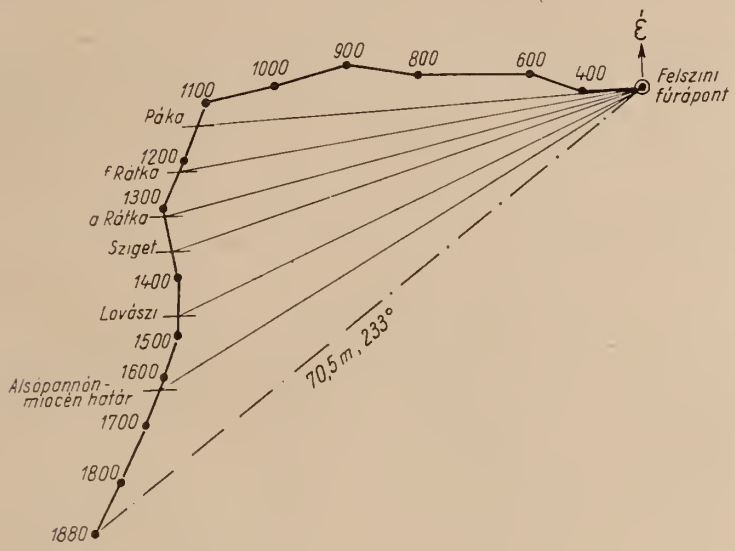
MÉLYFÚRÁSOK ELFERDÜLÉSÉNEK FÖLDTANI ÉRTÉKELÉSE

VÖLGYI LÁSZLÓ

Elméleti megállapításokból következik és a gyakorlati tapasztalatokkal alátámasztott tény az, hogy a fúrólyuk sohasem függőleges, hanem irányban és hajlásszögben egyaránt változó térgörbét alkot. Az esetek túlnyomó többségében függőleges lyuk lemélyítése a kívánalom és csak speciális célzatú fúrásoknál ferdítik szándékosan

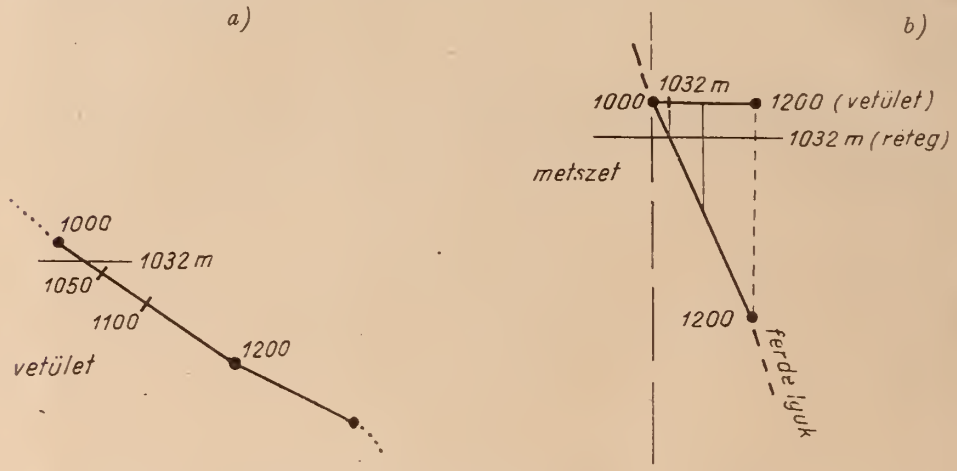


1. ábra. Elferdült fúrólyuk vízszintes vetülete. (A rajzbeli kiértékelés módszere.)

a fúrást. A lyukferdeségek biztos észlelése és a ferdülés számszerű kifejezése azonban csak a fizikai módszerrel történő ferdeség-mérések és elsősorban az irányított lyukferdeségmérések bevezetésével vált lehetővé. A ferdülés mértékének csökkentése érdekében súlyosbító rakatok segítségével nagy fúróterhelést, ennek következtében akadozásmentes, nyugodt fúróelőrelahadást lehet biztosítani és így a fúrószerszámot közel függőleges irányban tartani. A fúrólyukak elferdülésének azonban vannak olyan földtani okai, amelyeket műszaki intézkedésekkel többé-kevésbbé ellensúlyozni lehet ugyan, de teljesen kiküszöbölni nem. A lyukferdülést létrehozó földtani tényező elsősorban a kőzetek változó keménysége, helyesebben fúrhatósága, másrészt a rétegek vízszintestől eltérő, zavart települése. Ebből viszont az következik, hogy a lyukferdülésekből a hír-

telen kőzetkeménységváltozásokra és a rétegek szerkezeti viszonyaira következtethetünk. További feladat annak tisztázása, hogy hogyan befolyásolja a ferdeség a földtani viszonyok helyes felismerését.

