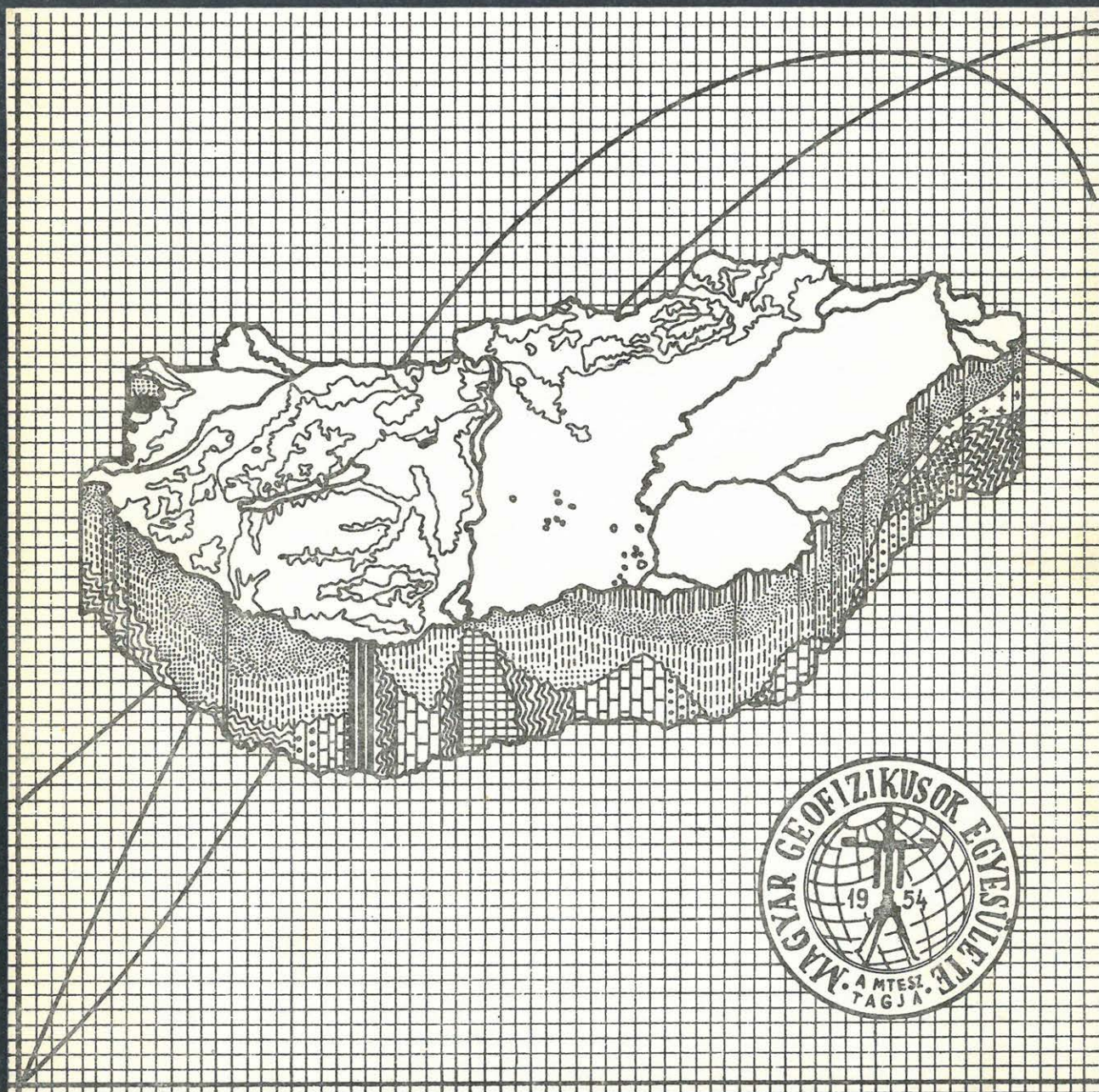


MAGYAR 3-4 GEOFIZIKA



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1990. XXXI. ÉVFOLYAM, 3-4. SZÁM

*Poloz
Iran*

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: Zelei András

Szerkesztőbizottság: Cziller Eszter, Csathó Beáta, dr. Ferenczy László, Gombár László,
dr. Kis Károly, Kovács György, ifj. Somfai Attila, ifj. Zilahy Sebess László
Szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. félemelet 17. Postafiók: 240.

TARTALOM

<i>Somfai Attila—ifj. Somfai Attila</i> : Szimulációs eljárás a másodlagos szénhidrogénvándorlás modellezésére	59
<i>Várnai Péter—Vakarc Gábor</i> : Karotázs transzformáló és térképező programcsomagok felhasználása a geológiai értelmezésben	68
<i>Benkő Attila—Kiss Bertalan—Kormos László—Tóth József</i> : A számítógépes mélyfúrás geofizikai szelvény-értelmezés fejlődése a Kőolajkutató Vállalatnál	84
<i>Ferenczy László—Kiss Bertalan</i> : A számítógépes geofizikai értelmezés aktuális problémái	94
Könyvismertetés	67
Egyesületi hírek	58
34. Nemzetközi Geofizikai Szimpózium és Műszerkiállítás	57

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Шомфай А.—Шомфай А.</i> : Способ симуляции для моделирования вторичной миграции углеводорода	59
<i>Варнаи П.—Вакарч Г.</i> : Применение пакета программ трансформации и картирования каротажных данных в геологической интерпретации	68
<i>Бенко А.—Кишиш Б.—Кормос Л.—Тотх Е.</i> : Развитие интерпретации каротажных кривых с помощью ЭВМ на Нефтегонисково разведочном Предприятии	84
<i>Ференци Л.—Кишиш Б.</i> : Актуальные проблемы интерпретации геофизических с данными помощью ЭВМ	94

CONTENTS

<i>Somfai A.—ifj. Somfai A.</i> : Simulation method for modelling of secondary migration	59
<i>Várnai P.—Vakarc G.</i> : The application of mapping and well log transforming programme packages in geologic interpretation	68
<i>Benkő A.—Kiss B.—Kormos L.—Tóth J.</i> : Development of well-log interpretation by computers at the Petroleum Exploration Company	84
<i>Ferenczy L.—Kiss B.</i> : Current problems of computerized geophysical interpretation	94
Book review	67

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Zelei András felelős szerkesztő

A szerkesztőség címe: Budapest VI., Anker köz 1. fem. 17. 1368. Telefon: 112-9754

Kiadja: a Delta Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat

1093 Budapest, Lónyay u. 44.

Telefon: 117-0011, 117-0028

Felelős kiadó: F. Nádor Mara igazgató

Egri Nyomda, Eger — Felelős vezető: Kopka László

* * *

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő hivataloknál, a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján, 1900 Budapest V., József nádor tér 1., vagy átutalással a 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Egy szám ára: 32.50 Ft. Előfizetés fél évre: 97,50 Ft, egy évre: 185 Ft. Külföldön terjeszti a Kultúra Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, 1389 Budapest, Pf. 149. és a Magyar Média 1392 Budapest, Pf. 279. 86—253. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében.

Megjelenik évente hatszor.

Index: 26 507

hagyományos statisztikák kis hatásfokát az adatmennyiség növelésével kompenzáljuk.

Míg az analóg korszakban az értelmező ránézésre többé-kevésbé ki tudta „szűrni” a különböző okok miatt kieső értékeket, addig ezek felismerését a korszerű mérési, adatrögzítési és számítógépes értelmezési technika „nehezíti”. Ehhez járul még az is, hogy az újabb tudományos eredmények ismeretében a mért- és az ismeretlen (meghatározni kívánt) paraméterek közötti matematikai kapcsolatok egyre bonyolultabbak, ezáltal a pontok két-dimenziós, megszokott ábrázolása és a kieső értékek előzetes észlelése az esetek többségében nem megoldható. Ezért adataink feldolgozásában, kiértékelésében és értelmezésében egyre fontosabb az olyan statisztikák alkalmazása, amelyek a valószínűség-eloszlások széles skáláját, természetesen beleértve a Gauss-t is, egyaránt kezelni tudja, tehát robusztus és érzéketlen a kieső pontokra, azaz rezisztens. (Ilyen új statisztikai eljárást dolgoztak ki Steiner Ferenc és munkatársai, amelynek elméleti összefoglalását az ELGI Geofizikai Közlemények 34. évf. 2—3. számában találhatjuk.)

4. *A korszerű kutatási szemlélet elterjedése.* Bár látszólag nem illik a témához, de amikor az értelmezési folyamat elmechanizálódásáról beszélünk, nem hagyhatjuk figyelmen kívül az információk szabad áramlásának és fogadókészségének feltételeit. A hatékony kutatás záloga a kutatásban résztvevő szakmák egymás iránti kölcsönös és maximális bizalma. Ennek erősödése és kiteljesedése megköveteli

- a földtani kutatásban dolgozó szakemberek egységes fogalmakra és definíciókra épülő állandó őszinte párbeszédét;
- egy országosan is egységes, azonos, minden szakma számára érthető nyelvezetű információ-adatbázis létrehozását;
- az egyes szakterületek másokkal szemben hangoztatott felsőbbrendűségének megszüntetését;
- az információk megbízhatóságának őszinte közlését;
- újabb és újabb információk eredetének szakmai és tudományos megértését, megértetését;
- a hagyományos normatívákra alapuló hatékonyágértékelés megszüntetését;
- az információkat átadó és közlő szakemberek felelősségének egyértelműsítését, ennek megfelelően új érdekeltégi rendszer kialakítását.

5. *A szakmai továbbképzések és az önképzés fontossága.* Az értelmezői tevékenység elmechanizálódási folyamatának kedvezőtlen trendjét az eddig felsoroltak csak lassítják, de önmagukban nem állíthatják meg. Feltétlenül szükséges a szaktudás állandó karbantartása és fejlesztése. Ez könnyen megoldhatóan látszik egy megfelelő ösztönző rendszer bevezetésével. Gyakorlati kivitelezése azonban már több, jelenleg nehezen orvosolható

gondot vet fel. Talán leglényegesebb az az ellentmondásos tény, hogy miközben a gépek számolatlanul nyelik és ontják az információkat, addig adatlányuk kielégítése meglehetősen időtrábló folyamat. Az értelmezők idejének tetemes része ugyanis arra fordítódik, hogy fáradtságos munkával össze kell gyűjteni, sokszor nehezen hozzáférhető adatokat és egyéb információkat. Emellett természetesen el kell végezni magát az értelmezést is. Ez állandó időhiányhoz vezet és nem kell csodálkozni, hogy elmarad a szakmai továbbfejlődés. Ezen ellentmondás feloldása az elkövetkező idők fontos feladata.

Végezetül engedjenek meg néhány gondolatot a legújabb „software csodákkal”, az ún. szakértői rendszerekkel és mesterséges intelligenciákkal kapcsolatosan. A programfejlesztők és a felhasználók egyaránt reménykedtek és reménykednek, hogy a legújabb rendszerek a fenti ellentmondás megoldását elősegítik, a nagymennyiségű információt objektíven kezelik. Bár saját tapasztalataink nincsenek, de a szakirodalom egyre többet foglalkozik a szakértő rendszerekkel és a vele kapcsolatos fenntartásokkal. Egyes külföldi program-szakértők esküsznek arra, hogy egy korrekt rétegkorreláció vagy konturtérkép készítése csak egy klinikailag elfogulatlan számítógépi algoritmus alapján lehetséges. Erre Miall az „üledékes medenceelemzés alapelvei” c. könyvében a következő szellemes módon reagál: „Egy litofációs térképen a megfigyelési adatok nem tetszőleges digitek, hanem rejtett irányzatok tükrözői, amiket csak egy gyakorlati medence-elemző tud értelmezni. Ráadásul még egyetlen számítógép sem vett részt valamelyik fációs-modell kurzusomon”.

Az idézet önmagáért beszél. Amit még talán hozzá kell tenni: a földtani ítéletalkotás, a szelvények és térképek földtani tartalmának „leolvasása” többnyire szubjektív módon, „egyszerű ránézéssel” történik. Az emberi szem a hozzá tartozó fejben felhalmozódott ismeretekkel együtt nem rossz műszer. Az említett kurzus ismeretanyaga esetleg már a közeljövőben gépesíthető ugyan, de egy minden földtani, fizikai, kémiai stb. folyamatot figyelembe vevő modelltől még nagyon távol vagyunk, s ezért az emberi agynak még sokáig előbbre kell járnia a gépekénél; az értelmezés a gyakorlott szem és az agy dolga marad.

Összefoglalásként a kevésbé szakmai jellegű előadás végére két mondat kívánczik. Az egyik, hogy a számítógép az értelmezési folyamatnak csak egy fontos eszköze, amely egyre nagyobb és folyamatosan növekvő tudása révén segíti az értelmezőt a minél megbízhatóbb, objektívabb földtani ítéletalkotás megtételére. A másik, hogy ez az ítélet csak akkor lesz pozitív jelzőkkel illethető, ha az előadásban felsorolt öt legfontosabb szempont együttes figyelembevételével és nem a számítógépek adta, szellemhihetető látszólagos kényelemben végezzük felelősségteljes értelmező munkánkat.

Budapest, 1989. szeptember 4—8.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete, mint főrendező 1989. szeptember 4—8. között Budapesten a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetemen rendezte meg a 34. Nemzetközi Geofizikai Szimpóziumot és a vele egyidejűleg megtartott geofizikai műszerkiállítást.

A nemzetközi szimpózium bolgár, csehszlovák, lengyel, NDK-beli és szovjet társrendező intézményei között idén nem volt jelen Kuba. Jelentősen megnőtt viszont a Szovjetunióból érkezett előadók és résztvevők száma, amely meghaladta a 100 főt.

A nemzetközi geofizikai szimpózium — szerepét és jelentőségét tekintve — ma már jóval túlhaladta azt az eredeti célkitűzést, hogy a társrendező országok geofizikai intézményei közötti műszaki-tudományos tapasztalatcsere ismétlődő fóruma legyen.

Ezen fejlődési folyamat talán legjelentősebb állomása volt az 1985. évi budapesti EAEG kongresszus. A kapcsolatok fejlesztése iránti szándék konkrét megnyilvánulása volt, hogy M. J. G. Cox urat, az European Association of Exploration Geophysicists (EAEG, Hága) elnökét és K. Larner urat, a Society of Exploration Geophysicists (SEG, Tulsa, USA) elnökét regisztrált résztvevőként és az utóbbit előadóként is üdvözölhettük a rendezvényen. Mindketten kifejezték a kapcsolatok továbbfejlesztésére irányuló óhajukat a rendezvény nyitó ülésén elhangzott üdvözlő felszólalásukban, valamint a szimpózium nemzetközi rendező bizottságával folytatott további megbeszéléseken körvonalazták az erre vonatkozó lehetőségeket.

Cox úr egy, a szimpózium után írott levelében külön kiemelte:

Hiszem, hogy az ilyen szimpóziumok fő haszna, hogy a különböző városokból és országokból érkező résztvevők barátságokat kötnek, előadásokat tartanak, részt vesznek azokon és gondolatokat cserélnek. Természetesen ez akkor valósulhat meg, ha valódi együttműködés szelleme él a résztvevők között. A budapesti szimpóziumon és megbeszéléseken ilyen szellem uralkodott.

A rendezvény megnyitó ülésén dr. Kókai János az OKGT kutatási igazgatója tartott előadást a hazai szénhidrogén kutatás helyzetéről. A további előadások a szimpóziumi szekció ülésein hangzottak el.

Az ideai rendezvény tárgykörét az alkalmazott geofizika aktuális problémái képezték, beleértve mind a felszíni, mind a felszín alatti (mélyfúrású és bányabéli) geofizikai kutatások technikai, módszertani, adatfeldolgozási és értelmezési kérdéseit, valamint a módszerek alkalmazásának és integrálásának eredményeit, illetve a további fejlődés kilátásait is.

Az előadások hivatalos nyelve évek óta az angol és az orosz. A kétnyelvűség eredetileg a nyelvi

nehézségek áthidalását és a részvétel kiszélesítését kívánta szolgálni, azonban sokéves tapasztalatunk szerint egyúttal számos nehézség forrásává is vált. Az ezirányú tapasztalatokat felhasználva, a rendezőség idén változtatott a szimpózium lebonyolításának eddigi hagyományain és a szokásos két párhuzamos előadó szekció helyett három szekciót szervezett:

Az A szekcióban tartott előadásokat a szimpózium másik hivatalos nyelvére szimultán tolmácsolták. Ebben a szekcióban összesen 38 előadás hangzott el.

A B szekció a poszter előadások bemutatására szolgált, amelyek először 1984-ben jelentek meg a szimpózium programjában és népszerűségük azóta is töretlenül ível felfelé. Jól szerkesztett poszterrel még nyelvi nehézségek is áthidalhatók. A poszter átütő sikerét a megtartott előadások nagy száma (67) is jelzi.

A C szekció a tolmácsolás nélküli előadásoké volt. Ez a szekció adott lehetőséget a programbizottság által elfogadott ad-hoc előadásokra is. A C szekcióban megtartott előadások száma 14.

A 34. Nemzetközi Geofizikai Szimpóziumon, beleértve a megnyitó ülésre felkért előadást is, összesen 120 előadás hangzott el. Ebből a 6 társrendező ország 103 előadást tartott, további 10 ország küldöttei még 17 előadást tartottak meg.

A szimpóziumra és a műszerkiállításra összesen 22 országból érkeztek résztvevők, előadók és műszerkiállító cégek.

Néhány jellemző adat:

A résztvevők száma 22 országból:	540 fő
Előadások száma 16 országból:	120
Kiállítások száma 10 országból:	26 cég

A műszerkiállításán várakozáson felüli létszámmal vettek részt angliai kiállítók (8 cég a 26 kiállító közül).

A külföldi résztvevők számára emlékezetes kulturális és szakmai eseményt jelentett a rendezvényhez kapcsolódó orgonahangverseny a Mátyas templomban és a budai barlangok világából izelítőt adó Szemlőhegyi barlanglátogatás.

A nemzetközi rendezőbizottság ülésén Bulgária képviselői — mint a soronkövetkező szimpózium főrendezői — hivatalosan bejelentették, hogy 35. Nemzetközi Geofizikai Szimpóziumot Bulgáriában, a Várna szomszédságában lévő Druzba tengerparti üdülőkörzetben rendezik meg 1990. október 2—6. között.

Végül köszönet illeti mindazokat, akik fáradhatatlanul tevékenykedtek a közel 80 főnyi hazai rendező gárda sorában, a szimpózium és a műszerkiállítás sikeréért. Különösképpen értékes támogatást nyújtottak az ELGI és a GKV, mint a rendezvény védnökei.

A helyi rendezőbizottság tagjai:

Molnár Károly a bizottság elnöke
Dr. Deres János az elnök helyettese
Dr. Baráth István a Nemzetközi rendező bizottság titkára
Bellér Éva egyesületi titkár
Dr. Bodoky Tamás a szakmai program felelőse
Miklós Gergely a gazdasági ügyek felelőse
Nagy Zoltán a szimpóziumért felelős titkár
Pleszkáts Tibor a nemzetközi műszerkiállítás vezetője

Zelei András

a szimpóziumi kiadvány felelős szerkesztője

A rendezőbizottságot közvetlenül támogatta egy három tagú Elnöki titkárság. Tagjai: **Kocsis Józsefné**, **Lendvai Lászlóné**, **Szanyi Béla** voltak.

Köszönet illeti továbbá a **Gadó Károly** vezette rendészeti és szállítási feladatokkal megbízott csoportot, a regisztrálás és információ munkáját elvégző csoportot, **Várnai Péter** vezetésével a kirándulási stábot, a programbizottságot, és a műszerkiállításért felelős csoportot.

EGYESÜLETI HÍREK

A Magyar Geofizikusok Egyesületének Küldöttközgyűlése *Dr. Bodoky Tamást* megválasztotta az MGE elnökének, aki ezért a Felszíni Geofizikai Szakosztály — elnöki tisztségéről lemondott.

Az újabb, levélben történt szavazással lebonyolított választás eredményeként

a Felszíni Geofizikai Szakosztály elnöke *Dr. Késmárky István* lett.

Szimulációs eljárás a másodlagos szénhidrogénvándorlás modellezésére

SOMFAI ATTILA* — ifj. SOMFAI ATTILA**

A hazai szénhidrogénkutatás további eredményességének alapfeltétele a kutatási területek kiválasztását előkészítő korszerű medenceanalízis. Ezen belül egyik legfontosabb megoldandó feladat a másodlagos migráció követése, ami kevésbé vizsgált tudományterület a téma bonyolultsága miatt. A cikk szerzői módszert dolgoztak ki a másodlagos migráció főbb trendjeinek számítógépes szimulációjára, melynek alkalmazásával a geofizikai úton prognosztizált szénhidrogén csapdázódási lehetőségeket produktivitási valószínűség szerint nagy biztonsággal rangsorolják.

A cikk a szimulációs eljárás lényegét ismerteti és a módszer eddigi alkalmazásából levonható legfontosabb következtetéseket mutatja be.

The modern basin analysis, is the primary condition of the further efficiency of the Hungarian hydrocarbon research.

Inside of this question following of the secondary migration is one of the most important work which is less examined discipline. The writers of the publication worked out a method for computer simulation of main direction of secondary migration.

The publication introduced the essence of the simulation method and the most important conclusions of the formerly application of the new method.

Основным условием дальнейшего успеха отечественной разведки углеводорода является современный анализ бассейна, подготавливающий выбор разведочной территории. В рамках этого условия одной из важнейших решаемых задач является прослеживание вторичной миграции, что представлением собой из-за сложности темы малоисследованную научную дисциплину. Авторы работы разработали способ для симуляции на ЭВМ главных трендов вторичной миграции, применением которых можно с большой уверенностью установить по вероятности продуктивности последовательность улавливаемых углеводородных возможностей прогнозируемых путем геологии.

Bevezetés

A hazai szénhidrogénkutatás további eredményességének alapfeltétele a kutatási területek kiválasztását előkészítő korszerű medenceanalízis, amely széleskörű és összehangolt geológiai, geokémiai, geofizikai munkát igényel.

A medenceanalízisre irányuló kutatómunka számos területén jelentős eredményeket értek el a témával foglalkozó szakemberek, de a másodlagos migráció kevésbé vizsgált tudományterület a téma bonyolultsága miatt. A szénhidrogénkutatók évtizedek óta főleg azt akarják különböző geofizikai és geológiai módszerekkel kimutatni, hogy hol vannak kőolaj és földgáz tárolására alkalmas csapdák, hogy hol vannak és milyen értékűek a szénhidrogén genetikai zónák, de azt nem sikerült eddig jól meghatározni, hogy milyen törvényszerűségek mellett milyen irányban, milyen útvonalakon, milyen fázisban mennyi szénhidrogén, mennyi veszteséggel vándorolhatott el a keletkezési helyekről a felhalmozódási zónákig, hogy melyek azok a területrészek amelyeknek csapdái feltöltődhettek szénhidrogénnel vagy melyek maradhattak „üressek”.

