

SÓDÓMOK KUTATÁSA GEOFIZIKAI MÓDSZEREKKEL.

Írta: *Fekete Jenő.*

A gyakorlati irányú geofizikai kutatások nem régi keletűek, mert bár régebben is végeztek egyes helyeken gyakorlati célből geofizikai méréseket, ezeknek széleskörű elterjedése csak 1923-ban kezdődött, amikor *sótestek, sódóмок felkutatására* kezdtek használni azokat. E feladat megválasztása nagyon szerencsés is volt, mivel a gyakorlati geofizika eddig legnagyobb és legmeglepőbb eredményeit éppen földalatti nagy sótestek biztos kimutatásával érte el. Eleinte e célra csak a *szeizmikus méréseket és az Eötvös-féle torziós ingát* használták, ez utóbbit *Báró Eötvös Lóránd* által kidolgozott módszer szerint, aki már 30 évvel ezelőtt kijelölte azt az utat, amelyet kisebb módosításokkal még ma is követünk. A torziós ingamérések eredményeinek geológiai problémákkal való kapcsolatára pedig dr. *Böckh Hugó* éppen sótestekkel kapcsolatban mutatott rá először. „*Braehyantiklinálisok és dóмок kimutatása torziós mérleggel végzett mérések adata alapján*” című 1917-ben megjelent értekezésében.*

A braehyantiklinálisok és dóмок esetében a torziós ingával nyert adatok szempontjából *Böckh* két esetet különböztet meg: 1. midőn a dóмок magjában só van és a kősó sűrűsége kisebb, mint a fedő rétegeké, mely esetben a torziós inga adatai a nehézségerő kisebbedését mutatják a dóмок teteje felé, azaz úgynevezett *gravitációs minimumot* adnak, és 2. midőn a dóмок magjában a fedő rétegek sűrűségénél nagyobb sűrűségű kőzet van, mely esetben a torziós inga adatai gravitációs maximumot adnak.

Az 1912 és 1913 években a Maros völgyében *Eötvös* által végeztetett torziós ingamérések eredményeit összehasonlítva a Maros völgyének hosszanti geológiai szelvényével, *Böckh* arra az eredményre jutott, hogy a geológiai szelvényekben jelentkező *antiklinálisok tengelye felett* több esetben *gravitációs minimum* van. Ez pedig *Böckh* előbb említett elmélete szerint azt jelenti, hogy az ilyen helyeken a braehyantiklinálisok vagy dóмок magjában kősó van. A só némely helyen a felszínre jut vagy közel van a felszínhez, máshol azonban oly mélységben marad, hogy azt eddig a fúró nem érte el. *Böckh* ezen elmélete az azóta szerzett tapasztal-

* Bányászati és Kohászati Lapok 1917. évf. 9. száma.

talatok alapján jelentékenyen módosult ugyan, de azért tényleg ő volt az első, aki a torziós inga adataiból sötetek jelenlétére következtetett.

A huszas évek elején aztán már *Németországban* is végeztek sódóмок felett torziós ingaméréseket és ott is gravitációs minimumokat kaptak. Tekintve azonban a németországi sódóмок bonyolult szerkezetét, az észlelt gradiensek nagyon szabálytalan eloszlást mutattak.

Mint említettük a torziós ingamérések gyakorlati alkalmazása nagy lendületet 1923-ban vett; ekkor kezdtek *Amerikában* alkalmazni és pedig először az *Északamerikai Egyesült Államok Texas és Louisiana* államaiban, a mexikói öböl északi partvidékén és kisebb mértékben *Mexikóban*, az *Atlanti és Csendes Óceánokat* elválasztó *földszoroson*. Mindkét helyen a torziós inga alkalmazásának kimondott célja a sötetek kutatása volt. *Texas és Louisiana* államokban ugyanis a felszíni indikációk alapján már nem tudták újabb dómokat találni úgy, hogy az egész területen 1922-ben összesen 48 sódóm volt ismeretes, amelyből azonban 37-et még 1911 és 1917 között találtak és csak 11-et 1917—1922 között. A torziós inga és a szeizmikus mérések bevezetése után 1930-ban már 87 dóm volt ismeretes és sok más oly helyet ismertek, ahol a geofizikai felvételek sódóm jelenlétét jelezték, de a fúrási munkálatok ezen indikációkat még nem igazolták.

