

- 27) C. Sambri, Una frontiera aperta. Indagine sui valichi italo-jugoslavi, 1st. di Sociologia Internazionale di Gorizia, Serie "Ricerche", 1, Bologna, Forni, 1970, str. 304.
- 28) E. Sussi, L'emergenza della regione trans-frontaliera Alpe Adria: transazioni "oubbliche" tra Carinzia, Groazia, Friuli-Venezia Giulia e Slovenia, "Atti Convegno sui Problemi e prospettive delle regioni di frontiera", 1st. di Sociologia Internazionale di Gorizia, Trieste, LINT, 1973, str. 135-146.
- 29) Zbornik Mednarodnega študijskega srečanja o vodenju naravnih parkov (Sesljan, 10. novembra 1973), "Most", 39-40, Trst, 1973, str. 1-97.

Ivan GAMS

UDK 911.2: 551.4 +550. 34

O TEKTONIKI PLOŠČ KOT RAZLAGI POTRESOV V ZUNANJIH DINARIDIH*

Furlanski potresi, ki so se začeli 6. maja 1976 s prvim sunkom ob 20^h59 17 ' bodo prišli v anale kot priče nekega dogajanja v zemeljski skorji. Ker so imeli usodne posledice tudi za obmejne kraje v Sloveniji, so tudi pri nas na splošno vzbudili zanimanje za potrese in za razlage, zakaj le-ti nastajajo. Literatura potrese deli na potrese zaradi vulkanizma, lokalnega vdora skladov in na tektonske potrese. Slednji, ki predstavljajo devet desetih vseh potresov na svetu, so nekoliko bolj jasni šele po najnovejših dognanjih geofizike.

Prve štiri mesece se je potresna aktivnost odvijala tako kot običajno pri potresih po svetu. Glavni sunk je imel tudi v furlanskem primeru predhodnika (v angleški literaturi forshock), za glavnim pa so se, kot običajno, zvrstili poznejši stresljaji (aftershocks), ki so bili v naslednjih dneh in tednih vedno redkejši in slabotnejši. Običajno je bilo tudi trajanje. Glavni potres je trajal le nekaj sekund. Ne navadni potek pa so dobili potresni sunki septembra. Začeli so se krepiti, 11. septembra so spet dosegli rušilno moč (5,8 - 5,9 po Richterju). Sunka 15. septembra ob 4^h 15 in ob 10^h21' sta dosegla jakost (6,1 - 6,2), ki je le malo zaostajala za potresom 6. maja. Septembra 1976 ob pisanju tega članka še ni jasno, ali se je že sprostila glavna napetost v zemeljski notranjosti in kako se bo odvijala nadaljnja potresna aktivnost. Gotovo pa je, da pomeni leto 1976 povečano grožnjo za bivanje človeka na prizadetih področjih, ki se sprašuje, kdaj lahko pričakujemo nove potrese in kje. Kako lahko na to vprašanje odgovori naravoslovje?

Najprej si razjasnimo, ali je bil furlanski potres v svetovnem merilu eden večjih, velikih ali celo katastrofalnih. Pomen teh izrazov v raznih knjigah ni enoten. Neenake so tudi skale, v katere razvrščajo potrese. Pri nas se najbolj uporabljata dve. Prva ima ime po ameriškem seizmologu Richterju. Naša se na energijo, ki sprožena v zemeljski globini, povzroči potres (v točki, ki jo imenujemo hipo-center, za razliko od epicentra, kjer so stresljaji na zemeljskem površju največji). Stopnje se določajo glede na zapis vodoravnih premikov, kot ga 100 km od epicentra opravi postavljeni standardni potresomerni aparat. Iz jakosti zabeleženih premikov in oddaljenosti od potresnega središča se izračuna potresna energija. Vsaka naslednja stopnja v Richterjevi skali pomeni 31,6-krat večjo potresno energijo. Na zemeljskem površju se pričnejo potresne poškodbe navadno pri 4,5 R (to je po Richterju). V svetovni seizmologiji označujejo potrese z močjo ~ 7 ali več kot večje potrese, potrese zadnje, osme stopnje pa kot velike potrese. Točnih podatkov o jakosti furlanskega potresa 6. maja še ne vemo, poročajo pa o magnitudi 6.5.

Druga, pri nas še bolj znana skala za klasifikacijo potresov ima ime po treh avtorjih - Mercalli-Canani-Sieberg (skrajšano MCS). Ima dvanajst stopenj, ki se določajo glede na potresne učinke na površju. Potres tretje stopnje MCS ljudje komaj zaznajo. Pri šesti stopnji se začenejo resnejše poškodbe.

*Prirejen članek po prispevku istega avtorja iz Jadranskega koledarja 1977 pod naslovom Furlanski potresi 1976 kot naravoslovci pojav.

