

Magyarországi földrengések és törésvonalak*

*Bisztricsány Ede***

(7 ábrával)

E dolgozat keretében a Kárpát-medencék törésvonalai és az itt történt földrengések közötti kapcsolatot vizsgáljuk. A múltban is történt kísérlet a Kárpát-medencék rengéses és nyugodt zónáinak elkülönítésére (RÉTHLY 1952, BISZTRICSÁNY et al. 1961). E tanulmányok 455-től a dolgozatok elkészültéig tapasztalt földrengések helyeire és az akkor elfogadott tektonikai elképzelésre alapultak. A csekély számú fúrás-adat — különösen a vastag takaróréteggel fedett területeken — a valóságos viszonyok megállapítását igen megnehezítette.

A mélyfúrások számának növekedése és a nyersanyagkutatások során nyert adatok alapján úgy gondoltuk, időszerű egy újabb alapos vizsgálati anyagon nyugvó tanulmány elkészítése.

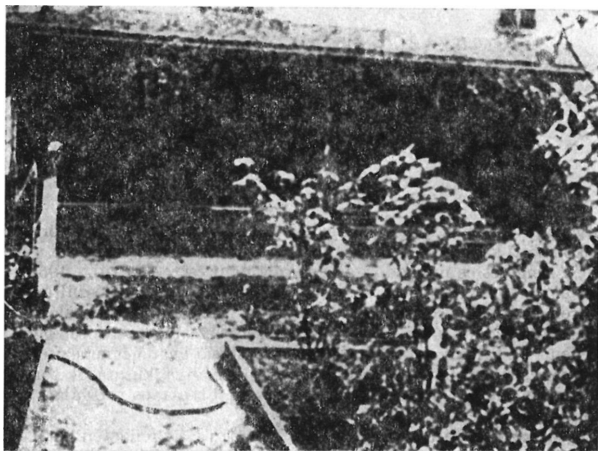
Ha azt vizsgáljuk, vannak-e kitüntetett zónák a Föld felületén, ahol a rengések gyakorisága nagyobb mint máshol, minden fenntartás nélkül állíthatjuk: igen, léteznek ilyen területek. A tapasztalat szerint a földrengés aktivitás igen alacsony például az afrikai és brazil pajzsokon és igen magas a törésekkel, gyűrődésekkel teli, nem egyensúlyban levő helyeken mint a Csendes-óceáni öv, vagy a mediterrán zóna. Ebből is már megállapítható, hogy a töréses zóna és a földrengések között kapcsolatnak kell lennie. E kapcsolat magyarázata azonban nem olyan kézenfekvő.

A lemezdarabok viszonylagos elcsúszásakor keletkező rengéshullámok matematikailag megfogalmazhatók, mégis e folyamat tapasztalatainak tanulmányozásánál — nevezetesen ha azt vizsgáljuk, hogy a kár mértéke milyen kapcsolatban van a felszínen is kimutatható törésvonallal — számos, egymásnak ellentmondó állításba ütközhetünk. EVISON 1963-ban példaként említi az 1906-os San Franciscó-i rengést, ahol is a makroszeizmikus hatás nem tükrözte azt, hogy a rengéshullámok forrása a törési sík mentén történő súrlódás következménye. Több helyen emlegetett példa az 1. ábrán látható farmépület, amely a felszínt is átmetsző töréstől néhány méterre feküdt és annak ellenére, hogy a törési sík mentén a viszonylagos vízszintes elmozdulás mintegy 4 méter volt, az ablakok sem törtek be és az épület kéménye sem sérült meg. Más szerző (LOUDERBACK 1942), is megállapította, hogy a felszíni törés mentén igen sok esetben a károsodás kisebb volt, mint attól 15–30 km-re.

* Elhangzott 1984. márc. 19-én „A törésvonalak meghatározása” című akadémiai előadójúléson.

** MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet Szeizmológiai Osztály H-1112 Budapest XI. Meredek u. 18.

A vizsgálatok szerint az a régebbi elképzelés sem állja meg egyértelműen a helyét, hogy a rengés utórengései a főrengésnél felhasadt kéreg egyensúlyba törekvésének a következményei. A Kern County rengés a kb. 40 km-re levő Bakersfieldben (RITCHIE 1958) kisebb károkat okozott, mint e rengés utóren-



1. ábra. Az 1906. évi San Francisco-i rengésnél keletkezett felszíni törésfelület egy része
Fig. 1. Part of surface fault plane formed during the San Francisco earthquake of 1906

géséi, mégpedig azért, mert az utóbbiak fókusza közelebb esett Bakersfieldhez, mint a főrengésé. Tehát a kéregben felhalmozódó feszültség feltehetően nem egy törési sík mentén oldódik fel, ráadásul nem egy régi törési sík mentén, hanem esetleg egy eddig ép szerkezeti elemen. A felhalmozódott energia egy-egy kioldódása újra és újra keletkező kisebb-nagyobb hasadással kapcsolható össze. A rengéses vidékeket tehát törési sík sokaság jellemzi, a földrengéseket így nemcsak egy nagy törésvonal többször megújuló kisebb-nagyobb elmozdulásaként, hanem kisebb törések továbbszakadásaként és újabbak keletkezésével is elképzelhetjük.

Mindezeket figyelembe véve is fennáll az, hogy a rengések mozgó geológiai szerkezetek környékén pattannak ki. A rengések számának csak töredéke jár együtt azonban felszíni felszakadással és a tapasztalatok alapján nagy valószínűséggel tételezhetjük fel, hogy a felszabaduló kinetikus energia nagyobb mélységben tönkremenő kéreg környezetéből sugárzódik szét. Elméleti és tapasztalati megfontolásból (FIEDLER 1967) a törésvonal hossza és a felszabaduló energia mérőszámára

$$M = A + B \log L$$

összefüggés írható fel, ahol M a rengés magnitúdója és L a törésvonal hossza, A és B állandók. Számértékkel helyettesítve A és B -re több formulát számítottak ki, ezek közül az egyik

$$M = 5,2 + 1,5 \log L.$$

Ebből néhány L , M érték a következő táblázatban látható:

L (km)	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3
M (magnitúdó)	4,2	4,75	5,2	5,46	5,65	5,8	5,92

Ismerve egy törésvonal hosszát, megbecsülhetjük az abból származott legnagyobb rengés magnitúdóját. Ez a becslés egy nem mindig teljesülő feltételezésen alapszik, nevezetesen minden törésvonalhoz egyetlen rengést rendelünk.

Ha feltételezzük — és az eddigi tapasztalat alapján ezt megtehetjük —, hogy Magyarországon $M \leq 6$ rengések keletkezhetnek, akkor az előbbi formula alapján a kéreglemez szakadási hossza $L \leq 3$ km. Természetesen hazánkban lehet ennél hosszabb törésvonal is, de a történelmi adatok szerint nagy a valószínűsége annak, hogy ezek, amennyiben földrendést okoztak

— olyan geológiai korban történtek, amelyeknél rengésekre jelenleg nincs bizonyítékunk,
 -- többszöri szakadás következményei voltak,

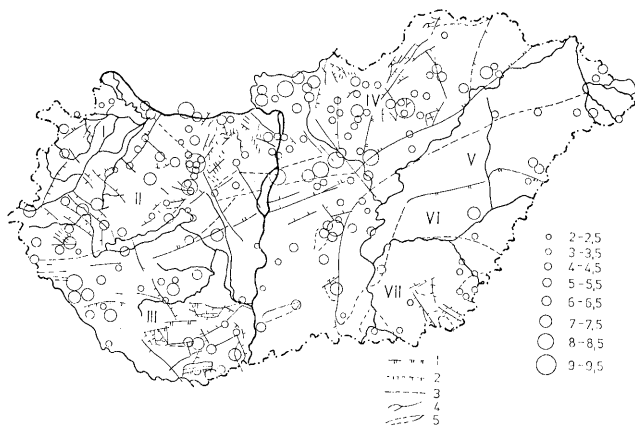
-- a törési sík menti kúszás révén keletkeztek, melyek rengéssel nem jártak. Az utóbbira is számos példa van. Megemlíthetjük a San Andreas törérendszert, melynek néhány töréssíkja évi 1—3 cm viszonylagos sebességgel csúszik anélkül, hogy rengés történt volna az utóbbi néhány évtizedben e helyeken.