Az első kísérleti torziós ingamérések *Amerikában* már ismert sötetek felett történtek. Így a legelső torziós ingamérések színhelye a *Texas és Louisiana* határán levő *Spindletop* sódóm volt, amelynek alakja a sok száz lemélyített fúrás adatai alapján már teljesen ismert volt. E sódóm felett az első torziós ingamérések nagy meglepetésre hatalmas *gravitációs maximumot* adtak a várt minimum helyett. További mérések ismert sötetek felett, valamint a mexikói sötetek felett nyert eredményeken végzett számítások azt mutatták, hogy ott, ahol a sódóm közel jut a felszínhez és azt hatalmas fedőkőzet borítja, de különösen ha mészkő, gipsz stb. mellett a fedőkőzet főleg anhidritből áll, úgy a sódóm felett legtöbbször *gravitációs maximum* jelentkezik.

A sódóмок geofizikai kutatása természetesen első sorban gyakorlati célt szolgált, mivel — mint ismeretes — a *texasi és louisianai* sötetek majdnem minden esetben olajelőfordulással kapcsolatosak. Némely esetben az olaj a sódómot fedő mészkőben van, legtöbbször azonban a meredeken feltörő sódóмок oldalán felgyűrt üledékekben található, vagy pedig, mint újabb időben tapasztalták, a mélyen fekvő sódóмок által felnyomott boltozódások tetején van.

Az igen nagy számban végzett torziós ingamérésekből, amelyek mindíg nyomon követték a fúró, a sódóмок gravitációs hatásának több típusát állapították meg: ezek ismerete mellett aztán más hasonló gravitációs rendellenességekből könnyű volt új

sódómok jelenlétére és azok alakjára és szerkezetére következtetni.

Mint már említettük, egy sötést, ha azt nehezebb üledék fedi be, és nincs fedőkőzete, általában mint *gravitációs minimum* jelentkezik, mint például az *erdélyi, németországi és romániai* sódómok vagy sötések esetében.

A *texasi* nem nagy mélységben fekvő sódómok legtöbbszörre mint nagy *gravitációs maximumok* jelentkeznek a gradiensek igen szabályos sugárszerű eloszlásával. Így az 1. ábra egy texasi sódóm által okozott gravitációs rendellenességeket mutatja. Megfordítva



Fig. 1. ábra. Gravitációs maximum sódóm felett. Gravitációs rendellenességek mérete 1 mm = 11.5 E. Isogrammák közé 0.2 · 10⁻³ C. G. S. Térképméret 1 : 57.300. — Gravity maximum on a salt dome. Scale of gravity anomalies 1 mm = 11.5 E. Isogram interval 0.2 · 10⁻³ C. G. S. Scale of map 1 : 57.300.

azonban nem áll a dolog, mert nem minden *gravitációs maximum* indikál fedőkőzettel bíró *sötestet*, hanem csak a közönséges *boltozó-íást* a mélyebben fekvő sűrűbb alakulatokban. A különbség azonban a kétféle maximum között az, hogy a sódóm felett talált maximum közepétől távolodva a szélek felé, a közép felé irányuló gradiensek elérnek egy maximális értéket, majd folyton kisebbedve ellentett irányúak lesznek s bár kis értékűek, de megtartják sugaras elrendezésüket. A középtől nagyobb távolságra ugyanis a fedőkőzet pozitív gravitációs hatása, amely a közép felé irányul, eltűnik és a hatalmas sötést negatív gravitációs hatása lesz túlynyomó. Közönséges boltozódás esetében a gradienseknek ezen szabályos átfordulása nincs meg.