Fontos kihangsúlyozni, hogy a csapda csak lehetőség a szénhidrogén akkumulációhoz, a kőolajnak

és a földgáznak azt meg is kell találni a migráció folyamán ahhoz, hogy telep alakuljon ki.

A közelmúltban a Pannon-medence regionális szénhidrogén-felhalmozódási öveinek kimutatására irányuló kutatásaink eredményeként módszert dolgoztunk ki a másodlagos migráció főbb trendjeinek számítógépes szimulációjára, amelyet SM-eljárásnak nevezünk el. (Az első betű a szerzők nevének kezdőbetűje *dr. Somfai A.* és *Somfai A.*, míg a második betű migráció modellezést jelent.) Az elért eredmények alapján lehetőség van arra, hogy a módszer alkalmazásával a fúrásos kutatásra előkészített medenceterületek geofizikai úton prognosztizált csapdázódási lehetőségeit produktivitási valószínűség szerint nagy biztonsággal rangsoroljuk, és a várható eredményességet előre jelezzük.

A migráció modellezésénél az irodalom kézi szerkesztéseket közöl, ahol főleg intuíciók alapján jelölik ki a tárolók emelkedési irányait, mint a szénhidrogén vándorlás legvalószínűbb útvonalait. Ez a módszer csak sematikus közelítés és nagyon sok tévedés forrása lehet. Ennek kiküszöbölésére, a megbízhatóság fokozására kiválóan alkalmazható az SM-eljárás.

Az SM-eljárás lényege

A CH másodlagos migrációjának modellezésénél alapvető feltétel, hogy a szimulációhoz szükséges bemenő információk térképszerűen ábrázolhatók

* Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc

** Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest

„A számítástechnika szénhidrogénipari alkalmazásai az Alföldön” c. anekdoton elhangzott előadás

legyenek, és szabályos rácshálóba interpolálva álljanak rendelkezésre. Ha ez a feltétel teljesül, akkor a modellezés folyamata ezen térképek közötti műveletek sorozataként végezhető.

A modellszámítás bemenő térképei (adatai) a következők.

1. A másodlagos *CH*-migrációt vezető felület morfológiai térképe. (Mélységtérkép.)
2. *CH*-forrás térkép. (Azt ábrázolja, hogy egységnyi területű felület eleméről, hány térfogat egységnyi *CH* indul ki.)
3. *CH*-veszteség térkép. (Azt mutatja, hogy egységnyi út megtétele alatt hány százalék, vagy egységnyi felületelem befutása közben hány térfogategység *CH*-veszteség lép fel.)
4. A másodlagos *CH*-migrációt vezető felület dőlés-térképe. (A felületelemek vízszintes síkkal bezárt szögét ábrázolja 0° – 90° -ig.)
5. Potenciális migrációs útvonal térkép. (Amely a felület mentén létező, összes migrációs útvonalat ábrázolja.)
6. A potenciális migrációs útvonalakat befolyásoló tektonikai és sztratigráfiai elemek térképe. (Pl. vetők, kiékelődések.)

A szimuláció leegyszerűsített lényege a következő:

A másodlagos *CH*-migrációt vezető felület mentén potenciális migrációs útvonalak léteznek, attól függetlenül, hogy ezeken az útvonalakon haladt-e valaha *CH* vagy sem. Ezen útvonalakon a *CH*-forrás térképnek megfelelően különböző méretű és tartalmú *CH*-csomagokat indítunk el, amelyek a potenciális migrációs útvonalak egy részét befutják. Ezen út megtétele közben az útvonalak találkozásakor a *CH*-csomagok egyesülésével növekszik, illetve a *CH* veszteségi térkép és a választott veszteségi módszer függvényében csökken azok mérete. A befutott útvonalak egy része a morfológiától, valamint a tektonikai és sztratigráfiai elemek helyzetétől függően, egyes akkumulációs csomópontokban találkozhat, ahonnan a *CH*-csomagok már semmilyen irányban nem tudnak tovább migrálni. Ezek után ábrázolhatjuk, hogy a vizsgált terület minden egyes felület elemén hány térfogat egységnyi *CH* haladt át. Így jön létre az úgynevezett *CH* mennyiségi térkép (1. ábra). A befutott útvonalak felrajzolásával pedig megkapjuk a *CH* migrációs útvonalterképet (2. ábra).

A másodlagos *CH*-migráció mennyiségi modellezésének legfontosabb lépéseit a következők szerint lehet összefoglalni.

1. A bemenő adatok térképszerű megadása
 - vezető felület térkép,
 - dőlés térkép,
 - *CH*-forrás térkép (modell),
 - *CH*-veszteség térkép (modell),
 - potenciális migrációs útvonalterkép (modell).
2. Útvonal és mennyiség számítás.
 - feltöltődéses veszteség módszerrel
 - százalékos veszteség módszerrel,
3. Az eredmény összehasonlítása az ismert telepek adataival.

Ha az egyezés nem megfelelő, akkor:

- A bemenő paraméterek megváltoztatása
 - a) A programon belül a *CH*-forrás, a *CH*-veszteség, illetve a számított *CH*-mennyiség térképek konstanssal történő szorzásával,
 - b) Új *CH*-forrás térkép (modell), *CH*-veszteség térkép (modell), potenciális migrációs útvonalterkép (modell) beolvasásával.
- Visszatérés az útvonal és mennyiség számításához.

4. Interpretáció.

A fenti modellezési eljárás gyakorlati megvalósítására egy programcsomag került kifejlesztésre illetve egyes elemeinek fejlesztése jelenleg is folyamatban van. A programcsomag első modulja a migrációt vezető felület térképe és az útvonalakat befolyásoló tektonikai és sztratigráfiai elemek térképe alapján, létrehozza a dőlés térképet és a potenciális migrációs útvonalterképét, illetve interaktív beavatkozással az utóbbi különböző változatait. A *CH*-forrás és a *CH*-veszteség térképeket hagyományos módon kell létrehozni. Az így előállt adatok behívhatók az interaktív migrációs útvonal, valamint *CH*-mennyiség számító és interpretációs programba. Ez a program alkalmas a bemenő paraméterek és modellszámítási módszerek plasztikus változtatására, a modellszámítás gyors elvégzésére, az eredmények és a bemenő adatok képernyőn történő grafikus megjelenítésére, az interpretáció berajzolására, korrigálására, végül pedig az eredménytérképek nyomtatására. A program által biztosított grafikus lehetőségek a következők:

1. Egyszerre megjeleníthető térképek

- (a), b), c), d) tetszőleges kombinációban)
- a) Színkódolt térkép

Tartalom:

- Vezető felület térkép
- Dőlés térkép
- *CH*-forrás térkép
- *CH*-veszteség térkép
- *CH*-mennyiség térkép
- Üres

b) Szimbólumkódolt térkép

Tartalom:

- Vezető felület térkép
- Dőlés térkép
- *CH*-forrás térkép
- *CH*-veszteség térkép
- *CH*-mennyiség térkép
- Üres

c) Migrációs útvonalterkép

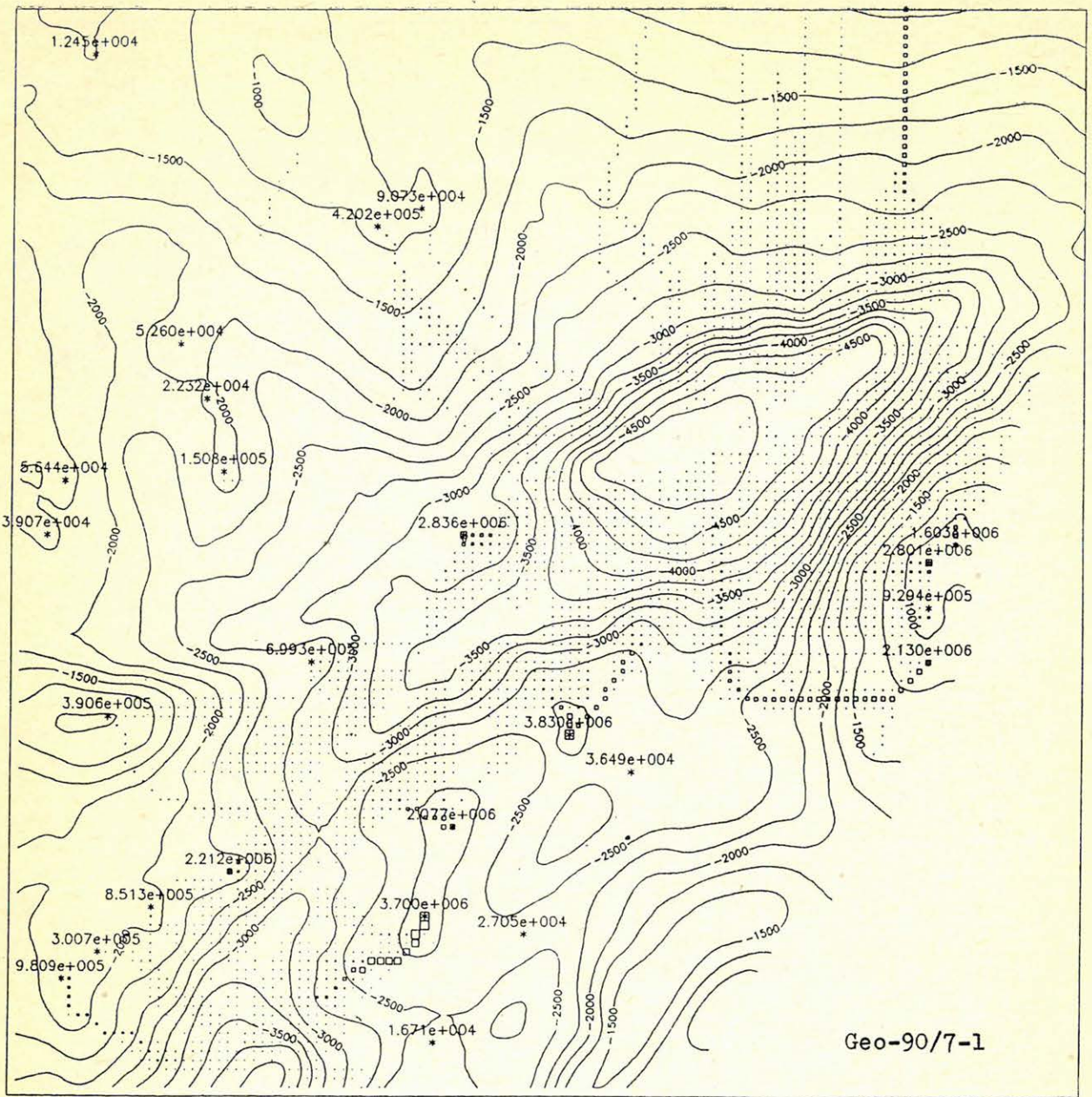
Tartalom:

- Igen
- Nem

d) Interpretáció

Tartalom:

- Igen
- Nem



1. ábra.

Рис. 1.

Fig. 1.

2. Folyamatosan látható információk

- Színkulcs
- Színoszlop
- Szimbólumoszlop
- Pillanatnyi értékek a kurzor-helyén numerikusan x ; y koordináta, színkódolt Z érték és szimbólum kódolt Z érték.

3. A megjelenítés minimum maximum értékének változtatása

- Színkódolt térképen
- Szimbólumkódolt térképen

4. Zoom-olás

5. Értelmezés berajzolása, törlése, korábbi értelmezés folytatása

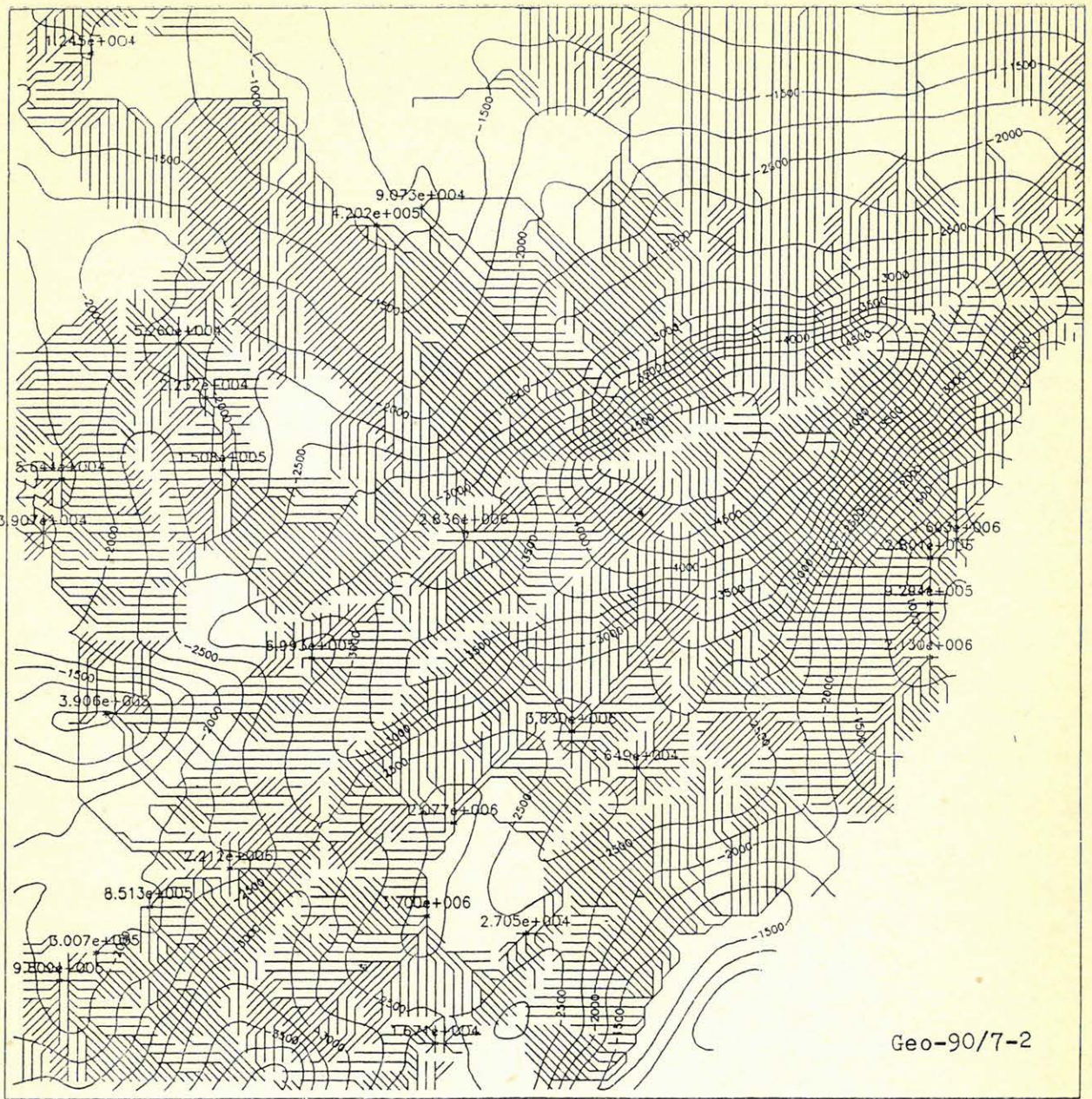
A fenti programcsomag tehát nem egy mechanikus egykimenetű számítást végez, hanem az interpretátor szakmai ismereteit is hasznosítva bizonyos mértékű eltéréseket mutat az eredményekben.

Az SM-eljárás alkalmazása

Az SM-eljárás regionálisan a Nagyalföld egész területére kiterjedően nagy léptékben, vagyis átnevezés formában is alkalmazásra került és részletes feldolgozás formájában is kisebb medence-területekre. A módszer fejlesztése és a mindig nagyobb és pontosabb információ tartalommal rendelkező feldolgozások jelenleg is folyamatban vannak. A továbbiakban az eddigi munka folyamán szerzett tapasztalatokra és néhány alapvetően fontos megállapításra hívjuk fel a figyelmet.

Felületmenti migráció

A másodlagos vándorlást a tároló vizének és a migráló szénhidrogénnek a sűrűségkülönbségéből és a szénhidrogén oszlop magasságából adódó felhajtóerő határozza meg alapvetően, és jelentősen



2. ábra.

Puc 2.

Fig. 2.

befolyásolja még a tárolóban mozgó víz hidrodinamikai hatása, valamint a tárolóban uralkodó kapilláris hatás. A másodlagos vándorlás útvonalainak kialakulásában kiemelt jelentősége lehet a diszkordanciafelületeknek, a vetőknek, a regionális kiterjedésű tárolókőzeteknek és ezeken a vezető szinteken belüli permeabilitás gátnak, vagy kiékelődéseknek. A szekunder migráció szénhidrogén veszteséggel jár, ami kedvezőtlen esetben igen nagymértékű lehet.

A felhalmozódási lehetőségeket a migráció útvonalakba eső csapdák mérete, a feljűk migráló szénhidrogén mennyisége és fázisa, valamint ezzel összefüggésben a migrációs távolság és a migrációs idő határozzák meg. A másodlagos vándorlás és csapdázódás vizsgálatánál az általunk legfontosabbnak ítélt fluidumvezető összlet a neogén-preneo-

gén korú kőzetek határzónájában található tágabb értelemben vett *diszkordanciafelület* a Pannon-medence rétegsorában, amely az ún. mészmárgaszint és az alaphegység felszíne között elhelyezkedő permeabilis kőzetekből áll. A kiváló fluidumvezető tulajdonságokkal rendelkező *diszkordanciafelület* fedője globálisan azonos a pannon fekével, amelynek morfológiája határozza meg alapvetően a felületmenti migrációt.

A Pannon-medence legértékesebb olaj- és gázgenetikai zónái potenciálisan a neogén mélyzónákban és ezek közvetlen környezetében található, ahol a szervesanyag mennyisége és minősége helyről-helyre eltérő egymástól.

A neogén korú szénhidrogén-genetikai zónákon kívül geokémiai vizsgálatokkal több helyről igazoltan idősebb, így triász, júra és kréta anyakőze-

tek is vannak, amelyek a földtörténet utóbbi időszakában is adhattak le olajat és gázt a meglévő telepekbe. Ezek az idősebb genetikai zónák nem feltétlenül korlátozódnak a neogén mélyzónák területére, mivel a nagy vastagságú vagy nagy álvastagságú (nagydőlésű) mezozoós kőzetösszletek mélyebben fekvő részei viszonylag vékony neogén fedő esetén is megfelelő termikus körülmények között lehetnek a szénhidrogének generálódásához.

Az általunk vizsgált medenceterületeken az olajleadás kezdetét jelentő $R_0 = 0,6\%$ vitrinitreflexiós szint 2000—3500 m-es változó mélységben található, jellemzően 2500 m-ben van. A termikus érettség szempontjából fontos határértéket jelentő $R_0 = 1,3\%$ vitrinitreflexiós szint 3600—5000 m mélységben, az $R_0 = 2,0\%$ vitrinitreflexiós szint 4000—5600 m mélységben helyezkedik el.

A keletkezett szénhidrogén kedvezőtlen esetben diszpergáltnak az anyakőzetben maradhat, kedvező esetben egy része telepekben halmozódik fel. A szénhidrogén keletkezésének és a migráció megindulásának az időpontja nem azonos. Az elsődleges vándorlást kiváltó termálexpanziós hatás a szénhidrogén keletkezést követően további eltemetődés eredményeként érvényesül, mélységzónája tehát mindenképpen az $R_0 = 0,6\%$ szint alatt van. A fluidum mozgás irányát az anyakőzet és az anyakőzet egységét megbontó tárolókőzet nyomásrendszere szabályozza.

A mészmárgaszint alatti fluidumvezető rendszer jelentősége azért is kiemelkedően nagy a másodlagos migráció szempontjából, mert az anyakőzetből kimigráló szénhidrogén jelentős, feltehetően döntő hányada a mély medencék belsejéből a peremek mészmárgaszint alatti fluidumvezetőrendszerébe migrálhatott, amelynek nyomása nem akadályozhatta az igen nagy túlnyomással végbemenő elsődleges migrációt, sőt feltételezhető, hogy helyenként az összlet túlnyomása az elsődleges migrációból ered. Ugyancsak ebbe a vezetősíntbe jutott fel a mezozoós genetikájú szénhidrogén zöme is.

A neogén litogenetika és a migráció kapcsolata

A medence aljzatra települő és a medencét feltöltő üledékösszlet litogenetikája, ezeknek a kőzeteknek a fluidumvezető, vagy záró jellege alapvetően befolyásolja a másodlagos migrációt.

Az alföldi medenceterületen a miocén időkben csaknem az egész területet beborító változó vastagságú heterogén kifejlődésű üledékösszlet keletkezett. A miocén képződmények helyenként többszáz méteres (néhol 1—2 ezer méteres) vastagságban fejlődtek ki, máshol nagy területre kiterjedően leperszerűek. Csúpan ott található üledékhiány, ahol az alaphegység relatív kiemelkedése nagy. Annak ellenére, hogy helyenként igen vastag pelites üledékösszletek fejlődtek ki, regionálisan fluidumvezetőnek tartjuk a miocén képződményeket, amelyben a szénhidrogén másodlagos migrációja globálisan biztosított.

A medence mélyzónáiban agyagos üledékek borítják a miocén képződményeket. Ezek az alsó-pannoniai üledékciklus legidősebb kőzetei, melyek dr. Szalay Á. litogenetikai beosztása szerint a

Pa_1^{1a} litogenetikai egységet alkotják. A kőzetanyag több mint 90%-ban pelites és azon kívül, hogy nagyon jó anyakőzet, migrációs szempontból egyértelműen zárókőzetnek minősül.

A Pa_1^{1a} összleten túlterjedően egy jellemzően homokkő és agyagmárga rétegek váltakozásából álló összlet, az ún. Pa_1^{1b} települ. Ebben a pelites és a pszamitos képződmények aránya megközelítően 50—50%. Szeizmo-sztratigráfiai vizsgálatok alapján ez az összlet turbidites prodelta képződmény. Fenntartva azt a lehetőséget, hogy egyes homokkő testek zárt lencsék lehetnek az összletben, ezt a szintet a másodlagos migráció vonatkozásában fluidumvezetőnek tartjuk.

A Pa_1^{1b} összlet fölött, azon túlterjedően a Pa_2^1 üledékek következnek. Az előzőekben említett szeizmosztratigráfiai vizsgálatok szerint ezek delta lejtő képződmények, melyeknek alsó tagjai szinte kizárólag, de több mint 90%-ban pelitek. Homokkő betelepüléseket csak az összlet magasabb részén lehet találni. Migrációs szempontból ezek zárókőzetnek számítanak regionálisan, melyek a fluidumvezető Pa_1^{1b} litogenetikai egységet lezárják. Ugyancsak lezárják a szintén fluidumvezetőnek számító miocén képződményeket nagy területekre kiterjedően ott, ahol a Pa_1^{1b} hiányzik.

A delta lejtő képződmények fölött a deltafront és a delta síkság üledékei, majd tavi képződmények találhatóak, melyeken belül regionális kiterjedésű záró képződmények már nincsenek, a homok és agyag rétegek váltakozása olyan, hogy a rétegvizek kapcsolata folyamatos a tároló kőzetekben egészen a felszínig, hidrosztatikus nyomásrendszert alkotva.

