

Szintvonalas térképek gépi előállításá*

K É S M Á R K Y I S T V Á N – K L O S K A K Á R O L Y –
M A K Á R Y E L E M É R **

Szabályos rácsálózatban adott értékeket felhasználó térképrajzoló programot ismertetünk. Az eljárás lényege kétdimenziós interpolálás, majd a szintvonalaknak megfelelő koordináták kijelölése.

Az interpolációt a szükséges pontosságig az egzakt képlettel végezzük. A módszer minden kiegészítő feltétel nélkül biztosítja a hegyidomtani és vonalvezetési problémák egyértelmű, elvileg jó megoldását. A rajzolást off-line TNR plotter végzi $0,4 \times 0,4$ mm finomságú hálózatban, de az eljárás bármilyen más rajzóberendezésre is adaptálható.

A program gyorsasága lehetővé teszi nagy tömegű szintvonalas térkép előállítását. A finom hálózatra történő nagy pontosságú interpolálás következménye, hogy a kapott izotérkép koncepció nélkül, torzításmentesen ábrázolja az adatrendszert információtartalmát.

A módszer illusztrálására mágneses, gravitációs, szeizmikus és geoelektromos módszerekkel kapcsolatos példákat mutatunk be. Néhány példán rámutatunk olyan részletekre is, ahol a gépi előállítás a hagyományos kézi módszernél jobb, elvileg helyes eredményt adott.

В работе описывается программа для построения карт, использующая величины, заданные в точках сетки правильной формы. В основе метода лежит двухмерная интерполяция с последующим выделением координат, соответствующих изолиниям.

Интерполяция выполняется с использованием экзактной формулы до необходимой точности. Рассматриваемый метод без всяких дополнительных условий обеспечивает однозначное и теоретически обоснованное решение проблем, связанных с рельефом. Графическое представление карты выполняется плоттером типа TNR, работающим в автономном режиме, в сетке $0,4 \times 0,4$ мм, но предлагаемый способ может быть приспособлен к любому другому устройству черчения.

Быстродействие программы позволяет проводить массовое построение карт. Благодаря высокоточной интерполяции, осуществляемой в тонкой сетке, получаемая карта изолиний отображает информацию, содержащуюся в серии данных, без искажений и без субъективных представлений.

Для иллюстрации приводятся примеры карт, полученных по магнитометрическим, гравиметрическим, сейсмическим и электроразведочным данным. На примере некоторых из карт приводятся детали, по которым машинный способ построения карт дает принципиально правильные результаты, превосходящие по своему качеству результаты стандартных ручных способов.

A mapping program is dealt with using values of a regular grid. The basic element of the procedure is two dimensional interpolation, then the determination of coordinates corresponding to the level lines.

The interpolation upto the necessary accuracy has been made using the exact formula. The method assures – without any additional conditions – the unequivocal and principally correct solution of topographical and tracing problems. Drawing is accomplished by an off-line TNR-plotter in a grid of 0.4×0.4 mm dimensions, but the procedure can be adapted to other drawing equipments too.

The speed of the program enables the production of a big quantity of contour maps. A consequence of the interpolation of great accuracy made into a fine grid is that the isomap obtained represents the information content of the data system without any distortion and suggestion.

To illustrate the method, magnetic, gravity, seismic and geoelectric examples are shown. A few of them contain such details, where the use of machine-processing has given better – and in principle more correct – results than the conventional processing method.

Bevezetés

Legtöbb geofizikai módszernél a kiértékelés alapja, vagy a végeredmény megjelenítési formája szintvonalas térkép. Az értelmezés, illetve a levonható következtetések helyességének fontos feltétele a korrekt térképszerkesztés.

* Elhangzott 1975. jan. 9-én, a Felszíni Szakosztály ülésén.

** OKGT Geofizikai Kutatási Üzem, Budapest

Tegyük fel, hogy szabályos rácshálózatban levő (tetszőleges fizikai jelentésű) adatokból kell térképet készítenünk. A gravitációs módszernél például ma már általános törekvés, hogy a mérések szabályos rácshálózat mentén történjenek. Ellenkező esetben a rendszertelen, vagy kevésbé szabályos adatok rácshálózatba interpolálása szükséges, amelynek tárgyalására nem térünk ki.

Különös paradoxon, hogy a lehetőségekhez képest pontos mérési és feldolgozási eljárásokat követő térképrajzolás egzaktnak nehezen leírható műveletként él a szakmai közvéleményben, és az adatfeldolgozási folyamat kevésbé ellenőrizhető, nem szabványosított pontját jelenti. Kétségtelen, hogy e munkafázis erősen befolyásolja a térkép értelmezhetőségét, „olvashatóságát” és esztétikai megjelenését. A kézi szerkesztés szubjektív, közelítő jellegének és a nagytömegű munkánál elkerülhetetlen hibák mennyiségének csökkentése a kiértékelés szempontjából fontos feladat. Dolgozatunkban azt kívánjuk bemutatni, hogy a kiértékelés előtti térkép-előállítás precíz matematikai alapokra helyezhető folyamat. A műveletnek az alább kifejtendő elvek alapján történő automatizálásával a térképrajzolás is a jelenlegi, rutinszerű adatfeldolgozás színvonalára emelhető.