Az említett sódóm már szintén ismert volt a torziós ingamérések idején, de a dóm alakját a fúrások elégtelen száma miatt nem mindenhol ismerték. A feladat az volt, hogy a sódóm pontos alakját, de különösen a meredeken leeső oldalak helyét a felszínen ki lehessen köröskörül jelölni, hogy a fúrásokat ez oldalfalon kí-

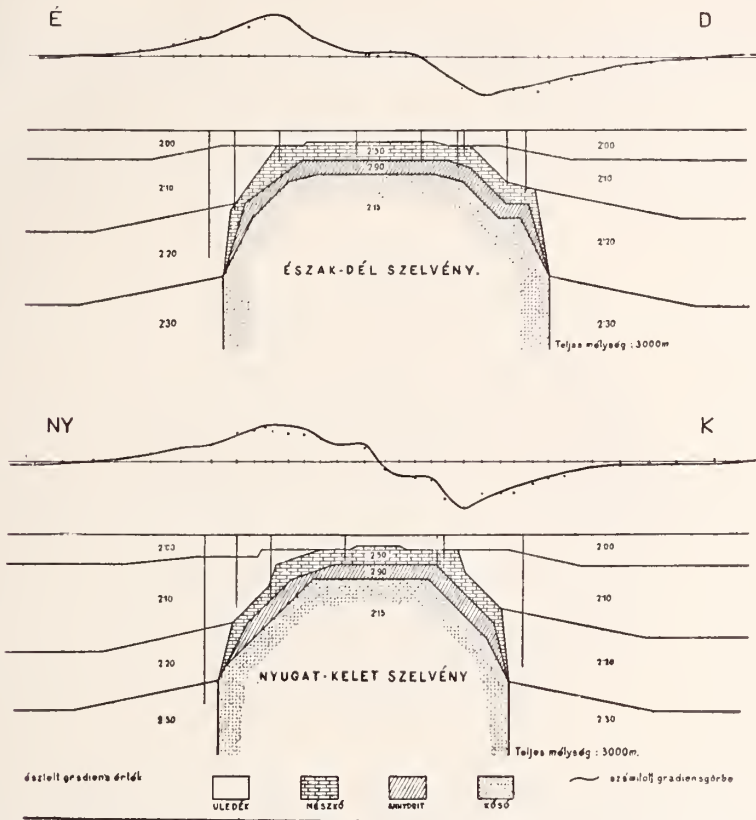


Fig. 2. ábra. Az 1. ábra sódómjának két keresztmetszete számítás útján meghatározva. Gradiensek mérete 1 mm = 11 E. Térképméret = 1 : 54.800. — Two profiles of the saltmode shown in Fig. 1, Scale of the gradients 1 mm = 11 E. Scale of map 1 : 54.800.

vül, de ahhoz igen közel mélyítsék le, mivel olaj elsősorban e helyeken volt várható. Az ábrán látható *izogammák*, azaz a nehézség-erő egyenlő értékű rendellenességeit összekötő vonalak a sódóm oldalának pontos meghatározására nem alkalmasak. Erre a célra szelvényszámításokat szokás végezni, amelynél a sódóm keresztmetszetét a meglévő fúrási adatoknak megfelelően vevén fel, kiszámítjuk a sódóm gravitációs hatását és összehasonlítjuk a szelvény mentén észlelt gravitációs hatással. Ott, ahol eltérés mutatkozik a számított

és észlelt hatások között, a sódóm alakját, fedőközeit, de különösen lemélyülő oldalának helyét addig és úgy változtatjuk, természetesen a fúrési adatok pontos betartásával, míg kielégítő megegyezést nem kapunk a számított és észlelt hatások között. Az ilyen számításokhoz mindig szükségesek a különféle alakulatok sűrűségei is, amelyeket a fúrólukakból nyert mintákon külön kell meghatározni.

Ilyen két szelvény látható a 2. ábrán, amelynek a sódómon É-D és Ny—K irányokban haladnak keresztül. A fekete pontok az észlelt és a keresztmetszetre vetített *gradiensértékeket* tüntetik fel, míg a görbe vonal a számított *gradiensgörbét* mutatja, amely a keresztmetszetben feltüntetett sódóm gravitációs hatása a szelvény mentén. A megegyezés a számított és észlelt értékek között teljesen