A ferdeségmérések földtani értékelésének módszere. A ferde fúrás következtében a rétegeket nem a fúrólyukban mért mélységben és nem a fúrólyuk felszíni pontjával egyező helyen harántoljuk. A geofizikai mérési adatok feldolgozásával azonban bármely rétegre vonatkozóan megállapíthatjuk az átfúrás pontos térbeli helyét, a ferdülés következtében előállott vízszintes eltolódás és mélységcsökkenés figyelembevételével.

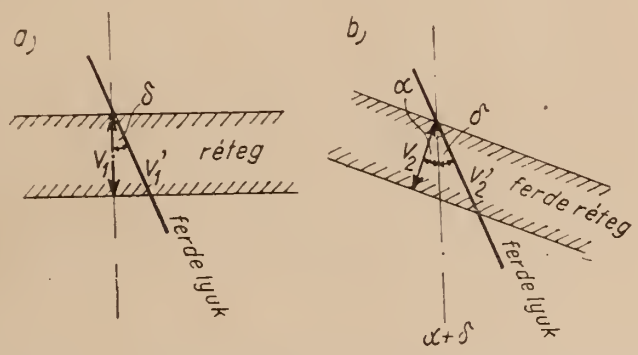


2. ábra. A megfelelő mélység kikeresése a vetületen *a)* és metszeten *b)*

Kiindulási alapként azon adatokat használtam fel, amelyeket a geofizikai mérések a geológus számára adnak. Általában 200 méteres lyukszakaszonként állnak rendelkezésre adatok, melyek az elhajlás szögét és azimutját (irányát) adják meg, valamint ugyancsak adott a különböző mélységekben előállott mélységcsökkenés is. Ezen adatok alapján szerkesztett és a térgörbét alkotó fúrólyukat vízszintes vetületben ábrázoló rajzot szintén kap a geológus. Tekintettel arra, hogy számunkra elsősorban a térképi ábrázolás a fontos (bár az adatok szelvénykészítésnél is felhasználhatók) ezt a vízszintes vetületet használtam fel a számításoknál és a rajzbeli kiértékelés módszerét alkalmaztam.

A feladat az, hogy bizonyos meghatározott rétegekre, vagy rétegcsoportokra vonatkozóan megállapítsuk a ferdeséget. Az elektromos szelvény alapján pontosan tudjuk, hogy egy bizonyos réteget milyen fúrási lyukmélységben harántoltunk. Ezt a mélységet kikeressük a vízszintes vetületen és a kapott pontot összekötve a fúrólyuk felszíni pontjával, megkapjuk az illető rétegre vonatkoztatott vízszintes eltérés irányát és nagyságát. A ferdülés következtében létrejött mélységcsökkenés a megkívánt mélységre vonatkoztatva rendelkezésre áll, csupán le kell vonni a ferde lyukban mért mélységből és megkapom a mélységcsökkenéssel korrigált értéket. Ezt a műveletet rajzban az 1. ábra. mutatja be. Az irányt szögmérővel fok pontossággal mértem, a távolságot pedig vonalzóval milliméter pontossággal, a vízszintes vetület méretaránya szerint átszámítva egész méterekre. A módszer pontosságára vonatkozóan a következőket kell megállapítani: a kívánt réteg igen ritkán esik egybe valamely 200 m-es szakasz kezdő- vagy végpontjával, ezért egy-egy ilyen 200 m-es szakaszon belül kell kikeresni

a rétegnek megfelelő harántolási mélységet. Ha például egy bizonyos réteg az elektromos szelvényen 1032 m mélységben mutatkozott akkor 1000 és 1200 m között a réteg helyét a vetületen úgy kapom meg hogy először felezem a távolságot (1100 m) majd az első felét tizedelem és az 1000 m-től három egész tizedet és a negyedik tized 1/5-ét veszem. Ez lesz a kívánt pont. (Lásd 2. ábra.) Meg kell jegyezni hogy a 200 m-es szakaszok — a ferdeség változásai miatt — vízszintes vetületben nem egyenlő hosszúságúak, tehát a megadott lépték szerint nem mérhetem a vetületen a távolságot csak a fent leírt módon interpolálással. A ferdeségek vízszintes vetületének méretaránya 1 : 200—1 : 1000 között változik általában. Ez azt jelenti, hogy ha 200-as lépték esetében milliméter pontossággal mérek a rajzon, akkor a valóságban 20 cm-es a pontosság; 1000-es lépték esetében pedig 1 m-es a pontosság, ami még mindig kielégíti a geológiai követelményeket. Ha meggondoljuk, hogy valamely földtani szerkezet, pl. olajmező rétegtérképe



3. ábra. Látszólagos vastagságnövekedés vízszintes *a)* és ferde réteg *b)* esetében

1 : 10.000 méretarányúak, akkor láthatjuk hogy ez a módszer a pontosság követelmé, nyeit a legrosszabb esetben is tízszeresen kielégíti. A távolságot egész méterekben, az irányt egész fokokban és a mélységcsökkenést ismét csak egész méterekben célszerű kiszámolni.

