

Túlnyomásos zónák előrejelzése szeizmikus intervallumsebességek alapján*

MURAVINA LILIA – ZSELLÉR PÉTER**

A túlnyomásos zónákban a kőzetek porozitása nagyobb, mint a normális esetekben. Ezért a túlnyomásos zónákban a hullámterjedési sebesség lecsökken. A csökkenés nagysága elérheti a 20–30%-ot is. Ekkora változás a szeizmikus intervallumsebességeken könnyen felismerhető, ez tehát lehetőséget ad a túlnyomásos zónák előrejelzésére.

Az előadásban egy példát mutatunk be a túlnyomás előrejelzésére. A szeizmikus sebességvizsgálatból nyert nyomásadatokat összehasonlítjuk a terület mélyfúrásaiban megismert nyomásmérési eredményekkel.

В зонах избыточного давления горные породы характеризуются повышенными по сравнению с нормальными, величинами пористости. В связи с этим в зонах избыточного давления скорость распространения сейсмических волн уменьшается. Степень этого уменьшения может достигать 20–30%. Подобное изменение легко обнаруживается в сейсмических интервальных скоростях, что дает возможность предсказать наличие зон избыточного давления.

В докладе приводится пример подобного предсказания зон избыточного давления. Данные о давлении, полученные по изучению скоростей распространения сейсмических волн, сопоставляются с результатами измерения давления, проведенного в глубоких скважинах района.

The propensity of rocks in zones of abnormally high pressures is greater than in normal surroundings. For this reason the wave velocity decreases in zones of excessive pressure. The extent of velocity decrease may reach even 20–30%. A change of this size is recognizable on seismic interval velocities, giving means to predict zones of excessive pressure.

An actual example of prediction will be presented. Pressure data obtained via seismic velocity analysis will be compared with that obtained from wells in the same area of investigation.

A mélyfúrások tervezésekor nagy segítséget jelent, ha előre ismerjük a várható rétegyomás-adatokat. A gyakorlatban rendszerint a lemélyítendő fúrás környezetében található régebbi fúrások ismert nyomásadatait használják fel. A túlnyomásgyanús helyek fokozott ellenőrzésével az iszapfajsúly mindig a kívánt értéken tartható.

Gyakran előfordul, hogy az új fúrás környezetében nem ismerjük a rétegyomásokat. Előfordulhat, hogy a nyomásértékeket csak az új fúrástól távol eső pontok nyomásadatainak interpolációjával lehet becsülni. Pienkor hasznos segítséget nyújthatnak a szeizmikus sebességvizsgálatokból nyerhető nyomásértékek.

A karotázs-gyakorlatban a márgarétegekben mérhető hullámterjedési sebességet használják a túlnyomás előrejelzésére. Ezt a márgák stabil viselkedése indokolja. A karotázs szelvényekből kiválasztják a márgarétegeket. Felrajzolják a mélység függvényében a márgákban mért hullámterjedési sebességeket. A felrajzolt pontok a normál nyomású szakaszokon az úgynevezett normál trendhez illeszkednek. A túlnyomásos zónák helyét a trendtől eltérő, kisebb sebességértékek jelzik.

A szeizmikus intervallumsebességek mindig egy vastagabb rétegyösszetre vonatkoznak. Így itt nincs mód a márgarétegek elkülönítésére. Szerencsére a

* Előadás a XXIII. Geofizikai Szimpóziumon Várnában, 1978. X. 4–7.

** OKGT GKÜ

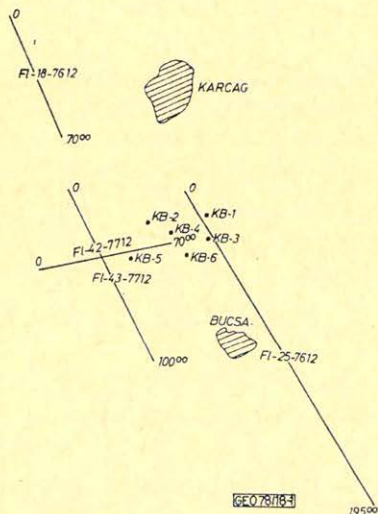
túlnyomásos zónákban nemcsak a márgarétegek válnak porózusabbá, hanem az összes többi üledékes kőzet is.