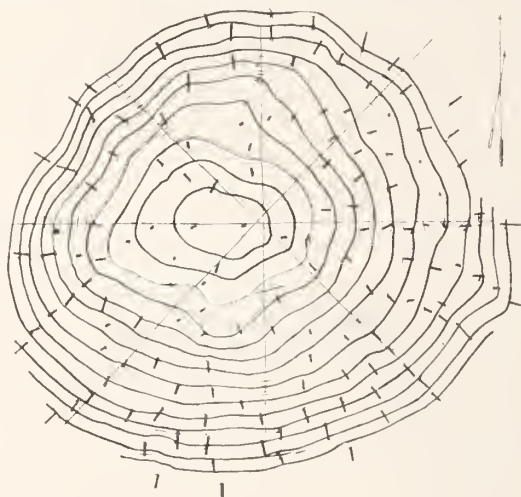


Fig. 3 ábra. Gravitációs minimum sódóm felett. Gravitációs rendellenességek mérete $1 \text{ mm} = 8.7 \text{ E}$. Izogammák köze $0.25 \cdot 10^{-3} \text{ C. G. S.}$ Térképméret $1:87.000$. — Gravity minimum on a salt dome. Scale of gravity anomalies $1 \text{ mm} = 8.7 \text{ E}$. Isogam interval $0.25 \cdot 10^{-3} \text{ C. G. S.}$ Scale of map $1:87.000$.

kielégítő. A különböző rétegek érintkező felületei síkoknak vannak feltételezve a számítás egyszerűsítése végett. Első pillanatra az egész számítás feleslegesnek látszhatik, de meg kell gondolni, hogy például a déli végén a só oldala teljesen ismeretlen volt, a nyugati és keleti oldalon pedig valahol a két legszélső fúrás közé esett, de pontos helyét nem ismerték.

Azonban nem minden sódóm, amely közel fekszik a felszínhez, ad gravitációs maximumot és pedig még akkor sem, ha fedőköze is van. Így a 3. ábra egy gravitációs minimumot ábrázol, a-

melyet egy texasi másik sódóm felett nyertek. Bár e dóm közel fekszik a felszínhez, és fedőkőzete is van, de ez nőbbi aránylag nem vastag és olyan alakja van, hogy ennek pozitív gravitációs hatása nem tudja kompenzálni vagy felülmúlni a hatalmas sötést negatív gravitációs hatását és így gravitációs minimum jön létre.

A 4. ábra szintén olyan sódóm felett észlelt gradienseket mutat, amelynek negatív hatása nagyobb, mint a meglévő fedőkőzet pozitív hatása, miért is a sódóm felett *gravitációs minimumot* kaptunk. Az aránylag kis gradiensértékek onnan származnak, hogy e



Fig. 4 ábra. Gravitációs minimum fedőkőzettel bíró sódóm felett. Gravitációs rendellenességek mérete 1 mm = 4 E. Térképméret = 1:160.000 — Gravity minimum on salt dome with caprock. Scale of gravity anomalies 1 mm = 4 E. Scale of map 1:160.000.

sódómnak bár vastag fedőkőzete van, de annak sűrűsége a benne lévő nagy mennyiségű *kén* miatt kicsiny. E dóm a *legnagyobb* ismert sódóm Texasban és ma a világ *legnagyobb kénbányája*.

1923-tól 1929-ig a mexikói öböl északi partján a felszínhez közel fekvő sódómokat már mind felkutatták. Ezután került sor olyan sódómok kutatására, amelyek a felszín alatt nagyobb mélységben vannak. Az ilyen mélyenfekvő sódómok a torziós ingamérések eredményeiben mindig mint gravitációs minimumok jelentkeznek.

Ilyen sódóm gravitációs hatását láthatjuk az 5. ábrán. E sódóm tetején már régebben ismert olajmező volt, míg magát a sótestet csak 1927-ben érték el 1800 méter mélységben, amely fúrás eredményeként az olajmező lényegesen nagyobb lett.