Pr. Ldfiyeti stopnji te potresne lestvice (MCS) se zruši skoraj polovica kamnitih in opečnih stavb, večina ostalih pa je neuporabna. To stopnjo imenujejo "delno uničujoči potres". Pri dvanajsti ytopnji se ne porušijo samo stavbe, ampak je močno deformirano tudi zemeljsko površje samo. Po sedaj znanih podatkih je majski potres z največjimi porušitvami med kraji Artegna-Osoppo-Venzo ne dosegel stopnjo 9,5 po MCS. Za primerjavo: v letih 1900-1974 je bilo po svetu letno 20 večjih in velikih potresov (z jakostjo 7 stopnje po R ali več). Letni povpreček velikih potresov (8 po R) je 1 - 2. Furlanski potres torej ne spada med večje. Več vzrokov je, da je zahteval toliko ruševin in žrtev. Spadal je med plitve (20-30 km). Globine hipocentra med 60 in 300 km označujejo za zmerne, globoki potresi pa imajo središče še nižje. Precejšnja rušenja in številne žrtve pa gre pripisati tudi gosti naseljenosti, slabi vezavi kamnitih hiš in potresno slabim legam naselij, o čemer bo govora kasneje. Po številu žrtev (teh je bilo okoli tisoč), furlanski potresi zaostajajo za največjimi v Italiji. Poglejmo samo to stoletje: potres v Messini in Regio Calabria je l. 1908 zahteval 75-123.000 žrtev (viri niso edini), l. 1910 pa je potres v mestu Avezzanu zahteval 30 000 žrtev. Svetovna kronika potresov pa seveda beleži še mnogo hujše katastrofe. Spomnimo se samo potresa l. 1920 v kitajski provinci Kansu s 180 000 žrtvami in tokijskega potresa l. 1923 s 145 000 žrtvami. Se v letu 1976 je več potresov v tujini preseгло furlanskega. Februarski potres v Guatemali je prinesel smrt 23 000 osebam. Ob potresu (8. stopnje po R) avgusta 1976 z epicentrom na morju pri južnofilipinskem mestu Zamboange je umrlo več tisoč ljudi. To leto so bili do jeseni po svetu kar trije veliki potresi, največji 28. julija 1976 v severnokitajskem mestu Tang-šan (po časopisnih vesteh 8,2 po R), še neznanim številom žrtev. Ob preseženem povprečku tega stoletja (trije, namesto enega ali dveh na leto) iščejo nekateri, tako kot za druge naravne katastrofe tudi pri potresih krivdo pri človeku. To se zdi glede na ogromno energijo, ki se sprošča pri potresih malo verjetno. Pri velikem potresu se sprosti energija z okoli 10^{15} ergov, kar je toliko kot okoli 12 000 bomb tipa Hirošime. Upoštevati je treba, da tudi v preteklosti veliki potresi niso bili razporejeni enakomerno. Med leti 1974 in 1970 ni bilo na primer nobenega potresa z magnitudo nad 8. Če bi leto 1976 hoteli proglasiti za potresno leto, bi morali zbrati podatke o vseh potresih na svetu, teh pa ljudje zaznajo več kot milijon na leto ali povprečno dva na minuto. Seizmografi zabeležijo okoli 5 milijonov potresov letno. K sreči prizadenejo v večini primerov oceane, morja in nenaseljena področja, sicer bi bil potresni delež med naravnimi katastrofami še večji. Za razdobje 1947-1967 so izračunali, da so potresi zahtevali 56 000 žrtev ali 12,7 odstotkov vseh umrlih zaradi naravnih katastrof-takoj za poplavi. (V Jugoslaviji so potresi na vrhu, zlasti po skopskem potresu 26. julija 1963 z okoli 1 100 mrtvimi in po potresu 26. in 27. oktobra 1969 v Banjaluki, ki se je z le malo manjšo močjo obnovil 31. decembra 1969, kar vzbuja vzporejanje s furlanskim potresom.)

Furlanski potresi so potrdili izkušnje po svetu, da sunki tem bolj psihično prizadenejo prebivalstvo, čim dalj trajajo. Dolgotrajno ponavljanje zmernih potresov ljudje težje prenašajo kot močne sunke v krajšem razdobju. Ljudje se sprašujejo, ali se sploh splača obnavljati porušene domove. Kaj jim lahko odgovori znanost? Nič trdnega, ker mehanizmi potresne dejavnosti še niso znani.

Razlage potresov so bile v zgodovini vedno skladne z razvojem znanosti in pojmovanjem o sestavi zemeljske notranjosti in procesi v njej. Se pred nekaj desetletji so imeli mnogi glavni vzrok za zemeljski nemir v krčenju zemeljske skorje, ki naj bi zaradi ohlajajočega se jedrc postala preohlapna. Začetki sedanjega pojmovanja izvirajo iz spoznanja, da vrhnja plast Zemlje, tako imenovana skorja, bolj ali manj lebdi na labilni podlagi. Seizmologi so tudi ugotovili, da se v določenih globinah, ob stiku nenaklopljenih plasti, potresni valovi odklanjajo in spremenijo hitrost. Najbolj značilno tako mejnico so imenovali po jugoslovanskem znanstveniku Mohorovičiču (skrajšano MOHO). Bistveni skok v razvoju znanosti so pomenila povojna oceanografska geofizikalna, gravitacijska in druga merjenja, ugotavljanja izvorov toplote, zajemanje globoko-morskih sedimentov itd. Ko so z modernimi napravami snemali oceanska dna, so dobili predstavo o tako imenovanem oceanskem hrbtu, ki je tretji najpomembnejši element zemeljskega reliefa. To je niz strmih, kot najvišja gorovja visokih hrbtov, ki so tektonsko premaknjeni in prepreženi z globokimi jarki. Ugotovili so, da je v njih zemeljska skorja razpokana in da se dviguje. Razvoj nuklearne fizike je omogočil razlago, da je vzrok dviganja v nuklearnih procesih oziroma v dvigajočih se tokovih magme, ki sili skozi razpoke zemeljske skorje na površje. Sistem oceanskih hrbtov, katerih skupna dolžina v vseh treh oceanih znaša okoli 80 000 km, je največje potresno in vulkansko področje sveta. Ko so z vrtnjami ugotavljali starost globokomorskih sedimentov, so spoznali, da se starost veča z oddaljenostjo od hrba. Tako je zrasla predstava o rasti oceanskega dna, ki se razmika ob razpoki vzdolž oceanskega hrba. Strnjena magma pa razpoko sproti maši. Nastala je teorija o razširjanju oceanov. Če bi držala, bi se moralo zemeljsko površje razširjati. Nadaljnji razvoj te teorije ni potrdil. Ugotovili so, da oceanska skorja, ki raste, tone pod robne kontinente. Pre-

deri pa si bomo pogledali procese, ki spremljajo to gibanje, se moramo poglobiti v znanje o sestavi zemeljske skorje.

