

# Földrengések a Rétsági-kismedencében 2013 nyarán

## Összefoglaló

2013.06.05-én helyi idő szerint (HLT) 20:45 körül közepes erősségű földrengés rázta meg Észak-Magyarországot. A rengés epicentruma Érsekvadkert közelében volt, erőssége a Richter-skála szerint 4,1 volt. A rengést egy hónapon keresztül összesen 9 utórengés követte, melyek közül a legerősebb az utolsó előtti volt 07.02-án 21:07 HLT-kor. A rengések viszonylag sekély, néhány kilométeres mélységben, az alapkőzetben pattantak ki. A rengések az Ógyalla-Diósjenő szerkezeti vonalhoz köthetők.

A cikk elméleti bevezető után betekintést ad a Kárpát-medence szerkezetébe, részletesebben bemutatva a Nógrádi-medence környezetét és az Ógyalla-Diósjenő törésvonalat, majd ismerteti a 2013 nyarán, a Rétsági-kismedencében keletkezett földrengéseket.

## 1. Bevezetés

A Föld történetének megismerését segítő kutatási módszerek egyike a földrengések kutatása. Segítségükkel feltérképezték a Föld belső, héjas szerkezetét. A szilárd kéreg kőzeteinek megismerése után ezekkel kiegészítve pedig a Föld felszínének története is rekonstruálhatóvá válik, beleértve a kéreg lemezeinek mozgását a múltban és a jelenben egyaránt. Ezek alapján egy kiválasztott területen megbecsülhető adott erősségű földrengések kialakulásának gyakorisága, valószínűsége. Ez pedig az emberi élet védelme szempontjából kiemelten fontos.

### *1.1 Lemeztektonikai alapfogalmak*

**Lemeztektonika:** A Föld héjas szerkezetű, a legbelső szilárd magot egy vastag olvadt burok, a köpeny veszi körül. Ezen úsznak a szilárd kéreg (litoszféra) lemezei.

A köpeny olvadt állapotát a Földben található radioaktív elemek bomlásából származó hő okozza. Ennek eloszlása nem egyenletes, ezért benne áramlások alakulnak ki. Közvetlenül a kéreg alatt, a köpeny legfelső rétegében (az asztenoszférában) horizontális áramlások alakulnak ki, melyek úsztatják a rajtuk lévő kőzetlemezeket. A Föld gömb alakja miatt szükségszerűen kialakulnak függőleges áramlások is. Ez tördeli szét a kérget lemezekre.

**Lemeztípusok, izosztázia:** Kétféle kéreglemez létezik: óceáni és szárazföldi. Előbbi vékony, sűrű kőzetanyagú (bazalt), ezért felszíne alacsony, általában tengerszint alatt 3500-5000 méter mélységben fekszik. Utóbbi kisebb sűrűségű, alsó rétegeiben idős átalakult kőzetekkel, rajta fiatal, laza üledékekkel. Ezeknek a magassága leggyakrabban 100-200 méterrel van a tengerszint felett (ez általában a nagy kiterjedésű sík területek magassága). Az ezektől eltérő tengerszint feletti magasságok okozója valamilyen „nem egyensúlyi” földtani folyamat (pl. hegységképződés, vulkáni tevékenység, stb.)

**Lemezszegélyek, vulkanizmus:** Ahol a köpenyben az anyag feláramlik, ott a kéreglemez elszakadnak, és eltávolodnak egymástól. A kettő között bazalt ömlik a felszínre és óceánfenék keletkezik, óceán „nyílik fel”. A két lemez közötti szegély a távolodó (divergens) szegély. A szegély mentén alakul ki az óceánközépi hátság (pl. Kelet-afrikai-árokrendszer!). (A feláramlás egy másik típusa a köpenycsóva, ami nem lemezszegélyhez kapcsolódik, hanem a forróponti, vagy pajzsvulkánokat hozza létre, pl. Hawaii.)