A mélyen fekvő sódómok által okozott gravitációs hatás, bár mindig mint *gravitációs minimum* jelentkezik, nem olyan szabályos, mint a magasabban fekvő sódómok gravitációs hatása. Nagy *regionális hatások* elfödhetik a sódóm hatását, vagy messze eltolhatják a minimum közepét a sódóm valódi tengelyétől. Azután nem minden gravitációs minimumnak felel meg sótest, mert a különböző sűrűségű üledékekben vagy kőzetekben előforduló *mélyedések* is adhatnak *minimumot*. Azt a kérdést, vajjon valamely gravitá-

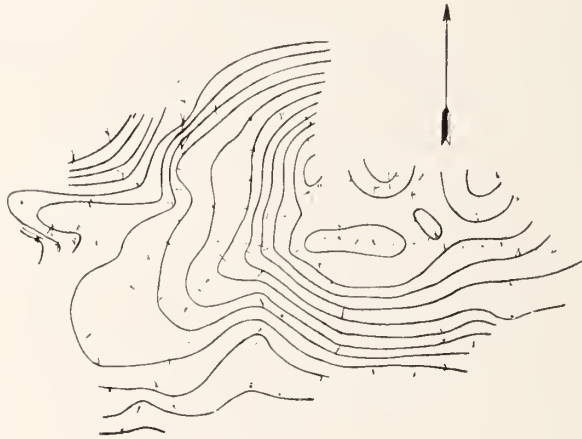


Fig. 5. ábra. Gravitációs minimum mélyen fekvő sódóm felett. Gravitációs anomáliák mérete 1 mm = 9 E. Izogammák köze $0,1 \cdot 10^{-3}$ C.G.S. Térképméret 1:90.000. — Gravity minimum on deeplying salt dome. Scale of gravity anomalies 1 mm = 9 E. Isogram interval $0,1 \cdot 10^{-3}$ C.G.S. S. Scale of map 1:90.000.

ción *minimumnak* sótest felel-e meg, vagy pedig csak *mélyedés* a rétegekben, egyedül a torziós inga mérések adataiból *nem mindig lehet eldönteni*, erre egy újabb geofizikai módszer, a *reflexiós szeizmikus* eljárás szükséges. A *reflexiós szeizmikus mérések* sódómok és a rétegekben levő boltozódások felett minden esetben ugyanazon eredményeket adják, feltéve, hogy a felszín alatt jó reflektáló felület van jelen. Azonkívül a *reflexiós szeizmikus mérések* mindig megadják a sódómok vagy boltozódások *valódi tengelyét*, míg ez — mint fentebb említettük — a gravitációs mérésekre nem áll.

A szeizmikus méréseket nagyobb méretekben szintén 1923-ban kezdték alkalmazni, de akkor még az úgynevezett *refrakciós szeizmikus eljárást* használták. A szeizmikus méréseknek — és pedig úgy a refrakciós, mint a reflexiósnak — alapelve, hogy a föld felszínén vagy nem nagy mélységben robbantással mesterségesen gerjesztett *szeizmikus hullámok* elterjednek, de a különböző rétegekben nem egyforma terjedési sebességgel haladnak. Ha egy egyenmű rétegben tovaterjedő hullámok egy olyan másik réteg határfelületéhez érnek, amelyben a szeizmikus hullámok terjedési sebessége lényegesen nagyobb, mint a fedőrétegben (lásd 6. ábra), akkor a következő esetek lehetségesek:

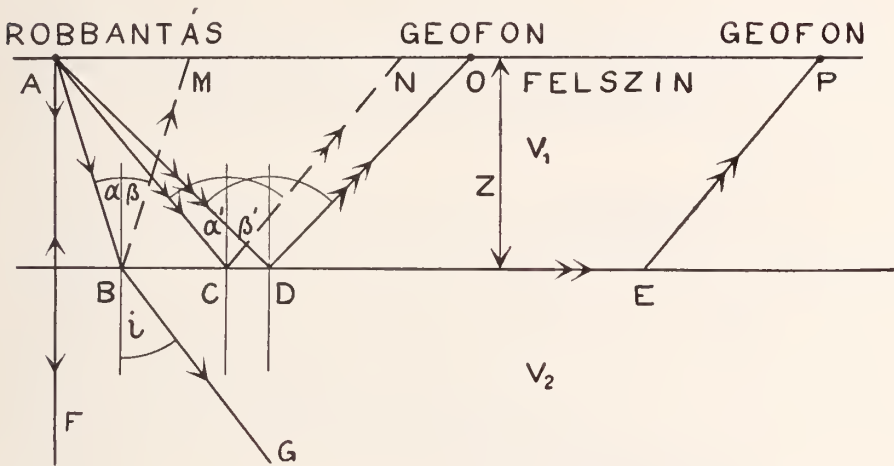


Fig. 6. ábra. Szeizmikus hullámok törése és visszaverődése. — Refraction and reflexion of seismic waves.