A fentiekben vázlatosan ismertetett neogén litogenetikának rendkívül fontos szénhidrogén migrációs következményei vannak. Sematikusan ábrázolva a preneogén alaphegységet befedő neogén képződmények fluidumvezető és fluidumzáró képességét, a következő helyzet adódik.

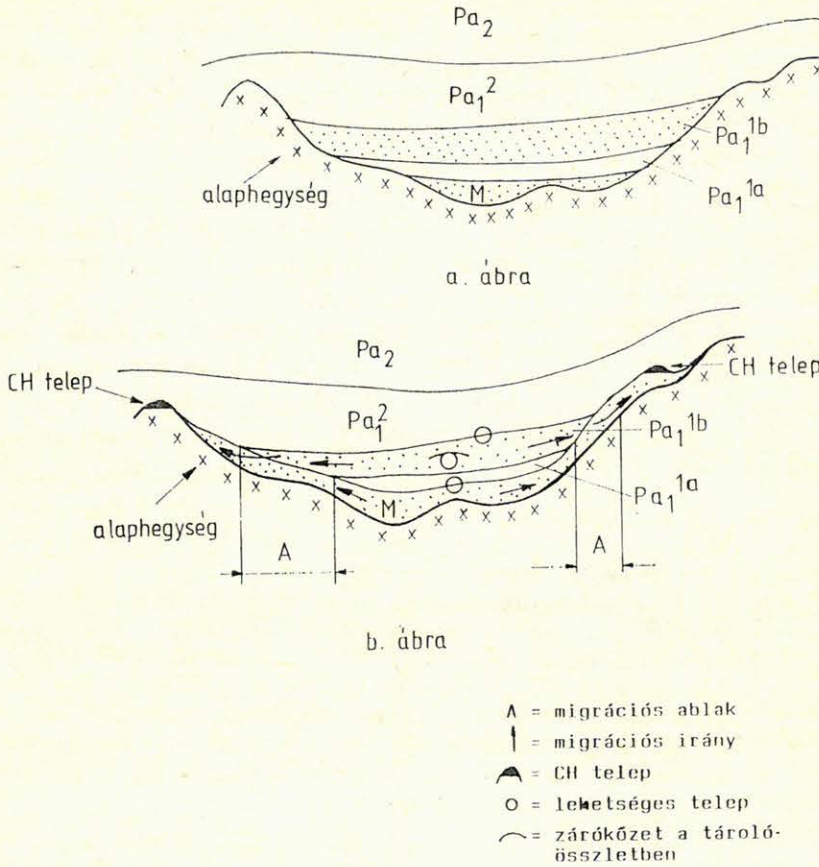
A 3a. ábra egy olyan elvi medencefeltöltődést mutat, ahol az egymást követő fiatalabb képződményeket, vagyis a fiatalabbak túlterjednek az idősebbeken. A Pannon-medencében nem ilyen a szituáció.

A tényleges helyzetet a 3b. ábra szerinti vázlatos modell mutatja. Az alaphegység morfológiája mindkét esetben azonos, de itt a miocén összlet (M) csaknem teljesen befedi az aljzatot, csúpan a nagy relatív maximumokról hiányzik. A Pa_1^{1a} nem terjed túl a miocén üledékeken, csak a mélyzónákban takarja azt. A Pa_1^{1b} túlterjed ugyan a Pa_1^{1a} összleten, de nem terjed túl a miocén rétegeken. Migrációs szempontból ez azt jelenti, hogy a fluidum vezetőnek számító miocén és a Pa_1^{1b} összletek permeabilis kapcsolatban vannak egymással,

és lencseszerűen zárják magukba a Pa_1^a pelites egységet. A Pa_1^b tetőtérképe azt mutatja, hogy kompaktációs határra ez a vezetőképes összlet magasabb szerkezeti helyzetben van a peremeken, mint a mélyzónák fölött, tehát az összletbe bekerülő szénhidrogén a peremek felé migrál és átjut a miocén rétegekbe. Ott kapcsolódhat ahhoz a szén-

A tektonika hatása a migrációra

A Pannon-medence aljzatában már a variszkuszi és óalpi hegységképződési fázisok gyűrődései, az ausztriai-larami hegységképződési fázisok torlódásos jelenségei, pikkelyeződések és feltolódások is felismerhetők. Az alpi orogenezis ÉK—DNy-i irányú törésrendszerei főleg az ausztriai és szávai fázisban alakultak ki. A neogénben bekövetkezett



3. ábra.

Puc 3.

Fig. 3.

hidrogénhez, ami a Pa_1^a alól a miocénben vándorol fölfelé és ez az együttes migráció addig tart, amíg megfelelő csapda esetén valamilyen neogén, vagy alaphegységi csapdában fel nem halmozódik. A végeredmény tehát általában az, hogy ahol a Pa_1^b összlet közvetlenül a miocénre települ, ott „migrációs ablak” van és ezért ott telep nem található, míg a szénhidrogén előfordulások sorban a migrációs ablak fölött a Pa_1^b kiékelődési zónáján túl helyezkednek el és fedőközetük a Pa_1^2 pelites üledékösszlete.

Kedvező esetben telepek alakulhattak ki a Pa_1^a összlet alatt is, vagy a Pa_1^b összleten belül, de ennek az előzőeknél kisebb a valószínűsége.

extenzió és gyors medencesüllyedés számos újabb törést eredményezett az említett vetőzónákkal párhuzamosan és közel merőlegesen ezekre az irányokra. Pogácsás Gy., Horváth F., Rumlér J. és mások legújabb vizsgálati eredményei alapján a Pannon-medence neogén szerkezetfejlődésében alapvető szerepet játszottak a regionális oldaleltolódásos vetők és az ezekhez kapcsolódó másodlagos szerkezeti elemek, liztrikus vetők.

A vetőzónák kedvező esetben kiváló fluidumvezető képességgel rendelkeznek, a „diszkordancia-felületen” migráló szénhidrogéneket gyűjthetik, továbbvezethetik az emelkedések irányában és újra eloszthatják azokat a pannon fekvő alatt is. Abban az esetben, ha a tektonikai elemek felnyúlnak a pannoniai összlet fiatalabb üledékeibe, akkor vertikálisan is szállíthatják a szénhidrogént, fel-

juttatva a migrációt szerkezetileg magasabb régiókba.

A vetők pannon fekü alatti migrációs hatásait vizsgálva az a megállapításunk, hogy a genetikai zónán belül haladó vetők a szénhidrogén gyűjtés és újraelosztás során az általunk korábban meghatározott migrációs irányokat nem befolyásolják, de az egyes migrációs utakon szállított szénhidrogén mennyiségeket jelentősen megváltoztathatják.

Eltérő a helyzet akkor, ha a vetők túlterjednek a genetikai zónahatáron. Ekkor a genetikai zónából kiszállított szénhidrogén olyan területeken kerül szétoztásra, amelyeket nem tekinthetünk migrációs kiindulási helyeknek. A probléma megoldására olyan elvi migrációs térképet készítettünk, amely nemcsak a genetikai zónából kiinduló migrációs lehetőségeket tünteti fel, hanem attól függetlenül minden potenciális kiindulási helyet figyelembe vesz.

Ezen a térképen ábrázolva a kérdéses vetőszakaszokat megszerkeszthetők azok a lehetséges felhalmozódási helyek, amelyek a genetikai zónából a vetők által kivezetett szénhidrogénnel töltődhettek fel.

Migráció a pannoniai összleten belül

A pannoniai összleten belüli másodlagos migráció a Pa_1^b és a Pa_2 litogenetikai egységben lehetett jelentős, míg a Pa_1^a -ben alárendelt, a Pa_1^a -ban pedig csak nagyon esetleges a homokossági arányok miatt.

Ennek alapján a Pa_1^a összletbe elsődleges migrációval bejuthatott olaj és gáz, míg a Pa_2 összletben legfeljebb csak biogén diagenetikus gázok halmozódhattak fel közvetlenül, a termogén katagenetikus gázok és olajok a fekü képező Pa_1^2 vastag márgás összleten keresztül leginkább csak tektonikai zónákon át juthattak fel.

A Pa_2 összlet deltahomokkövei de még a fölöttük található tavi homokos üledékek is kiváló szénhidrogéntárolási tulajdonságokkal rendelkeznek, de regionális fedőkőzetük nincs.

A tároló és a zárókőzetek sűrű összefogódása azt eredményezi, hogy a tektonikai zónákon följutó szénhidrogén gyakorlatilag vertikálisan migrál az összletben, kis távolságra kiterjedő „oldalirányú” mozgásokkal, amíg csapdába nem kerül, vagy el nem diszpergálódik. Ennek alapján néhány fontos következtetés levonható:

- A Pa_2 -ben ott várható jelentősebb termikus eredetű CH -felhalmozódás, ahol a benne levő csapdák tárolókőzetei tektonikai kapcsolatban voltak (esetleg vannak) a „diszkordancia-felület” migrációs útvonalaival.
- Nem eredményezhet szénhidrogénfelhalmozódást a Pa_2 tektonikai kapcsolata a diszkordancia felület olyan zónájával, amely kiesik a migráció útvonalaiból.
- A telepek távolsága nem lehet nagy a CH -t közel vertikálisan közvetítő tektonikai zónától

(maximum néhány km) a Pa_2 sztratigráfiai felépítése miatt.

Ezek a következtetések alapvetően fontos felismeréshez vezetnek, amely szerint a felületi migráció alapján kijelölhető felhalmozódási zónák nemcsak a diszkordanciafelületen (alaphegységben, miocénben, pannoniai alapkonglomerátumban) elhelyezkedő telepek legvalószínűbb helyeit jelölik ki, hanem egyben megadják a pannoniai telepek legvalószínűbb területi elhelyezkedését is. Ezt bizonyítják meggyőzően azok a térképek, ahol a felületi migrációval prognosztizált felhalmozódási zónákban található a pannoniai telepeket tartalmazó CH -előfordulások is.

Több szénhidrogénelőfordulásnál a diszkordanciafelület és föllette a pannoniai csapdák egyaránt feltöltődtek szénhidrogénnel. Gyakori az olyan eset is, hogy csak az egyik szinttáj produktív. Ha nincs vető, akkor CH csak a „diszkordanciafelületen” csapdázott, viszont ha egy vető valamelyik migrációs utat teljesen „megcsapolta”, akkor azon a területrészen csak a pannonban lehet szénhidrogén telep. Attól függően, hogy a vető mikor élt a migráció változó mennyiségi és minőségi (főleg olaj, vagy főleg gáz migráció) folyamatában, ez a vertikális szénhidrogén elosztás nagyon változatos CH -felhalmozódási rendszereket eredményezhetett.

A pannoniai összletben található szénhidrogén-előfordulások valószínű helyének prognosztizálása tehát a felületi migráció és a tektonikai együttes elemzésével oldható meg. Ennek alapján jelenleg már meg tudjuk adni a prognosztikus területeket, de a felhalmozódások vertikális megoszlását csak esetlegesen.

Nem zárható ki annak lehetősége sem, hogy bizonyos mértékű vertikális migráció vetők közvetítése nélkül, sztratigráfiai kapcsolatokon keresztül történt. Ezek követése ma még megoldhatatlan regionálisan. Mivel a fiatalabb üledékek globálisan követik az aljzat morfológiáját, a bennük történő másodlagos migráció is globálisan azonos irányú lehet mint a diszkordanciafelületen, vagyis a valószínű felhalmozódási területek emiatt is egybeeshetnek.

Megállapítások

Az SM -eljárás célja egy olyan térkép létrehozása, amely a migrációs irányok, a migrációs távolságok, a migráló szénhidrogén mennyiségek meghatározásával, a litogenetikai, a sztratigráfiai, a tektonikai és egyéb geológiai viszonyok figyelembevételével megadja a lehetséges olaj- és gázfelhalmozódási zónák helyét és azok várható értékét. A 4. ábra egy térképrészletet mutat a Derecskei-mélyzóna környezetéről, amelyen a pannon fekü szintvonalai és az SM -módszerrel meghatározott perspektivikus szénhidrogénfelhalmozódási zónák (a térképen fekete foltok) vannak ábrázolva. Ez nem az említett céltérkép, de a legfontosabb következtetések erről is levonhatók:

- A szénhidrogének másodlagos vándorlása felületi migráció esetén is viszonylag keskeny útvonalakon történik a genetikai zónákból a felhalmozódási helyek felé. Ezek az útvonalak jól



Geo-90/7-4

4. ábra.

Рис 4.

Fig. 4.

meghatározhatók a számítógépes szimulációval.

- A szerkezeti maximumoknak csak egy része esik migrációs útvonalba, vagyis a módszer nem egyszerűen a maximumokat keresi, hanem a produktív várható zónákat különíti el.
- A migrációs útvonalak meghatározásának megbízhatóságát az ismert szénhidrogén előfordulások igazolják, mivel a területen eddig megismert kőolaj- és földgázlefordulások mindegyike az SM-eljárással kimutatott perspektivikus területekre esik, még a kicsiny készlettel rendelkező telepek esetében is, ezért újabb felhalmozódásokat is csak a migrációs útvonalakhoz kapcsolható csapdákban, vagyis az eljárással prognosztizált helyeken lehet remélni.
- A migrációs útvonalak ismerete, azoknak viszonylag kis területi kiterjedése, hatékonyan koncentrálja a részletes előkutatási igényeket.
- Az eljárás alkalmazásával a sztratigráfiai kutatások optimális helye is megadható.
- A perspektivitás viszonylag széles mélységzónához kapcsolható néhány száz métertől 4000 m körüli mélységig a CH-val telített migrációs útvonalak helyzete alapján.
- Az előkutatások számára eddig kevésbé ismert új területek jelölhetők ki az SM-eljárás alapján.

Összefoglalva a fentieket megállapítható, hogy az SM-módszer alkalmazásával a perspektivikus szénhidrogénkutatási területek, illetve a részletes előkutatásra, rejtett csapdák szeizmosztratigráfiai kutatására legalkalmasabb helyek kijelölhetők. A számítógépes szimulációs eljárás az új adatrendszerek mellett széleskörűen felhasználja a területre vonatkozó korábbi geofizikai és geológiai ismereteket, a morfológiai, a litológiai, a tektonikai stb. térképeket, amelyeket rendszerben alkalmaz és

ezáltal minőségileg új eredményeket ér el. Az eljárást ezideig a jelenlegi statikusnak vett földtörténeti állapot modellezésére használtuk fel, de a módszer alkalmas sülyedéstörténeti folyamatban vizsgált dinamikus modellezésre is a különböző geológiai időpontoknak megfelelő felületi térképsorozatok felhasználásával.

Az SM-eljárásban alkalmazott iterációs vizsgálatok rámutattak, hogy a kiindulási mennyiségek (pl. a generálódott CH-mennyiség, a migrációs veszteségek stb.) kismértékű változása olyan következményekkel járnak, amelyek előre nem becsülhetők a felhalmozódási helyeken, a bonyolult *elágazásos* számítási rendszer miatt. Szimuláció nélkül a migráció követhetetlen.

Végül megállapítható, hogy a szénhidrogén-genetikai és a migrációs veszteségi adatok ismeretében az SM-eljárás a prognosztika egyfajta módszere is lehet.

IRODALOM

- David, A. White (1988): Oil and Gas Play Maps in Exploration and Assessment: AAPG Bulletin, v. 72., pp. 944—949.
- Gajdos I.—Pap S.—Somfai A.—Völgyi L. (1983): Az alföldi pannoniai (s.I.) képződmények litosztratigráfiai egységei: MÁFI alkalmi kiadv. Bp.
- Haas J. (1987): Magyarország geológiai szerkezetének fő vonásai: MTA SZAB kiadvány, Szeged.
- Horváth F. (1987): Az Alföld és környezetének neogén kéregfejlődése: MTA SZAB kiadvány, Szeged.
- Pogácsás, Gy. (1984): Seismic stratigraphic features of neogene sediments in the Pannonian basin: Geoph. Transaction V. 30, — No. 4. pp. 373—410.
- Rumpler J.—Horváth F. (1984): Extenziós tektonika szeizmikus szelvényeken és ennek kőolajkutatási jelentősége a Pannon-medencében. Földt. Kut., 27 (3): 49—61.
- Szalay, A. (1982): Geológiai és geokémiai erkonstrukció szerepe a szénhidrogén-perspektívák előrejelzésében: MTA X. Osztályának Közleményei 15/3—4.

Könyvismertetés

A *Lecture Notes in Earth Sciences* sorozat 27. kötetként jelentette meg a Springer kiadó az 1988. márciusában Karlsruheban tartott azonos tárgyú szimpózium előadásait, melyek különösen geofizikusok, geológusok és környezetvédelmi szakemberek számára érdekesek.

G.-P. Merkler, H. Militzer, H. Hötzl, H. Armbuster, J. Brauns (Eds):

Detection of Subsurface Flow Phenomena.
ISBN 3—540—51875—4, 0—387—51875—4,
514 pp, 254 figs.

A 34 előadást tartalmazó kötet 6 részterületet ölel fel, melyek közül a spontán potenciál (PS) mérésekkel foglalkozó rész a legterjedelmesebb. Itt az elméleti alapoktól kezdve, a matematikai (analitikus), numerikus, laboratóriumi és nagyterjedelmű modellkísérleteken keresztül a case history-kon át egészen a feldolgozás és kiértékelés rész kérdéseinek tárgyalásáig szinte minden részlettel foglalkoztak az előadók. Úgy tetszik, hogy

ez a régi, egyszerű, de a most már sok mérési ponton huzamosabb ideig folytatott észlelések útján keletkező hatalmas adattömeg kezelését igénylő geoelektromos módszer a nagykapacitású személyi számítógépek térhódításával ismét előtérbe kerül.

Több előadásban ismertették a geoelektromos ellenállásmérések speciális alkalmazási lehetőségeit a földalatti áramlások térképezésében mind gátek, mind hulladéktárolók közelében.

Sok tekintetben érdekesek a geotermikus mérésekkel, alkalmazási módszerükkel foglalkozó előadások is.

A szimpózium alkalmából rendezett kerekasztal megbeszéléseken kitértek a geofizikusok és talajmechanikusok csapatmunkájára és az alkalmazott módszerek egyedi és komplex felhasználásának metodikai problémáira is.

A jól szerkesztett és kitűnő minőségű ábranyaggal ellátott kötet aktuális ismereteket közvetít.

Dr. Deres János

Karotázs transzformáló és térképező programcsomagok felhasználása a geológiai értelmezésben

V Á R N A I P É T E R * — V A K A R C S G Á B O R *

A szénhidrogén kutatás hatékonyságának növelése érdekében az utóbbi években egyre inkább előtérbe került a pannon összleten belüli rejtett csapdák kutatása. Ennek alapvető feltétele a pannon medencefeltöltődés mechanizmusának elemzése, részletes szeizmikus sztratográfiai vizsgálat, a fácies és üledékfelhalmozódási modellek megalkotása.

A szeizmikus sztratográfiai vizsgálatok továbbfejlesztése során kidolgoztuk a karotázs görbék, mélyfúrású információk (alakelemzési eredmények, litológiai és CH földtani információk) szeizmikus szelvényekkel való együttes interpretációjához szükséges módszert. A transzformáló programcsomag segítségével a Seislog szelvények pontos litológiai értelmezéséhez szükséges Plotlog illesztés is elvégezhető. Ezek az adatok jelenleg már nagy tömegben, rutinszerűen alkalmazhatók a szeizmikus szelvények komplex értelmezésénél, jelentősen növelve ezáltal a kutatás hatékonyságát.

A fácies és feltöltődési modell elkészítéséhez, a rejtett csapdák kijelöléséhez az izokron szekvenciák és a fácieshatárok térképezése is szükséges. A szeizmikus szelvényeken korrelált számú szintről a térképszerkesztő programcsomag segítségével gyorsan készíthető szintvonalas és vastagság térképek, axonometrikus képek lehetővé teszik az egykori paleogeográfiai térszín meghatározását, az ősföldrajzi rekonstrukciót.

A vizsgálati módszerek és az eredmények néhány esettanulmány példáján kerülnek bemutatásra.

В интересах увеличения эффективности разведки углеводородов в последнее время на передний план стала выступать разведка скрытых ловушек паннонской толщу. Основным условием этого является анализ механизма осадконакопления паннонского бассейна, подробное сейсмостратиграфическое исследование, создание моделей фаций и осадкообразования. В процессе развития сейсмостратиграфического исследования был разработан метод, необходимый для совместной интерпретации каротажных кривых, информации бурения (результаты анализа формы литологические информации и данные геологии углеводородов) и сейсмических профилей. С помощью пакета программ трансформации можно провести необходимую для точной литологической интерпретации профилей ПАК подгонку Плоттлог-а. В настоящее время эти данные в комплексной интерпретации сейсмического материала применяются уже в больших объемах, с большим навыком, тем самым значительно увеличивая эффективность разведки.

Для построения моделей фаций и осадкообразования, для выделения скрытых ловушек необходимо и картирование изокрон секвенций и границ фаций. С помощью пакета программ картирования можно быстро построить для нескольких, коррелируемых на сейсмических профилях, границ карты изолиний и мощностей, аксонометрические картины дают возможность определения палеорельефа и проведения палеорекострукции. На нескольких примерах показаны метод исследования и полученные результаты.

To improve the efficiency of hydrocarbon exploration the investigation of subtle traps have been increased in the last few years. For this kind of exploration input data are: basin evolution study of the pannonian sedimentary sequence, detailed seismic stratigraphic analysis, facies and sedimentation models.

Improving the seismic stratigraphic exploration method we worked out the method of integrated interpretation of well logs, borehole information (well log spake analysis etc.) and seismic profiles. Using the transforming programme packages fair Plotlog fitting can be done, that is needed for the detailed lithologic interpretation of Seislog profiles. Nowadays these type of information can be used in everyday complex geologic interpretation, improving the efficiency of exploration.

To make facies and sedimentation models, to identify subtle traps the mapping of isochronous seismic horizons (sequences) and facieses is also necessary. Contour map isopach maps and 3D projections can easily be constructed from the correlated seismic horizons with mapping programme packages. These maps are the basic input data for the paleogeographic reconstruction.

A few case study will show the interpretation method and some results.

* Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest

Bevezetés

„A számítástechnika szénhidrogénipari alkalmazásai az Alföldön” c. ankéton elhangzott előadás.

A magyarországi szénhidrogénkutatásban az utóbbi években előtérbe kerültek a rejtett, sztratográfiai csapdák azonosítására, pontos megismeré-

sére irányuló vizsgálatok. Az ilyen típusú felhalmozódások kutatásában a szeizmikus sztratigráfiai vizsgálatok játsszák a főszerepet. Az eddigi hazai szeizmikus sztratigráfiai kutatások eredményeivel számos cikk, előadás foglalkozik (Berkes et al 1983, Marton 1985, Mattick et al 1985, 1987, Pogácsás 1984, Pogácsás et al 1989).