Elvileg a rétegek ferde harántolása látszólag vastagság-növekedést kell, hogy okozzon, 3. ábra. Nézzük meg azonban ennek a vastagság-növekedésnek nagyságrendjét. Ha 15 fokos a ferdülés (ami maximumnak tekinthető), akkor a különböző vastagságú vízszintes rétegek esetében a vastagságnövekedés a trigonometriai összefüggések alapján a következőképpen alakul:

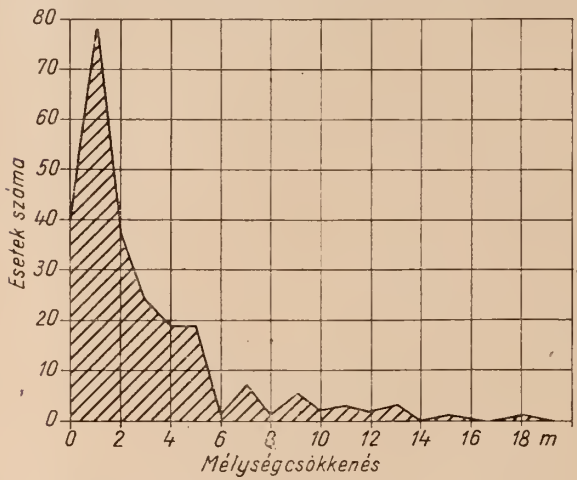
Rétegvastagság	Látszólagos vastagságnövekedés
50 m	2 m
5 «	0,2 «
1 «	0,04 «

A rétegdőlés természetesen ezt az értéket a dőlésnek megfelelően növeli. Az elektromos módszerrel történő rétegdőlés-méréseknél tehát a lyukferdeséget is figyelembe kell venni. Láthatjuk, hogy legfeljebb csak 25 m vastag rétegsor esetében vehetjük számításba a látszólagos vastagságnövekedést, 1 m-es pontosság esetében. A ferdülések átlagban az említett extrém példánál jóval kisebbek, úgyhogy egyes rétegekre vonatkozóan a vastagságnövekedést számításon kívül hagyhatjuk.

A z a d a t o k f e l d o l g o z á s á n a k f ö l d t a n i e r e d m é n y e i. Az előzőekben leírt módszerrel a lovászi olajmező 50 olyan fúrásának, mintegy 240 adata

alapján, ahol ferdeségmérési adatok rendelkezésre álltak, az egyes termelő színtájakat alkotó homokcsoportokra (helyesebben azok tetőrészére) és a lyuktalpra vonatkozóan kiszámítottam a ferdeségi adatokat. Az adathalmaz mellőzésével közlöm a statisztikus feldolgozás gyakoriság-diagrammjait (4., 5., 6. ábrák)..

A diagrammokat a következőképpen értékelhetjük: a mélységcsökkenések mértékének általános gyakoriságából (4. ábra) az látszik, hogy 1 m körül határozott maximum van, amely kb. 6 m-ig széthúzódik fokozatos csökkenéssel. A 6 m-en felüli mélységcsökkenések ritkáknak mondhatók azonban értékben nagyok is lehetnek. A ferdülés következtében létrejövő mélységcsökkenés leggyakoribb értéke 0—2 m, közepes gyakoriságú a 2—6 m-es mélységcsökkenés és ritka a 6—18 m-es mélységcsökkenés.



4. ábra. Mélységcsökkenések mértékének általános gyakorisággörbéje

A vízszintes eltérések mértékének gyakorisággörbéje (5. ábra) még határozottabban maximumot mutat. Ebből az olvasható ki, hogy átlagban 30—60 m-es vízszintes eltéréssel kell számolnunk, azonban itt a széthúzódás tágabb, mint a mélységcsökkenésnél (15—150 m), azaz a bizonytalansági tolerancia nagyobb. A 0—15 m-es és 200 m-en felüli eltérések ritkáknak mondhatók.