1. *A hullámok egy része B pontnál törést, refrakciót, szenvedve behatol az alsó közegbe, míg egy másik, kisebb része visszaverődik a felszínre (lásd az egyszeres nyíllal jelzett hullámokat).*
2. *A hullámok C pontban behatolnak a második közegbe és V_2 terjedési sebességgel annak határfelületén haladnak tovább (lásd a kétszeres nyíllal jelölt hullámokat), majd a határfelület valamely E pontjából reflektálva a felszínre jutnak, ahol azokat a P pontban elhelyezett felvívő készülékek, geofonok felfogják és megérkezési idejüket nagy pontossággal jelzik.*
3. *A hullámok a második közeg határfelületén D pontban teljes visszaverődést szenvednek és O pontban érik a felvívő készülékeket (lásd a háromszoros nyíllal jelölt hullámokat).*

A 2. alatti hullámokat használja fel a refrakciós és a 3. alattiakat a reflexiós szeizmikus módszer.

Texas és Louisiana államokban a refrakciós szeizmikus módszert úgy alkalmazták, hogy 4—6 felvevő készüléket a robbantási ponttól nagyobb távolságra ezen pontot magában foglaló szelvény mentén helyeztek el s mérték a robbantás pillanata és a hullámoknak a felvevő készülékekhez való megérkezése között eltelt időt. Ha a rétegek szeizmikusán homogének voltak, azaz a hullámok terjedési sebessége a rétegekben közel ugyanaz volt, úgy minden felvevő készülékre nézve a hullámok megérkezési ideje arányos volt a felvevő készülékeknek a robbantó ponttól való távolságával. Ha azonban a hullámok oly rétegen haladtak át, amelyekben a terjedési sebesség jóval nagyobb volt, mint az előző rétegben, akkor a hullámok megérkezési ideje kisebb lett. A megszerkesztett idő-út görbéből meg lehetett határozni a különböző rétegekben a terjedési sebességet és azokat a helyeket, ahol a terjedési sebességben változás állott be, vagyis a különböző rétegek határfelületeit.

A refrakciós szeizmikus mérések egy másik módja az volt, hogy a felvevő készülékeket a robbantási pont köré egy nagyobb körív mentén helyezték el s ha, valamelyik felvevő készüléknél a hullámok megérkezési ideje jóval kisebb volt, mint a többinél, akkor igen valószínű volt, hogy az illető felvevő készülékhez eljutott hullám *sótesten* haladt át. A felvevő készülékek többféle esoportosításából azután nemesak a sótest helyét, de annak alakját is meg lehetett határozni, bár sohasem olyan biztossággal és részletezéssel, mint a felszínhez közeleső *sódómok* esetében a torziós ingával. A nem nagy mélységben fekvő *sódómoknak* egész sorát találták meg *a mexikói öböl északi partján* a refrakciós szeizmikus módszerrel. Később azonban, midőn ezek már mind ismertekké váltak, a mélyen fekvő sótestek kutatása ezzel a módszerrel mind nagyobb és nagyobb nehézségekbe ütközött.

Ugyanis, hogy a szeizmikus hullámok mélyebbre hatoljanak le, a felvevő készülékeket nagy távolságra, 9—10 kilométerre, kellett eltenni a robbantási ponttól. E nagy távolság azután a robbantási energiának oly nagy veszteségével járt, hogy 200—300 kilogramm dinamitnak egyszerre való felrobbantása volt szükséges, hogy a felszínre visszakerülő hullámok még felfoghatók legyenek. A nagy mennyiségű robbantó anyag és az annak felrobbantásával okozott el nem kerülhető károk *oly költségessé tették* e módszer alkalmazását, hogy annak használata többé *nem volt gazdaságos*.