Že dolgo je bilo znano, da je vrhnji del zemeljske skorje lažji. Sestavljen je v glavnem iz gnajsa in granita (in ima gostoto $2,7$). Niže je težja (3) plast iz bazalta oz. andezita (sima), ki seže pod kontinenti do 25 km globoko, pod oceani pa mnogo manj. Pod skorjo se začneja plašča, ki je labilen in težji (nad 3). Skrajša so domnevali, da so glavni premiki na stiku skorje in plašča. Potem pa so ugotovili premike v samem plašču. Gledajoč na del, ki zajema zemeljsko skorjo in vrhnji del plašča, so pričeli imenovati litosfera, nižji del plašča pa astenosfera. Zaradi procesov, ki še niso enotno pojasnjeni, litosfera na labilni podlagi ne miruje. Ker njeno gibanje po vsej Zemlji ni enako, prihaja do razlomov in nastanka tako imenovanih plošč oziroma razlomljenih delov litosfere. Poenostavljeno slojih lahko predstavljamo kot plošče ledu, ki se pri neenakem toku vode medsebojno tarejo, narivajo na sosednje ali tonejo pod njihove robove. To je poenostavljeno zasnovana teorija o tektoniki plošč, ki je hitro osvojila svet, zlasti anglosaško znanost, in ki bo v bodočih geoloških raziskovanjih gotovo še doživela popravke in dopolnitve. Najprej so govorili o oceanskih in kontinentalnih ploščah, kjer so nemirni stiki najbolj značilni. Na takem stiku se ocean $\sim$ potopi pod kontinentalno ploščo. Po domnevi se kontinentalna plošča zaradi trenja na robu drobi in drobci se skupno s tonečo oceansko ploščo v večji globini raztapljajo. Nad narivom se kontinentalna plošča guba. Rastejo gorovja in ob vulkanskem loku se skozi razpoke na površje ali v podzemeljske votline (plutoniti) izliva magma. Ves ta širok rob kontinentalne plošče je potresno aktiven, s hipocentri ob stiku litosfere in astenosfere, ki tone pod kotom $15-75^\circ$.

Razpoke zemeljske skorje (glej skico) segajo ponekod iz oceanov v kontinente, od katerih so nekateri sestavljeni iz več plošč. Že pred leti so tako poročali o okoli dvajsetih ploščah, njihovo število v literaturi še vedno raste. Stike med ploščami delijo na konstruktivne, kjer se plošče razmikajo in se širijo, destruktivne in na konservativne. Pri slednjih drsijo plošče lateralno, kot je primer v Anatoliji, kjer se ob horizontalnih drsah javljajo pogosti potresi, rušilni zlasti tam, kjer so na površju naplavine.

Teoriji o tektoniki plošč je v kratkem času uspelo pojasniti veliko večino vulkanskih in potresnih območij na svetu. Pojavi, ki spremljajo stike plošč, se zdijo tako preučeni, da lahko že po njih sklepamo na obstoj stikov plošč in plošč samih.

Za potresno in paleogeografsko dogajanje v sredozemskem prostoru je najvažnejši stik afriške in evrazijske plošče, ki ju je še v mezozoiku ločil dolg ocean Tethys. Zbliževanje pa menda ni potekalo brez trenja. Tudi v mezozoiku so se afriška plošča od srednjega triasa (to je od okoli 200 mil. let) do zgodnje krede (130 milj.) premikala glede na Evropo proti vzhodu. Nato je do konca eocena (okoli 140 milj. let) sledilo drsenje proti zahodu-severozahodu. Od takrat pa do danes naj bi ta plošča po istih virih pritiskala proti severozahodu. Skladno s temi premiki naj bi se nagubala južnoevropska gorovja.

Znanje o premikih plošč v geološki zgodovini so v Sredozemlju kot povsod po svetu obogatila paleomagnetna merjenja. Odkladnina se pri usedanju namagnetni glede na trenutno magnetno polje na Zemlji. Slabo magnetenost obdrži tudi v naslednjih geoloških razdobjih, ko so se magnetni poli že spremenili ali se je spremenila lega plošče. Ker so magnetna nihanja v preteklosti bolj ali manj znana, so mogli ugotoviti, da so imeli južnoevropski polotoki v geološki preteklosti drugačen položaj glede na ostalo Evropo, kot ga imajo danes. Iberski polotok se je zavrtel za 35° , Korzika za 21° in Apenini za okoli 40° v nasprotni smeri urnega kazalca (glej skico). Ti deli skorje so se torej premikali samostojno. Od njih nas najbolj zanima apeninski del. Če nanj prenesemo že omenjeno shemo o pojavih ob aktivnih robovih plošč, uvidimo, da tvori enoto s sosednjim Jonskim in Jadranskim morjem, Padsko nižino in Beneško-Furlansko nižino. Te nižine so danes kopno samo po zaslugi intenzivnega nasipavanja alpskih rek v hladnih kvartarnih razdobjih, ko ni bilo gozda do dna dolin in ko so jih v znatnem delu prekrivali ledeniki. Pri vrtnjih so ugotovili, da sega predkvartarna osnova večidel pod morsko gladino, mestoma celo globje od dna v Jadranskem ali Jonskem morju. Če bi torej postrgali kvartarne sedimente, bi segalo morje od Albanije do prvih obronkov Alp na severni in Apeninov na južni strani Padske nižine. Iz njega bi gledalo le nekaj otokov. Zato tu govorim o apeninsko-jadranski plošči, katere skupna reliefna značilnost je višji in dvigajoči se jugozahodni rob v Apeninih in toneči severovzhodni stik ob Dinarskem gorstvu. Poglejmo si podrobneje te stike.