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemében a szerzők által megvalósított izotérkép-rajzoló programcsomag biztosítja, hogy a kiértékelő kezébe pontos, objektív, előzetes „konceptiót” nem tartalmazó térkép kerüljön. A térkép rajzolásakor elkövetett tudatos változtatások ugyanis a formális logika egyik axiómájának megsértését jelentik, mivel valamely tétel (jelen esetben egy feltételezett geológiai ható létezésének) bizonyításához nem használható fel ugyanaz a tétel. A geológiai modellt úgy kell megválasztani, hogy a különböző, mért fizikai paraméterekkel és egyéb geológiai megfontolásokkal minimális ellentmondásban legyen. A helyes koncepció kialakítását, azaz a földtani modell minőségi és mennyiségi meghatározását így nem zavarják szubjektív hibák, mivel a zajsintet növelő nem tudatos (egyéntől függő) rajzi tévedések is ki-küszöbölhetők.

Az eljárás mindezen túl biztosítja a hegyidomtani jellegű és vonalvezetési problémák egyértelmű, elvileg helyes megoldását.

Az izotérkép-rajzolás elvi alapjai

Az algoritmus megtervezésekor tudatosan törekedtünk arra, hogy a lehető legkevesebb feltételt használjuk ki a feladat megoldásához. Az alábbi négy feltétel teljesítése mellett az elkövethető hibák becsülhetők, és pusztán numerikus jellegű többlet-ráfordítással tetszőleges korlát alá szoríthatók.

I. Kétdimenziós képek digitalizálásának elve:

Az emberi látás természetéből következik, hogy tetszőleges látvány különböző színű és tónusú foltokra bontható. A szem véges felbontóképessége miatt az elegendően finom eloszlású foltokat folytonosnak látjuk. Jó példa erre az apró szemcsékből álló fénykép.

A vázolt okok miatt tetszőleges „fekete-fehér kép” (például egy fehér alapon fekete vonalakat tartalmazó izotérkép) ábrázolható fekete és fehér foltok tömegével. A kezelhetőség kedvéért szabályos, derékszögű négyzethálót választunk, mely négyzet alakú „foltok” halmazát definiálja. Egy szeizmikus szelvényíró (plotter) „változó terület” írásmódban képes ilyen mozaikszerű kép létrehozására. A kirajzolandó csatornákon levő negatív értékek fehér, a pozitív impulzusok fekete foltot eredményeznek a filmen.

A plotter kijátszási paraméterei megválaszthatók úgy, hogy az elemi foltok négyzet (nem téglalap) alakúak legyenek. A gyakorlatban a $0,4 \times 0,4$ mm-es méret elegendően finomnak bizonyul.

Az ilyen elemi foltokból felépülő görbe vonalak elegendően simáknak, folytonosaknak látszanak. A szeizmikus szelvényíró alkalmazásából következik, hogy a kész képet szeletenként fel kell bontani, minden szeletet egy „szeizmikus csatornán” kell tárolni. Látni fogjuk, hogy más szerkezetű mechanikus rajzoló berendezések vezérlése is egyszerűen megoldható, bár az előbbinél több gondot igényel.

2. Interpoláció szabályos négyzetháló adatai alapján:

Az izotérkép szerkesztését szabályos rácshálózatban levő adatok alapján végezzük,

A területet az alaphálózatra támaszkodó, finom (például 50-szer sűrűbb) rácshálózattal elemi foltokra bontjuk, melyek fekete vagy fehér tónusát a kérdéses helyen felvett függvényérték határozza meg. Szükséges tehát a környező alappontok ismeretében interpolálni a függvényt. Ismert tény, hogy a szabályos rácshálózatban mintavételezett kétváltozós függvény elvben precíz interpolációja kétváltozós szinusz kardinális függvénnyel való konvolúcióval végezhető el (Meskó, 1972.).

Gyakorlati szempontok miatt szükséges az operátor csonkítása. A csonkítófüggvény tervezéséről egy korábbi dolgozatban már beszámoltunk (Göncz, Késmárky 1972.).

A kétváltozós, folytonos operátor pontos alakja:

$$O(x, y) \sin c \left(\frac{x}{\tau} \right) \cdot \sin c \left(\frac{y}{\tau} \right) \cdot \exp \left(-2\pi^2 (56 \cdot 6)^2 (y^2 + x^2) \right)$$

ahol x és y a két független változó, τ a mintavételi távolság (az alaphálózat rácscellaoldala) és

$$\sin c \alpha = \frac{\sin \pi \alpha}{\pi \alpha}.$$

Az $O(x, y)$ interpoláló függvény Gauss-csonkítás miatt elegendően koncentrált az (x, y) síkon, 8×8 ponttal számított konvolúció esetén az interpolációs relatív hiba -50 dB alatt van.

Az algoritmus elvben szükségessé teszi a finom rácsháló minden pontjában a függvény meghatározását interpolációval. Mivel így az egész felület igen részletesen ismertté válik, az egyes szintek vonalvezetése semmiféle problémát nem jelent, illetve nem vezet semmiféle dilemmához, nem igényel mesterkelt kiegészítő feltételezéseket. Hegyidomtani jellegű hibák lehetősége ki van zárva.

Megjegyezzük, hogy a kézi izotérkép-rajzolás a szinusz kardinális operátor által szolgáltatott értékekhez hasonló, a körül szóró eredményt ad.

3. Megfelelően mintavételezett alaphálózat:

Az interpoláció művelete csak a mintavételi törvény kielégítése esetén szolgáltat elegendően pontos eredményeket. A 2τ kétszeres rácscellaoldalnál kisebb hullámhosszú komponenseket is tartalmazó tér esetén az eredeti függvény pontos visszaállítása nem lehetséges, a térkép torzul. E hiba csak megfelelő mérési metodikával (kisebb τ választásával) csökkenthető.