Ahol a lemezek közelednek egymáshoz (ütköznek – konvergens lemezszegély), ott a sűrűbb lemez alábukik (szubdukció). Tipikusan a sűrű óceáni a ritka szárazföldi alá (ezért a

szárazföldi kőzetek sosem tűnnek el, ellenben a legidősebb óceáni kőzetek csak 280 millió évesek). Itt óceáni árok alakul ki, mögötte a szárazföldön pedig vulkáni hegység (pl. Atacama-árok és Andok). Ezek a területek rendkívül földrengésveszélyesek és aktívak, a vulkánok pedig általában andezites, riolitos lavát produkálnak, melyek robbanásos úton jutnak a felszínre, rétegvulkánokat létrehozva. Két óceáni lemez ütközésekor is alábukik az egyik, kontinens híján, a túloldalon ekkor szigetív jön létre (pl. Aleuti-árok és Aleut-szigetek).

Ha két kontinens ütközik, akkor már bonyolultabb a helyzet. Ekkor is végbemehet alábukás, de gyakori, hogy a két kontinens egyszerűen összeforr. Így jönnek létre a gyúrt hegységek (pl. Ural). Ha van alábukás, akkor gyakran ívelt alakú, belülről kifelé övezetes hegységek jönnek létre, melyben egy, a hegység közeteinél fiatalabb vulkáni ív is megtalálható. Ilyen a Kárpátok, és a hozzá tartozó Belső-vulkáni-vonulat, melynek része hazánkban az Északi-középhegység is. Az ilyen hegységívek mögött általában (ív mögötti) medence alakul ki, ilyen például a Kárpát-medence.

Az oldaleltolódásos lemezszegély általában két kontinens között alakul ki. Itt nincs sem hegységképződés, sem vulkanizmus. Földrengésveszély szempontjából az ilyen törésvonalak igen változatosak, a legtöbb esetben nem lehet számítani közepesnél erősebb földrengésre, de vannak törésvonalak, melyek kifejezetten szeretnek katasztrofális rengéseket produkálni. Ennek veszélyét tovább fokozza, hogy az ilyen területek nem túl aktívak, ezért több évtized, vagy évszázad nyugalom után is kialakulhat váratlanul nagyon erős rengés. Erre tipikus példa a kaliforniai Szent András-törésvonal. Ezen kívül a Kárpát-medence is tele van ilyennel, de azok szerencsére nem különösebben veszélyesek.

## *1.2 Szeizmológiai alapfogalmak*

**A kéreg belső erői:** A kőzetlemezek mozgatásához szükséges egységnyi felületre ható belső erő a feszültség. Ha az anyagban egy picike kockát képzelünk el, akkor a kocka lapjaira merőlegesen hat a nyomóerő, míg a lapokkal párhuzamosan a nyíróerő.

A szilárd kőzeteknek van belső súrlódásuk (viszkózitásuk) és belső tapadási súrlódásuk (szakítószilárdságuk). Utóbbinak köszönhető, hogy a kőzetek alapvetően egyensúlyban vannak, mozdulatlanok. Azonban ha a nyírófeszültség által ébresztett erők ezt a szakítószilárdságot meghaladják, akkor a kőzettest hirtelen megmozdul, vagy elszakad. Utóbbi esetben egy sík mentén egy vető keletkezik, előbbiben egy már meglévő vető mentén történik az elmozdulás. A vetősíkra nem párhuzamos az eredő erő (a nyomóerők miatt), ezek viszonya dönti el a kialakuló vetők fajtáját.

**Vetők:** A kőzettestben kialakuló törések közül a kőzetrés (litoklázis) esetében nem történik elmozdulás, ezek általában tágulással (dilatációs) vagy nyírás hatására (kompresszív) keletkeznek, és a továbbiakban a kiváló ásványok, vagy a beszivárgó víz tágítja. Szinte mindig rajban, rendszerben jelennek meg.