Na jugu omejuje našo ploščo globok morski jarek, ki sega od Sicilije mimo Kalabrijskega polotoka

proti_vzhodu v Grški jarek in ki pomeni stik z afriško ploščo. Manj jasen je jugozahodni stik naše plošče z afriško po drugih mnenjih korziško ploščo, kjer so globoke morske košnje v Tirenskem morju, manj jasno pa v Ligurskem morju. Oba stika naše plošče sta v znamenju pojavov, ki so tipični za jadrivanje ene plošče pod drugo. Afriško gorovje v obalnem področju in seizmična, v južni Italiji tudi vulkanska dejavnost. Najizrazitejši so ti pojavi ob jugozahodnem oglu apeninsko-jadranske plošče, kjer gre verjetno za trojno stičišče plošč: iz globin morfa se strmo dvigajo obalna gorovja in tu so aktivni vulkani Etna in na Liparskih otokih. Tudi bočni stiki južnega dela plošče so izraziti: aktivni vulkan Vezuv in ob vzhodu globok jarek Jonskega morja, ki doseže gladino 1 330 m. Ob njem se izza toneče obale dviga albansko in črnogorsko gorovje. V Črni gori so z vrtnami dokazani narivi. vzdolž obale se javljajo močni potresi, od katerih je najbolj znan potres iz l. 1667, ki je v razrušenem Dubrovniku zahteval kakih 5 000 žrtev. V severnem delu apeninske Italije je v geotektonski zgradbi polotoka viden pritisk korziške plošče proti vzhodu-severovzhodu. Zgradbene enote, prelomnice in narivi so polkrožno razporejeni v stran od Korziške in so glavni reliefni element med Genovo in pokrajino Lazio, kjer je bil v starejšem kvartarju živahen vulkanizem. V srednji Italiji ni znakov močnejšega pritiska od zahoda v sedanosti in morda je to vzrok, da ob vzhodnem Jadranu, med Splitom in Zadrom, aktivni stik plošče ne pride do tolike reliefne in potresne veljave. Grezanje obale je manj napredovalo in v zaledju, v območju zahodnobosanskih kraških polj, je hribovje v območju Zunanjih Dinardov najnižje. Verjetno je bil tukaj dvig gorovja najmlajši v Dinaridih, saj je bil še v srednjem pliocenu nizek relief z razsežnimi terciarnimi sedimenti. To je menda tudi vzrok, da najdejo biospeleologi severozahodno in jugovzhodno od tod dokaj različne vrste jamskih živali. Tukajšna orogeneza je bila v smislu tektonike plošč najbolj aktivna v starejšem kvartarju ob vulkanizmu v Laziu. Severozahodnejše je ugrezanje Jadranske obale najbolj napredovalo v Kvarnerju in v "Vžaškem" zalivu. Tu obala še danes tone, kot govori tudi najnovejša karta recentnih dviganj zemeljske skorje, nastala z mednarodnim sodelovanjem geologov in geodetov (redaktor prof. Lilienberg).

Vzhodni stik apeninsko-jadranske plošče bo še dalj časa sporen. Na srednji skici podobe 1, ki je povzeta iz geološke literature, zajema tudi Dinaride. Tak stik na severnem robu Dinaridov, ki segajo po novem pojmovanju na sever Slovenije do Centralnih Alp in ki jim skrajneži prištevajo še slavonsko ozemlje, po potresni karti sicer ni izključen. Vekakor pa ima stik ob vnanjih Dinaridih znatno več pojavov, ki so značilni za aktivne stike plošč. V tem smislu je na skici št. 2 povzeta jugozahodna meja Dinaridov, ki v Jadranu mejijo s conami, ki jih geologi imenujejo dolnje-albansko-epirska cona, osrednje-sredozemsko-morska semioceanska plošča v Jonskem morju na sever do črte Gargano-Palagruž, jadranski predgorski lok itd.

V zaledju najbolj proti severu napredujočega grezanja, to je ob Kvarnerju in izza Tržaškega zaliva oziroma Furlanske nižine, je potresna cona preko Vinodola, Reke in Kastava-Ilirske Bistrice obenem tudi narivni pas ter strmo se dvigajoče gorovje Velebit, Gorski kotar, N. Snežnik, Trnovski gozd, Julijske Alpe.

Ob Dinaridih v Jadranskem morju in na obali ni miocenskih ali pliocenskih sedimentov, kar so obilno zastopani v Italiji. To dokazuje istočasen dvig Apeninov in napredovanja Jadranskega morja proti vzhodu. V tem oziru sta Padska in Furlanska nižina nekoliko izjemni. Eocenski fliš, ki gradi furlansko in beneškoslovensko predalpsko gričevje in hribovja, tako kot drugod tone proti jugu, tu pod debele kvartarne naplavine, toda ugreznino iz starejših sedimentov do neke mere polnijo miocenski skladi. Stara podlaga se spet približa površju ob jadranski obali pri Gradežu. Toda glede pliocenskega grezanja nižina ni izjema. Da se to grezanje nadaljuje do današnjih dni, pričajo naslednja geomorfolška opažanja.