4. Szabálytalan helyzetű adatok esetén szükséges a rácshálózatba való interpolálás művelete:

Ennek tárgyalását mellőzzük.

Az algoritmus leírása

A szeizmikus plottert vezérlő csatornák az alaphálózatra fektetett finom rácsháló oszlopaihoz vagy soraihoz tartozó elemi cellák csúcsaiba történő interpolálás után készíthetők el. A finom rácsháló által meghatározott elemi négyzeteket akkor sötétítjük be a térképen, ha területüket metszi valamely adott izovonal.

Ennek logikai feltétele egyszerűen megfogalmazható: legyen A_1, A_2, A_3 és A_4 az elemi négyzet négy sarkán felvett interpolált függvényérték. Egy izovonal akkor metszi a négyzetet, ha A_1, A_2, A_3 és A_4 közül legalább egy kisebb és legalább egy nagyobb vagy egyenlő az izoértéknél.

Válasszuk ki az eredeti rácsháló egy négyzetét. A négyzet négy csúcának koordinátái:

$$(x_0, y_0 + D), (x_0 + D, y_0 + D), (x_0, y_0), (x_0 + D, y_0), \quad (1)$$

ahol D a négyzet oldalhosszúsága. Ha $n \times n$ -es sűrítést akarunk, a finomabb rácsháló négyzeteinek oldalhosszúsága

$$d = \frac{D}{n}. \quad (2)$$

A finom rácsháló pontjai:

$$(x_0 + kd, y_0 + md). \quad (3)$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$m = 0, 1, 2, \dots, n.$$

Ilyen k és m indexű pontokban szeretnénk kiszámítani az alappontokban ismert függvényt.

Az $O(x, y)$ szinusz kardinálisz operátor alkalmazása esetén konvolúcióval kapható az eredmény:

$$f(x_0 + kd, y_0 + md) = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 f(x_0 + (i-4)D, y_0 + (j-4) \cdot D) \cdot O((i-4)D - kd, (j-4)D - md). \quad (4)$$

Az eljárás alkalmazásának egyedüli hátránya, hogy a többi szűrési művelethez hasonlóan az adatrendszer szélein veszteség vagy némi torzulás lép föl.

A finomabb rácshálóba történő interpolálás elvégezhető lineárisnak nevezett interpolációval is. Ennek lényege a következő: Az (1) négyzet felső és alsó oldalán lineárisan interpolálunk az

$$(x_0 + kd, y_0 + D) \quad \text{és} \quad (x_0 + kd, y_0) \quad (5)$$

pontokba, majd ezekből az értékekből ugyancsak lineáris interpolációval a (3) pontba. Az így kapott interpolációs formula:

$$f(x_0 + 4d, y_0 + md) = \frac{1}{n^2} [(n-k)mf(x_0, y_0 + D) + kmf(x_0 + D, y_0 + D) +$$

$$+ (n - k)(n - m)f(x_0, y_0) + k(n - m)f(x_0 + D, y_0)]. \quad (6)$$

Látható, hogy a négy darab súly csak az interpolációs pont és a négy szomszédos alappont relatív helyzetétől függ.

(Hasonló eredményt kapunk, ha először a négyzet két függőleges oldalán interpolálunk, és utána vízszintes irányban.)

A lineáris interpoláció komoly hátránya, hogy a Nyquist-frekvencia közelében tekintélyes interpolációs hibákon túl a kapott térkép vonalai „szögletesek”.

A szögletes vonalvezetésű térképek, bár hibáik a zajszintnél általában kisebbek, nem népszerűek az értelmezéssel foglalkozó szakemberek körében, mivel a potenciáltér szintjei nem lehetnek szögletesek. Az $O(x, y)$ operátorral végzett, elvileg helyes interpoláció viszont sok gépidőt igényel, ha a finomítás mértéke nagy. Ezért célszerű szinuszkardinálisos interpolációval bizonyos finomítást elvégezni, majd ezt tovább sűríteni lineáris interpolációval. Ilyen módon kevés gépidő felhasználásával elegendően sima szintvonalakat kapunk.

Természetesen az alappontok értékét sem külön-külön, sem kombinálva nem változtatja meg a kétféle interpoláció. Tapasztalataink szerint az eredeti alaphálózat ($D = 500$ vagy 1000 m) ötszörös sűrítése szinuszkardinálisos operátorral elegendő, ezt követi további ötszörös vagy tízszeres sűrítés lineáris interpolációval. Az így kapott térkép a megfelelő pontosságon túl jó vonalvezetésű.

A belső számbábrázolási pontosság megtervezésekor figyelembe kell venni azt a tényt, hogy kis gradiensű helyeken a függvényérték kis megváltozása (hibája) az izovonalak alakját erősen befolyásolja. A relatív pontosság növelésével ez a nehézség tetszőlegesen csökkenthető.

Röviden néhány szót egy rajzolófej vezérléséről

Szeizmikus szelvényíró esetén a térkép igen egyszerűen, vékony szeletenként rajzolható meg. Kissé bonyolultabb feladatot jelent egy mechanikus rajzológép írófejének vezérlése. Erre csak elvi megoldást adunk.

Láttuk, hogy az izovonalak leírhatók egy szabályos (finom) rácshálózat alapján, ahol a rácspontok közti négyzetekhez (fejpozíciókhoz) fekete vagy fehér színt, illetve T vagy F logikai értéket rendelünk. A vezérlés elvi feltétele, hogy a rajzolni kívánt területnek megfelelő finom hálózat a memóriában, legalább bitenként ábrázolható legyen. (Alkalmas logikai konstrukcióval a tár-igény jelentősen csökkenthető; az előbbi feltétel tompítható.)