A szeizmikus szelvényeken megfigyelhető jegyek helyes sztratigráfiai értelmezésében nagy segítséget adhat a mélyfúrások karotázsgörbéinek jelalak és elektrofácies vizsgálata, fácies értelmezése.

A továbbiakban a karotázs jelalakelemzést, annak különböző léptékében történő transzformációját, megjelenítését, a fácies meghatározás módszereinek fejlesztését és eredményeit ismertetjük. Bemutatjuk a karotázs és a szeizmikus információk integrált fácies értelmezésének a GKV-nél dolgozó kutatók közös munkájaként kialakult módszerét.

Litológia és leülepedési fáciesek meghatározása karotázsgörbék jelalak elemzéséből

Pontos litológiai szelvények készítéséhez, leülepedési fáciesek meghatározásához nagy mennyiségű, részletesen vizsgálható kőzetanyagra van szükség a teljes rétegsorból. A fúrásos kutatás során magminták vételével juthatunk kőzetanyaghoz. Mivel a magmintavételezés nagy költségigénye miatt nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű mag, a szakemberek figyelme a lyukgeofizikai szelvények felé fordult.

A különböző karotázs görbéket litológiai, szedimentológiai értelmezésekhez már több mint 20 éve felhasználják (Wilson et al 1961, Walker R. G. 1973).

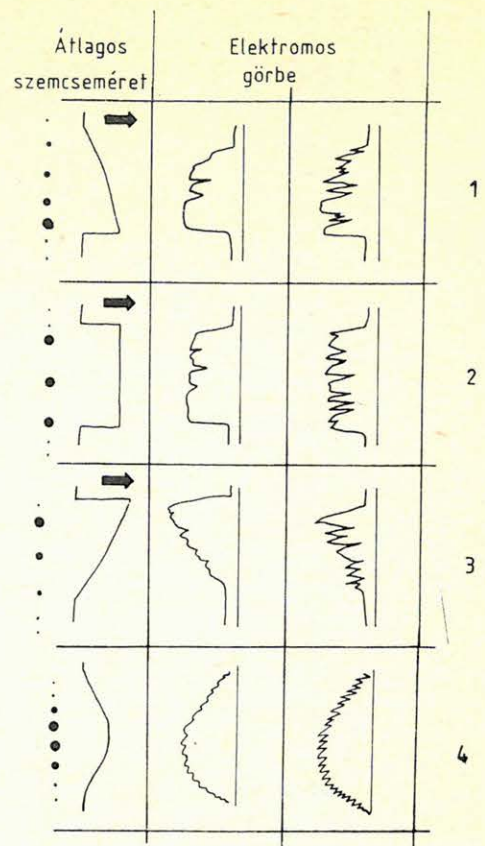
Az ismeretanyag azóta is folyamatosan bővül (Abbott 1981, Link, P. K. 1982, Galloway, W. E. 1983, Wilson, J. L. 1983, Orville et al. 1985, Serra, 1985). Magyarországon ez a módszer az utóbbi években vált ismertté, elterjedté (Bérczi et al. 1986, Várnai 1988, K. Juhász et al., 1989).

A törmelékes összetetkekben a litológiát a szemcseméret és az agyagtartalom határozza meg. Ezen két tényező változásaiból következtethetünk az egykori leülepedési környezetre.

A szemcseméret változásait általában jól tükrözik az elektromos szelvények (természetes potenciál, normál ellenállás stb.) (1. ábra), az agyagtartalomra pedig a természetes gamma szelvényekből lehet következtetni. Mivel az *SP*, *R*, *TG* görbéket a litológián kívül egyéb tényezők is jelentősen befolyásolják (rétegvíz szalinitás változásai, CH-tartalom, radioaktív ásványok jelenléte stb.), a módszer a litológiának és a fáciesnek csak nagyvonalú meghatározására alkalmas, a magminták vizsgálatát nem pótolhatja.

Litológia

A litológia meghatározásánál az első lépés az agyag alapvonal kijelölése a karotázsgörbékben. Az ettől a vonaltól való eltérést tekinthetjük a szemcseméret durvulásának. Ezért lehet az alapvonalról jelentősen kiugró görbe szakaszokat homokkőtestekként értelmezni. Ezek alapján lito-



Geo-90/8-1

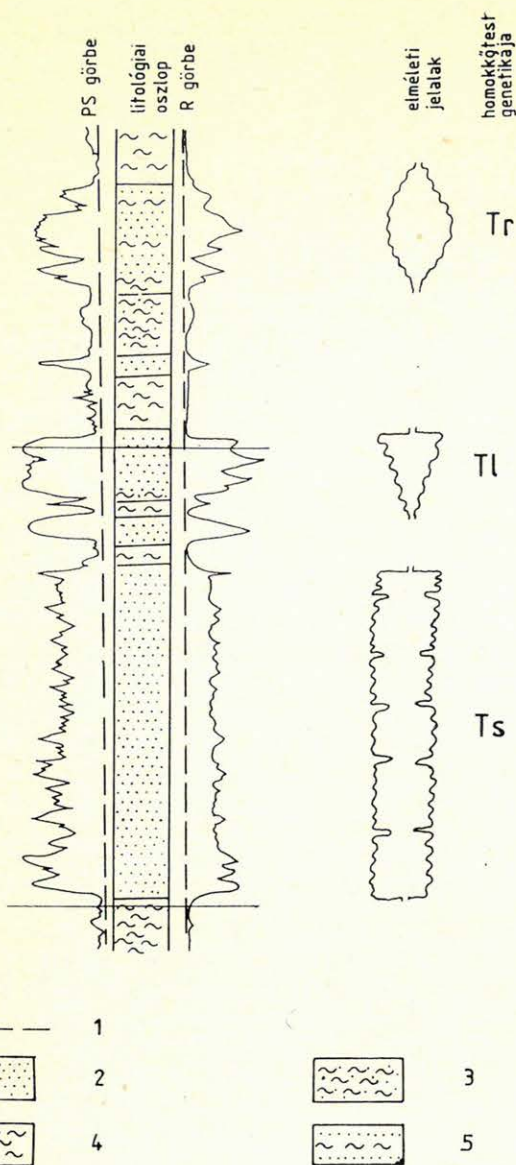
1. ábra. Az átlagos szemcseméret és az elektromos görbék kapcsolata, valamint a legfontosabb karotázs jelalak típusok. A homokkőtestek alsó és felső határa alapján (fokozatos vagy éles) négy fő jelalakípust lehet elkülöníteni: 1. Harang — felül fokozatos alul éles határ, 2. Henger — felül alul éles határ, 3. Tölcsér — felül éles, alul fokozatos határ, 4. Hordó — felül alul fokozatos határ

Рис. 1. Связь между размером зерен и электрокаротажными кривыми, а также наиболее важные типы форм сигнала каротажных записей. Можно различить четыре основных типа форм сигнала по подошвам и кровлям песчаных тел (постепенные или резкие): 1. колокол — кровля постепенная, подошва резкая граница. 2. цилиндр — сверху и снизу резкие границы. 3. воронка — кровля резкая, подошва постепенная граница. 4. бочонок — сверху и снизу постепенные границы

Fig. 1. The connection of average grain size and log curves, and the major log shape types. There are four log shape types, divided on the basis of the upper and lower boundaries of sand bodies. 1. Bell — upper boundary continuous, lower boundary sharp, 2. Cylinder — upper and lower boundary sharp, 3. Funnel — upper boundary sharp, lower boundary continuous, 4. Barrel — upper and lower boundary continuous

lógiai oszlop készíthető (2. ábra). Az így szerkesztett litológiai oszlopot azonban mindig össze kell vetni a magfúrási adatokkal, mivel a karotázsgörbéket a litológián kívül egyéb tényezők is befolyásolhatják.

A homokkőtestek alsó és felső határa lehet éles, illetve fokozatos átmenet a finomszemű összletbe.



2. ábra. Litológiai meghatározás karotázsgörbékéből. Az elektromos görbék agyag alapvonalától való eltérése első közelítésben a szemcseméret változását tükrözik, amit a litológiai oszlopon tüntettünk fel. 1. Agyag alapvonal, 2. Homokkő, 3. Homokos agyagmárga, 4. Agyagmárga, 5. Homok és agyag váltakozása

Рис. 2. Определение литологии по каротажным кривым. Отклонение кривых от основной линии глины в первом приближении отражает изменение зернистости, это выделено в литологической колонке. 1. основная линия глины, 2. песчаник, 3. песчанистый глинистый мергель, 4. глинистый мергель, 5. чередование песка и глины

Fig. 2. Lithologic interpretation of log curves. The deviation of log curves from the clay base line represents roughly the change of grain size, which is shown on the lithologic column. 1. Clay base line, 2. Sandstone, 3. Sandy claymarl, 4. Claymarl, 5. Interfingering of clay and sand

A karotázsgörbék által kirajzolt kép alapján a különböző homokkőtesteket harang, henger, tölcser és hordó elnevezéssel jellemezhetjük (1. ábra). A homokkőtestek belső szerkezete (agyag-márga rétegek közbetelepülése) jól tükröződik a görbe lefutásán. A viszonylag tiszta, betelepülésektől mentes homokkőtest karotázsgörbéje sima lefutású, míg a sok finomszemű betelepülés fogazott kappal jelentkezik.

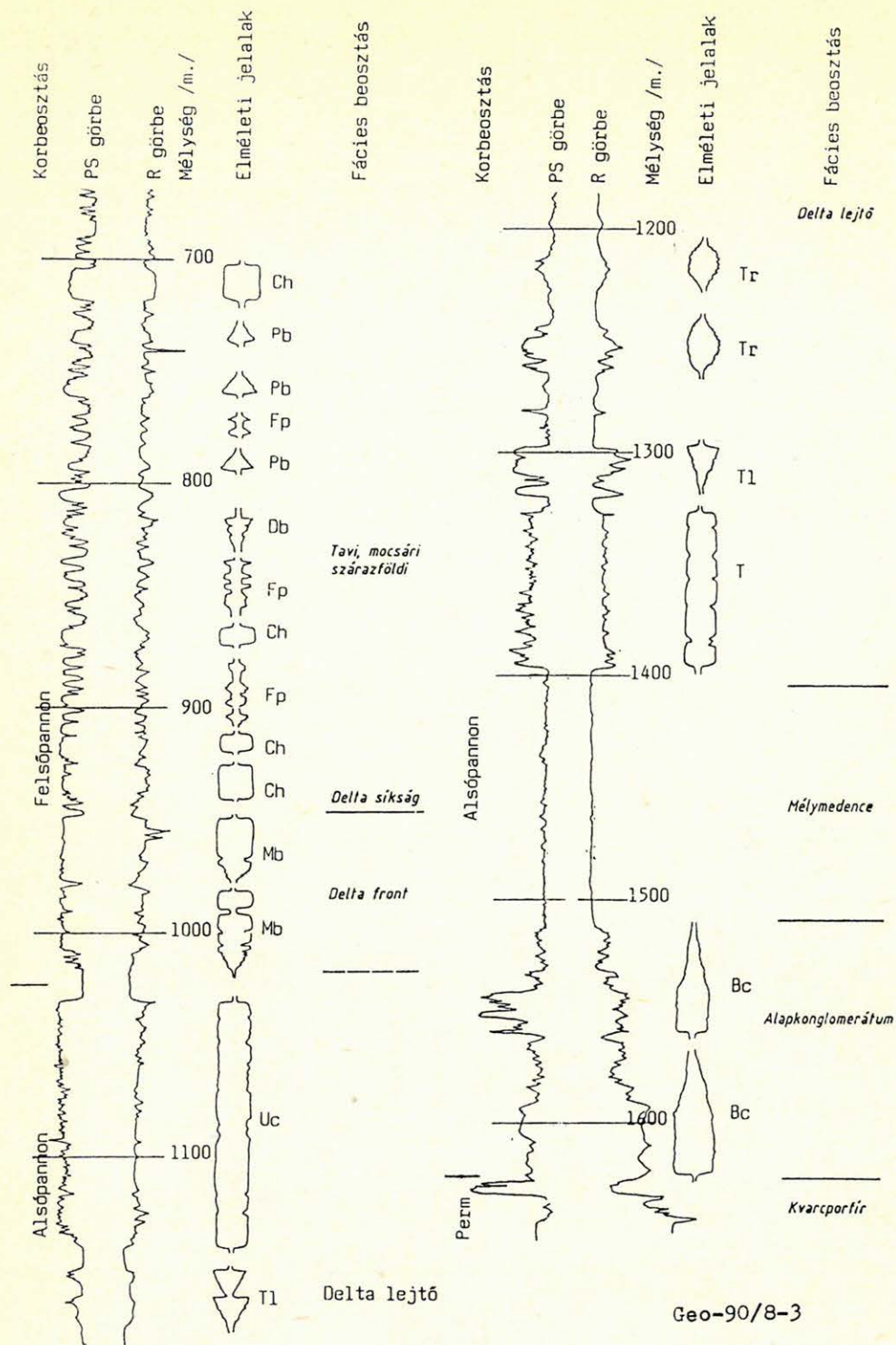
Fácies

A litológia meghatározásánál említettük, hogy a homok és márga rétegek határa lehet éles és folyamatos. A fokozatosan változó határnál megkülönböztetünk felfelé durvuló és felfelé finomodó szemcseméretű rétegeket. A szemcseméret változás tendenciájából (gyors-lassú, éles-folyamatos, betelepülések), vagyis a jelalaktól következtetünk a homokkőtest egykori leülepedési környezetére. Az értelmezést bonyolulttá teszi, hogy hasonló jelalakkal jellemezhető, de eltérő genetikájú homokkőtestek építik fel a rétegsort. Ezért nem lehet egy-egy homokkőtest genetikáját önállóan, elszigetelten meghatározni. Meg kell vizsgálni az alatta és felette települő összletet, az adott homokkőtestek rétegsorban elfoglalt helyét. A homokkőtestek pontos genetikája azonban csak komplex elemzéssel határozható meg, szükség van a mag, illetve furadék vizsgálatokból nyerhető litológiai és fácies adatokra is.

A 3. ábrán az ismertetett módszerrel készített fácieselemzésre mutatunk példát. A Mezőkovácsháza-1 fúrás karotázs jelalakelemzése $M=1:1000$ méretarányú természetes potenciál (PS) és normál ellenállás (R) görbén készült. Az egyes homokkőtestek fáciesének (transzgressziós homokkőtest (Bc), turbidit zagyar által áthalmazott homokkőtest (Tr), turbidit lebeny (Tl), turbidit homokkőtest (T), víz alatti mederüledékek (Uc), torkolati zátony (Mb), alluvális övzátony (Pb), elosztó csatorna zátony (Db), ártéri üledék (Fp), meder üledék (Ch) azonosítása után lehet a leülepedési környezeteket (alapkonglomerátum (A1, A2), mély medence (B), prodelta (C), delta lejtő (D), delta front (E), delta síkság (F) és tavi mocsári, szárazföldi (G)) meghatározni. Az $1:1000$ méretarányú PS és R karotázsgörbékét digitalizáltuk. A Kaszaper-1 fúrás mélység-idő görbéjének felhasználásával a görbékét mélységléptékből szeizmikus időléptékbe transzformáltuk. A szeizmikus szelvényre helyezett értelmezett karotázsgörbe alapján a meghatározott fáciesű homokkőtestek elterjedését vizsgáltuk a szelvény mentén, és litológiai szelvényvázlatot készítettünk (4. ábra).

A több évi fejlesztőmunka eredményeképpen a jelenleg rendszerbe állított transzformáló-megjelenítő programcsomag (Pusztai S., LOGKV 320 1989, Göncz G.—Késmárky I. VSPTH 1989) karotázsgörbékén kívül nagy felbontású litológiai oszlopot, és különböző értelmezési eredményeket (szöveges mezők) is képes kezelni (5. ábra).

A sztratigráfiai rekonstrukciós értelmezés során kialakított elvi fácies modellt a 6. ábrán ismertetjük. A delta komplexum által feltöltött medence szelvényében a feltöltődés jobb oldalról történt.



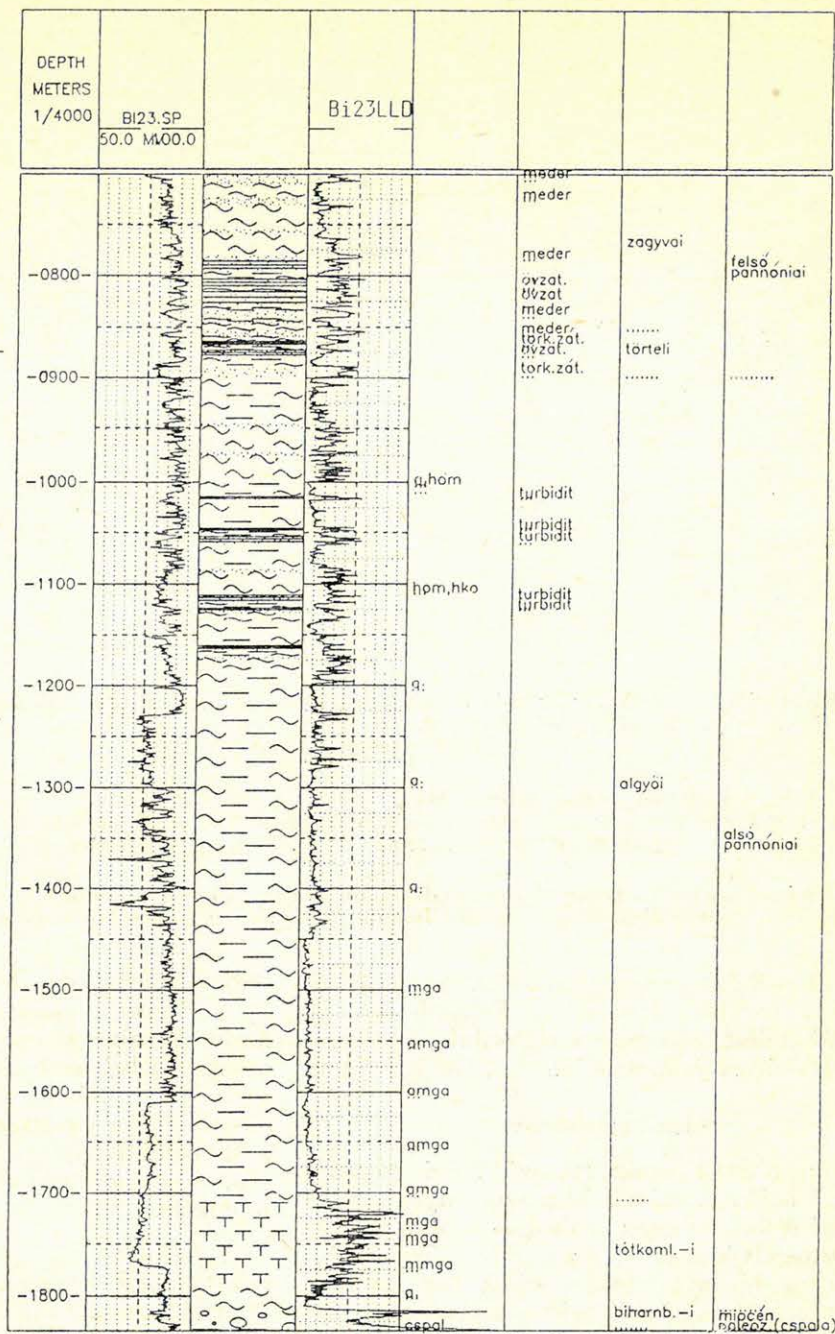
3. ábra. A Mezőkovácsháza—1 fúrás karotázs jelalak értelmezési eredménye. A PS és R görbék mellett feltüntettük a megállapított elméleti jelalakot, valamint az egyes homokkőtestek leülepedési fácieseit. Ezek alapján rekonstruálhatók az egykori leülepedési környezetek. Jelmagyarázat a szövegben

Рис. 3. Результаты интерпретации формы сигнала на каротажной кривой, полученной в скважине Мезёковач-хазы. Рядом с кривыми ПС и R нанесены определенные теоретические формы сигнала, а также фации образования песчаных тел. На основании этого можно реконструировать прежние условия отложения. Условные обозначения даны в тексте

Fig. 3. The facies interpretation of Mező-1 borehole. Besides the PS and resistivity curves the log shape types and the facieses of sand bodies (Genetic Sand Units) are plotted. On the basis of these the facieses of sedimentation could be reconstructed. Legend in the text

BI-23

Eleváció 90m
 Talp 1834.2m
 1. SP görbe
 2. Litológiai oszlop
 3. Magok
 4. Ell. görbe
 5. Alakelemzés
 6. Formáció
 7. Kor
 Rétegvizsgálat nem volt.
 Wed Mar 28 12:40:23 1990

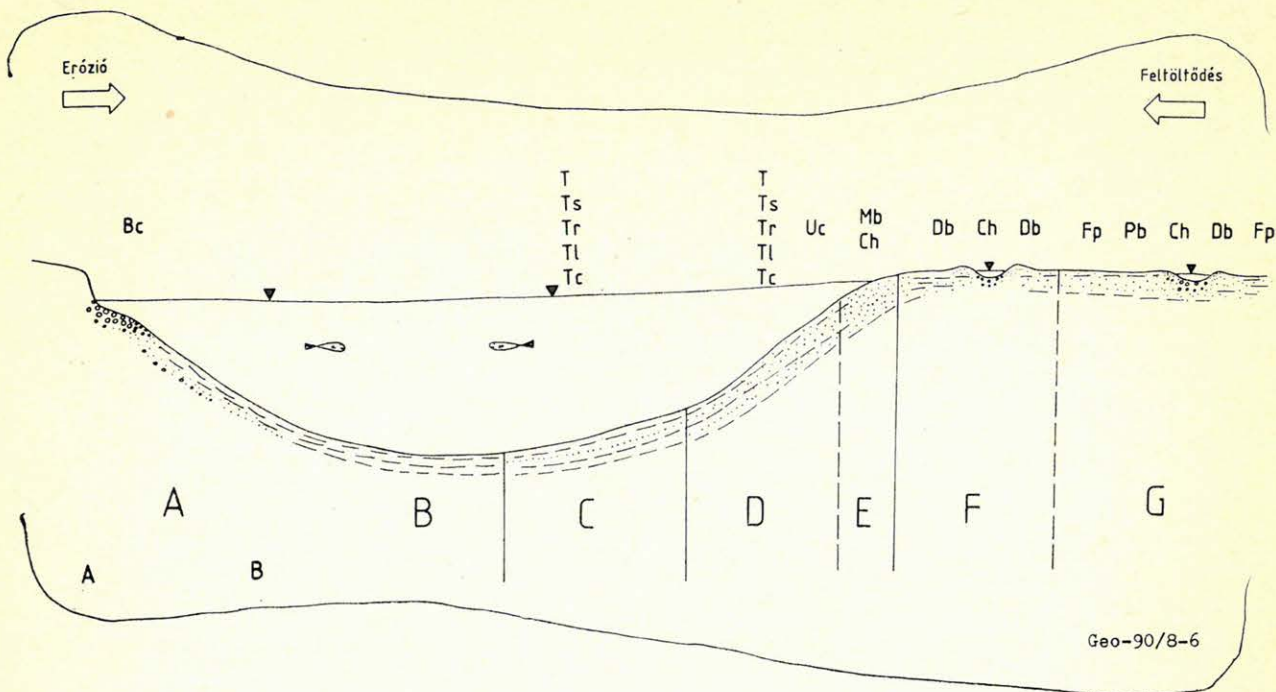


Geo-90/8-5

5. ábra. A Biharnagybajom—23 fúrás komplex karotázis jelalak értelmezése. A program csomag segítségével az elkészített értelmezés (litológiai oszlop, alakelemzés, fácies beosztás stb.) tetszőleges léptékben (pl. szeizmikus, Seislog stb.) és sorrendben jeleníthető meg. Az értelmezést Kiss Balázs és Révész István (SZKFI) készítették

Рис. 5. Комплексная интерпретация формы сигнала каротажных кривых в скважине Бихарнадьбайём—23. С помощью пакета программ подготовленная интерпретация (литологическая колонка, анализ формы, разделение фаций и т. д.) может быть представлена в любом масштабе (например сейсмический или ПАК и т. д.) и любой последовательности. Интерпретация подготовлена Балажем Киши и Иштваном Ревес (SZKFI).