Természetesen ez a többféle kőzetből összeálló rétegösszlet nem fog olyan stabilan viselkedni, mint a karotázs-gyakorlatban használt márgarétegek. Ezért a szeizmikus intervallumsebességek nem fognak pontosan illeszkedni a normál trendhez, a normális nyomású szakaszokon is előfordulhatnak véletlenszerű ingadozások a normál trend körül.

A túlnyomásos zónákban a sebességértékek nem véletlenszerűen, hanem szisztematikusan térnek el a normál trendtől, a kisebb sebességek irányába. Ez teszi lehetővé a szeizmikus sebességvizsgálatok felhasználása esetén is a túlnyomásos zónák felismerését.

A következőkben bemutatunk egy példát a nyomásgradiens-értékek becslésére. A megvizsgált kutatási területről a következő előzetes információkkal rendelkezünk.

A terület első fúrását 1955-ben fúrták. Ez a KB-1 jelű fúrás (1. ábra). Ekkor még nem ismerték a terület nyomásviszonyait és 1890 méter mélység körül beleszaladtak egy túlnyomásos zónába. A fúróiszap nyomását a pórus-folyadék nyomása gyorsan kiegyenlítette, majd erős sósvíz-beáramlás kezdődött. A nyomáskiegyenlítődéskor a fúróiszap fajsúlya $1,18 \text{ kp/dm}^3$ volt.



1. ábra. A nyomásértékek becslésére az F1-18, F1-25, F1-42 és F1-43-as szeizmikus vonalak sebességvizsgálatát használtuk fel. A vonalak a Karcag-Bucsa terület mélyfúrásainak közelében helyezkednek el

Рис. 1. Для оценки величины давления использовали скоростной анализ по профилям Ф1-18, Ф1-25, Ф1-42, Ф1-43. Профили проходят вблизи скважин района Карцаг - Буча

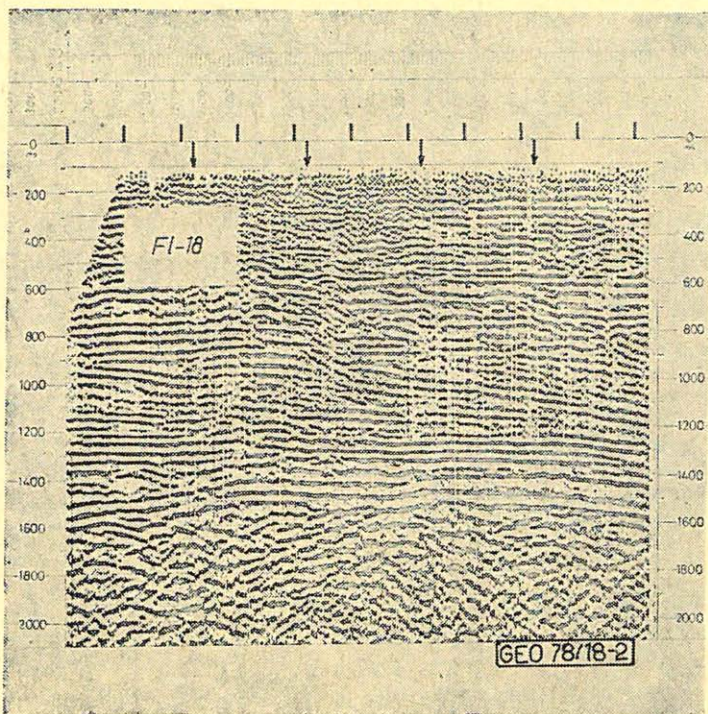
Fig. 1. For the estimation of pressure values the velocity study of seismic lines F1-18, F1-25, F1-42 and F1-43 has been used. The lines are located near the deep drillings of the Karcag-Bucsa area.

A későbbi fúrások izsaprogramját már az előzetes tapasztalatok alapján tervezték. Ma már rendelkezésünkre áll egy sor kapacitásmérésből származó nyomásadat is.

Szeizmikus sebességvizsgálatok felhasználásával is megpróbáltunk képet nyerni a terület nyomásviszonyairól. Célunk az volt, hogy megismerjük a nyomásgradiens térbeli változását.

Az 1. ábrán láthatók azok a szeizmikus vonalak, melyek mentén a sebességvizsgálatokat végeztük. Erre az ábrára rajzoljuk rá azoknak a mélyfúrásoknak a helyét is, melyekből ismerjük a nyomásértékeket.