A vetőket a vető két oldalán lévő kőzetblokk (vetőszárny) elmozdulásának iránya alapján csoportosíthatjuk. Ha az egyik kőzettest a vető mentén lefelé mozdul, akkor normál vetőről (lezökkenés) beszélünk, ha felfelé, akkor reverz vetőről (feltolódás). Vízszintes elmozdulás esetén csapásirányú (oldaleltolódásos) vetőről van szó. Ezeknek több altípusa van. Ha az egyik blokkon állva a szemben lévő nekünk jobbra mozdul, akkor dextrális, ha balra, akkor szinisztrális vetőnek hívják. Ha mindkettő elmozdul, akkor transzform vetőről van szó. Ehhez kapcsolódik egy tágulási, vagy rövidülési zóna, s ha a vető azon túlnyúlik, akkor transzkurrens vető (átfutás) a neve. Itt a két vetőszárny egy irányban mozdul el (sőt, akár megegyező sebességgel is). Ez utóbbi típusba tartozik a legtöbb vető a Kárpát-medencében.

Ha oldalirányú és függőleges elmozdulás is történik, akkor ferde vetőről van szó.

A vetők is kitérülhetnek, ekkor az elmozdulás során a vetőszárnyakon aprózódó kőzetanyag tölti ki a keletkező rést, melyet a kiváló ásványok ismét kőzetté alakítanak (ez a tektonikus, vagy vetőbreccsa).

A vetők síkjai olykor a felszínt is metszik, ilyenkor a felszínen érdekes elcsúszásokat láthatunk (átvágott patakmeder). A felszínen megjelenő vonal a törésvonal.

**Hullámok és skálák:** Egy vető mentén történő elmozdulás során, melyet a rengéshullámok közvetítenek, és juttatják a felszínre (földrengés). A rengéshullámok két típusa a nyomás- (longitudinális) és a nyíróhullám (transzverzális). Felszínen megjelenő „képük” közül a függőleges talajmozgást okozó hullám a Rayleigh-, a vízszintes talajmozgást okozó a Love-hullám. Ezek a különböző kőzetekben különböző sebességgel terjednek, a felületeken megtörnek és visszaverődnek. Ezt használták ki a Föld belső szerkezetének feltérképezésekor.

A földrengések intenzitását sokféleképpen mérhetjük. Jól mérhető műszerrel a talajgyorsulás. A Mercalli-skála az okozott pusztítás mértékét fejezi ki. A Richter-skálán mért erősségből pedig pontosan kiszámítható a rengés során felszabadult energia, melynek logaritmusával arányos a Richter-féle intenzitás. A skálán két egység növekedés pontosan ezerszer nagyobb felszabadult energiát jelent.

**Rengések, rengésrajok:** Egy földrengés során a mélyben a kőzetek megmozdulnak, s emiatt a feszültség megváltozik, a képlékeny alakváltozási folyamatok felgyorsulhatnak. Emiatt a rengés hipocentruma közelében egyes helyeken gyorsan növekszik a feszültség, és hamar eléri a szakítószilárdságot. Ez okozza az utórengéseket és a rengésrajokat. Ez addig folytatódik, míg a környék kőzetblokkjai egy, az előzőnél stabilabb egyensúlyi helyzetbe nem kerülnek. Az ilyen rengésrajok rengéseinek tulajdonságai valamilyen mintázatot követhetnek (pl. egyre mélyülnek, haladnak valamerre, stb.) Ez további segítség lehet a környék szerkezetének feltérképezéséhez.

Mindaddig a tektonikus eredetű rengésekről beszéltünk. Ha a mélyben folyékony magma mozog, az szintén okozhat rengésrajokat. Ezek esetében különösen fontos az említett mintázatok megfigyelése, melyből a magma mozgására, vagy akár a várható vulkánkitörésekre is következtethetünk.

## 2. A Kárpát-medence

### 2.1 A medencealjzat kéregdarabjainak eredete

A perm végén (280 millió éve) a Föld összes szárazföldje egy kontinenst alkotott (Pangea). Széttöredezése a jurában (180m éve) kezdődött a Tethys-óceán kinyílásával. Az északi kontinenshez Lauráziához tartozott Európa, míg Afrika a délihez, Gondwanához. A széttöredezés során kis területű szárazföldek (mikrolemezek) is kialakultak. Ezek között volt a későbbi Afrika nagy északi félszigetként létező Adria és az Európához tartozó Alcapa (a Hun-mikrolemez nyugati végeként), a Tisia, vagy Tisza-Dácia és a Pelso-blokk (Kimméria nyugati végeként). Utóbbiak az alpi hegységképződés kezdetétől (280-240m éve) játszottak nagy szerepet a Kárpát-medence kialakulásában, míg az Adria csak a Afrika Európának ütközése óta.