V haldnih razdobjih pleistocena (1-2 mil. let) so alpske reke močno nasipavale prod zaradi močnega mehničnega preperevanja sten v gorah. Ko so te v medledenih dobah prerasli gozdovi, so reke v svojo naplavino poglobljale struge in pustile obakraj prodne terase. Marsikje se je prod sprijel v konglomerat, ki pomeni trdnjšo podlago naseljem. Teh višjih teras v spodnji dolini Tilmenta in v Furlanski nižini ni, ker akumulacija ni nikoli presegla grezanja. Tak razvoj je bil usoden za potresne poškodbe. Nesprijetna nasipina, kot je prod, pesek, ilovica ali grušč, ne nudi trdne podlage za stavbe. Če pa je plitva in leži na nagnjenem zemljišču, so potresni učinki še toliko hujši. Tamkaj se nasipina že sama po sebi poseda zaradi spiranja po vodi. V severni Furlanski nižini in ob spodnji dolini Tilmenta se naselja niso mogla zasidrati na terasah, kar je običaj drugod, temveč so se morala zadovoljiti z vršaji gorskih potokov in s podgorskimi melišči, ki so potresno najslabši tereni klasičen pri-

mer: Gemono-Humin in Venzona-Pušja vas). Samega prodnega dna so se morala ogniti zaradi nevarnosti poplavl. Le nekatera so si tam poiskala mesto na nekoliko višjem stiku z osamelimi griči, kjer so vode s strmih bregov naplavile vršaj. Na teh vršajih in meliščih so bile poškodbe prav tako najhujše (primer: Trasaghis). Zanimivo pa je, da je posebno na severni strani gore San Simeone malo melišč, ker jih tudi pod strmimi pobočji Tilment sproti pokriva s svojo naplavino. Kot na vzhodni strani gore, tako je tudi na severnem podnožju po delno zatrpanih temeljih mostov videti, da pri Tilmentu akumulacija močno presega erozijo.

Trditve o grezanju severnega roba Furlanske nižine in dna spodnje doline Tilmenta ni videti usklajena z izredno strmino okoliških gora, ki je mogla nastati ob tektonskem dviganju. To novidezno nasprotje si je mogoče razložiti s polpréteklím dviganjem predalpskega gorovja, ki je v sedanji fazi napredovanja apeninsko-jadranske plošče zašlo v območje grezanja, medtem ko se Alpe severneje od tod dvigajo. Grezanje plošče je ob Tilmentu najbolj napredovalo proti severu v Alpe in vtis je, da je izzvalo nastajanje tektonskega jarka v dolini Tilmenta med Gemono in krajtn Portis. Na levi strani reke je vrsta holmov iz istih kamenin, ki so na obeh straneh doline dvignjene do višin tisoč in več metrov. Podolžne prelomnice se odražajo tudi v raznosmernem vpadu skladov. Mlado in intenzivno grezanje Furlanske nižine in Goriške ravnine se odraža tudi v jugovzhodnem obrobju. Semkaj se znižuje Vipavska dolina in relief na obeh straneh.

Ob pregledu potresnih območij (glej skico 2) vidimo, da močnejši potresi manjkajo samo na severni strani predvidene apeninsko-jadranske plošče, kjer se iznad ugreznjene Padske nižine dvigajo Alpe. Drugod je močno potresno območje domala sklenjeno. Furlansko potresno območje leži na nasprotnem koncu plošče, kot je vulkansko in seizmično najbolj aktiven jugozahodni rob ob Kalabriji, kar ima morebiti Vzročno zvezo. Istočasno pa leži furlansko potresno območje na nasprotnem koncu aktivnega stika s korziško ploščo, ki drsi proti severovzhodu.

Na severnem obrobju Kvarnerskega in Tržaškega zaliva nekateri pojavi pričajo o pritiskih iz dveh smeri, jugovzhodne do vzhodne (to je lateralne smeri glede na našo ploščo) in jugozahodne. Istrska plošča je naJBófi nagubana ob vzhodnem, dokaj premočrtnem robu, kjer ozka in visoka antiklinala Učke nakazuje pritisk od vzhoda-jugovzhoda. Tektonski in potresni liniji Senj-Reka-Illirska Bistrica je vzporedna perijadranska prelomnica, ki je med izvirom Kolpe in Gemone (Huminom) marsikje dobro vidna v reliefu. V Hotedrskem podolju so ob njej mezozojski skladi lateralno premaknjeni za več kilometrov.

Nove geološke raziskave idrijskega ozemlja so ugotovile tektonsko zgradbo v obliki pokrovov, ki so se na prostoru med Žirovskim hribom in Vipavsko dolino na paleozojski podlagi premaknili skupno do 29 km, obenem pa so bili ob perijadranski prelomnici lateralno premaknjeni za več kilometrov. O naravi ob tej prelomnici na sosednjem italijanskem ozemlju lahko beremo v geološkem opisu Furlanije in Julijske Krajine v prvi knjigi Enciclopedia monográfica del Friuli Venezia Giulia. Pri beneškoslovenski vasi Zavrh, ki je blizu te prelomnice, lahko obiskovalec Završke jame opazuje v stropu starejše apnenice, ki so narinjeni na mlajše, eocenske fliške. Iz njih je dno in večina jamskih sten. Kaže, da so imeli furlanski potresi 1976 svoj izvor prav pod to prelomnico in da se je potresno drhtenje zemlje ob njej glede na epicenter čutilo dlje kot v prečni smeri.