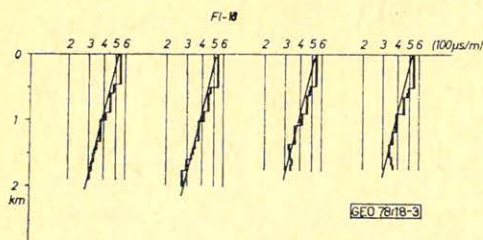
A következő ábrapárokon a szeizmikus időszelvények és a szelvények néhány pontján kiszámított intervallumsebesség függvények láthatók (2-3., 4-5., 6-7., 8-9. ábrák). Mivel a karotázs-gyakorlatban az intervallum-sebesség helyett az



2. ábra. F1-18-7612 szeizmikus időszelvény

Рис. 2. Временной разрез Ф1-18-7612

Fig. 2. Seismic time profile F1-18-7612



3. ábra. Az F1-18 szelvény sebességvizsgálata

Рис. 3. Скоростной анализ по профилю Ф1-18

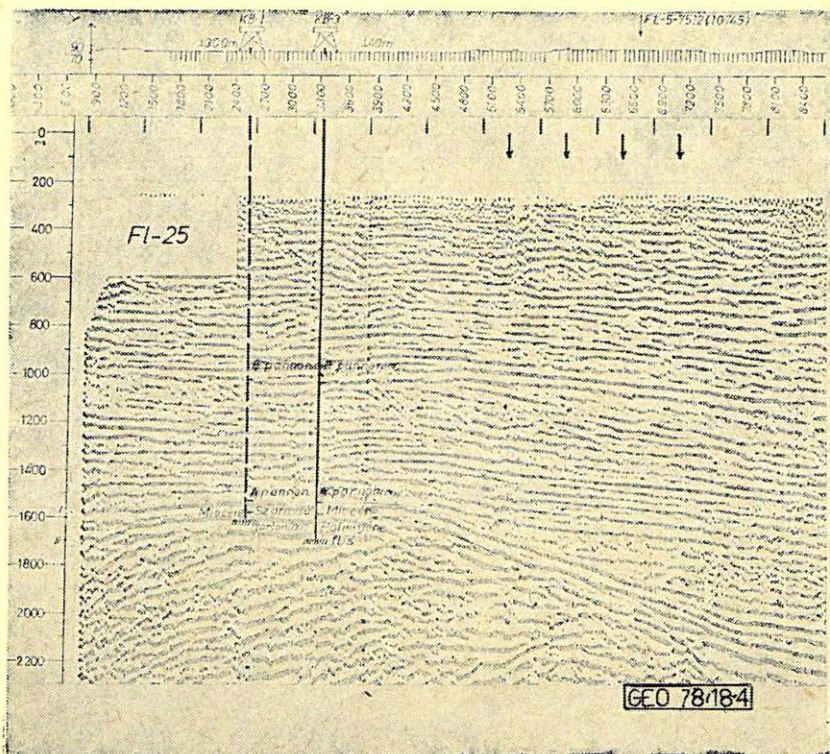
Fig. 3. Velocity study of the profile F1-18

intervallum-áthaladási időket szokás használni, mi is ezeket az értékeket ábrázoltuk. A sebességfüggvény-ábrákon a mélységskála lineáris, az intervallum áthaladási időskálája pedig logaritmikus.

A következő ábrákon a sebességfüggvényekből számított nyomásgradiens-függvények, vagy más szóval ekvivalens iszapfajsúly-függvények láthatók. Az iszapfajsúly értékek kp/dm^3 -ben értendők. Az $1,05 \text{ kp/dm}^3$ érték az alsó pannon fekü környéki hidrosztatikus nyomásgradiensnek felel meg.

A 10. ábrán az F1-18 szelvény mentén meghatározott nyomásgradiens-függvényt láthatjuk. Észrevehetjük, hogy a terület szélén, a szelvény „0” pontja környékén a nyomás hidrosztatikus. Túlnyomások csak a terület középső részén találhatók, amint ez a 11., 12. és 13. ábrákon látható.