Fig. 5. Complex well log shape analysis of Biharnagybajom—23 borehole. Using the programme package the curves, the interpretation results (lithologic column, shape analysis, facieses etc.) can be plotted in different scales (seismic, Seislog etc.), and in different order. Kiss Balázs and Révész István (SZKFI) made the interpretation



6. ábra. Elvi fácies modell. Az ábra mind a feltöltődő (delta sorozat), mind a pusztuló (abráziós) tengerpart és medence-fáciéseit is mutatja. Az adott fáciésekre jellemző, azokat meghatározó homokkő típusokat is feltüntettük. Jelmagyarázat a szövegben

Рис. 6. Принципиальная модель фаций. На рисунке представлены как нарастающий (ряд дельт) так и разрушающийся берег моря, а также фации бассейна. Представлены и типы песчаников, характерных для данных фаций и определяющих их. Условные обозначения в тексте

Fig. 6. Facies modell. The figure shows the different facieses of both the deltaic sequence and the abrasional shore. The typical Genetic Sand Units of the facieses are also shown. Legend in the text

Az ábra bal oldalán a transzgressziós tengerelöntés abráziós partját ábrázoltuk. Feltüntettük az összes fő fáciest, az azokban előforduló, a fáciéseket meghatározó homokkő testeket (Genetic Sand Units).

Seislog értelmezés

Az ismertett karotázs transzformáló program-csomag lehetővé teszi a Seislog szelvények pontos litológiai értelmezéséhez szükséges Plotlog mélységillesztés elvégzését is. Az alacsony frekvenciás komponens bizonytalansága miatt nem teljesen lineáris mélységskálázású Seislog szelvényhez változó, kb. 5–10 m-es pozitív, illetve negatív eltolást alkalmazva kell a fúrások karotázs görbéit

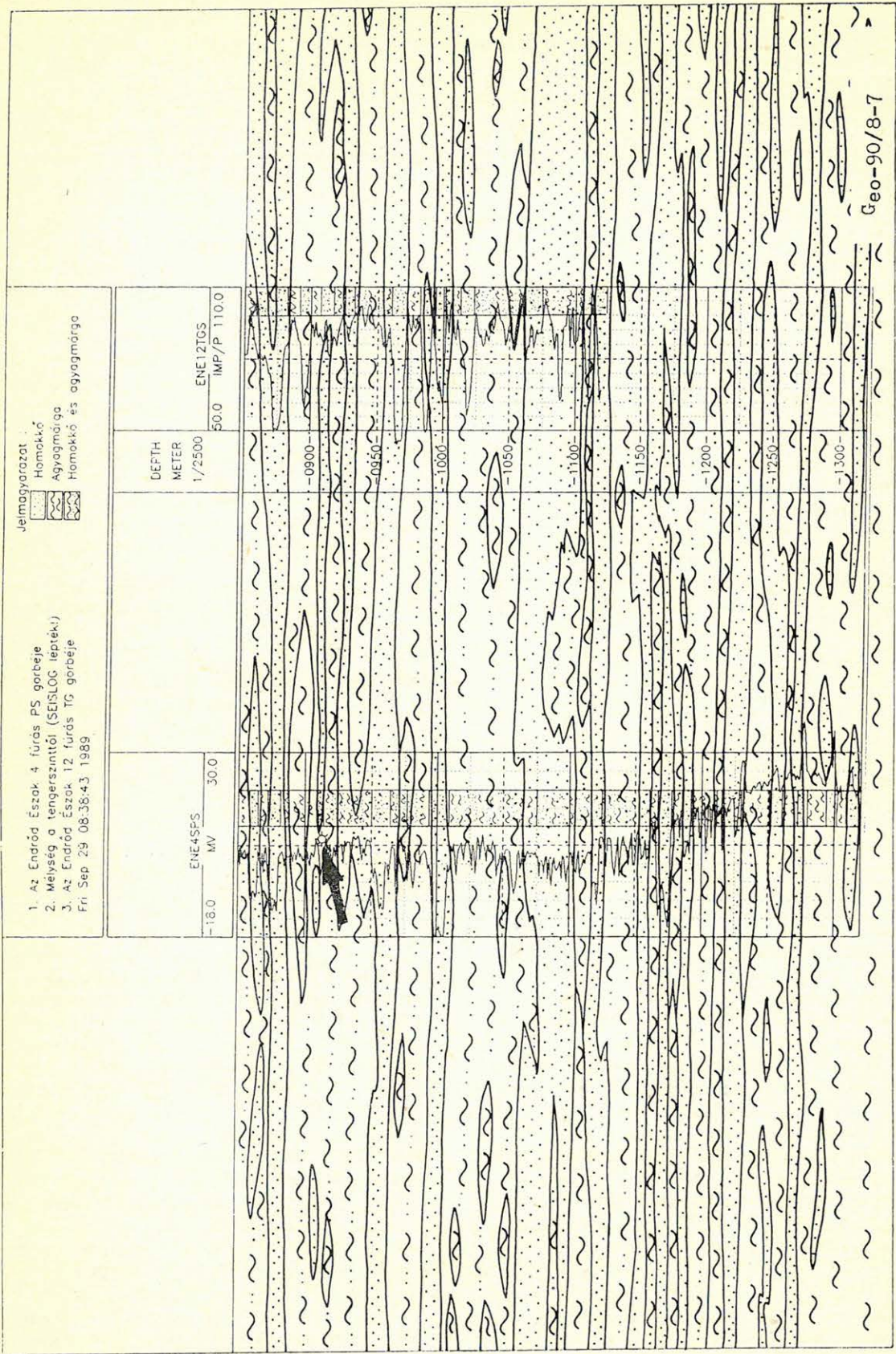
illeszteni (Plotlog illesztés). Így a Seislog szelvények sebesség anomáliái jól megfeleltethetők a karotázsgörbék egy-egy csúcsának. A kifejlesztett módszer lehetővé teszi, hogy a görbék ne a hagyományos módon, átlátszó pauszpapíron tologassuk a Seislog szelvényen, hanem magát a görbét, a litológiai oszlopot, a CH vizsgálati eredményeket stb. transzformáljuk pontosan a Seislog szelvények léptékébe.

A karotázs görbék csúcsait megfeleltetve az adott Seislog csatorna kitéréseinek (max. 10 m-es eltolás!) „eredeti mélység—Seislog mélység” párokat készítünk. A VSPTH-program így már a kívánt Seislog léptékbe transzformálja a görbékét.

7. ábra. Seislog szelvény alapján készített litológiai szelvényvázlat az En—45 szelvény részletén. A pontos litológiai szelvény elkészítéséhez a karotázsgörbék Plotlog illesztését kellett először elvégezni. Az ábrán látható, hogy az En—É—4 fúrásban megismert felső pannon gáztelep tároló homokkőve az En—É—12 fúrásban is megtalálható. Az azt lezáró márgaréteg azonban már nem mutatható ki az En—É—12 fúrásban. Ez lehet az oka annak, hogy ebben a fúrásban már nincs meg a telep

Рис. 7. Литологический разрез подготовленный по профилю ПАК для части профиля En—45. Для построения точного литологического профиля сначала надо было провести подгонку каротажных кривых для Плоттлога. На рисунке видно, что песчанниковой коллектор газовой залежи верхнего паннона из вестный в скважине En—É—4 наблюдается и в скважине En—É—12. Перекрывающий эту залежь мергелевый пласт не отбивается в скважине En—É—12. Это может являться причиной того, что в этой скважине залежь уже отсутствует

Fig. 7. Schematic lithologic section parallel to En—45 seismic profile. The interpretation was made on the basis of Seislog profile. To construct exact lithologic column, fair Plotlog transformation of logs was needed. The upper pannonian reservoir sandstone body of En—É—4 borehole was also penetrated by the En—É—12 well. The sealing marl layer is not present in the En—É—12 borehole. This may be the reason why the gas pool is absent here



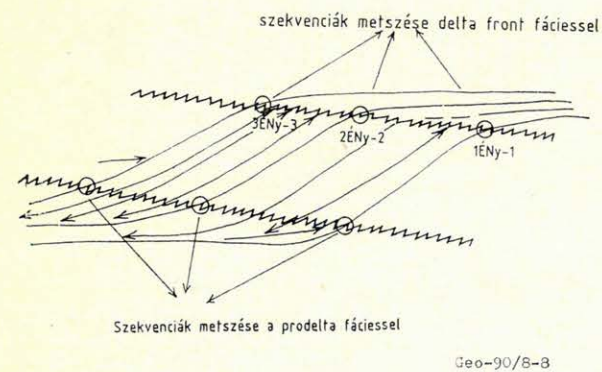
Az ismerttetett módszer alapján elkészített litológiai szelvényt, és a szelvény segítségével megoldott tároló lehatárolást a 7. ábrán mutatjuk be.

DK-Magyarország neogén sztratigráfiai modellje, ősföldrajzi rekonstrukció

A karotázs jelalak elemzés, a litológia és leülepedési fácies meghatározás, valamint a szeizmikus szelvények integrált értelmezésének módszerét egy konkrét kutatási terület vizsgálatán keresztül mutatjuk be.

Első lépésként a karotázsgörbék jelalak elemzéséből és fácies értelmezéséből indultunk ki. A görbék digitalizálás után a szeizmikus szelvények léptékébe transzformáltuk, így a karotázs fácies beosztást fel tudtuk használni a szeizmikus szelvények pontos fácies analíziséhez. A fúrások alapján készítettük el az egykori leülepedési környezetet jellemző szeizmikus sztratigráfiai beosztást, valamint a leülepedés menetét és a progradáció irányait tükröző szekvencia beosztást.

A szeizmikus szelvényeken szeizmikus szekvenciákat különítettünk el. A szeizmikus szekvenciák olyan üledékképződési egységek, melyek kronosztratigráfiai értelemmel bírnak. A 8. ábrán egy delta szekvencia sematikus rajzát mutatjuk be. Alulról felfelé a következő reflexiós kép látható: nagy amplitúdójú alsó határ, onlap és downlap elvégzések, sygmoid reflexiók, oblique reflexiók, toplap



8. ábra. A delta feltöltődés elvi felépítése

Рис. 8. Принцип заполнения дельты

Fig. 8. Schematic diagram of the deltaic sequence

elvégzések és újra sygmoid reflexiók. Természetesen az ábrán látható szeizmikus szekvencia egy idealizált modell, a szeizmikus szelvényeken vizsgálható kép ettől valamelyest eltér. A delta sorozat felső határát alkotó nagy amplitúdójú sygmoid reflexiók jól korrelálható felületek. A 9. ábrán a térképezhető progradáló szeizmikus szekvenciákhoz kapcsolódó delta frontok elterjedését mutatjuk be. A szeizmikus szelvényeken a delta front fáciest a szekvencia határ felső görbületének metszéspontjaiban jelöltük ki. A térképen jelöltük a progradáló delta frontok irányát (ÉNY, É, ÉÉNY, DK), a fő irányokon belül a sorrendet, valamint az összes delta front egymáshoz viszonyított relatív egymásutániságát (pl. 8ÉNY—10 azt jelenti, hogy a behordás ÉNY-i volt, az azonos irányúak közül a 8.

és a területen progradáló delta lebenyek közül a 10.). A szekvencia határ alsó görbületének felezési pontját a delta lejtő és a prodelta fácies határáként értelmeztük. Természetesen mind a delta front, mind a delta lejtő—prodelta fácieshatár kijelölése összhangban van a fúrások karotázs jelalak- és fácieselemzési eredményeivel.

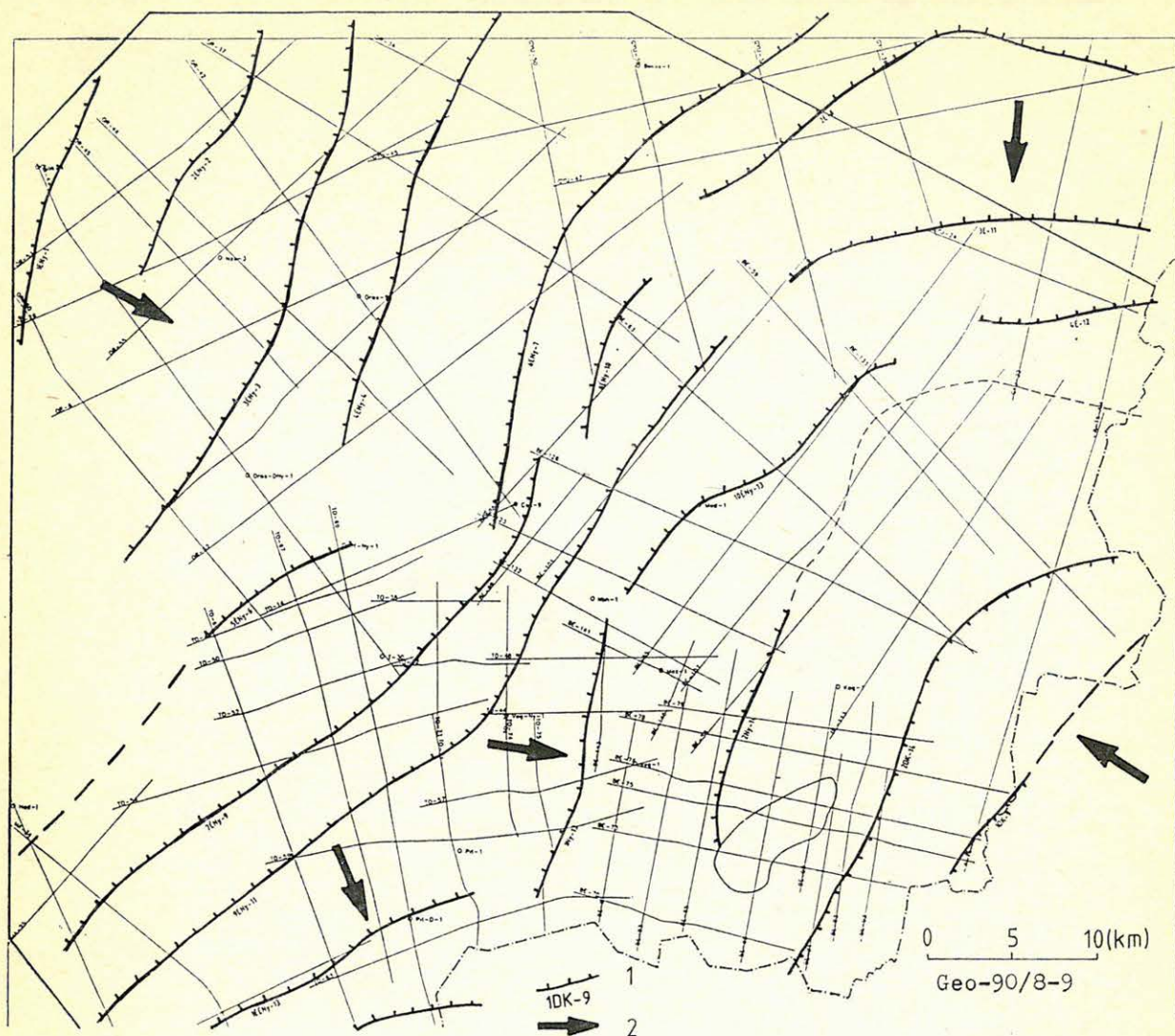
A szeizmikus szelvényeken követett szekvenciákat, illetve a szinten korrelált delta front és delta lejtő fácieseket digitalizáltuk, s elkészítettük ezek szintvonalas térképeit (10. és 11. ábrák). A 11. ábrán példaként bemutatott 7ÉNY—9 szekvencia térképén jelöltük a szekvencia alsó elvégződését (kiékelődés), s feltüntettük a delta front—delta lejtő és a delta lejtő—prodelta fácies határokat. Jelöltük még a delta progradáció irányát is. A fácies határokat a fácies és a szekvencia térkép egymásból való kivonásával határoztuk meg. Ezek metszészvonala (0 szintvonal) adja a fácies határt.

A szekvencia időszintvonalas térképét tanulmányozva láthatjuk, hogy az alaphegység regionális morfológiája mennyire rányomja bélyegét a szekvencia képére, alig kivehető a jellemző tulajdonságok. Ezért megpróbáltuk kiszűrni ezt a regionális hatást. A delta front fácies leülepedését egy kvázi vízszintes térszínen folyó üledékképződésnek tételezzük fel. A fácies térképe (10. ábra) tehát jól tükrözi az utólagos hatásokat, a medencék süllyedését. Ezért az egyes szekvenciák térképéből levonva a delta front térképét, a szekvencia térképe „megszabadítható” az utólagos süllyedéstől és kompaktiótól, az eredmény tisztán az adott delta lebeny jellemzőit fogja tartalmazni. Mivel a feltöltődés irányát jól reprezentáló térképen el akartuk kerülni a 0 szintvonalat, ezért a delta front térképek minden egyes pontjához hozzáadtunk 250 ms-t. Így a térképek csak pozitív értékeket tartalmaznak. Ezek a vastagságértékek kizárólag a feltöltődés tendenciáját reprezentálják (12. ábra).

Az ilyen módon kiegyenlített térképre is felvittük a fácieshatárokat. A térképekből szerkesztett axonometrikus kép (13. ábra) igazán szemléletesen mutatja a progradáció irányát.

A korábban leírt vizsgálatok eredményeinek ismeretében elkészítettük a kutatási terület fácies modelljét, melyet a 14. ábrán mutatunk be. Az elvi sztratigráfiai szelvény a terület neogén rétegsorának összes fő fáciesén és szekvenciáján kívül az egységekre jellemző szeizmikus reflexiós képet is mutatja. A szelvény a Battonya—Pusztaföldvári gerincet körülölelő süllyedék felől a gerinc legmagasabb pontjáig húzódik. A szelvény iránya ÉK—DNy-i, de nagyon hasonló képet láthatunk a Makói árok felől induló, vagy a Békési medencét átszelő szelvényeken is. Lényeges eltérés kizárólag a progradáció irányában van.

A szeizmikus szekvencia analízis a karotázs jelalak elemzés és fácies meghatározás alapján munkánk szintéziséként a feltöltődés bármely időpillanatában elkészíthetővé vált a terület ősföldrajzi rekonstrukciója. A 15. ábrán a progradáció középső stádiuma látható. Ekkor a kutatási területen egy ÉK—DNy-i irányú üledékgyűjtő medence alakult ki. Az ősföldrajzi térkép a 2É—8 szekvencia



9. ábra. Délkelet-Magyarország feltöltődési modellje. A térképen a vándorló, progradáló delta lebenyek frontjai láthatók. Jól megfigyelhető, hogy az ÉNy-i az uralkodó behordási irány, de É-i, Ny-i, sőt ellentétes DK-i feltöltődés is történt. 1. Az adott szekvencia delta frontja, 2. Behordási irány

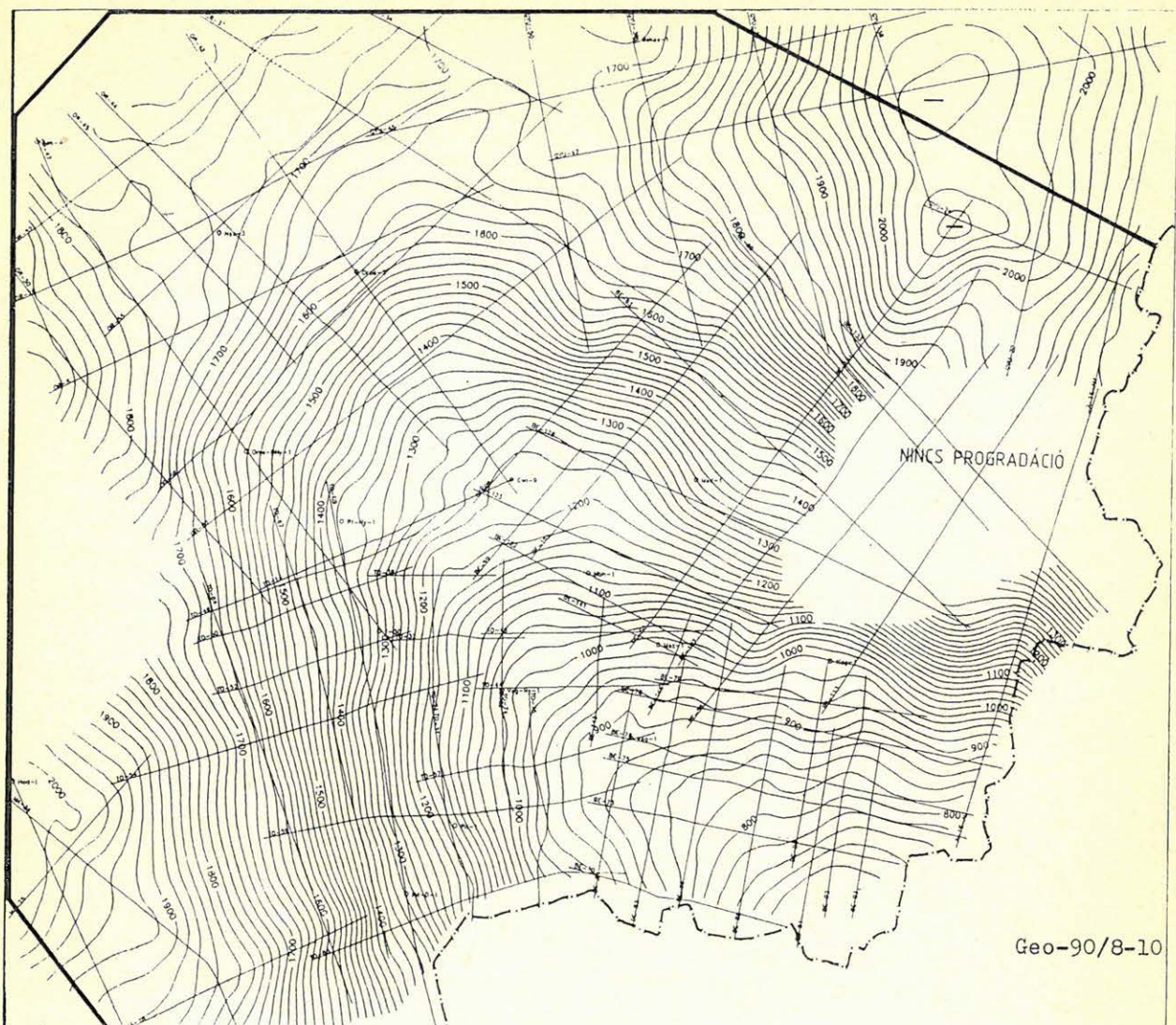
Рис. 9. Модель заполнения юго-востока Венгрии. На карте представлены фронты долей перемещающейся, проградирующей дельты. Хорошо видно господствующее северо-западное направление, но проходило северное западное и даже противоположное юго-восточное заполнение. 1. данная секвенция фронт дельты, 2. направление приноса

Fig. 9. Sedimentation model of south-east Hungary. The map shows the front of prograding, lobe switching delta wedges. The major direction of basin infilling was NW, but N, W, and SE directions also occurred. 1. The front of the given sequence, 2. Direction of intilling

üledékeinek leülepedési pillanatát tükrözi. Fel-tüntetettük még a 7 ÉNy—9, 1 DK—9, és 8 Ény—10 szekvenciákat is. Az ÉNy-ról és DK-ről érkező üledékanyag mind jobban zsugorította az üledékgyűjtőt. Ez abból is látszik, hogy a prodelta fácies területi elterjedése rendkívül lecsökkent, kizárólag a medence középső területére korlátozódott. A Pusztaföldvári gerinc legdélebbi része még szárazulat volt ebben az időben. Partszegélyét bazális konglomerátum építette fel. Nyíltvízi márga üledékeket kizárólag közvetlen közelében valószínűsítünk. Az ábrán feltüntetettük még az egymással

összefogazódó, illetve kiékelődő szekvenciák elterjedését is. Ez szembeütően mutatja, hogy a különböző behordási irányokból érkező üledékanyag meddig jutott el a medencében. Ennek tisztázása azért fontos feladat, mert a különböző irányú delta rendszerek különböző összetételű üledékanyagot szolgáltatottak.