Ekkor kezdtek foglalkozni a fentebb már említett *reflexiós szeizmikus eljárással*, amelynél a nagyobb terjedési sebességgel bíró réteg határfelületéről visszavert hullámoknak a felvevő készülékekhez való megérkezésének az idejét mérjük. Igaz, hogy ebből az adatból semmit sem lehet a szeizmikus hullámok terjedési se-

bességére vonatkozólag megtudni, de ha a terjedési sebességet más módon meghatározzuk, úgy ebből, a robbantás és a hullámok megérkezése között eltelt időből és a robbantási pontnak a felvevő készülékektől való távolságából nagy pontossággal lehet a visszaverő réteg mélységét kiszámítani. Sőt az egyes felvevő készülékekre érvényes kis időkülönbségekből a réteg dőlését s annak irányát is

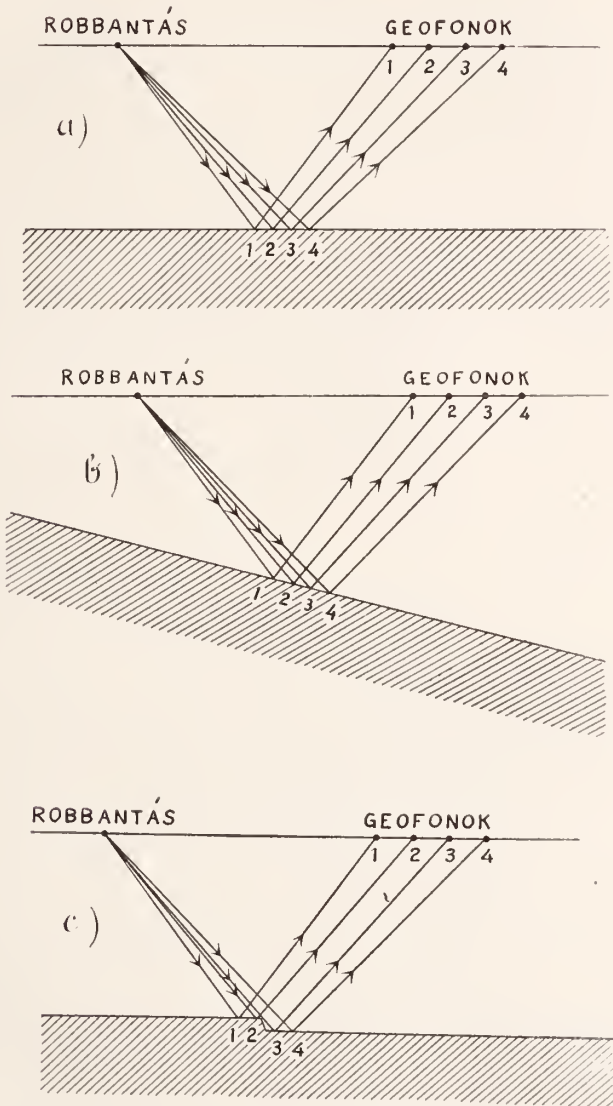


Fig. 7 ábra. Különböző felületekről visszavert szeizmikus hullámok.
— Seismic waves reflected from different surfaces.

meghatározhatjuk. Aránylag kis energiáival, már 100–500 gram dinamit felrobbantásával is kaphatunk igen biztosan meghatározható reflexiót, ha csak a *fedő réteg homogén* és nincsenek benne a szeizmikus hullámokat szétszóró töredezett rétegek. E módszerrel igen nagy eredményeket értek el oly mélyen fekvő sötetek kutatásában, ahová a fúró le sem hatolt, de a felettük lévő *boltozóátsók* a legtöbb esetben *kitűnő olajtartó rétegeknek* bizonyultak.

Sódóмок kutatására földmágneses méréseket is alkalmaztak, azonban, amennyire biztos útmutatást ad a földmágnesesség rendellenességének eloszlása a föld alatt lévő erősen mágneses hatású éreek kutatására, amnyira bizonytalan az észlelt földmágneses rendellenességekből sötetek jelenlétére következtetni. A só ugyanis *diamagnetikus* lévén, *negatív vertikális rendellenességet* ad, ellentétben a *paramagnetikus* testek okozta *pozitív vertikális* rendellenességgel. A sötetek mágnesezése azonban olyan kiesény, hogy a felszínhez egész közel fekvő sötetek mágneses hatása sem haladja meg a -20γ -át. A *németországi sötetek* felett észleltek ugyan -100γ vertikális rendellenességet is, azonban a *mexikói öböl partján levő sódóмок* mágneses hatása alig éri el a fent megadott értéket. Nyilvánvalóan ilyen kis értékű rendellenességből biztos következtetést vonni sötet jelenlétére nem igen lehet. A földmágneses elemek mérésére szolgáló műszerek tökéletesítésével nagyban kezdtek sódóмок kutatását földmágneses rendellenességek alapján, azonban csakhamar belátták a módszer alkalmazásának nagy bizonytalanságát és ezért ilyen irányú földmágneses méréseket ma már nem igen végeznek.