Végül az utolsó ábrán (14. ábra) az előzetes ismereteinknek és a szeizmikus



4. ábra. F1 – 25 – 7612 szeizmikus időszelvény

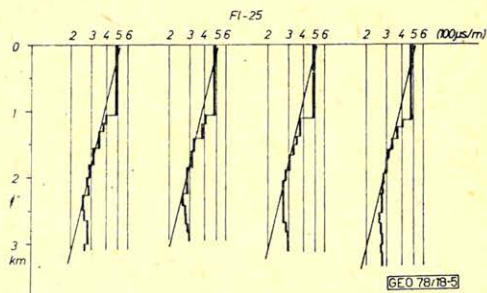
Рис. 4. Временной разрез Ф1 – 25 – 7612

Fig. 4. Seismic time profile F1 – 25 – 7612

5. ábra. Az F1-25 szelvény sebességvizsgálata

Рис. 5. Скоростной анализ по профилю Ф1 – 25

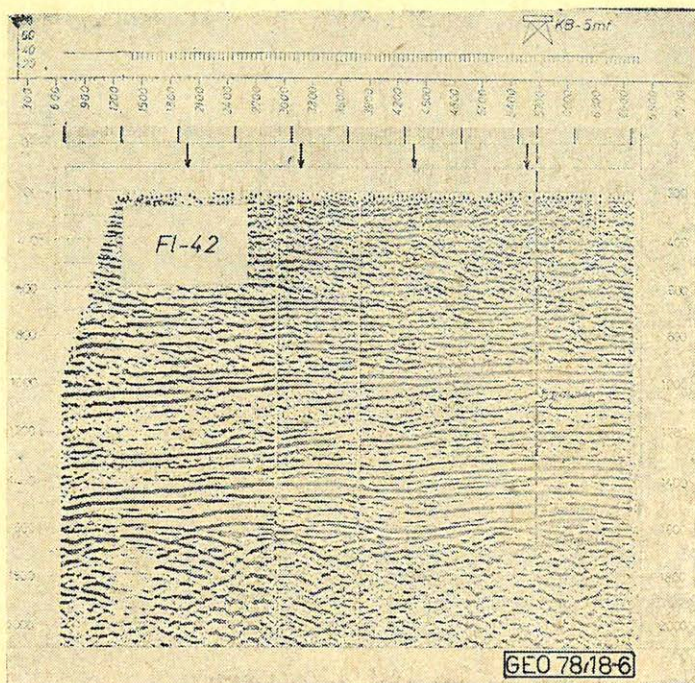
Fig. 5. Velocity study of the profile F1 – 25



sebességvizsgálatokból nyert nyomásgradiens-függvényeknek az összehasonlítása látható.

Az előbbi ábrákon bemutatott nyomásgradiens-függvényekből interpolációval kiszámítottuk, hogy a KB-1, 2...6 mélyfúrások környezetében hogyan változik a nyomásgradiens a mélység függvényében. A szeizmikával meghatározott és a mélyfúrásokban mért adatok egy ismert pontban való összehasonlítása egyúttal a módszer ellenőrzésül szolgál.

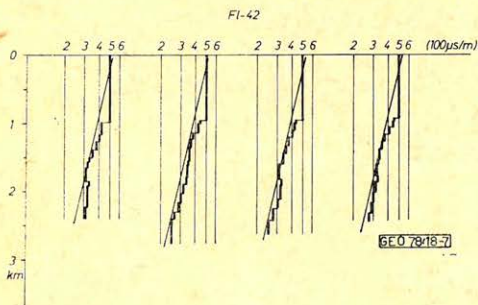
Az ábrán a szeizmikus intervallumsebességekből számított ekvivalens iszapfajsúly függvényt „a” betűvel jelöltük. A „b” jelű görbe a KB-4 fúrás iszap-



