednoduchý — ukazuje se, že střední část pokleslého příkopu s městy Loreo a Adria je zřejmě tvořena relativně stabilnější krou (hrástí), tvořící jakýsi předěl mezi oběma řekami. Celková šířka silněji klesající střední části dosazuje zhruba 25 km, šířka vnitřní hrásti pak asi 5 km. Právě díky větší stabilitě této vnitřní kry nezmizel pod vodou nebo v bažině přístav Adria.

Severní část nivelační linie probíhá téměř souběžně s pobřežím laguny, v níž leží město Benátky. Pokles území zde sice také existuje, avšak ve srovnání s údolím Adiže a Pádu je celkem nepatrný. Je vyvolán zčásti tektonicky a zčásti čerpáním vody z podloží. Podíl obou faktorů se samozřejmě lokálně mění. Dokazují to i změněné úklony vrstev — terciérní sedimenty se uklánějí k severu, kvartérní pak k východu (Finetti aj. 1971). Uklánění směrem k východu začalo být zvlášť výrazné zhruba před 6000 lety (Fontes aj. 1973). Podle dnešních měření klesá např. Lido di Venezia rychlostí 8 mm/rok. Na tomto uklánění je ovšem závislý i osud Benátek.

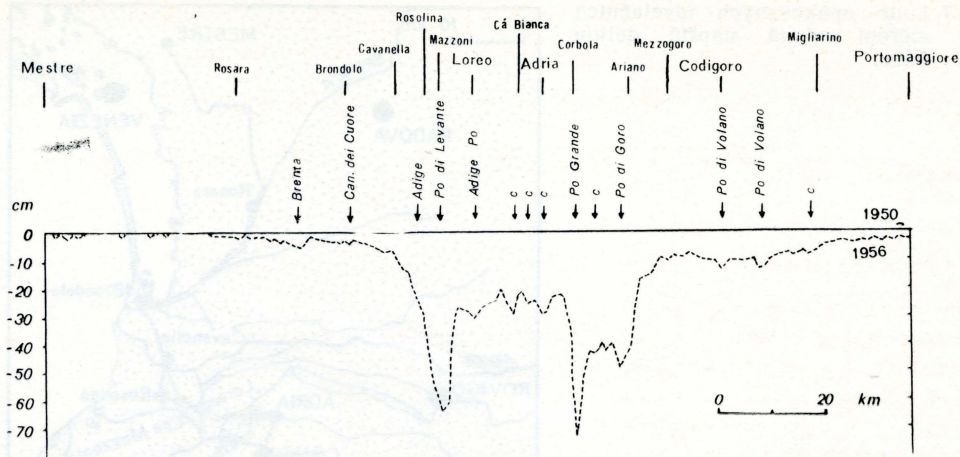
7. Linie opakovaných nivelačních měření vedená napříč deltou Pádu.



Je známo, že Benátky leží na 118 ostrůvcích, zpevněných dřevěnými pilíři, kterých bylo užito nesmírné množství. Jen na podklad chrámu Santa Maria della Salute jich bylo spotřebováno přes 1,1 miliónu (Razumov aj. 1978). Ve 12.—16. století byly přeloženy dolní toky řek Piavy, Brenty a dalších, které se vlévaly do laguny a zanášely ji. Zvětšující se pokles města i laguny dokazují častěji se opakující mořské záplavy. Před 50—100 lety přicházely zhruba jednou za 5 let, před 25 lety se už objevovaly každoročně a v posledních 10 letech k nim dochází třikrát za rok. Např. chrám San Marco je už delší dobu zaplavován každoročně a v posledních 53 letech poklesl o 183 cm (Razumov aj. 1978).

Na severním pobřeží Jadrana a tedy už mimo území Apenninského poloostrova ležel při ústí řeky Tagliamento venetský přístav Bibione. Roku 452 byl dobyt Attilou, později se však propadl a na jeho místě vznikla laguna, do níž vede stará římská silnice.