A rajzolófej mozgása megoldható a rácson definiált (T logikai értékű elemi négyzeteken átmenő) irányított gráffal. Minden pozícióból a fej nyolc szomszédos pontba léphet. Az egymás utáni lépések előírt sorozatával tehát megvalósítható a vezérlés.

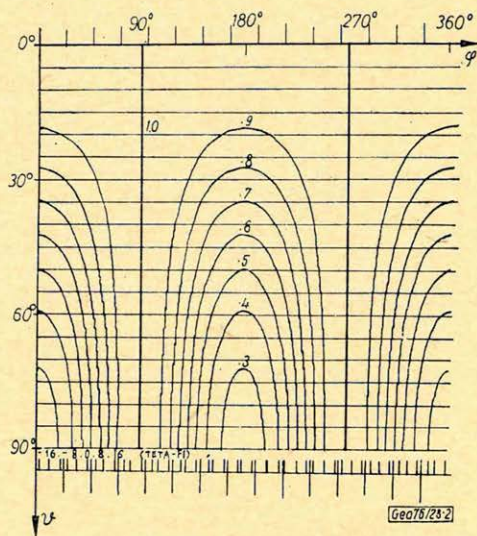
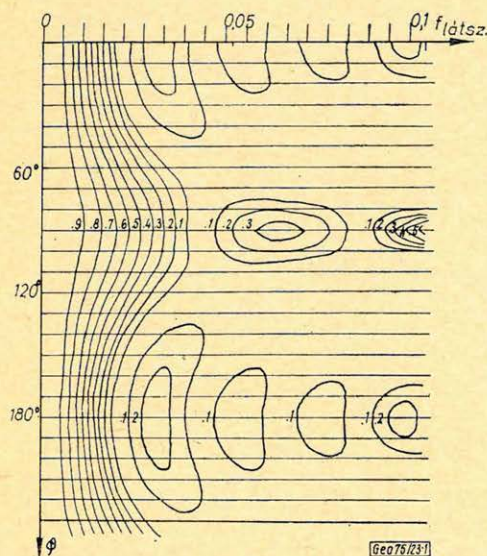
A kiinduló pont meghatározása után a folytonos vonal kihúzása addig tart, amíg a szomszédos pozíciókban van T érték. Természetesen az egyes pozícióknak megfelelő lépések megtétele után a memóriában törölni kell a T logikai értékét. Így például egy záródó izovonal rajzolása a kiinduló pozícióba való visszatérés után befejeződik. Az izotérkép akkor készül el, ha már egyik pozíció sem T logikai értékű.

Alkalmazások

Nyilvánvaló, hogy bármilyen kétdimenziós adatrendszer a program segítségével elkészíthető szintvonalas kép formájában, csak a megfelelő adatelő-

készítést kell elvégezni a rendszer bemenete részére. A kimeneten kapott térkép méretaránya és vonalköze tetszőlegesen megválasztható.

Az 1. és 2. ábrán geofoncsoportok átviteli függvényeit mutatjuk be. A rugalmas, tetszőleges geofoncsoport átviteli függvényét kiszámító programok eredményei így kényelmesen, gyorsan megjeleníthetők, ami jelentősen megkönnyíti a metodikai tervező munkát.



1. ábra. $3 \times 6 = 18$ geofonból álló geofoncsoport átviteli függvénye. A geofonok három sorba helyezkednek el, a sorok távolsága 6 m, és a geofonok távolsága a soron belül is 6 m. A koordináták jelentése: φ a hullámfront felszíni vetületének az x tengellyel bezárt szöge, f társz pedig a felszíni vetület tér-frekvenciája. [1/m]

2. ábra. Egy sorban 8 m távolságra elhelyezett, öt geofonból álló geofoncsoport átviteli függvénye. A θ koordináta jelentése: a hullámfront irányának a függőlegessel bezárt szöge. φ a hullámfront felszíni vetületének az x tengellyel bezárt szöge

Puc. 1. Характеристика группы сейсмоприемников состоящей из $3 \times 6 = 18$ приборов. Сейсмоприемники расположены в трех рядах, удаленных на 6 м друг от друга с шагом приборов 6 м. Обозначение координат: φ — угол между проекции фронта волны на поверхности и осью x ; f та́рсз — пространственная частота проекции (1/m)

Puc. 2. Характеристика группы сейсмоприемников, в которой пять приборов расположены по одной линии с шагом 8 м. Значение координаты θ : угол между направлением фронта волны и вертикалью; φ — угол между проекцией фронта волны на поверхности и осью x .