6. ábra. F1-42-7712 szeizmikus időszelvény

Рус. 6. Временной разрез Ф1-42-7712

Fig. 6. Seismic time profile F1-42-7712



7. ábra. Az F1-42 szelvény sebességvizsgálata

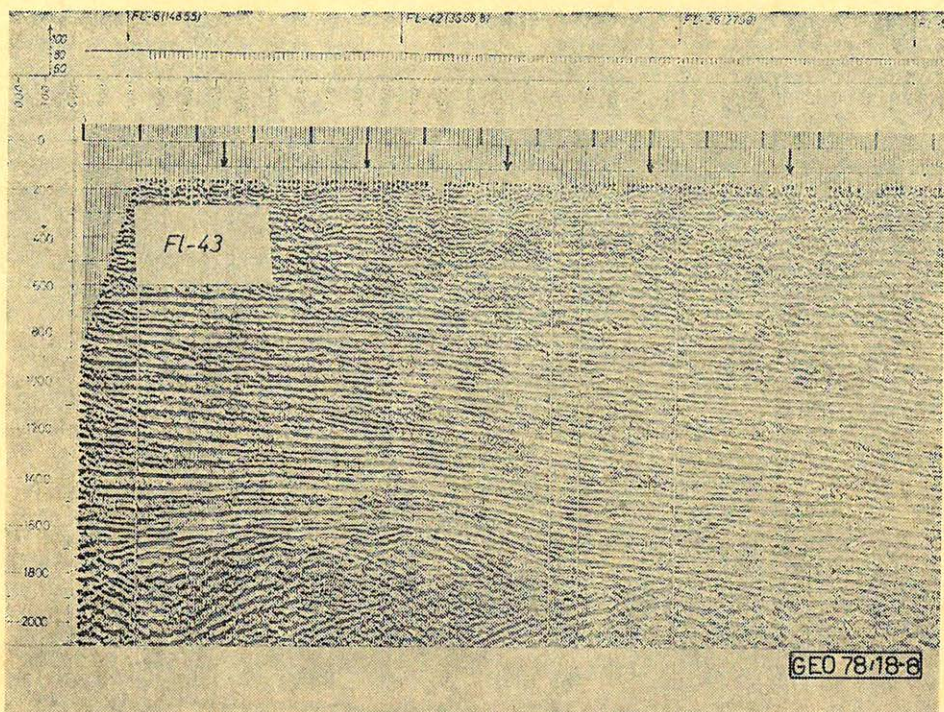
Рус. 7. Скоростной анализ по профилю Ф1-42

Fig. 7. Velocity study of the profile F1-42

programja. A „c” jelű a terület első fúrásának, a KB-1-esnek az iszapfajsúly függvénye.

Mint már említettük, a KB-1-esnél 1890 méter körüli mélységnél a nyomás kiegyenlítődt. Ez azt jelenti, hogy ebben a mélységben a pórufolyadék nyomása megegyezett a fúróiszap hidrosztatikus nyomásával. Az iszap fajsúlya ekkor $1,18 \text{ kp/dm}^3$ volt. Az ábrán láthatjuk, hogy a sebességvizsgálatokból becsült nyomásgradiens és a ténylegesen használt iszapfajsúly a nyomáskiegyenlítőds helyén jól egyezik.

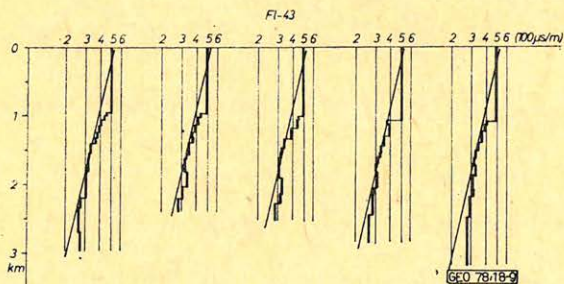
Az ábrára felrajzoltuk a KB-3, 4, 5, 6 fúrásokban végzett nyomásmérések eredményeit is. A nyomásgradiens értékek számítása kapacitásmérések alapján történt. Ezeken az értékeken is jól felismerhető egy 1500-2000 méter körüli nyomásnövekedés.



8. ábra. F1-43-7712 szeizmikus időszelvény

Рис. 8. Временной разрез Ф1-42-7712

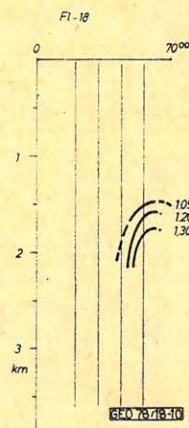
Fig. 8. Seismic time profile F1-43-7712



9. ábra. Az F1-43 szelvény sebességvizsgálata

Рис. 9. Скоростной разрез по профилю Ф1-43

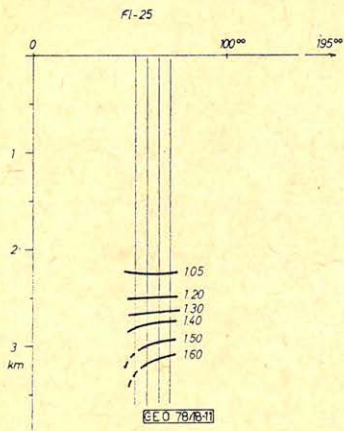
Fig. 9. Velocity study of the profile F1-43