Ha pillantást vetünk Magyarország földrendési epicentrum térképére (2. ábra), melyen 100 év eseményeit ábrázoltuk megállapíthatjuk, hogy a pontok ez idő szerint, néhány csendes terület kivéve, minden rendszeresség nélkül, bármilyen kitüntetett iránytól függetlenül szórják be a Kárpát-medencék területét. Több-kevesebb erőszakkal természetesen némely epicentrumot jelző pont hozzárendelhető a korábban KÖRÖSSY — BALOGH által szerkesztett szerkezeti vonalakhoz — mint ahogy a móri rengés nagy valószínűséggel egyértelműen hozzárendelhető a Móri-árok környezetéhez — de a teljes szórás kép semmiképpen nem tükrözi a korábban szerkesztett szerkezeti vonalak elhelyezkedését.

Néha megtévesztő lehet a térképszervezési mód is. Tekintsük a következő példát (3. ábra). Ha a móri és a tőle északra levő rengések — mint amilyenek a Komárom környékiek is — epicentrumait térképen ábrázoljuk, mégpedig úgy, hogy a többszöri rengések epicentrumait kis csoporttal jelöljük, akkor azt gondolhatjuk, hogy néhány rengés közelítőleg észak — déli vonal mentén pattant ki, azaz létezik valamilyen észak — déli irányú törésvonal. Ha azonban a kitüntetett pontokat nem sokszorozzuk meg ezekkel a csoportokkal, hanem csupán egy körrel jelöljük, az észak — déli törésvonal létezése nem olyan nyilvánvaló (4. ábra), ami természetesen nem zárja ki a törésvonal létezését, de a rengési epicentrumok nem is bizonyítják.

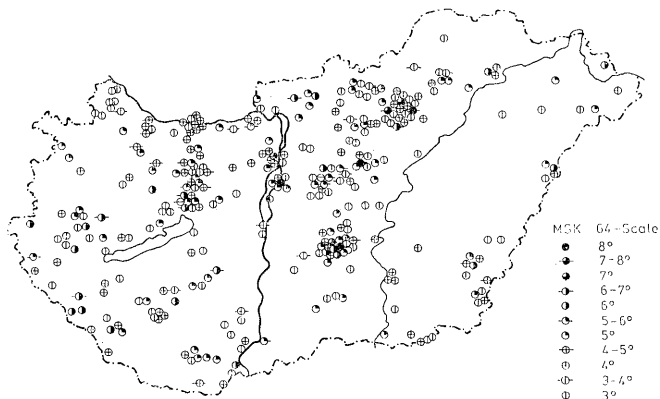
Az előbbiekből következik, hogy meg kell változtassuk a Kárpát-medencék földrendéseiről alkotott korábbi elképzelést; nem kell a rengések epicentrumait a hosszú törésvonalakhoz rendelni.

Az elmúlt 1000 — 1500 év történelmi feljegyzéseiből semmi jel nem utal arra, hogy $M = 6$ -nál nagyobb rengés kipattant volna a Kárpát-medencék területén. Ehhez pedig — mint korábban megállapítottuk, — hosszabb mint 3 km törés-



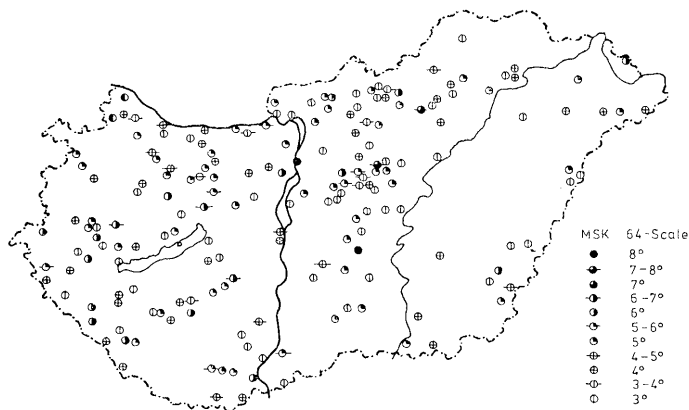
2. ábra. Magyarország földrendések epicentrumai KÖRÖSSY L.—BALOGH K. tectonikai térképén. Jelmagyarázat: A római számok a tectonikai egységeket jelölik. 1. Rátolódások, 2. Vetődések, 3. Törések, 4. Antiklinális, 5. Szinklinális