Fig. 1. Transfer-function of a geophone-group of $3 \times 6 = 18$ geophones. These are arranged in three rows, distance of the rows: 6 m and that of the geophones within the rows is also 6 m. Meaning of the coordinates: φ is the angle of the surface projection of wave-front subtended with the x -axis, f app. represents the volume-frequency of the surface projection (1/m)

Fig. 2. Transfer-function of a geophone-group of 5 geophones arranged in a row at a distance of 8 m one from another. Meaning of the coordinates: θ is the angle of wave-front direction subtended with the vertical, φ is the angle of the surface projection of wave-front subtended with the x -axis

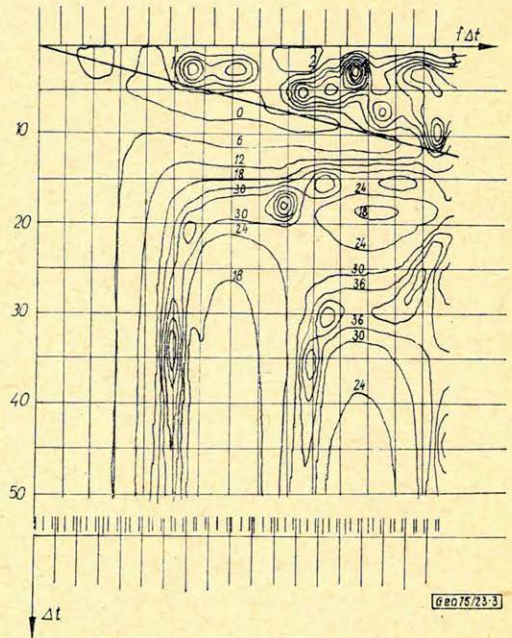
A 3. ábrán egy speciális többszörös csillapító eljárás átviteli karakterisztikája látható. Geoelektromos és mágneses alkalmazási példaképpen a 4. ábrán

egy dél-alföldi kutatási terület izoarea térképe látható, az 5. ábrán pedig a Pásztori környékének ΔZ anomália-képét közöljük.

3. ábra. 24-szeres fedés esetére a 24 közös mélységpontú csatornára alkalmazott ún. linearizált legyezősűrűs átviteli függvénye. A szintvonalértékek a többszörös reflexiók csillapítását jelzik dB -ben az egyszeresekhez viszonyítva, Δt a többszörös moveoutja a szélső geofonnál, f a jel frekvenciája Hz -ben

Рис. 3. Характеристика так называемой линейного веерного фильтра, применяемого для канала с 24 ОГТ, при 24-кратном перекрытии. Величины изолиний означают затухание кратных отражений в dB по сравнению с одиночными; Δt — разность времени кратной волны для крайнего сейсмоприемника; f — частота сигнала в $Гц$.

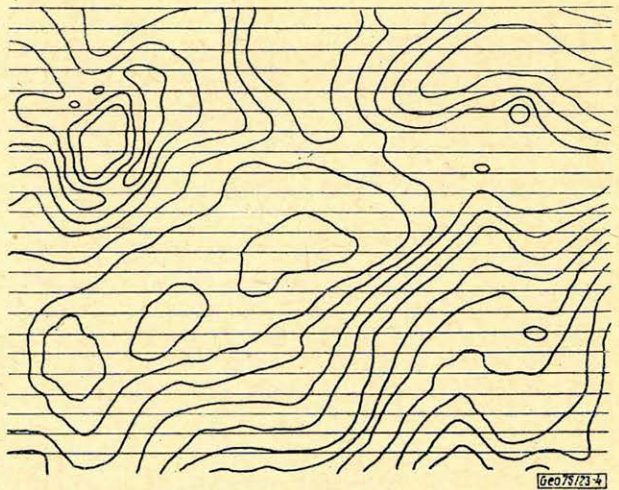
Fig. 3. Transfer-function of the so called „linearized fan-filtering” applied for the 24 common depth point channel in case of 24-fold stacking. Level-line-values represent the damping of multiple reflections in dB as related to simple ones, Δt is the moveout of the multiple at the outermost geophone, f is the frequency of signal in Hz



4. ábra. Dél-alföldi kutatási terület izoarea térképe (Izovonal értékköz 0,05)

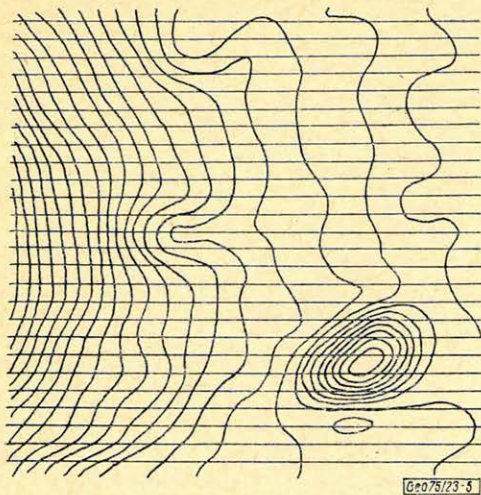
Рис. 4. Карта изоареоал района работ южной части Большой низменности (сечение изолиний — 0.05)

Fig. 4. Isoarea-map of the exploration area of the South-Plane (step of isolines: 0.05)



Az izovonalas térképrajzoló programrendszer alkalmazható a gravitációs adatok kiértékelésénél használt Bouguer-anomália-térképek és szűrt gravitációs anomália-térképek rajzolására is. Az OKGT GKÜ Gravitációs Osztályán ez utóbbi feladat képezi a rendszer alkalmazásának domináns részét. A térképrajzoló programrendszerhez illesztettük a korábban is használt szűrőprogramot. A térképrajzoló programok lehetővé teszik a már ismert és rutinszerűen alkalmazott szűrősorozat korábbinál szélesebb körű alkalmazását, és a fejlesztési tevékenységnek is hasznos eszközei.