10. ábra. A nyomásgradiens változása az F1-18 szelvényen

Рис. 10. Изменение градиента давления на профиле Ф1-18

Fig. 10. Variaton of the pressure gradient along profile F1-18



11. ábra. A nyomásgradiens változása az F1-25 szelvényen

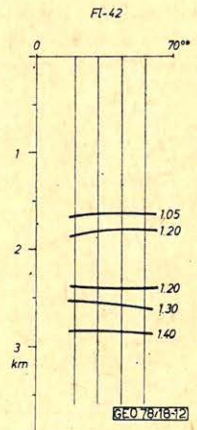
Рис. 11. Изменение градиента давления на профиле Ф1-25

Fig. 11. Variation of the pressure gradient along profile F1-25

12. ábra. A nyomásgradiens változása az F1-42 szelvényen

Рис. 12. Изменение градиента давления на профиле Ф1-42

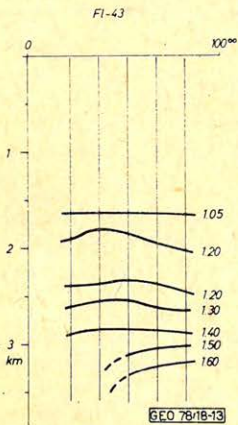
Fig. 12. Variation of pressure along profile F1-42



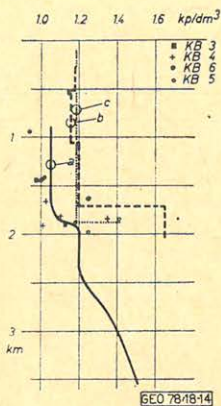
13. ábra. A nyomásgradiens változása az F1-43 szelvényen

Рис. 13. Изменение градиента давления на профиле Ф1-43

Fig. 13. Variation of pressure along profile F1-43



Összehasonlítva a szeizmikus intervallumsebességekből becsült és a mélyfúrásokban mért nyomásértékeket, láthatjuk, hogy a szeizmikus módszer jól jelzi a túlnyomásos zónák jelenlétét. Mivel a szeizmika időben megelőzi a fúrást, a szeizmikával nyert adatok segítséget nyújthatnak a fúrások tervezésekor.



14. ábra. A szelvények mentén meghatározott nyomásgradiens értékek interpolációjával kiszámítottuk a KB-1 és KB-4 mélyfúrások környezetére a nyomásgradiens-mélység függvényt. Az ábrán ezt „a” betűvel jelöltük. A „b” jelű görbe a KB-4-es, a „c” jelű a KB-1-es iszapfajsúly programja.

A KB-1-esnél a nyomás 1890 méter körüli mélységben kiegyenlítődt. A fúróiszap fajsúlya ekkor $1,18 \text{ kp/dm}^3$ volt. Az ábrán láthatjuk, hogy a sebességvizsgálatokból becsült nyomásgradiens és a ténylegesen használt iszapfajsúly a nyomáskiegyenlítés helyén jól egyezik.

Az ábrára rajzolt további pontok a KB-3,4,5,6 mélyfúrásokban végzett kapacitásmérésekből származnak

Рис. 14. Зависимость градиента давления от глубины для территории в районе скважин КБ-1 и КБ-2 рассчитали интерполяцией градиентов давления, определенных по профилям. На рисунке это обозначили буквой „а” является программой удельного веса бурового раствора для скважины КБ-4, а кривая со знаком „с” — для скважины КБ-1

В скважине КБ-1 давление выравнилось на глубине около 1890 м. Удельный вес бурового раствора при этом был равен $1,18 \text{ кг/дм}^3$. На основании рисунка хорошо видно что градиент давления, оцененный по скоростному анализу и действительный вес бурового раствора хорошо совпадают.

Дальнейшие точки имеющиеся на рисунке взяты на основании исследований производительности скважин КБ-3, 4, 5, 6.

Fig. 14. By interpolation of pressure gradient values determined along the profiles we have computed the pressure-gradient-depth function for the environment of deep drillings KB-1 and KB-4. On the figure this has been marked by „a”. The curve marked „b” is the diagramm of the specific weight of mud, for KB-4, that marked by „c” is the same for KB-1.

In case of KB-1 the pressure has been compensated at the depth of about 1890 m. The specific weight of the mud was at that point 1.18 kp/dm^3 . We see on the figure that the pressure gradient as estimated from the velocity studies and the effectively used specific weight of the mud are well agreeing at the spot of the pressure compensation.

Other points marked on the figure originate from the capacity measurements executed in the deep drillings.

IRODALOM

W. H. Fertl: Abnormal formation pressures, Developments in Petroleum Science, 2. Elsevier, 1976.