Uvedené příklady klesání a zanikání antických přístavů vlastně dokumentují průběh tektonického pohybu menších ker zemského povrchu. Ve vnitrozemí bychom tento pohyb bez přesných měření ve většině případů vůbec neregistrovali — mořská hladina však na něj upozorní ihned. Pohyb drobných ker však jistě probíhá stejně v úrovni mořské hladiny jako jinde. Jak ukázala opakovaná nivelační měření na našem území, výraznější poklesy se váží vlastně pouze na říční údolí. Oba nové poznatky — z pobřeží i z vnitrozemí — se tedy viditelně doplňují a naznačují, že nejsou jen lokální zvláštností některého z těchto území. Poklesy menších ker jsou zřejmě zcela běžným přírodním procesem, vytvářejícím nutně i určité tvary reliéfu.



8. Graf opakovaného nivelačního měření napříč deltou Pádu, provedeného v letech 1950 a 1956 (Salvioni 1957); c = kanál.

Literatura

- CAPUTO M., PIERI L., ROSSI TESI F. (1972): Land subsidence in Venice and Porto Corsini. — *Ann. Geofis.*, XXV:1:55—61.
- COLANTONI F., GALLIGNANI P., LENAZ RENZO (1979): Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic continental shelf (Italy). — *Mar. Geol.*, 33:1—2: M 41 — M 50.
- CORRADO G., GUERRA I., BASCIO A., LUONGO L., RAMPOLDI R. (1977): Inflation and microearthquake activity of Phlegraean Fields, Italy. — *Bull. volcanol.*, 1976—77, 40:3:169—188.
- FINETTI I., MODELLI C. (1971): Ricerche sismiche a riflessione nella laguna a nel golfo di Venezia—. *Boll. geofis. teor. appl.*, 13:49:44—67.
- FONTES J. Ch., BORTOLAMI G. (1973): Subsidence of the Venice area during the past 40,000 years. — *Nature*, 244:5415:339—341.
- LINDE G., BRETTSCHEIDER E. (1967): Poklady v hlubinách. — *Orbis*, Praha, 251 p.
- LOYDA L. (1968): Pohyby pobřeží a lidská sídla. — *Sborník ČSZ*, 73:1:14—26.
- MALOVICKIJ Ja. P. (1978): Tektonika dna Sredizemného morja. — AN SSSR, Nauka, Moskva, 96 p.
- NIKONOV A. A. (1976): Sovremennyye technogennyye dviženija zemnoj kory. — *Izv. AN SSSR*, ser. geol., 12:135—150.
- NYLAND E. (1976): Body force equivalent calculations for subsidence of the Po valley. — *Pure and Appl. Geophys.*, 114:1:95—107.
- RAZUMOV G. A., CHASIN M. F. (1978): Tonuščije goroda. — ANSSSR, Nauka, Moskva, 200 p.
- SALVIONI G. (1957): I movimenti del suolo nell'Italia centro-settentrionale. — *Boll. Geod. Sci. Aff.*, XVI:3:325—366.
- SALVIONI G. (1957): Indagine preliminare sui movimenti del suolo nel delta del Po a mezzo di livellazioni ripetute. — *Boll. Geod. Sci. Aff.*, XVI:2:129—166.
- SCHMIEDT G. (1964): Contribution of photo interpretation to the reconstruction of the geographic-topographic situation of the ancient ports in Italy. — Tenth Congress of Int. Soc. Photogramm., Lisboa, Spt., 1964. Commiss. VII — Photo Interpretation, 41 p.
- TAGEJEVA V. (1968): Del'ty kak pokazateli tektoničeskich uslovij. — *Bjull. Mosk. obšč. ispyt. prirody*, otd. geol., 43:2:16—35.
- VANDENBERG J., WONDERS A. A. H. (1976): Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-basin. — *Tectonophysics*, 33:3—4:301—320.