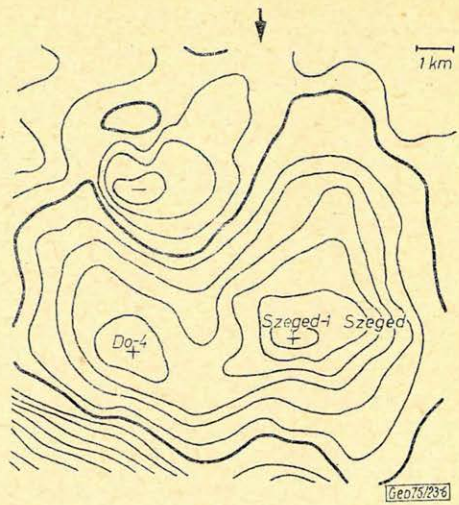
A rendszer ilyen lehetőségeinek bemutatására a 6–11. sz. ábrákon látható, azonos területről készült térképeket közöljük. Ezek az anomáliaképek



5. ábra. Pásztori környékének ΔZ -anomaliaképe (Izovonal értékköz 10 γ)

Рис. 5. Карта аномалий ΔZ в районе работ Пастори (сечение изолиний – 10 гамм)

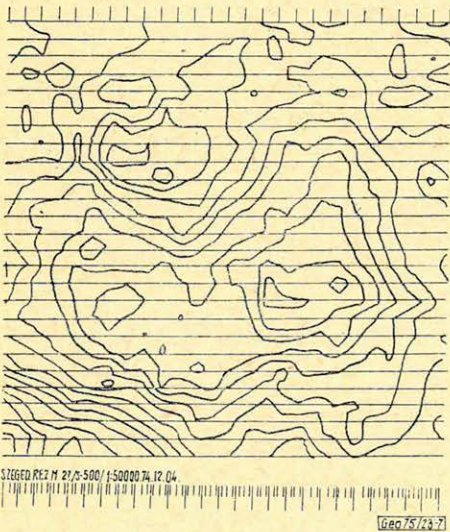
5. ΔZ -anomaly-map of the surroundings of Pásztori (step of isolines: 10 γ)



6. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomaliaképe a Rez M-2 ($s=500$ m) szűrő alkalmazása után, kézi szerkesztéssel. (Izovonalak értékköze 0,1 mgal)

Рис. 6. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра Rez M-2 ($S = 500$ м) ручным способом (сечение изолиний – 0,1 мгл)

Fig. 6. Gravity-anomaly-map of South-Plane exploration area after applying the Rez M-2 ($s = 500$ m), hand-made. (Step of isolines: 0,1 mgal)



7. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomaliaképe a Rez M-2 ($s=500$ m) szűrő alkalmazása után, lineáris interpolációval (Izovonalak értékköze: 0,1 mgal)

Рис. 7. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра Rez M-2 ($S = 500$ м), при линейной интерполяции (сечение изолиний – 0,1 мгл).

Fig. 7. Gravity-anomaly map of a South-Plane exploration area after applying the Rez M-2 ($s = 500$ m) filter, with linear interpolation (Step of isolines: 0,1 mgal)

néhány perc gépidő felhasználásával készültek a TIOPS számítógépen. Mágnesszalagról filmre való kijátszásuk a TNR szeizmikus off-line plotteren történt. A gépi rajz hibái a mérési hibáknál nagyságrendekkel kisebbek.

A 6. ábrán egy dél-alföldi kutatási területen szerzett részletes mérésekből Rez M-2-es alulvágó szűrővel származtatott, kézi szerkesztésű térkép látható. (Az M szűrők az $S(n, f) = \exp[-(36/n)f]^2$ alakú átviteli függvényekből származtathatók, ahol n a szűrő paramétere, f a relatív frekvencia. Például a 9/2 paraméterű sáváteresztő szűrő átviteli függvényét az $n = 9$ és $n = 2$ para-

méterű S függvény különbségéből kapjuk, a reziduál szűrők átvitele pedig $[1 - S/n, f]$ alakú. Az átviteli függvények maximális értéke mindig 1.) Az izovonalak értékköze $0,1 \text{ mgl}$. A szűrés után az izovonalakon kézi simítás történt.

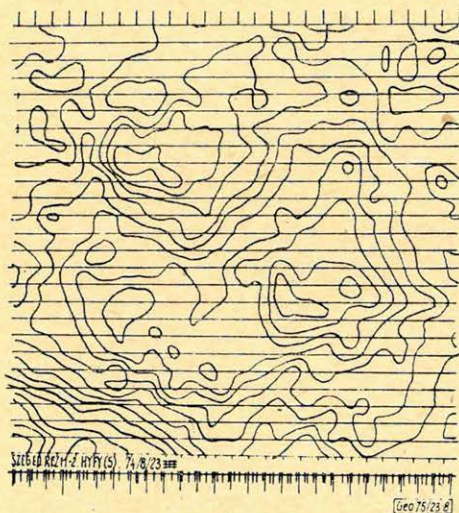
A 7. és 8. ábrán a fent említett bemenő adatokból és ugyanazon paramétere-
rekkel szűrt, de gépi úton előállított térképek láthatók.

A 7. ábrán lineáris interpolációval, a 8. ábrán szinusz kardinális és lineáris interpoláció kombinációjával szerkesztett anomáliakép van feltüntetve.

A két térkép minden lényeges részletet (és zajt is) tartalmaz. Potenciál-elméleti, mintavételelméleti és esztétikai szempontok alapján nyilván a 8. ábra az elfogadhatóbb.

A 9. és 10. ábrán a $Sáv M - 9/2$ sávszűrővel, szinusz kardinális és lineáris interpoláció kombinációjával készült térkép látható rendre $0,1$ és $0,05 \text{ mgl}$ izovonalközszel. Ez utóbbi sűrűbb vonalközszel a zajszint felülvágás miatt be-
következő csökkenése indokolja.