A mindjebban elterjedő *elektromos módszer* sódóмок kutatásában eddig nagy szerepet nem játszott. A módszer lényege abban áll, hogy a különböző geológiai alakulatok *elektromos vezetőképessége* különböző és továbbá azon a tapasztalati tényen, hogy egy es ugyanazon geológiai alakulat meglepően állandó vezetőképességet mutat rétegződése mentén, úgy hogy az alakulatot hasonlónak lehet venni az úgynevezett *elektromos felületével*, azaz egy olyan felülettel, amely mentén az elektromos vezetőképesség állandó.

Az elektromos módszer alkalmazása többféleképp történhetik. Ma különösen kettőt használnak: az egyik a *S e h l u m b e r g e r*-féle, amelynél a földbe vezetett elektromos áram eloszlását vizsgálják azáltal, hogy a föld felszínén *equipotenciális görbéket* határoznak meg és e görberendszerekben mutatkozó szabálytalanságokból következtetnek a földalatti rétegek vezetőképességében előforduló változásokra és e változásokból a rétegek eloszlására. A másik módszer a *S u n d b e r g*-féle, amelynél a föld felszínén végigfektetett vezetőben váltakozó áram halad, amely áramot indukál a föld felszíne alatti vezető rétegekben. E másodlagos áram által a felszínen létesített *elektromágneses mező* megváltoztatja az elsődleges áram által létesített elektromágneses mezőt a földalatti réte-

gek vezetőképessége szerint. Az elektromágneses mező irányának, erősségének és fázisának megváltozásából következtethetünk egy vagy több *elektromos felület jelenlétére és mélységére*. Az így nyert mélységi adatokból azután egy vagy több *elektromos felület rétegvonalas térképét* készíthetjük el, amelyek oly mértékben fogják vissza tükrözni a valódi geológiai alakulatok alakját, amennyire ezen geológiai alakulatok elektromos felületeikkel *konformak*.

Bár e módszer mindjobban fejlődik és jelentős gyakorlati eredményeket is érnek el vele, a sódómok kutatásában kezdetben nem volt nagy szerepe, mivel akkor még nagyobb mélységre nem tudván e módszerrel lehatolni, mélyebben fekvő sótesteket nem is tudott kimutatni, a felszínhez közel fekvők pedig már mind ismertek voltak. Nem nagy mélységben fekvő, de már ismert sódómokon végzett elektromos próbamérések azonban szép eredményeket adtak.

Néhány éve különösen *Németországban* sótestek kutatására használják a *gravimétereket* is, amelyekkel nem a nehézségeinek változásait, hanem közvetlenül a nehézségező rendellenességeit mérik. Bár e *graviméter mérések* kivitele teljesen elűti a torziós inga mérésektől, az eredmények magyarázata egészen hasonló mindkét módszernél.

PROSPECTING SALTDOMES WITH GEOPHYSICAL METHODS.

By: *Eugene Fekete.*

Geophysical methods for prospecting salt domes were first used in *Texas and Louisiana* as early as 1923 applying the *Eötvös torsion balance* and the *refraction seismic method*. The gravity survey followed the method Eötvös used in his fieldwork while the interpretation of the torsion balance results was made according Dr. Böckh's theory, i. e. a *gravity minimum* will appear above an uplift when the core of the uplift is rocksalt and a *gravity maximum* will be obtained above such uplifts the core of which is heavier than the overlying formations.

The results of torsion balance surveys made in Germany above known salt domes proved this theory but in Texas it was soon found that gravity maximum will appear above salt domes lying close to the surface if a *heavy caprock* is present. The difference between the gravity maxima indicating salt domes with caprock or uplifts is that in the first case the gradients of radial distribution change their direction outside and far from the dome