Potresi 1976 so spodbudili geotektonske raziskave, ki bodo skušale pojasniti nemirno podzemlje v Furlaniji. Takrat bo lažje iskati zvezo med geotektonsko sestavo in pojavi širokih dolin, ki jih na obeh bokih spremljata dve tektonski liniji in imajo značaj stinjene sinklinale ali celo tektonskega jarka. Na koncu enega je navadno epicenter katastrofalnih potresov. Tak primer je z dolino med kraji Most na Soči-Kobarid-Breginj s potresnim središčem pri Tolminu, z dolino Tilmenta med izlivom Bele in krajem Enemonza, s potresnim središčem pri Tolmezzu in široko dolino Piave med krajema Belluno in Feltre s potresi pri Belluno. Vse te doline so vzporedne z robom Furlanske nižine in od njega oddaljene 20 km. Nova "tektonika plošč" je najbolj spodbudila tiste, ki so že doslej zagovarjali v Alpah obsežne nate in pokrove. Ob bočnih pritiskih, ki so 600-800 km široko območje Tethisa v Vzhodnih Alpah stisnili na 150 km široko gorovje, je prišlo na južnem robu (Idrije) mestoma do gostotne inverzije (težje plasti zgoraj, kot so spodaj) v globlinah okoli 20 km, kjer predvidevajo naravno ploskev v večjem delu Južnih Apneniških Alp. Približno v tej globlini so bili tudi furlanski potresi 1976.

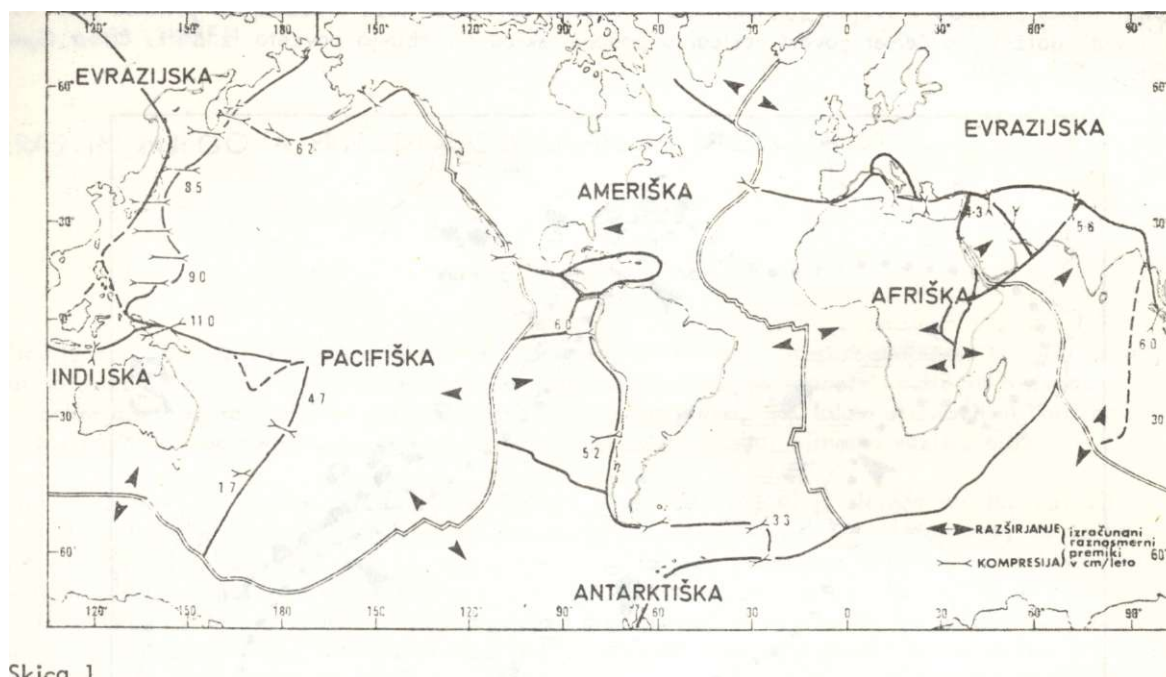
Če držijo predvidevanja apeninsko-jadranski plošči in njenem aktivnem severovzhodnem stiku, so za nas pomembne izkušnje s potresi ob stikih drugih plošč. Opažajo, da se seizmična aktivnost v zgo-

vinskem in geološkem razdobju rada seli vzdolž stikov. Več je primerov, da se hipoc^ntri med potre-SÜ2, jerijo selijo. Po glavnem potresu 9. februarja 1976 (z močjo 7,5 po Richterju) na stiku karibske in severnoameriške plošče v Guatemali so se epicentri v februarju selili v glavnem vzdolž iste prelomnice. V marcu pa so se malo slabši potresi (4,7-5 po R) javili tudi vzdolž sosednje, vzporedne prelomnice, do oddaljenosti okoli sto kilometrov od epicentra glavnega sunka. Vepje selitve potresnih območij pa more ugotoviti čisto le prazgodovina ali geologija, ker so selitve počasne. Iz takih izkušenj se seveda ne da napovedovati bodočih potresov. Več upanja vzbujajo moderne raziskave, od katerih si seizmologi nadejajo uspehov zlasti za napoved manjših potresov. Glede napovedovanja večjih potresov so mnenja še deljena. Bolj od takega napovedovanja pa si lahko obetamo koristi od razvoja potresovarne tehnike gradenj in izbire boljših lokacij za stavbe, s čimer se potresna moč lahko umili za več kot eno stopnjo. Mesto Valdez na Alaski so po katastrofalnem potresu l. 1974 preselili, ker je bilo na podlagi, ki se je ob potresih splazila, tako da so lesene hiše zaplavale kot škatlice vžigalic. Morda velja pripomniti, da so ob tem potresu meščani v naslednjih 29 dneh doživeli naknadnih 12 000 potresnih sunkov z močjo nad 3,5 po Richterju in v naslednjem letu in pol več tisoč. Upamo, da tega furlanski potresi 1976 ne bodo dosegli, saj je bila magnituda glavnega sunka manjša (6,5 proti 8,4-8,6 na Alaski).