### 2.2 A Kárpát-medence üledékei

A paleocén végén (34m éve) a Tethysről a képződő hegységek leválasztották a Paleotethys-t, melynek mai maradványai a Földközi-, a Fekete-, a Kaszpi-tenger és az Aral-tó. Korábbi maradványa a Pannon-tenger volt, melynek aljzatára több kilométer vastag tengeri üledék rakódott le. A belé torkolló folyók deltalebenyeket terítettek, majd a jégkorban kialakult széles éghajlat következtében ezeket lösz fedte be. Ezek alkotják a mai Kárpát-medence síkságainak felszínét, mely így a világ egyik legnagyobb hordalékkúpja.

### 2.3 Törésvonalak a Kárpát-medencében

A medencealjzat lemezdarabjai között alapvetően délnyugat-északkeleti irányú fő törésvonalakat találunk. Ma a legtöbb vető a Kárpát-medencében oldaleltolódásos jellegű. A legmeghatározóbb folyamat ma a medencealjzat süllyedése, melynek következtében korábban a fő csapásirányúra merőleges (északnyugat-délkeleti irányú) normál és reverz vetők is kialakultak. Ezek darabolták fel a Pelso-blokk triász mészkőtömbjeit, kialakítva a Dunántúli-középhegység középtájjait, ahová a Duna-balparti rögök és a Nógrádi-dombság tájai is beletartoznak.

### 2.4 A Nógrádi-medence

A Pelso-blokkot északról az Alcapa lemez darabjai határolják. Utóbbiban csak két határozott északnyugat-délkeleti irányú vető található. E kettő között van a Vepori egység, melynek déli határa az Ógyalla-Diósjenő szerkezeti vonal. A vonaltól északra az alapkőzet jóval idősebb, mint délre. Előbbi helyen permi kristályos átalakult kőzetek találhatók. A vonaltól délre azonban triász kori mészkő található, mely például a Romhányi-rögben bukkan felszínre. E dombok északi lejtői a szerkezeti vonal felszínre bukkanását jelentik.

Az Ógyalla-Diósjenő vonal egy dextrális vetőrendszer. A vető déli oldalán lévő fiatalabb mészkőtömbök északkelet felé „haladnak”. A Vepori-egység két déli sarkánál (Ógyalla és Pétervására környékén) viszonylag aktív a törésvonal, és ott Kárpát-medencei viszonylatban gyakorinak számít a földrengés.

A vonal az oligocénben volt a legaktívabb, azóta folyamatosan csökken az aktivitása, csakúgy, mint a Kárpát-medence legtöbb aktív rengése központjáé. Napjainkban a Kárpát-medencében néhány évente fordul elő közepes rengés, ebből a Nógrádi-medencében csak néhány évtizedenként egyszer. A helyi idős emberek az '50-es évekre, legtöbben 1951-re emlékeznek vissza a legutóbbi közepes földrengést illetően.

## 3 A 2013-mas földrengések

2013.06.05-én, mintegy 62 év után alakult ki ismét közepes erősségű földrengés a Nógrádi-medencében. Ezt legalább 9 utórengés követte. A Kárpát-medence földrengéseinek adatait a GeoRisk Földrengés Mérnöki Iroda havonta megjelenő Földrengés Tájékoztatója közli. A vizsgált rengések adatait az **1. táblázat** tartalmazza, a rengések térképi ábrázolását az 1. ábra mutatja (lásd a legvégén).

### 3.1 A fő rengés és káresetek

Az első rengés 2013.06.05-én, helyi idő szerint 20:45-kor pattant ki. Az epicentrum Érsekvadkert keleti szélénél volt, erősségét a Richter-skálán 4,1-nek mérték, és 4km mélyen pattant ki. A legtöbb problémát Szátokon okozta, ahol sok épületben jelentősebb kár is keletkezett, de más falvakból is érkeztek kárbejelentések. Ezekben a falvakban a károk összege a tízmillió nagyságrendet is eléri, vagy megközelíti.