Fig. 2. Epicentres of Hungarian earthquakes in L. KÖRÖSSY—K. BALOGH's tectonic map. Legend: Roman numerals indicate tectonic units. 1. Overthrusts, 2. Normal faults, 3. Faults, 4. Anticline, 5. Syncline



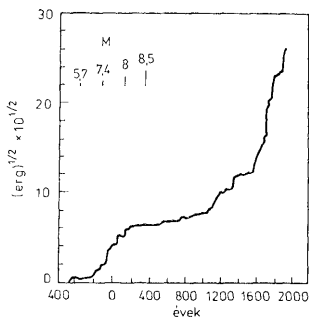
3. ábra. Az $I_0 \geq 3$ intenzitású rengések epicentrumai (1859—1982)

Fig. 3. Epicentres of shocks of an intensity of $I_0 \geq 3$ (1859—1982)

4. ábra. Az $I_s \geq 3$ intenzitású rengések epicentrumai (1850–1982)Fig. 4. Epicentres of shocks of $I_s \geq 3$ intensity (1850–1982)

vonal nem tartozhat. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy ezek alapján extrapolálhatunk az elmúlt vagy a következő tízezer évre. Az extrapolálás igen ingoványos talajra visz. Ezt a következő példákkal mutathatjuk be.

Az első adatsor Kínából származik és mintegy 2500 évet ölel fel (Lomnitz — Rosenblueth 1976). Az 5. ábrán a vízszintes tengelyen az időt ábrázoltuk, a függőlegesen az energia (ergben) gyökét szorozva 10^{12} -vel. Ha magnitúdóban gondolkodunk, az ábra bal felső negyedében látható vonalsor ad tájékoztatást.

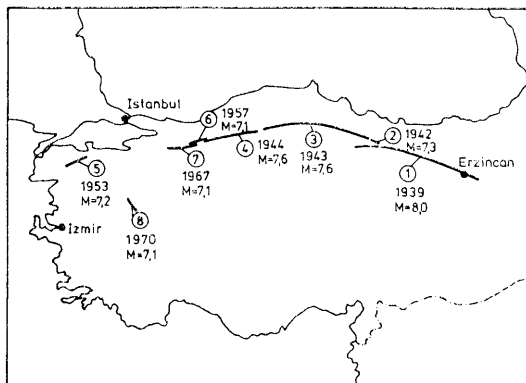


5. ábra. Kínai rengések energiaértékei az idő függvényében

Fig. 5. Energy values of Chinese earthquakes versus time

Kansu és Észak-Kínára állították össze az összegzett energia feloldódási ábrát. Ez a terület kb. 7-szer akkora mint Magyarország. A szeizmikus aktivitás az időszámítás kezdete környékén és az utóbbi 800–1000 évben volt magas, 200–1000-ig nagy rengések nem fordultak elő. A szeizmikus kockázatot nem vehetjük alacsonynak itt, hiszen legalább két $8,5 = M$ rengés volt már. Egy 1556-ban (kb. 820 000 ember halt meg), egy másik 1668-ban, de sem előtte, sem után a nem volt magas az aktivitás. Negyedkori törések vidékén történt mindkét esemény.

Hasonló a helyzet Törökország területén. A 6. ábrán 8 rengés epicentruma látható ($M \geq 7$). Az összes rengés mintegy 30 év alatt történt. Az epicentrumok



6. ábra. Az 1930–1970 időszakban történt $M \geq 7$ törökországi rengések
Fig. 6. Earthquakes of $M \geq 7$ magnitude in Turkey between 1930 and 1970

majdnem egyenletesen vándoroltak keletről nyugatra. Hosszú ideig azonban az egész terület nyugodtnak volt tekinthető. A történelmi adatok szerint mintegy 150–200 évi nyugodt periódus után erősen aktív időszak következett. A két példa nyomán állíthatjuk, hogy a földrengés gyakoriság, azaz új törések kialakulása inkább fluktuáló mint monoton függvénye az időnek.