O vprašanju, zakaj je grezanje jadranske obale najbolj napredovalo v Kvarnerju in v Tržaškem zalivu, lahko ob sedanjem znanju le ugibamo. V smislu teorije o tektoniki plošč se zdi, da je v ozadju manjša odpornost proti pritiskom na prostoru med paleozojskimi gmotami v Centralnih Alpah in v zahodni Bosni. Mogoče bi lahko s tem razlagali potresno območje ob severnem robu tega ozemlja med Ljubljansko kotlino-Litijo-Krapino in ob južnem robu ob Karlovški kotlini. V tem prečnem pasu je Dinarsko gorstvo med Panonsko kotlino in Jadranom najbolj zoženo.

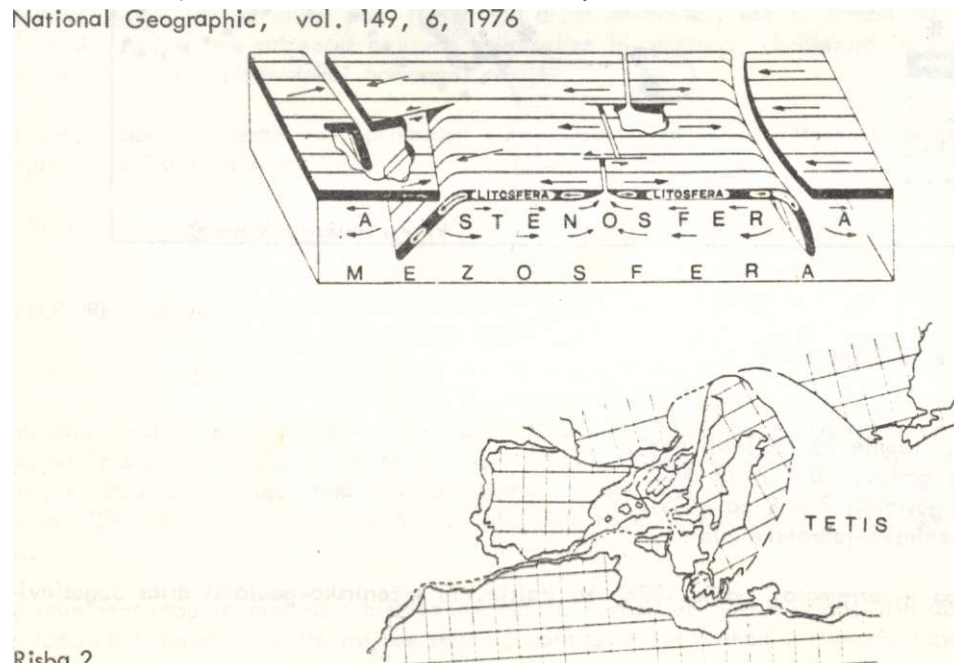
POGLAVITNA LITERATURA:

- A. Hallam: A revolution in the Earth sciences (From centinental drift to píate tectonics). Oxford 1973.
- A. Tollman: Geologie im Umbruch. Mitt. Osterr.geogr. Geselleschaft, Wien 1974,116,vz. f—II.
- Th.C. Nichols: Global summary of human response to natural hazards: earthquakes. Natual hazards. New York-London-Toronto 1974.
- Enciclopedia mongrafica del Friuli Venezia Giulia, 1 - il paese. Udine 1971.
- L. Placer: Rekonstrukcija krovne zgradbe idrijsko žirovskega ozemlja. Geologija, 16. knjiga, Ljubljana 1973.
- I. Gams: Novo v teoriji o premikanju kontinentov. Geografski obzornik XVII, 3-4, Ljubljana 1970.
- M. Gortani: Il terremoto del 27. marzo 1928 nelle Prealpi dell'Arzino (Friuli). L'Universo, IX, 12, 1928.
- M. Roksandič: Skica geotektonske rejonizacije Jadranskog mora. Vestnik zavoda za geo. i geof. istraživanja, XXII/XXIII, 1964/65.
- A. Roksandič: Dubinske i površinske strukture u Spoljašnim Dinaridima i Jadranskom moru. Vestnik zavoda za geol. i geofizička istraživanja, VII, C. 1966.
- D. Radinja: Morfogenetske poteze Goriškega polja. Geografski vestnik 1967.