### 3.2 Utórengések

06.11-én reggel fél nyolckor volt egy gyenge, de érezhető utórengés, ez azonban csak 2,3-mas erősségű volt, így kárt ez nem okozott. 23-án vasárnap hajnalban és délután is megmozdult a föld, szinte pontosan fél nap különbséggel (5:47 és 17:47), ezek az előzőhöz hasonló erősségűek voltak.

Végül 07.02-án, este kilenc után (21:07) az eddigieknél erősebb utórengés is történt, mely a Richter-skála szerint 3,4-es volt. Ennek epicentruma Érsekvadkerttől délre, a

termelőszövetkezet mögötti földterületre esik. Ez a rengés kisebb károkat is okozott, főleg Szátokon, de természetesen ezek mértéke jóval elmarad a legelső rengés által okozottaktól. Érdekesség, hogy ezt a rengést a kérdőívek alapján erősebbnek érezték a Magyarnándor környéki falvakban, mint Érsekvadkert környékén, illetve előbbi területen az elsőnél is erősebbnek érezték.

40 perccel később ezt a rengést még egy alig érezhető utórengés követte, mellyel lezárult a földrengéssorozat.

### *3.3 A rengéssorozat néhány jellemzője*

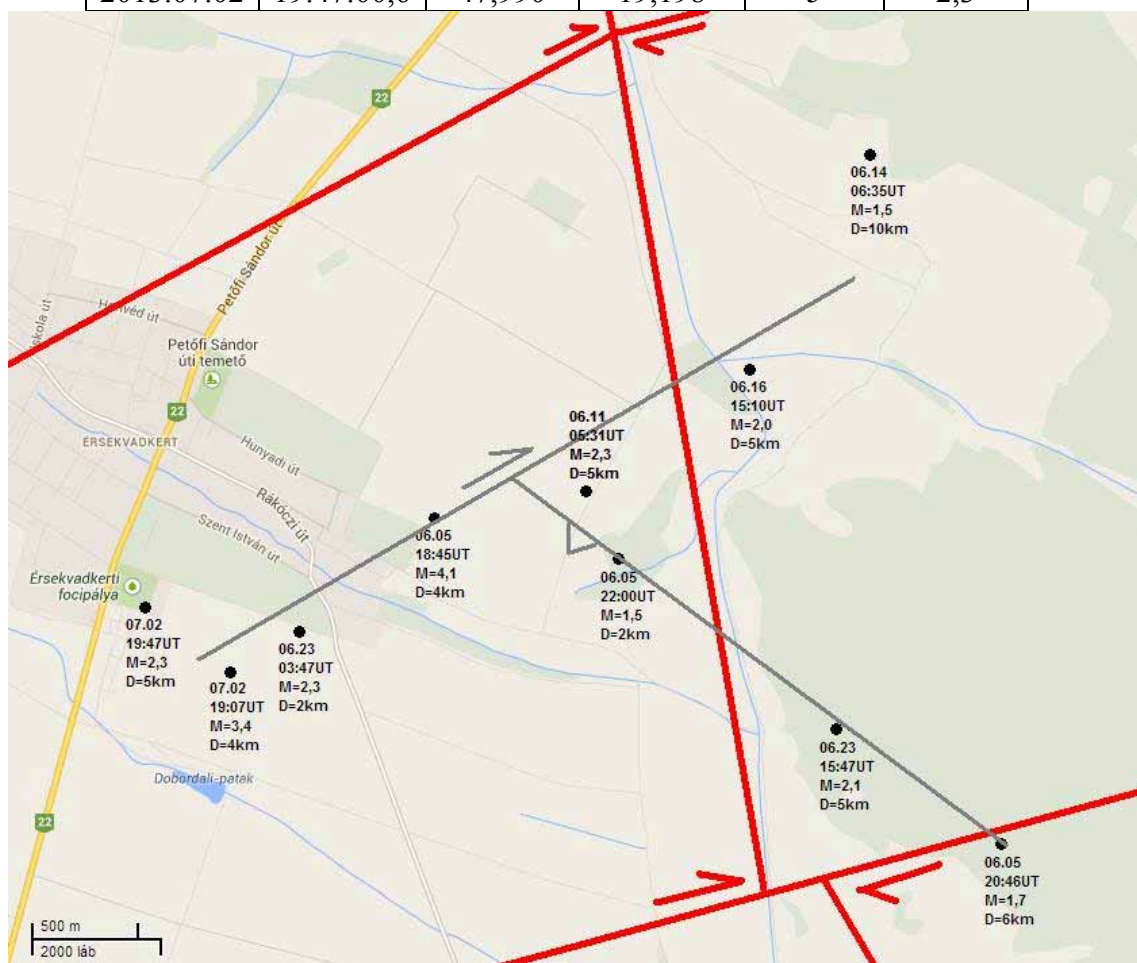
A rengések epicentrumát térképen ábrázolva azt láthatjuk, hogy a rengések Érsekvadkert területétől Csesztve irányába tartó vonal mentén alakultak ki elsősorban, emellett nagyjából a főrengés helyétől délkeleti irányban egy másik, Sente irányába tartó vonal mentén sorakozik a kilencből három rengés. Az első vonal nagyjából párhuzamos az Ógyalla-Diósjenő vonallal. A harmadidőszak előtti képződményekben található egy erre merőleges feltolódásos vető hajszálpontosan a Lókos-patak alatt. A második vonal ezzel kis szöveget bezáróan halad. Az Ógyalla-Diósjenő vonalhoz kapcsolódóan a permi rétegekben két vízszintes eltolódásos vető található, melyek között nagyjából középen, velük párhuzamosan alakultak ki a „fő vonal” földrengései. Mivel az oldaleltolódásos vetők általában közel függőlegesek, ezért feltételezhető, hogy az alapkőzetben, a földolomitban és a triász mészkőben egy új vető alakult ki, vagy egy kisebb területre korlátozódó vető aktivizálódott.