Zusammenfassung

Die Senkung der Meeresbuchten und der Flussmündungen auf der Apenninen—Halbinsel

Die Meeresbuchten, Küstenlagunen und Flussmündungen wurden immer als die am meisten geeigneten Orte zur Gründung von Häfen betrachtet. Die Erfahrungen zeigen jedoch, dass diese Eignung zeitlich begrenzt sein kann. Es werden nämlich heute Überreste von alten Hafenanlagen entdeckt, die — vollkommen gemäss den Naturgesetzen — von der Erdoberfläche verschwunden sind. Zu deren Aufdeckung muss sich die Archäologie mit alten Dokumenten auseinandersetzen, und aus der neueren Zeit müssen hierzu vor allem Luftaufnahmen der Küste interpretiert werden. Die Apenninen-Halbinsel entstand erst im Tertiär und zwar an der Nahtstelle der afrikanischen und europäischen Scholle (Abb. 1), und sie entwickelte sich tektonisch auch weiterhin. Die Häfen, die dort vor 2000—3000 Jahren vorhanden waren, kamen grösstenteils bei den Senkungen der Küste unter Wasser und wurden zugleich von Meer- und Flusssedimenten überlagert. Die entsprechenden Nachforschungen fingen in grösserem Ausmass erst nach dem zweiten Weltkriege an. Die ältesten unter den Häfen sind die phönizischen, und wenig jünger sind die punischen (Abb. 2); später entstanden die griechischen, etruskischen und römischen (Abb. 3). Manche von ihnen konnten überleben, so z. B. Ravenna, das auf einer Küstendüne (Abb. 4) liegt, oder Adria auf einer mehr stabilen Scholle des Podelta. Etwa an der Stelle anderer wurden dann die jetzigen Häfen erbaut. Der Serapistempel in der Bucht bei Pozzuoli wird oft als Beispiel der Oszillationsbewegungen der Küste erwähnt. Auch in dieser Gegend wurden einige Häfen überflutet (Abb. 5).

Gegenwärtig ist jedoch die ganze Poebene ein tektonisch genauso unruhiges Gebiet wie die Meeresküste. Dies beweisen die Ergebnisse von wiederholten Nivellements (Abb. 6), die auf eine Verstärkung der Senkungen von West nach Ost — offensichtlich als Folgeerscheinung des sich fortsetzenden Öffnens der ganzen Niederung, d. h. des sich Entfernens der Alpen von den Apenninen — hinweisen. Die wiederholten Nivellements, die quer über das Podelta geführt wurden, haben dann den stärker sich senkenden Abschnitt abgegrenzt, in dessen Mitte die Scholle mit der Stadt Adria liegt und dessen Rändern die Flüsse Po und Etsch folgen (Abb. 7, 8).

Die meisten Buchten und Flussmündungen sind offensichtlich diejenigen Stellen, wo sich die tektonische Senkung am stärksten auswirkt. Dies wird von der Erkenntnis, die auf dem Gebiete der ČSSR gewonnen wurde, bestätigt, dass nämlich die Talsohlen im Verhältnis zur Umgebung sinken.

Titel zu den Abbildungen:

1. Umfang des Festlandes im Pliozän (Razumov u. A. 1978).
2. Die bedeutendsten phönizischen und punischen Häfen (Schmiedt 1964).
A. Die untergetauchten Hafenanlagen (volle Kreissignatur). B. Die untergetauchten Molen (1) und Dämme (2) in den Häfen Motye und Lilybaeum.
3. Die wichtigeren griechischen, etruskischen und römischen Häfen, die unter den Wasserspiegel gelangten (volle Signatur), bzw. die auch von Meer- und Flusssedimenten überschüttet wurden: A. die griechischen, B. die etruskischen, C. die römischen (Verzeichniss in tschech. Erläuterungen).
4. Abtrennung der Stadt Ravenna und ihres Hafens vom Meer durch Sandwälle (Schmiedt 1964).
5. Bewegung der Küstenlinie in der Bucht bei Pozzuoli A. Überflutung der Hafenanlagen in Portus Julius, P. Baiarum und P. Miseni (Schmiedt 1964). 1. Die Uferlinie in der römischen Zeit, 2. Die überfluteten Bauten und Hafenanlagen, 3. Die Sibylla-Grotte, 4. Der Serapis-Tempel.
B. Oszillation der Lage von Ankermasten auf dem Molo bei Pozzuoli (Schmiedt 1964). 1. im Zeitalter der Römer, 2. im Mittelalter, 3. im 16. Jahrhundert, 4. im Jahre 1840, 5. im Jahre 1865.
C. Senkungen und Hebungen des Serapistempels im Laufe von fast 2100 Jahren (Nikonov 1977).
6. Die vertikalen Bewegungen (in cm) in Mittelitalien und in der Poebene im Zeitschnitt 1897—1942 (Salvioni 1957).
7. Linie der wiederholt quer durch das Podelta geführten Nivellements in den Jahren 1950—1956.
8. Graphische Darstellung der wiederholten Nivellements die an der erwähnten Linie (Abb. 7) in den Jahren 1950—1956 durchgeführt wurden (Salvioni 1957); c = Kanal.