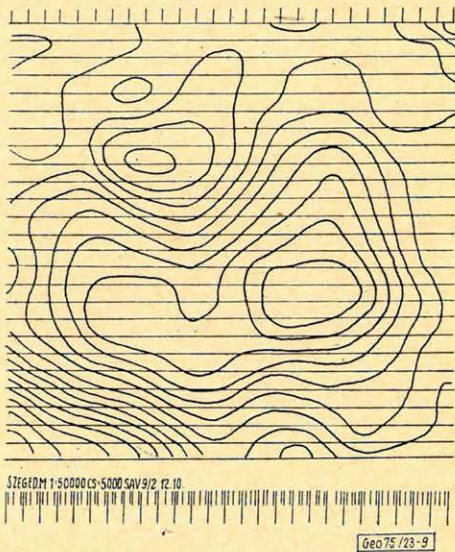
A 11. ábra a $Sáv M - 15/2$ paraméterű, szélesebb sávú áteresztő, csak enyhén simító speciális szűrővel készült. Tanulságos összehasonlítani a 6. és 8., 10., illetve 11. sz. ábrát. Látható, hogy a gépi úton kapott térképek nem



8. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomáliaképe a $Rez M - 2$ ($s = 500 \text{ m}$) szűrő alkalmazása után, $\sin x$ és lineáris interpoláció kombinációjával (Izovonalak értékköze $0,1 \text{ mgl}$)

Рис. 8. Карта аномалий поля силы тяжести района работ южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра $Rez M - 2$ ($S = 500 \text{ м}$) с комбинацией $\sin x$ и линейной интерполяции (сечение изолиний $- 0,1 \text{ мгл}$)

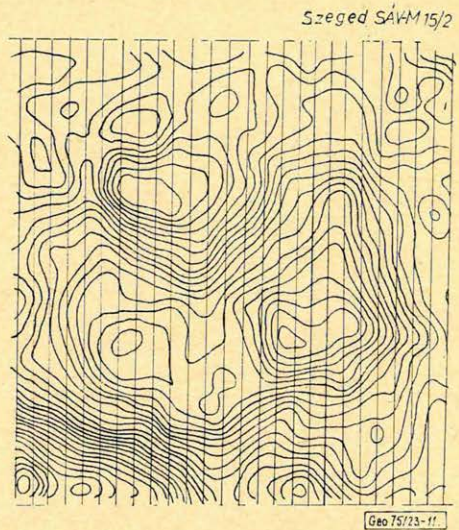
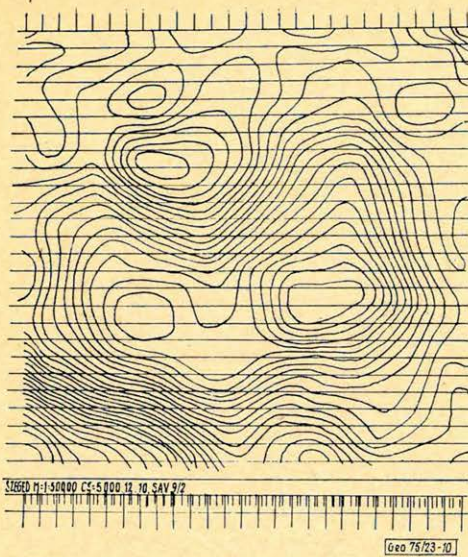
Fig. 8. Gravity-anomaly-map of a South-Plane exploration area after applying the $Rez M - 2 = 500 \text{ m}$ (filter), using a combination of $\sin x$ and linear interpolation (Step of isolines: $0,1 \text{ mgl}$)



9. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomáliaképe a $Sáv M - 9/2$ ($s = 500 \text{ m}$) szűrő alkalmazása után, $\sin x$ és lineáris interpoláció kombinációjával (Izovonalak értékköze $0,1 \text{ mgl}$)

Рис. 9. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности полученная с использованием фильтра $Sáv M - 9/2$ ($s = 500 \text{ м}$) при комбинации $\sin x$ и линейной интерполяции (сечение изолиний $- 0,1 \text{ мгл}$)

Fig. 9. Gravity-anomaly-map of a South-Plane exploration area after applying the $Sáv M - 9/2$ ($s = 500 \text{ m}$) filter, using a combination of $\sin x$ and linear interpolation (Step of isolines: $0,1 \text{ mgl}$)



10. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomáliaképe a $Sáv M - 9/2$ ($s = 500 m$) szűrő alkalmazása után, $\text{sinc } x$ és lineáris interpoláció kombinációjával (Izovonalak érték köze $0,05 \text{ mgal}$)

11. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomáliaképe a $Sáv M - 15/2$ ($s = 500 m$) szűrő alkalmazása után, $\text{sinc } x$ lineáris interpoláció kombinációjával (Izovonalak értékköze $0,05 \text{ mgal}$)

Рис. 10. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра $Sáv M - 9/2$ ($s = 500 m$) при комбинации $\text{sinc } x$ и линейной интерполяции (сечение изолиний $-0,05 \text{ мгл}$)

Рис. 11. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра $Sáv M - 15$ ($s = 500 m$) при комбинации $\text{sinc } x$ и линейной интерполяции (сечение изолиний $-0,05 \text{ мгл}$)

Fig. 10. Gravity-anomaly-map of a South-Plane exploration area after applying the $Sáv M - 9/2$ ($s = 500 m$) filter, using a combination of $\text{sinc } x$ and linear interpolation (Step of isolines: $0,05 \text{ mgal}$)

Fig. 11. Gravity-anomaly-map of a South-Plane-exploration area after applying the $Sáv M - 15/2$ ($s = 500 m$) filter, using $\text{sinc } x$ and linear interpolation (Step of isolines: $0,05 \text{ mgal}$)

tartalmaznak szubjektív eredetű indokolatlan részleteket, mivel az átviteli függvények pontosan szabályozhatók és stabilak. A szerkezet gradienseiről is megbízhatóbb kép nyerhető a 10. és 11. sz. ábra alapján. A 6. és 11. sz. ábra összevetése (mivel ezek frekvenciatartalma hasonló) jól szemlélteti a gépi térképrajzolás előnyeit.