Skica 1

Glavne plošče. Dvojna črta : konstruktivni stiki šestih poglavitnih plošč z oštevilčeno hitrostjo o premikih. Enojna polna črta : destruktivni stik z izračunanimi podatki o kompresiji litosfere v c.m/leto. Črtkano: stiki domnevnih manjših plošč. Povzeto v glavnem po Le Pichón iz knjige: A. Hallam, A Revolution in the Earth Sciences. Oxford 1973. Dopolnjeno po: D.H. in P.P. Tarling, Continental Drift, 1974, B. Booth, The making of Iran. Geographical magazine januar 1977. Apeninsko-jadranska tektonska plošča vrisana na novo. Za Srednjo Ameriko: B. Mc Dowell, Earthquake in Guatemala. National Geographic, vol. 149, 6, 1976

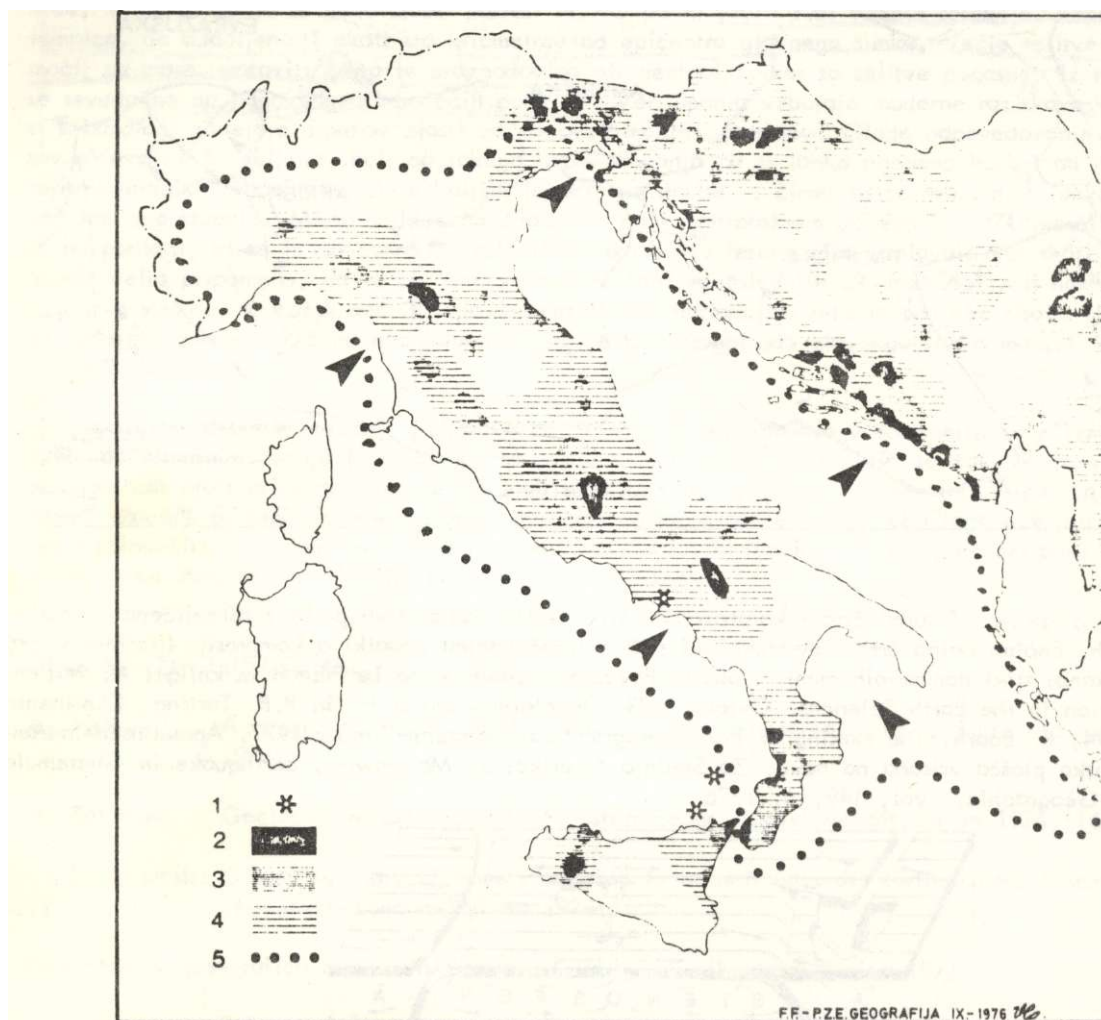


Risba 2

Zgornja podoba: shema rasti oceanske litosfere, ki jo konvektivni tokovi magme v oceanskem hrbtu dvigujejo in tanjšajo. Na robovih tone pod kontinentalno ploščo globoko v astenosfero (iz knjige: A. Hallam, A-revolution in the Earth Sciences, 1973),

Naslednja podoba: Domnevna zgornjeurska lega južneevropskih polotokov do severnejše evropske plošče. Apeninsko-jadranska plošča se je odtlej zaokrenila v obratni smeri urnega kazalca in se obenem najbolj

premaknila proti vzhodu v svojem južnem delu. Potresna dejavnost kaže v sedanosti pritiske proti vzhodu v vseh dolžini, o čemer govori naslednja podoba (skica K. HsU-ja povzeta iz Mitt. Osterr. Geo gr. Ges. 1974, I-II).



Skica 3

Potresna območja Italije in Jugoslavije

- 1 - aktivni vulkani,
- 2 - največji potresi 9. stopnje po MCS ali več),
- 3 - veliki potresi (v Jugoslaviji 8 - 9 po MCS),
- 4 - večji potresi (v Jugoslaviji 7 - 8 po MCS),
- 5 - domnevni stiki apeninsko-jadranske plošče.

(Po: Friuli, Prima-dopo il terremoto, Udine 1976, za Italijo, in Inženirsko-geološki atlas Jugoslavije, za Jugoslavijo.)