Az üledékfelhalmozódási és fácies modellekből kiindulva, megvizsgálva a CH-telepek és a szekvenciák—fáciesek kapcsolatát, a migráció lehetőségét, az anyaközetek geokémiai tulajdonságait, kijelölhető a sztratigráfiai csapdákban történő



10. ábra. A delta front fácies időszintvonalas térképe. A fácies leülepedése idején közel vízszintes volt, így térképe elsősorban az utólagos hatásokat tartalmazza

Рис. 10. Карта изовремен фации фронта дельты. Фация во время образования её была почти горизонтальна, таким образом карта содержит в первую очередь последующие влияния

Fig. 10. Contour map of delta front facies. The original — syngenetic — surface of the facies was horizontal, so its map basically shows the effects of postsedimentary events

CH-felhalmozódásra legkedvezőbb területek. Ezen a területrészekben indítható meg az adott anomáliák részletes térképezése, a rejtett csapda kutatás.

* * *

A szerzők ezúton is szeretnék köszönetet mondani a Geofizikai Kutató Vállalat vezetőinek a tanulmány elkészítéséhez nyújtott támogatásért, valamint a geológus és geofizikus kollégáknak a tárgyalt témában folytatott értékes konzultációkért.

IRODALOM

Abbot, W. O. (1981): Atlas of Seismic Stratigraphy Bakersfield, USA Occidental

Berg, O. R. and Woolverton, D. G. (1985): Seismic Stratigraphy II., Amer. Assoc. Petroleum Geol., Mem. 39.

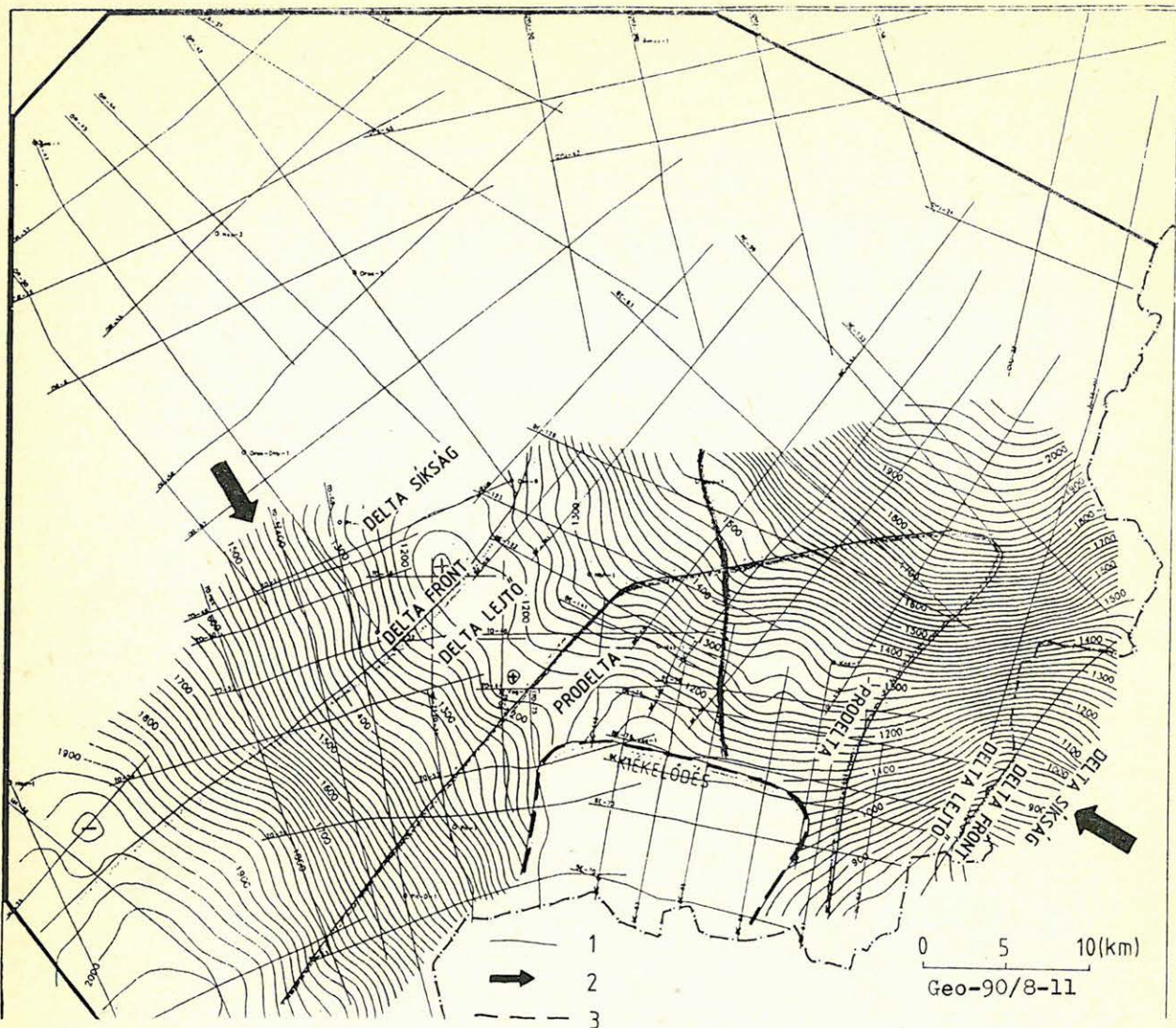
Berkes, Z., Pogácsás Gy., Szanyi B. (1983): Seismic Stratigraphic Interpretation of the Neogene Sediments in the Derecske Depression of Eastern Hungary — in Proceedings, 28. Nemzetközi Geofizikai Szimpózium, Balatonszemes.

Berkes Z. (1984): A szeizmikus makrosztratigráfia elemei. Budapest, GKV adattár.

Bérczi, I., Lawrence, Ph. R. (1985): Process and Depositional Environments Within Neogene Deltaic-Lacustrine Sediments, Pannonian Basin, Southeast Hungary. Geophysical Transactions, v. 31, no. 1—3, p. 55—74.

Bérczi I., Kádárné Juhász Gy., Révész I. (1986): Kutatási területek neogén rétegsorának litológiai és fácies vizsgálata. Kézirat, SZKFI Budapest.

K. Juhász Gy., Molenaar, C. M., Bérczi I., Révész I., Kovács A., Szanyi B. (1989): A Békési medence pannoniai sztratigráfiai viszonyai. Magyar Geofizika XXX. évf. 4—5. p. 113—128.



11. ábra. A 7ÉNy—9 szekvencia időszintvonalas térképe. A feltöltődés középső szakaszát reprezentáló szekvencia felszínéről készített térkép a mai, utólagos hatásokat is tartalmazó állapotot mutatja. 1. Fácieshatár, 2. Feltöltődés iránya, 3. Kiékelődés

Рис. 11. Карта изолиний времен секвенции 7 СЗ—9. Карта, построенная для поверхности секвенции представляющей среднюю часть осадконакопления, показывает теперешнее, содержащее и последующие влияние, состояние. 1. Граница фации. 2. Направление заполнения. 3. Выклинивание

Fig. 11. Contour map of sequence 7 ÉNy—9. The map shows the present surface of a sequence in the middle stage of the infilling. Obviously the horizon is effected by postsedimentary events. 1. Facies boundary, 2. Direction of infilling, 3. Pinch out zone

K. Juhász Gy., Molenaar, C. M., Bérczi I., Révész I., Kovács A., Szanyi B. (1989): A Békési medence pannoniai s.l. üledékösszetételének rétegtani viszonyai. Magyar Geofizika XXX. évf. 4—5. p. 129—145.

Késmárky, I., Pogácsás, Gy., Szanyi, B. (1989): Seismic Stratigraphic Interpretation in Neogene-Quaternary Depression of Eastern Hungary: Proceedings of the 26th Geophysical Symposium, Leipzig GRD, p. 130—140.

Link, P. (1982): Basic Petroleum Geology. OGCI Publications, Tulsa, USA.

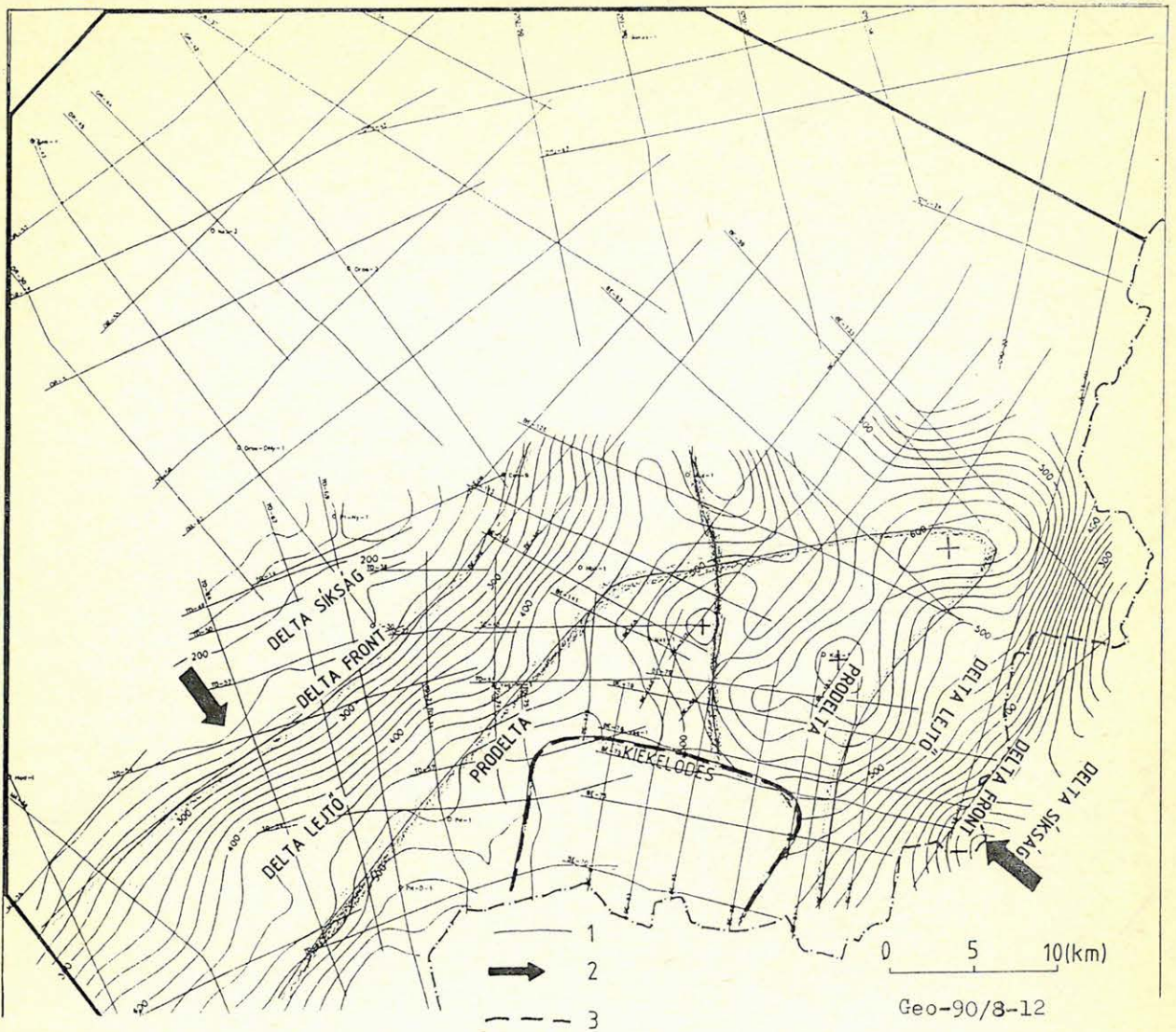
Marton Gy. (1985): A derecskei mélyzóna szeizmosztratigráfiai vizsgálata. Magyar Geofizika XXVI. évf. 5—6. p. 161—182. Budapest.

Mattick, R. E., Rumpler, J., Ujfalussy A., Szanyi B., Nagy, I. (1987): Seismic Stratigraphy of the Békés Basin—Southeast Hungary Kézirat, GKV Adattár.

Pogácsás, Gy. (1984): Seismic Stratigraphy Feature of Neogene Sediments in the Pannonian Basin—Geophysical Transactions v.30. no. 4. p. 373—410.

Pogácsás Gy. (1984): A Pannon medence neogén mélydepresszióinak szeizmikus sztratigráfiai alapvonásai. Magyar Geofizika XXV. 4.

Pogácsás, Gy., Lakatos, L., Révész, I., Ujszászi, K., Vakarcs, G., Várkonyi, L., Várnai, P. (1988): Seismic Facies, Electro Facies and Neogene Sequence Chronology of the Pannonian Basin. Acta Geologica Hungarica, vol. 31/34. p. 175—207.



12. ábra. A 7 ÉNy—9 szekvencia feltöltődését mutató térkép. A 11. ábrán látható térképből kivonva az utólagos hatásokat (10. ábra) az egykori, a leülepedés közbeni térszintet kapjuk. Jól látható, a delta síkság és prodelta fáciések lapos, a delta lejtő meredek morfológiája. A feltöltődés iránya szintén szembevetendő, közel merőleges a szintvonalakra (ÉNy- és DK). 1. Fácieshatár, 2. Feltöltődés iránya, 3. Kiékelődés

Рис. 12. Карта показывающая образование секвенции 7 СЗ—9. Вычитая из представленной на рисунке II карты последующие влияния (рис. 12) получим первоначальный рельеф во время осадконакопления. Хорошо видна плоская морфология фации равнины дельты и продельты и крутая склона дельты. Очевидно также направление накопления, почти перпендикулярное к изолиниям (СЗ и ЮВ). 1. Франия фации. 2. Направление заполнения. 3. Выклинивание

Fig. 12. Contour map showing the infilling of sequence 7 ÉNy—9. Subtracting the postsedimentary events (Fig. 10.) from the sequence map (Fig. 11.) we get the syndepositional surface. The delta plain and the prodelta facies can be characterised with flat morphology, and the delta slope with steep one. The direction of infilling is obvious, perpendicular to the contour lines. 1. Facies boundary, 2. Direction of infilling, 3. Pinchout zone

Pogácsás Gy., Szulyovszky I., Várnai P. (1989): Seislog szelvények szerepe a szénhidrogén földtani modell fejlesztésében. Kézirat, GKV adattár.

Samu L., Várnai P. (1989): Jelentés az Orosháza—Nagyszénás—Pusztaföldvár kutatási területen 1987—89 években végzett szeizmikus reflexiós mérésekről. Kézirat, GKV Adattár.

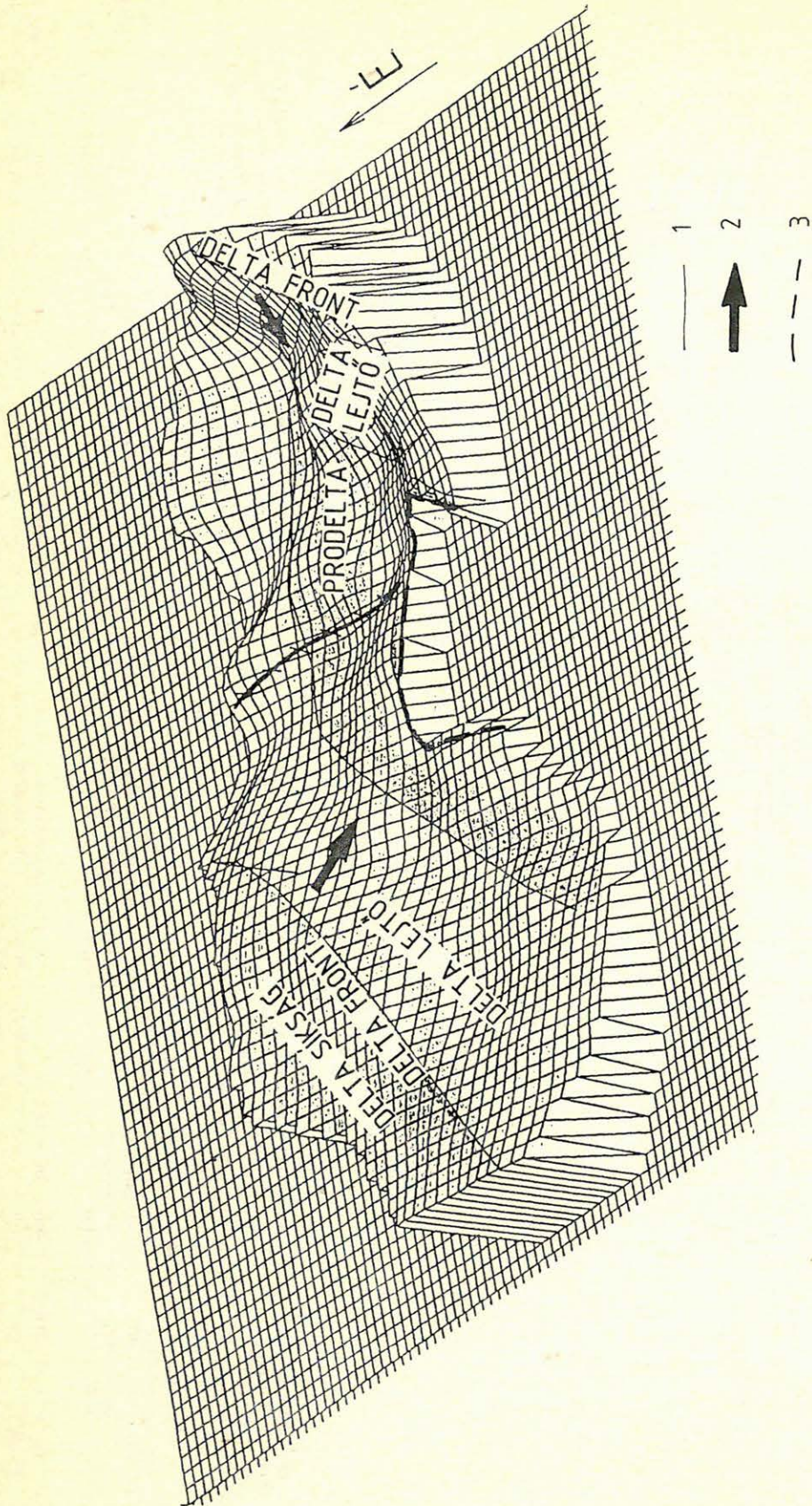
Rumpler, J., Mattick, R. E., Phillips, R. (1985): Seismic Stratigraphy of the Pannonian Basin in Southern Hungary. Geophysical Transaction, v.31. No 1—3, p. 13—54.

Serra, O. (1985): Sedimentary Environments from wireline Logs. Schulmberger.

Ujfalussy A., Várnai P. (1987): Adatszolgáltatás a Vég-egyháza kutatási területen 1976—87 években végzett mérésekről. Kézirat, GKV Adattár.

Ujfalussy A., Várnai P. (1989): Adatszolgáltatás az Endrőd—É kutatási területen 1988. évben mért En—45 és En—46 reflexiós szeizmikus szelvények Seislog feldolgozásáról. Kézirat, GKV Adattár.