Földtanilag még többet mond az adatok feldolgozásából nyert és színtájakra vonatkoztatott gyakorisággörbe (6. ábra). Az előbb vázolt általános jellegek megtartása mellett finomabb részletek megvilágítására is alkalmas. Sorozatonként végigvizsgálva a mélységcsökkenéseket és vízszintes eltéréseket, azt látjuk, hogy a Páka sorozatban a mélységcsökkenések szórása nem nagy és az általános maximum közelébe esik, a vízszintes eltérések azonban széthúzottabbak. A felső Rátka sorozatban a mélységcsökkenések folyamatosan széthúzódó sort alkotnak, a vízszintes eltérések viszont jobban tömörülnek. Az alsó Rátka sorozatban a felső Rátkához teljesen hasonló a helyzet. A Sziget sorozatban csakúgy, mint a Lovászi sorozatban, a mélységcsökkenések nagy szórt értékei jelennek meg és a vízszintes eltérések nagy értékeinek száma növekedik. Ezek a konkluziók némi tájékoztatást nyujtanak arra vonatkozóan, hogy az egyes sorozatokban a ferdüléseknek milyen előrelátható következményeivel lehet számolnunk.

A ferde lyukak alakja és a fúrás közben harántolt rétegek összehasonlításából több olyan eredmény született, ami a f e r d ü l é s f ö l d t a n i o k á r a részleteiben is rávilágít. Ezek az általános következtetések az alábbiakban foglalhatók össze:

1. A fúrólyukak általában ívelten hajlanak, kisebb törésekkel és viszonylag kevés van olyan, amelyik csavarvonal alakú (vízszintes vetületben tehát egymást keresztező vonalak).

2. A ferdülés hirtelen irányváltozása vagy nagyon kemény (pl, »lenti márga«), vagy nagyon laza rétegekben (pl. felső pannón laza, vizes homokjai) következik be.

3. A fúrólyuk hirtelen irányváltozás nélkül görbül akkor, ha puha és kemény rétegek sűrűn váltakoznak egymással.

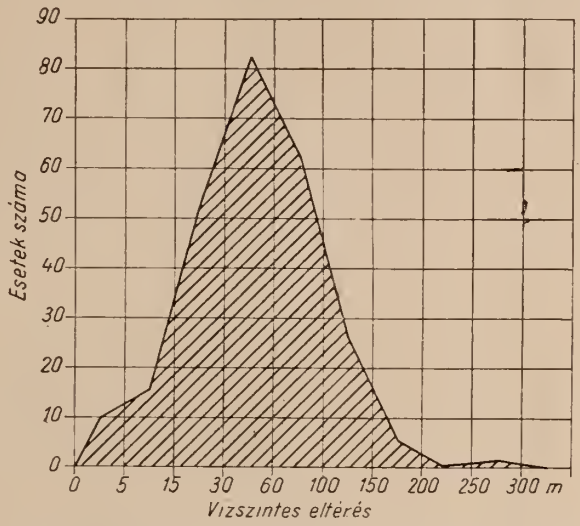
4. A ferdülés következtében előállt látszólagos rétegvastagodás, a ferdülése gyakorlati nagyságrendjét véve alapul, jelentéktelen.

A legszembeötlőbb és egyben a legtörvényszerűbb következtetéseket az elferdült lyukak térképi ábrázolásával, a szerkezeti viszonyokra vonatkozóan sikerült levonni. Kétségtelenül megállapítható volt:

1. A fúrások csaknem kivétel nélkül a kiemelkedő szerkezet tetőpontja és ezen belül a viszonylag kiemelkedettebb helyzetben lévő szerkezeti egységek felé hajlanak.

2. A szerkezet peremén települt fúrások ferdülése — főként a meredeken hajló rétegekben vagy annak közelében — lényegesen nagyobb, mint a szerkezet enyhébben hajló középvonala körül lemélyített fúrásoké.

3. A ferdülés következtében a rétegeket magasabb szerkezeti helyzetben harántoljuk, mint függőleges (ideális) fúrólyuk esetében.