Az eddig elmondottak arra figyelmeztetnek, hogy a jelenkori rengések gyakoriságát ne tekintsük minden időre érvényes számnak és a törésvonalak jelenlétét vagy hiányát (ami hiányos ismeretből is eredhet) a rengési aktivitás mindenkorra szóló csalhatatlan bizonyítékának.

Egy terület rengési aktivitásának becslésére, amíg a kutatás más módszereket nem ismer, a legújabbkori geofizikai, geodéziai, geológiai módszerekkel bizonyítható kijelölhető törésvonal rendszerek nyújthatnak támpontot, hiszen ha nem is ugyanazon a helyen, de a már meglévő törések környékén várhatók a rengések. A továbbiakban tehát ezeknek a törésvonalaknak a feltérképezése nélkülözhetetlen eszköz, fontos, sürgős feladat.

A mélyfúrási adatok, a szeizmikus mérések szaporodása, a légi és űrfelvételek alapján a tényleges mozgásokat pontosabban leíró elképzeléshez juthatunk. Ha megnézzük azokat a térképeket (7. ábra), melyeket a kőolajkutatók során nyertek láthatjuk (LOMNITZ 1976), hogy $L \sim 3$ km-es törésvonal szinte behálózta a bemutatott területeket.



7. ábra. A kőolajkutatók során meghatározott délkelet-magyarországi törésvonalak (Zsírós T. után). Jel a magyarráza: 1. Felemelkedés 0,5 mm/év, 2. Törésvonal

Fig. 7. Fault zones in SE Hungary located during oil exploration (after T. Zsírós). Legend: 1. Rate of uplift 0.5 mm/year, 2. Fault

Az előbbiek alapján azt gondolom, nem megalapozatlan az a megállapítás, hogy a Kárpát-medencék területén a következő néhány évtizedben sokkal több helyen történhet $M \leq 6$ magnitúdójú rengés, mint azt korábban gondoltuk.

Irodalom — References

- RÉTHLY A. (1952): A Kárpát-medencék földrengései (455—1918) Akadémiai Kiadó (Térképmelléklet)
 BISZTRICSÁNY E.—CSOMOR D.—KISS Z. (1961): Earthquake zones in Hungary — Magyar Geofizika pp. 10—16.
 EVISON, F. F. (1963): Earthquakes and faults — BSSA. pp. 873—892.
 LOUDERBACK, G. D. (1942): Faults and earthquakes — BSSA pp. 305—330.
 RICHTER, C. F. (1958): Elementary Seismology — W. H. Freeman and Company.
 FIEDLER, G. E. (1967): Some notes on Earthquake Faults, Magnitude and Strain Energy — BITS and Earthquake Engineering pp. 47—61.
 LOMNITZ, C.—ROSENBLUTH, E. (szerkesztők) (1976): Seismic Risk and Engineering decisions — Elsevier Sc. P. C.

A kézirat beérkezett: 1984. VII. 10.

Hungarian fault zones and earthquakes

E. Bisztricsány

In the paper a relationship between fault zones and maximal earthquakes (to be expected) in Hungary was looked for. In these studies, fault zone maps compiled from oil exploratory drilling information, earthquake epicentre maps and fault zones explored in the course of tectonic research were taken into consideration. In the light of the results, the conclusion can be drawn that the probability of occurrence in the future of $M \leq 6$ earthquakes will be much higher than supposed in earlier studies on this subject.

Manuscript received: 10th July, 1984

Венгерские зоны разломов и землетрясений

Е. Бистричань

Целью данной работы было определение зависимости между зонами разломов и максимальными землетрясениями (вероятными) на территории Венгрии. В процессе исследований были учтены карты зон нарушений, составленные по данным разведочного бурения на нефть и газ, карты эпицентров землетрясений и зоны разрывных нарушений, выявленных в процессе тектонических исследований. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что вероятность землетрясений, интенсивностью $M < 6$ будет значительно больше в будущем, нежели это предполагалось в ранее опубликованных по данной теме работах.