A rengések időbeli eloszlását tekintve elmondható, hogy a nagyobb rengéseket mindig követte pár órán belül egy kisebb (általában nem érezhető) utórengés is, kevés kivételtől eltekintve tehát nem magányosan jöttek a rengések. A Csesztvéhez legközelebbi rengés 10km-es mélységével kilóg a többi, 2-5km közötti mélységben kipattant rengés közül.

A rengések által kirajzolt két vonal metszéspontja környékén alakult ki az első és legerősebb rengés. Figyelembe véve a nagyobb vetők típusát, a vonalak között kelet felé lévő terület megemelkedése, valamint az északi terület jobbra tolódása feltételezhető.

**1. táblázat:** A Nógrádi-medencében 2013 nyarán történt földrengések adatai a GeoRisk Földrengés Tájékoztatója alapján. A szélesség és a hosszúság a földrajzi koordináták. A dátum és az idő világidőben értendő.

Dátum (UTC)	Idő (UTC)	Szélesség (°)	Hosszúság (°)	Mélység (km)	Erősség (Richter)
2013.06.05	18:45:46,3	47,993	19,216	4	4,1
2013.06.05	20:46:37,6	47,980	19,252	6	1,7
2013.06.05	22:00:56,1	47,992	19,228	2	1,5
2013.06.11	05:31:25,6	47,995	19,226	5	2,3
2013.06.14	06:35:52,9	48,009	19,244	10	1,5
2013.06.16	15:10:26,4	48,000	19,236	5	2,0
2013.06.23	03:47:20,9	47,989	19,208	2	2,3
2013.06.23	15:47:52,6	47,985	19,242	5	2,1
2013.07.02	19:07:32,1	47,987	19,204	4	3,4
2013.07.02	19:47:00,6	47,990	19,198	5	2,3



**1. ábra:** A földrengések epicentrumai. A szürke vonal a feltételezett vetősíkok, a piros vonalak a középidei vetők (MÁFI adatok alapján). Térkép: Google Maps.