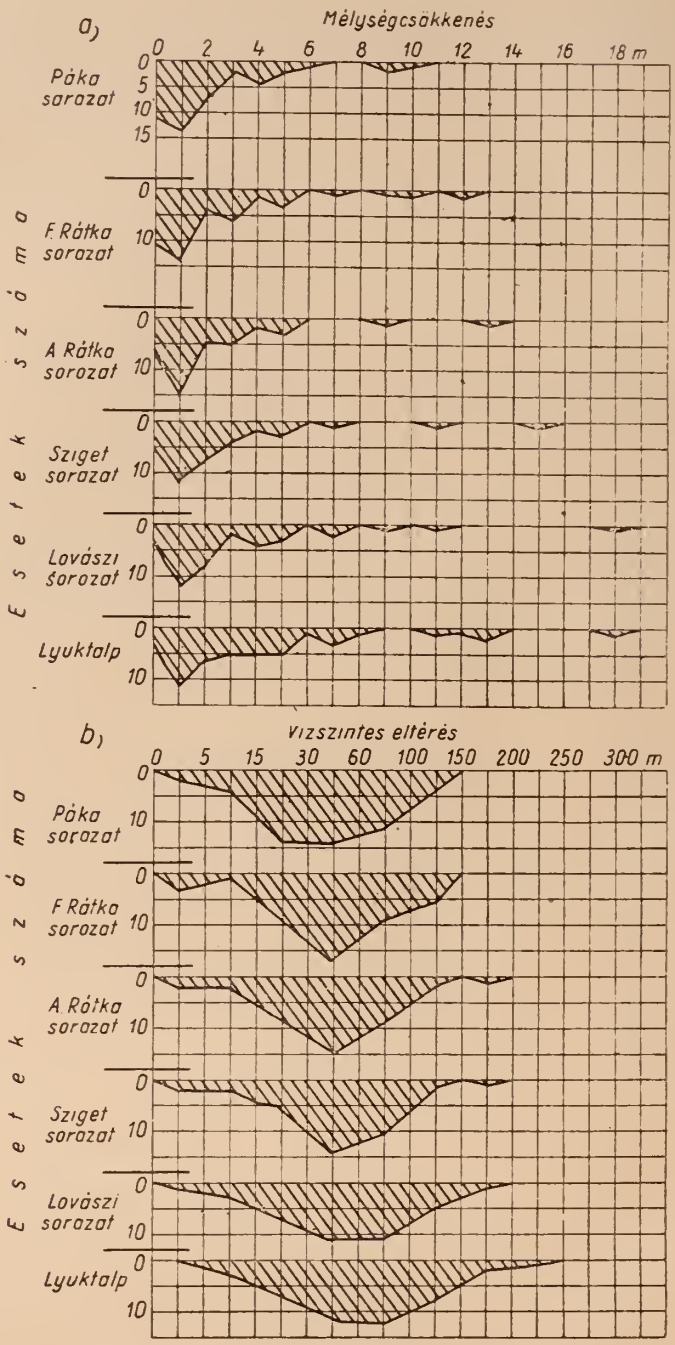


5. ábra. Vízszintes eltérések mértékének általános gyakorisággörbéje

4. A ferdülés következtében létrejövő mélységcsökkenés általában arányos a erdülés nagyságával és a mélységgel, de függ a ferdülés irányától és annak a szerkezethez való viszonyától.

A fúrólyukak szerkezethez hajló voltának oka az, hogy mechanikai okokból a fúró mindig a réteglapra merőlegesen igyekszik beállni és ezt a súlyosbító rakat megengedhető maximális növelésével sem lehet tökéletesen ellensúlyozni. A tapasztalat szerint a gyors fúrás növeli a ferdülést.

Kőolajföldtani vonatkozások. Az adatok feldolgozása alapján kitűnt, hogy olajmezőink rétegtérképeit módosítanunk kellene, mert a ferdeségek figyelembevétele megváltoztatja a rétegtérképek szintvonalainak lefutását. Így pl. a mezőperemeken mutatkozó nagy ferdülések annyira beljebb tolják a szintvonalakat, hogy a meredek dőlés csak vetővel volna magyarázható. Azonban sokkal valószínűbb az, hogy a többi fúrás, amelyekben ferdeségmérés nem volt, hasonlóképpen beferdült. Így tehát nem vetőről van szó, hanem csupán arról, hogy a szerkezetek peremi dőlése valamivel nagyobb, mint eddig gondoltuk. A vízszintes eltérések nagyságát különösképpen egy termelő olajmezőben, a sűrítő fúrások telepítésénél és a rétegmegnyitásoknál figyelembe kell venni, mert mint azt a számítás bizonyítja, egyes rétegekben a lyuktalpak 1—2 m-re is megközelíthetik egymást, ami pedig a termelés és termeltetés számára nem közömbös. A ferdülés miatt bekövetkező mélységcsökkenéseknek a tengerszint alatti mélységet megváltoztató hatását a rétegmegnyitásoknál figyelembe kell venni, mert csak így kapunk reális képet az olajtestnek a rétegekben elfoglalt helyéről.



6. ábra. Szinttájakra vonatkoztatott gyakorisággörbék