Vail, P. R., Mitchum, R. M., Todd, R. G., Widmier, J. M., Tomson S., Sangree, J. B., Bubb, J. N., Hatfield,

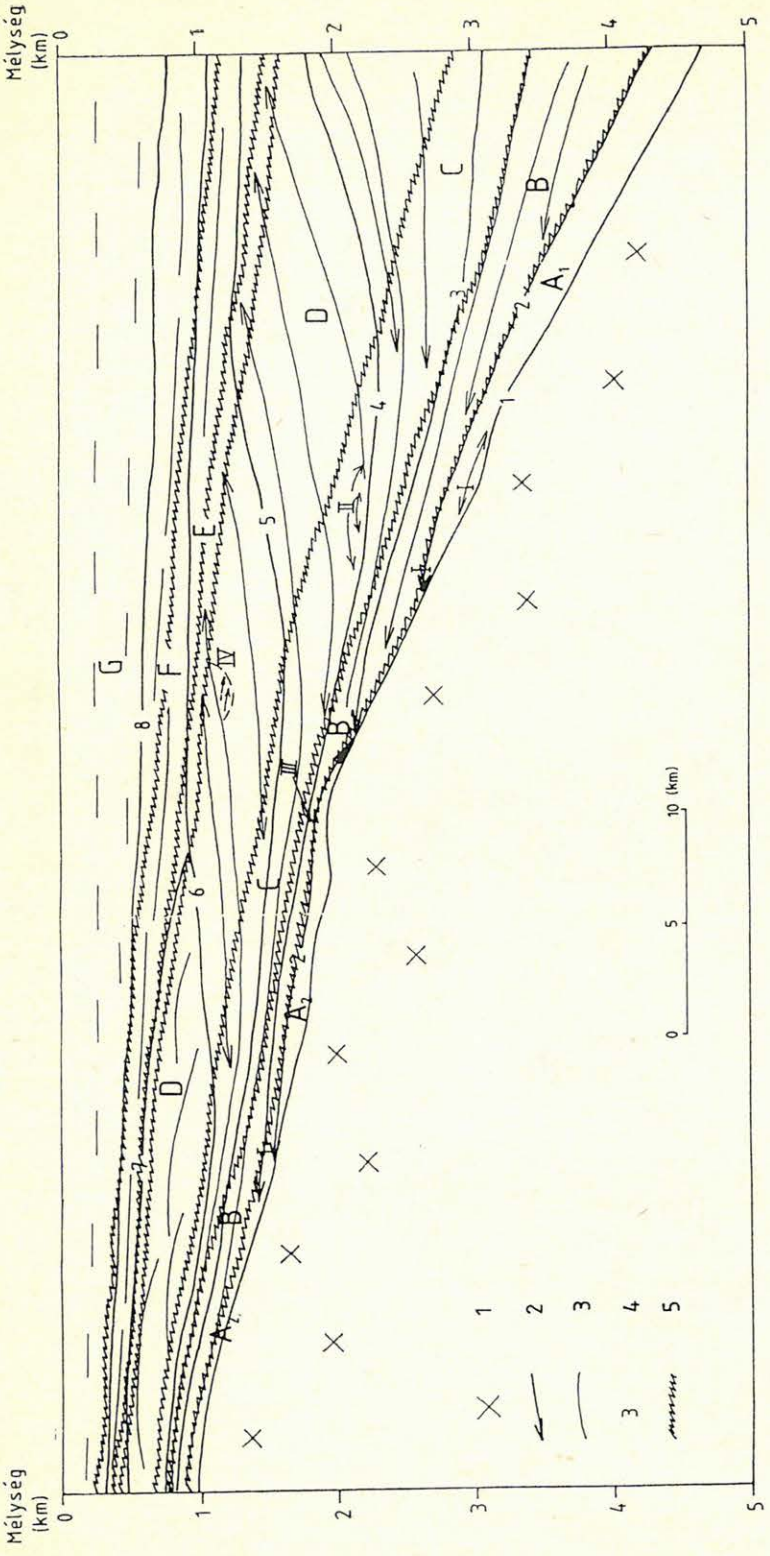


Geo-90/8-13

13. ábra. A 7 ÉNy—9 szekvencia feltöltődését bemutató axonometrikus kép. Az ellentétes irányú behordási irányok és a különböző fáciesek eltérő meredeksége jól tükröződik az ábrán

Рис. 13. Аксонометрическая картина образования секвенции 7 СЗ—9. Направление приноса противно положного направления и отличающаяся друг от друга крутизна различных фаций хорошо отражается на рисунке

Fig. 13. 3D image of the infilling of sequence 7 ÉNy—9. The opposite infilling directions and the different morphology of the facieses can be seen

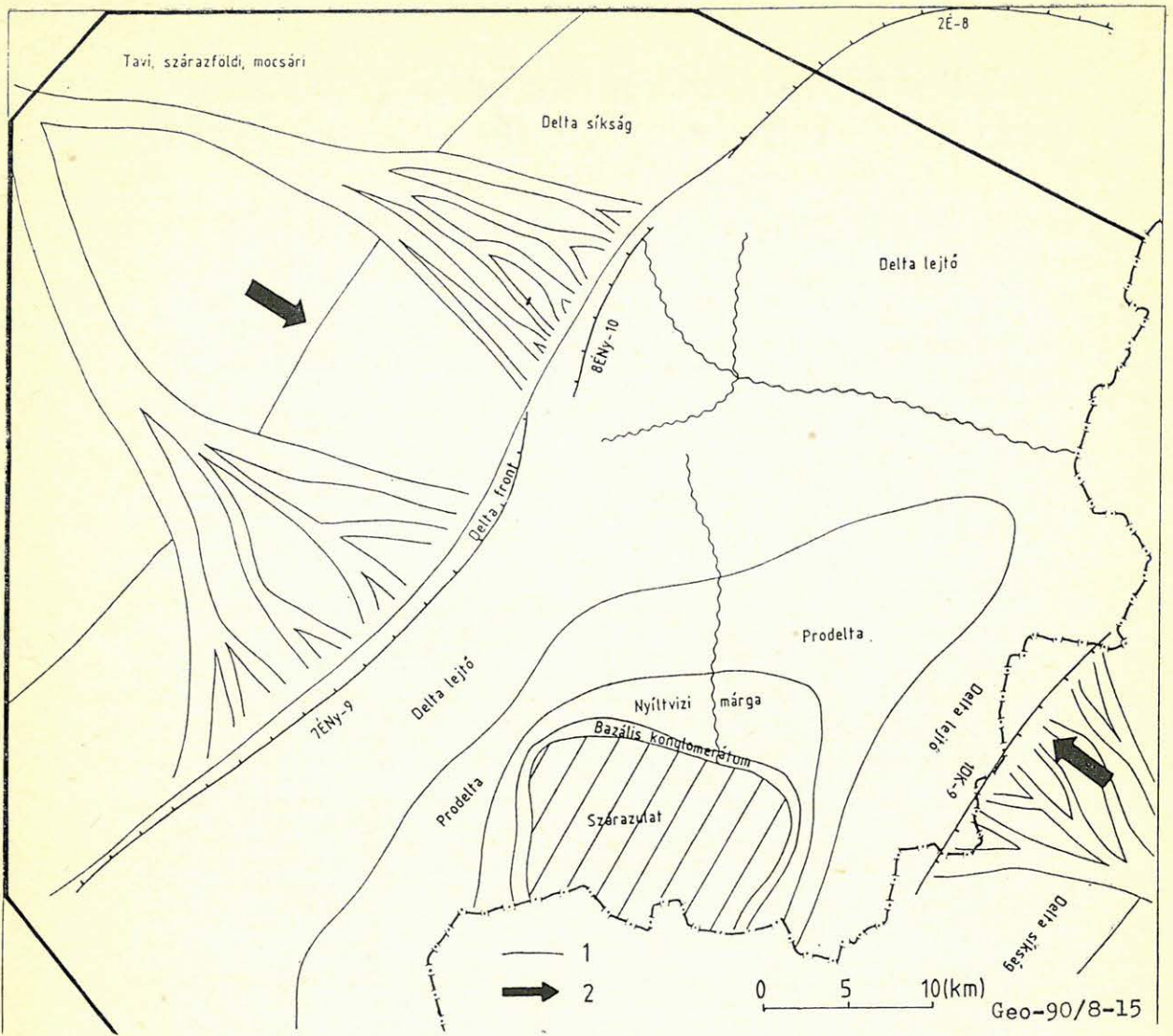


Geo-90/8-14

14. ábra. Délkelet-Magyarország neogén rétegsorának elvi sztratigráfiai szelvénye. A fokozatosan emelkedő aljazaton az izokron felületek (szekvenciák) kiékelődnek, míg a fáciesek csak kivékonynodnak a magaslat felett. A fácieshatárok keresztelik az időhorizontokat. Jól megfigyelhető a delta sorozatra jellemző szigmoid és oblique reflexió elrendeződés. 1. Neogén aljzat, 2. Szekvenciák kiékelődése, 3. Reflexiók, 4. Szeizmikus szekvencia, 5. Szeizmikus fácieshatár, A1. Székvíztengeri (miocén), A2. Transgressziós konglomerátum (miocén, pannon), B. Nyíltvízi márga fácies, C. Prodeltai fácies, D. Delta lejtő, E. Delta front, F. Delta síkság, G. Tavi, szárazföldi mocsári fácies

Рис. 14. Принципиальный стратиграфический профиль неогеновой свиты юго-восточной Венгрии. Поверхности изокрон (секвенции) выклиниваются у постепенно поднимающегося склона фундамента, в то время как фации только утончаются над поднятием. Границы фаций пересекают временные горизонты. Хорошо отмечаются характерные для дельтовых отложений сигмовиды и наклонная формаотражений. 1. основание неогена, 2. выклинивание секвенций, 3. отражения, 4. сейсмическая секвенция, 5. граница сейсмofаций, A1 мелководная фация (миоцен), A2. фация конгломерата трансгрессии (миоцен, паннон), B. фация мергелей открытого моря, C. фация проделты, D. склоны дельты, E. фронт дельты, F. равнина дельты, G. озерные, терригенные, болотные

Fig. 14. Neogene stratigraphic model of south-east Hungary. The isochronous horizons (sequences) pinchout on the flank of basement high while. The facies only thin out over the basement high. The facies boundaries cross the time horizons. The typical sigmoid and oblique reflection configuration of deltaic sequence is obvious. 1. Neogene basement, 2. Pinchout of sequences, 3. Reflections, 4. Seismic sequence, 5. Seismic facies boundary, A1 Shallow water (miocene), A2 Transgression-al conglomerate (miocene, pannonian), B. Delta slope, E. Delta front, F. Delta plain, G. Lacustrine, moore and terrestrial facies



15. ábra. Délkelet-Magyarország ősföldrajzi térképe a progradáció középső fázisában. A delta feltöltés összes fő fáciese megtalálható a területen. Az ellentétes irányból a folyók által beszállított üledékanyag fő tömege a delta lejtő és a prodelta fáciesekben rakódott le. A szigetként kiemelkedő alaphegységi gerince partjainál abráziós törmelék képződött

Рис. 15. Палеогеографическая карта юго-востока Венгрии во время средней фазы проградации. На территории можно найти все основные фации образования дельты. Основная масса осадочного материала принесенного реками с противоположной стороны отложилась в фациях склона дельты и продельты. У склонов, приподнятого как остров, хребта фундамента образовались отложения обломочного материала

Fig. 15. Paleogeographic map of south-east Hungary in the middle stage of progradation. All major facieses of the delta sequence is present. Most of the sediments transported by rivers from opposite directions deposited in the delta slope and in the prodelta facieses. The basement high was an island, and abrasional conglomerate formed the shore. 1. Facies boundary 2. Direction of infilling

W. G. (1977): Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, in Payton, C. E. ed. Seismic Stratigraphy — application to hydrocarbon exploration. AAPG Memoir 26, p. 49—205.

Vakarcs G., Gombos Cs. (1989): Adatszolgáltatás Biharkeresztes—Kőrösszegapáti—Mezőpetend területen 1982—1987 években végzett reflexiós mérésekről. Kézirat GKV adattár.

Várnai P. (1988): A szeizmikus sztratiográfia és karotázs elektrofáciesek integrált elemzésének eredményei Végegyháza térségében. Geofizikus Vándorgyűlés, Szolnok.

Várnai P., Vakarc G., Várkonyi L., Ujfalussy A., Samu L., Somfai A., Bereznai M. (1990): Szeizmosztratiográfiai és rejtett csapda kutatási módszerek a Battonya—Pusztaföldvári gerince lejtőjén. Kézirat, GKV adattár.

Welker, R. G., and Mutti, E. (1973): Turbidite Facies and Facies Association. SEPM Pacific Section, Short Course, Anaheim.

Wilson, B. W. et al. (1961): Geological Miscellaneous 22. Wilson, J. L. and Jordan, C. (1983): Middle Shelf Environment In: Scholle, P. A. et al (eds.) Carbonate Depositional Environments, Amer. Assoc. Petroleum Geol. Mem. 33.

A számítógépes mélyfúrési geofizikai szelvényértelmezés fejlődése a Kőolajkutató Vállalatnál

BENKŐ ATTILA* — KISS BERTALAN* — KORMOS LÁSZLÓ* —
TÓTH JÓZSEF*

A Kőolajkutató Vállalat Geofizikai Értelmezési Osztályán a számítógépek alkalmazása az EMG—666-tal kezdődött az 1970-es évek elején-közepén, amely félig kézi, félig gépi feldolgozásnak volt tekinthető. Az 1970-es évek végére kidolgozott KISS-rendszer szolgáltatásai megfeleltek a korszerű feldolgozó rendszerekének, amely az 1980-as évek elejére IBM PC-re adaptálva.

Ez utóbbi két gépen már litológiai trendelemzés, pórusnyomás, paleopórusnyomás és süllyedéstörténet meghatározás is történt — az egyedi karotázis értelmezések mellett — segítve a medenceanalízist is.

Az IBM PC-k mellett 1989-ben üzembe állt a ConCurrent, a szolgáltatások pedig DIPLOG- és MAPPING-programokkal bővültek, a szelvényfeldolgozó programok pedig korszerűsödtek (CLASS, CRA, OPTIMA...). Mindezek nem lettek volna elérhetőek, gyorsan üzemeshetők, ha a „csapat” nem vett volna részt a fejlesztésekben (statistikus programok, új eljárások), új munkákban (dabKV).

Применение ЭВМ в отделе геофизической интерпретации Нефтепоисково — разведочного Предприятия началось с типом EMG-666 на половину ручной, на половину машинной обработкой, в первой половине 1970-ых годов. К концу 1970-ых годов продукты разработанной современной систем KISS, отвечали требованиям современных систем, которые перевели на ИБМ ПЦ в начале 1980-ых годов. На этих последних двух машинах уже произвели анализ литологического тренда, определили поровое давление, палеопоровое давление и историю опускания — помогая с этим изучение бассейна. Кроме того открыли возможности привести синтетических кривых и расчет импеданции, помогая с этими сейсмическую интерпретацию и одновременно изучение бассейна. Наряду с машинами ИБМ ПЦ в 1989-ом году начала работать КонКуррент а обслуживания расширились у программами ДИПЛОГ и МАППИНГ, программами для обработки каротажных кривых усовершенствовались (КЛАСС, ЦРА, ОПТИМА...). Все эти мы не могли бы достигнуть и применять если бы „команда” не участвовали бы в разработке (статистические программы, новые методы) и в новых работах (дabKB...).

Application of computers, type EMG—666 was introduced at PEC Geophysical Interpretation Department in the 1970-s, which was a semi-manual and semi-mechanical process. By the end of 1970-s the elaborated system of KISS was suitable for up-to-date well-log interpretation programs and was adopted to the IBM-PC by the beginning of 1980-s. These two computers (TPA—70, IBM-PC) were able to process the lithological trend analysis, pore pressure paleo-pore pressure and subsidence history — beside the individual quantitative well-log interpretation — having supported the basin analysis. Beside these, there is a possibility to computer synthetic logs, acoustic impedance being supported the seismic interpretation and the basin analysis, as well. Beside the IBM-PC-s, the Concurrent type computer started to work in 1989, the services have been increased with DIPLOG and MAPPING programs, the well-log evaluation programs have been up-to-dated (CLASS, CRA, OPTIMA...). All this improvements could have not been reached if the members of the „team didn't make developments (statistical programs, new interpretation methods, dabKV, etc...).

Bevezetés

A Kőolajkutató Vállalat működési területén mélyített fúrásokban évi több millió méter karotázis szelvényt mérnek. Ez a hatalmas adattömeg és az általa hordozott földtani információ mind magasabb szintű feldolgozása iránti igény megkövetelte a számítógépek felhasználását a szelvényértelmezésben.

* Kőolajkutató Vállalat, 5001 Szolnok, Pf.: 85
„A számítástechnika szénhidrogénipari alkalmazása
„z Alföldön” c. ankéton elhangzott előadás

A számítógépes szelvényfeldolgozás fejlődésének főbb állomásai

A Kőolajkutató Vállalat Geofizikai Értelmezési Osztályán a számítógépek alkalmazása az 1970-es évek elején-közepén az EMG—666 típusal kezdődött. Ez a korszak gépesített kézi feldolgozásnak volt tekinthető:

- az értelmezendő intervallumot homogén rétegszakaszokra osztottuk;
- a rétegszakaszok jellemző szelvényértékeit táblázatba foglaltuk;
- kézi adatbevitel után egyszerű modellek alapján programmal számítottuk a rétegszámításokat;

- ezeket a számított értékeket — képernyőről leolvasva — ugyancsak táblázatba írtuk;
- a grafikus lehetőségek hiányában a plotok, az eredményszelvények kézi rajzolással készültek.

Az EMG—666-tal szerzett tapasztalatok alapján a hardware lehetőségek bővülésével az 1970-es évek végére kifejlesztettük saját szelvényértelmező rendszerünket a „*Karotage Interpreter Subsystems*” — *KISS*-rendszert, melyet fokozatosan bővítettünk és korszerűsítettünk. A rendszer alapváltozata *TPA—70* típusú számítógépre készült:

- kezdetben mind a feldolgozó program, mind az adatok lyukszalagon voltak a gép kis memóriája miatt;
- a későbbiekben (kb. 1980) a rendszer szolgáltatásai (plotok, táblázatok, szelvény és eredménymegjelenítés, mélységegyeztetés) megfeleltek az akkori korszerű szelvényfeldolgozó rendszerekének (1., és 2. ábra),
- a hardware elemek széles skálája volt a rendszerben:

TPA—70 típusú számítógép (magyar),
CM—5400 típusú mágneslemezes egység (bolgár),
CDC mágnesszalagos egység (amerikai),
Versatec printer-plotter (amerikai),
Tektronix grafikus display (amerikai),
CALCOMP dobplotter (amerikai),
DZM mátrixnyomtató (lengyel),
FS—1503 papírszalag olvasó (csehszlovák),
PT—105/S papírszalag lyukasztó (lengyel),
VIDEOTON alfanumerikus display (magyar)

és ez a konfiguráció bonyolult kezelhetőséget és szervizelhetőséget jelentett;

- a software rugalmasan alkalmazkodott a hazai szelvényválasztékhoz és földtani viszonyokhoz, nagyszámú — részben saját fejlesztésű — értelmezési modellt tartalmazott (utóbbiak elsősorban a vegyes porózitású metamorf tárolóközetek értelmezésére), és biztosította a rétegdőlés (*DIPLOG*) mérések feldolgozását is.

A *KISS*-rendszer alkalmazása nagyságrendileg megnövelte a kvantitatív interpretációba bevont fúrások számát, növelte a mélyfúrású geofizika által szolgáltatott paraméterek körét és megbízhatóságát. Ugyanakkor az igények állandó mennyiségi és minőségi növekedését csak továbbfejlesztéssel lehetett kielégíteni.

A személyi számítógépek elterjedésével a szelvényértelmező program *IBM PC*-s adaptációja is elkészült és a rendszer szolgáltatásai tovább bővültek:

- *I28* illetve *256* szelvény kezelését tette lehetővé a korábbi *64* helyett;
- a hagyományos kvantitatív karotázs értelmezések mellett lehetőség volt és van a litológiai trendelemzésre, pórúsnyomás, paleo-pórúsnyomás és süllyedéstörténet meghatározására (3. ábra), ezzel is segítve a medenceanalízist;
- külön szolgáltatása a rendszernek a szintetikus szelvények előállítás (számítása) regressziós és/vagy modell módszerrel, amely a hiányzó

— elsősorban akusztikus (*ATL*) és közetsűrűség (*DEL*) — szelvényeket kívánja pótolni a szeizmikus interpretáció segítéséhez, s melyhez akusztikus impedanciát és reflexiók együtthatókat is számít;

- egyéb szolgáltatásaihoz tartozik a lyukterfogat, réteghőmérséklet és lyukferdeség számítás.

Az önerőből végzett fejlesztési munka tapasztalatai és a hosszú távra kidolgozott szakmai koncepció egy, az eddiginél nagyságrendileg nagyobb szelvényértelmező rendszer (hardware és software) üzembeállításának igényét fogalmazták meg. Ez igény szerencsésen egybeesett az *OKGT* világbanki hitelfelvétel biztosította beszerzési lehetőségével.

A beszerzendő rendszerrel szemben a következő követelményeket támasztottuk:

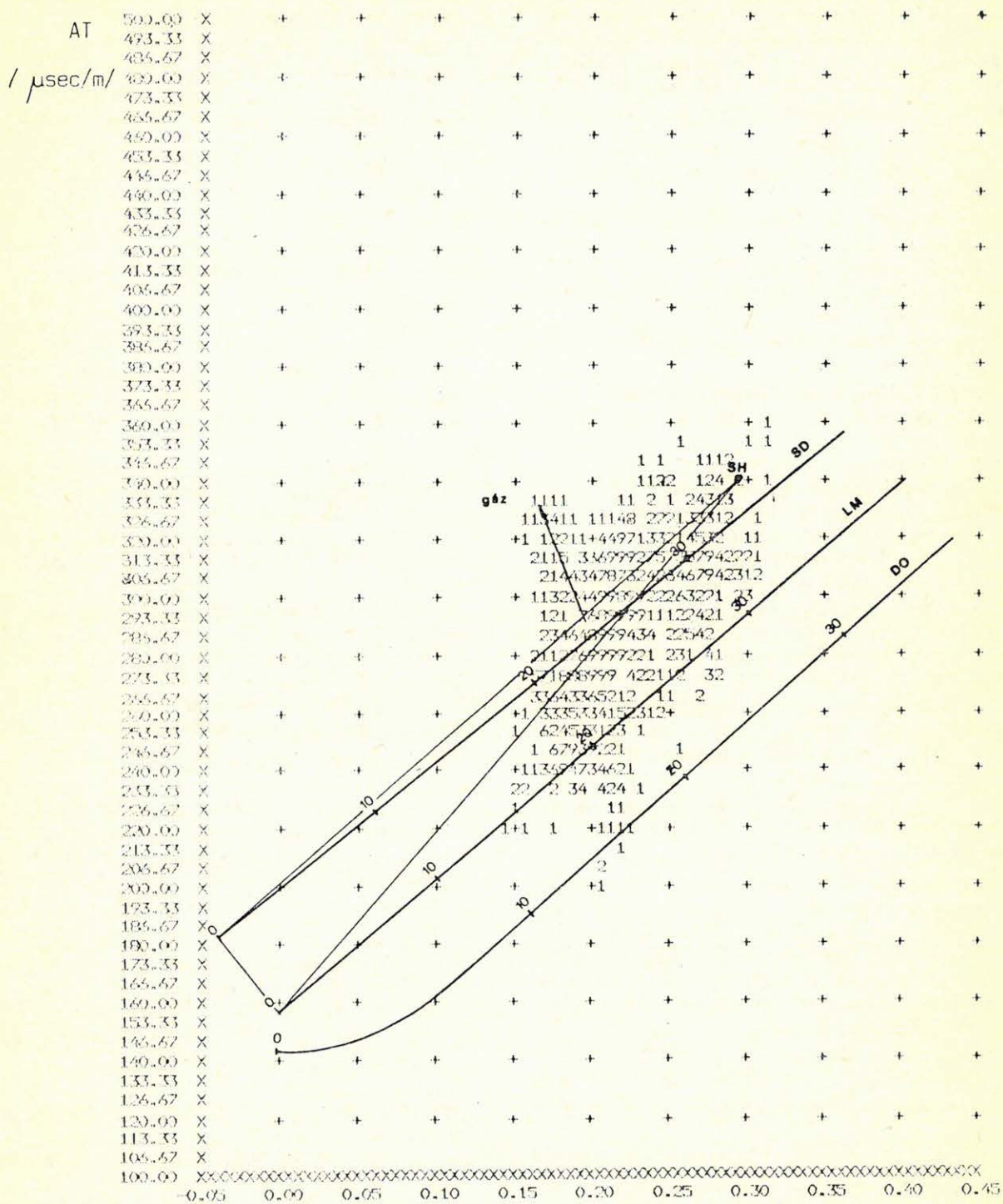
- világszínvonalú legyen;
- illeszkedjék a szelvényválasztékban időközben bekövetkezett fejlesztésekhez (*Gearhart*, *Dresser*, illetve *Western Atlas* szelvényező berendezések, lyukkompenzált három porotizáskövető szelvény, *DIPLOG*, *SPEKTRALOG* szelvények stb...);
- tegye lehetővé a földtani igények kielégítését (geológiai információk, térképező rendszerek);
- hosszabb távú megoldást jelentsen, ne történjen meg (mint korábbi rendszerek esetében), hogy a felhasználók már a bevezetés időpontjában *kinőttek*,
- a hardware és a software lehetőleg egy helyről kerüljön beszerzésre, hogy a rendszer azonnal alkalmazható legyen;
- biztosítsa egy olyan — nem beszerezhető — földtani-geofizikai adatbázis kifejlesztését, amely támogatja a hazai szénhidrogén kutatást.