Következtetések

A javasolt eljárás nem a kézi térképrajzolás folyamatának gépi imitációja, hanem olyan algoritmus, mely az adott gépi konfiguráció lehetőségein belül (és ahhoz jobban alkalmazkodva) biztosítja a maximális pontosságot, minimális számú feltétel kihasználása mellett.

Az elmúlt évtizedben számos geofizikai módszer tért át a nehézkes kézi kiértékelésről magasabb technológiai szintet jelentő interpretációs algoritmusok alkalmazására. Példa a szeizmikában az izokron diagramokkal történő mélységtranszformáció helyett digitális migráció bevezetése, vagy a geoelektromosságban a görbeseregek helyett direkt interpretációs algoritmus alkalmazása stb.

Nem vitás, hogy ezen eljárások bevezetése a módszerek fejlődésében jelentős minőségi javulást eredményező állomás volt. A javasolt automatikus

térképrajzolás szintén a kézzel végzett műveletek egyikét helyettesíti magasabb színvonalon, melyet tetszőleges geofizikai módszer eredményeinek megjelenítésére fel lehet használni.

A gépi térképrajzolás jelentősége abban van, hogy mennyiségi és gyorsasági szempontokon túl az egzakt interpoláció alkalmazása miatt a térkép feltétlenül jobb minőségű, mint kézi szerkesztés esetén. A kiküszöbölt szubjektív hibák nem terhelik a zajsintet, mely felülvágó szűrés után már amúgy is kisebb. Természetesen kvalitatív jellegű felhasználás esetén a kézi szerkesztésű térképek is megfelelően jók lehetnek.

A bemutatott példák mind minőségi, mind gazdaságossági szempontból azt bizonyítják, hogy a geofizikai adatfeldolgozást – ahol lehet – célszerű a térképszerkesztésig bezárólag automatizálni. A kapott térképek gyorsabban, pontosabban elkészíthetők. Mód nyílik a legmegfelelőbb feldolgozási- és szűrőparaméterek gyors kikísérletezésére, mely a fáradságos kézi adatmegjelenítés mellett elképzelhetetlen volt. Ezáltal a kiértékelői munka hatékonyabbá válik.

Illesztési révén a rendszer lényegében egy geofizikai adatbank egy lehetséges kimeneti funkcióját képes ellátni. *FORTRAN* változata tetszőleges számítógépre és konfigurációra adaptálható.

Az eljárás alapul szolgálhat a geofizikai adatok szintvonalas megjelenítésének szabványosításához is, amelyre a fokozódó pontossági követelmények miatt szükség lenne.

IRODALOM

- Meskó Attila*: A digitális szeizmikus feldolgozás alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.
Göncz Gábor – Késmárky István: Interpolációs operátor tervezése a hiba első abszolút momentuma alapján. Magyar Geofizika, 1972. XIII. évf. 4–5. szám.

Lapszemle

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz, 8/108. évf., 7. sz., 1975. július

Csath Béla: 10 éve tört fel az olaj a tápéi termálfűrészből, 207–214 old.

A századforduló első évtizedeiben Szeged környékén végzett geofizikai méréseket 1940-től a MANÁT folytatta, de az ezek alapján telepített fűrészek nem bíztattak eredménnyel. Az 1962-ben végzett graviméteres mérések eredményei alapján tűzték ki az Algyó-1 jelű fűrészt 1965 júliusában. Ettől függetlenül a Vízkutató és Fűró Vállalat geotermikus energia feltárására mélyített egy 2000 méteres fűrészt Tápén, a Tiszatáj TSZ területén. A kút megnyitása folyamán a várt meleg víz helyett olajat kaptak. A további fűrészek 24 gázt és olajat tároló réteget tártak fel. A cikk nagy részletességgel kitér a feltárásokat megelőző és lehetővé tevő geofizikai mérések történetére és lefolyására, egészen a „hőskorig” visszamenően. „A terület előkutatásának története” c. első rész első mondata így hangzik: „Szeged környékén az első geofizikai méréseket maga Eötvös Lóránd vezette 1909–1911-ben.” „Majd beszámol a cikk a Dugonics Társaság 1918-ban tartott üléséről, ahol az elnöklő Somlyódy István egyebek között ezt mondta: „Szegeden van földgáz, csak meg kell keresni. Bizonyos, hogy a Nagy Magyar Alföldön a kutatás eredménytelennel bíztat, csak a módját kell tudni. . .” Mindezt 1918-ban! Érdekes volna tudni, hogy a nyilván nem szakember elnök magabiztos és korát megelőző nyilatkozatát melyik szakemberről sugalmazására tette.

A továbbiakban a cikk leírja a kutatás és feltárás, majd az üzembe helyezés történetét és a jelenlegi helyzetet.

Bencze Géza: „A modern mélyfűrés 40 éve Magyarországon” kiállítás, 221–223 old.

T. G.