A fenti követelmények alapján kiválasztott — *Western Atlas* által szállított — *CC (Concurrent Corporation)* gép és a *WDS (Well Data System)* szelvényfeldolgozó programcsomag, illetve a *TER-RASCIENCES* térképszerkesztő programcsomag 1989-től üzemelnek a Kőolajkutató Vállalatnál. A számítógéprendszer blokkvázlatát a 4. ábra mutatja.

A szelvényfeldolgozó programok a központi számítógépen, illetve a rendszer intelligens termináljaiként (és Workstation-ként is) üzemelő *IBM AT* számítógépeken is rendelkezésre állnak így:

- a Complex Reservoir Analysis — *CRA*,
- a homokkő analízis — *SAND*,
- a Clay Analysis and Shaly Sand Evaluation — *CLASS*,
- egy modern statisztikus értelmező eljárás — *OPTIMA*,
- rétegdőlés feldolgozás — *DIPLOG*,
- és modernebb változata — *STRATADIP*,
- elemző programokkal — *SCAT* Analysis,
- magasszintű szolgáltatásokkal: interaktív és automatikus mélységegyeztetéssel, lyukhatás és rétegtartalom korrekciókkal, ellenállás paraméterek (*RT*, *RXO*, *DI*) meghatározásával,

U.S.S.R. K K I SSSS SSSS KAROTAGE INTERPRETER SUBSYSTEMS
 = MEOG
 I AM RESULT OF HJK I SSSS SSSS FREQUENCY PLOT FROM KISJUSZALLAS - 33 .
 K K I S S DATE = 1987. 4. 29.
 K K I SSSS SSSS INTERVAL /M/ = 1340. 1560.
 TYPE = FINLM — AT

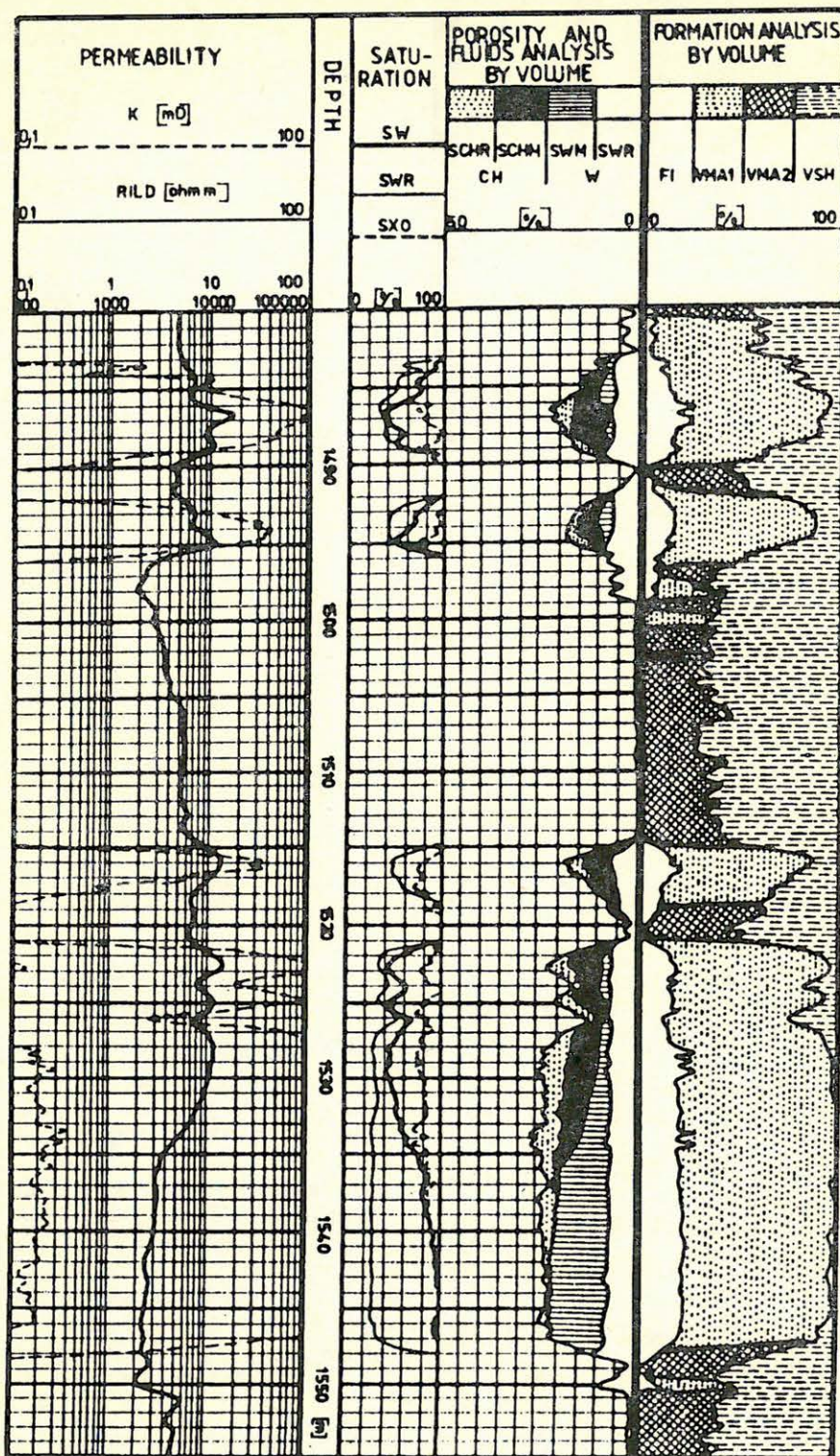


1. ábra. Neutronporozitás — akusztikus terjedési idő frekvencia plot

Рис. 1. Нейтроновая пористость пот частоты времени акустического распространения

Fig. 1. Neutron porosity — acoustic travel time cross-plot

KAROTÁGE INTERPRETER SUBSYSTEMS - KISS (SHALY SAND ANALYSIS - SASA)

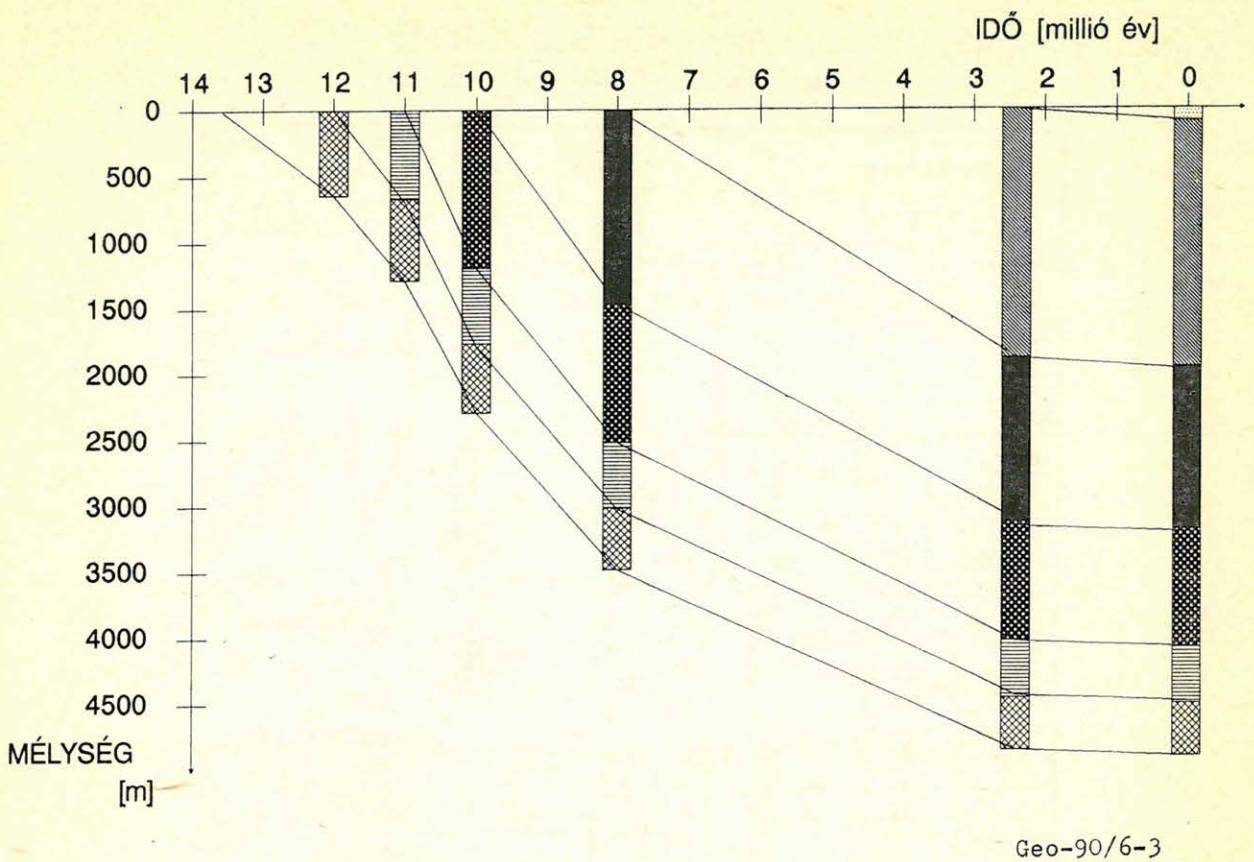


Geo-90/6-2

2. ábra. Kvantitatív karotázs interpretáció eredményrajza

Рис. 2. Изображение результата количественной каротажной интерпретации

Fig. 2. Presentation of quantitative well-log interpretation



3. ábra. A süllyedéstörténet megjelenítése

Рис. 3. Появление истории опускания

Fig. 3. Presentation of subsidence history

PLOT-ok, LOG-ok képi megjelenítésével, agyagindikátorok, egyéb szelvények megválasztási lehetőségével, a fúrómagok adatok kezelésével, az agyagon kívül mélységpontként két, összeségében 6, illetve 8 közzétípus választási lehetőségével, az alapközetek (homokkő, mészkő, dolomit) automatikus beépítésével, szabályozó (korlátozó) egyenletek ésszerű alkalmazásával, a DIPLOG eredmények analizálási lehetőségeivel, változatos színes grafikai lehetőségekkel (képernyő, különböző típusú plotterek).

A TERRASCIENCES MAPPING programjai módot adnak:

- a karotázs és geológiai paraméterek térképi és axonometrikus ábrázolására, ellenőrzésére,
- különböző markerek fúrásról-fúrásra történő követésére.

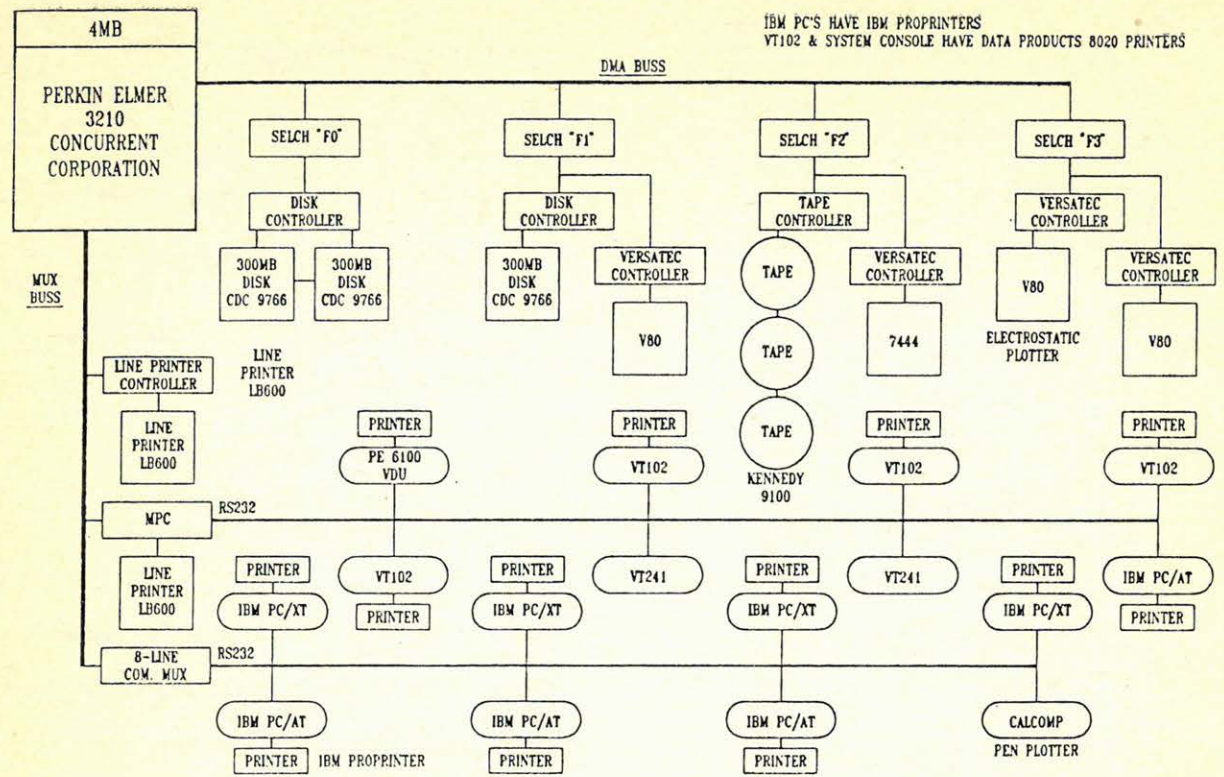
A CC-gépre 1989–1990-ben kifejlesztésre került a dabKV földtani-geofizikai adatbázis kezelő program, a rendszer feltöltése folyamatban van, jelenleg 480 kulcsfúrás adatait tartalmazza.

Az egyedi kvantitatív karotázs értelmezésektől az integrált értelmezésig

A Kőolajkutató Vállalatnál nemcsak a hardware fejlesztés (Concurrent gép és perifériái) történt integrációs céllal, hanem a software fejlesztés is. Az egyedi kvantitatív karotázs értelmezésekkel kezdtük a mennyiségi adatszolgáltatásokat, majd a szeizmikus értelmezést segítő akusztikus terjedési idő és impedancia, valamint litológiai oszlopok készítésével folytattuk az információs szolgáltatást. Ezeket megtettük szintetikus szelvények előállításával is. Később a medenceanalízist és a szeizmikus értelmezést segítő litológiai értelmezést, pórusnyomás, paleo-pórusnyomás és süllyedéstörténet meghatározást végeztünk (5., 6. ábrák)

Mindezek az egyedi, önálló kezdeményezések az integráció felé haladást célozták, de a valódi integrált feldolgozás más munkastílust, munkakapcsolatot és gondolkodást igényel, úgymint:

- az integrációban résztvevőknek átfogó ismeretekkel kell rendelkezniük az érintett részterületek mindegyikéről;
- nincs kitüntetett, uralkodó szakma, minden információ egyenértékű;

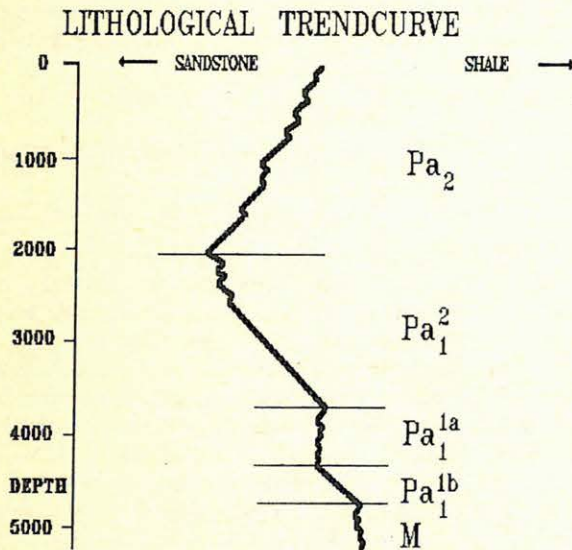


Geo-90/6-4

4. ábra. A Concurrent számítógérendszer blokkvázlata

Рис. 4. Цхема блоков системы ЭВМ КонКуррент

Fig. 4. Block-scheme of Concurrent computer system



Geo-90/6-5

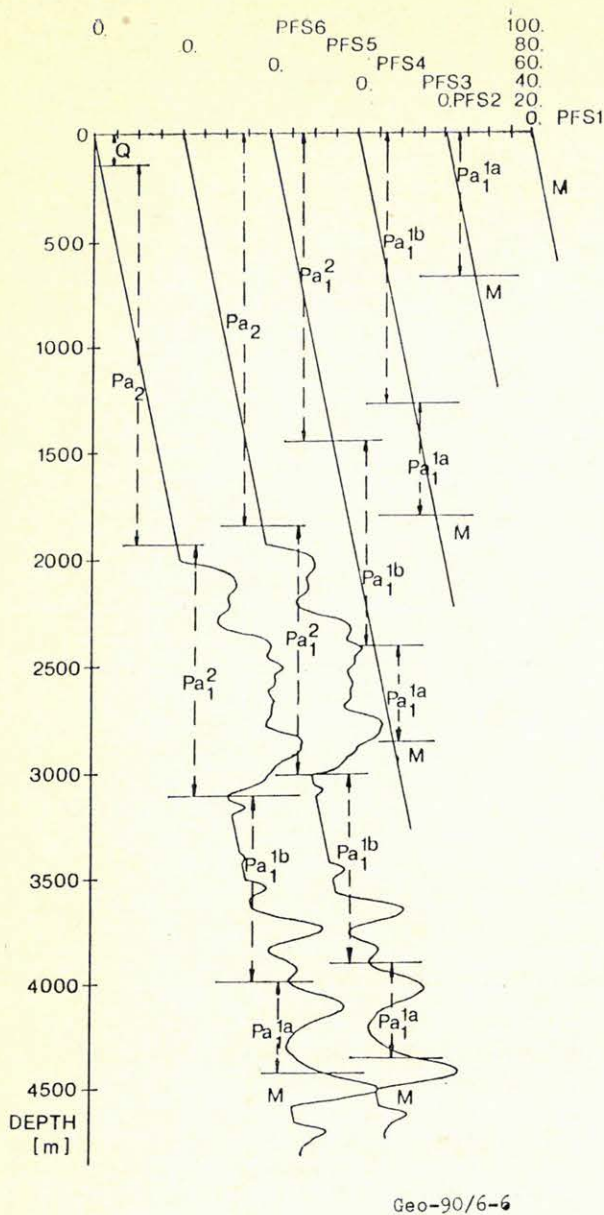
5. ábra. Litológiai trendgörbe

Рис. 5. Кривая литологического тренда

Fig. 5. Lithological trend curve

- irányítani kell az információszerzési, feldolgozási és értelmezési folyamatokat;
- a hatalmas adattömeg, a gazdaságosság, az időbeli belíseltség megköveteli a megfelelő kapacitású hardware, a jó minőségű software és a célszerűen felépített adatbázis meglétét, vagy másképpen az információ, az idő és a gazdaságosság egységét teszi szükségessé;
- a célzatosságot (célszerűséget, célorientáltságot) petrofizikusok biztosítják, akiket pókhhoz vagy karmesterhez lehet hasonlítani, aki érzékenyen reagál a pókháló, vagy a zenekar minden rezdülésére: a 7. ábrán lévő „pókháló diagram” a különböző szakterületek szoros összekapcsolódását és a megismerés lépcsőzetességét érzékelteti;
- az integrált értelmezés hatékonyságát növeli, ha az technológizált, azaz a folyamatok egységesek.

Az integrált információszerzés, feldolgozás és értelmezés szükségességét a tapasztalatok igazolják, mert ez vezethet el a gazdaságos és eredményes kutatáshoz, és végső fokon a szénhidrogéntárolónak, mint földtani képződményhez kapcsolódó hidrodinamikai rendszernek a megismeréséhez. Ezt megerősíti még az a tény is, hogy a szénhidrogénkutatás geológiai körülményei egyre bonyolultabbak, lassan elfogynak a jól kutatható szerkezeti



6. ábra. Pórus- és paleopórus nyomás agyagrétegekben

Рис. 6. Поровое — и палеопоровое давление в пластах глин

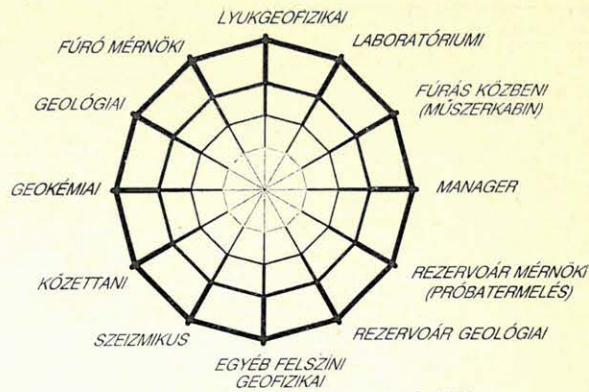
Fig. 6. Pore and paleo-pore pressure in clay layers

csapdák és előtérbe kerülnek az úgynevezett litológiai vagy rejtett csapdák.

Ki kell aknázni valamennyi módszerben rejlő információs tartalékokat, és ennek egyetlen lehetséges módja az integrált értelmezés, amelynek a főbb lépései a következők lehetnek:

1. Áttekintő kutatás

— környezettanulmány (felszíni képződmények, objektumok rögzítése...);



7. ábra. „Pókháló diagramm”

Рис. 7. „Диаграмма сетки паука”

Fig. 7. „Diagram of spider's web

- légi-, felszíni geofizikai kutatás (terv, mérések, eredmények, integrálás);
- fúrásos kutatás (terv, mérések, eredmények, integrálás);
- rétegvizsgálatok, próbatermeltetés (terv, mérések, eredmények);
- felszíni, mélyfúrási és termelési adatok együttes értelmezése;
- kutatásgeológiai (elsődleges) modell megalkotása;

2. Részletező kutatás

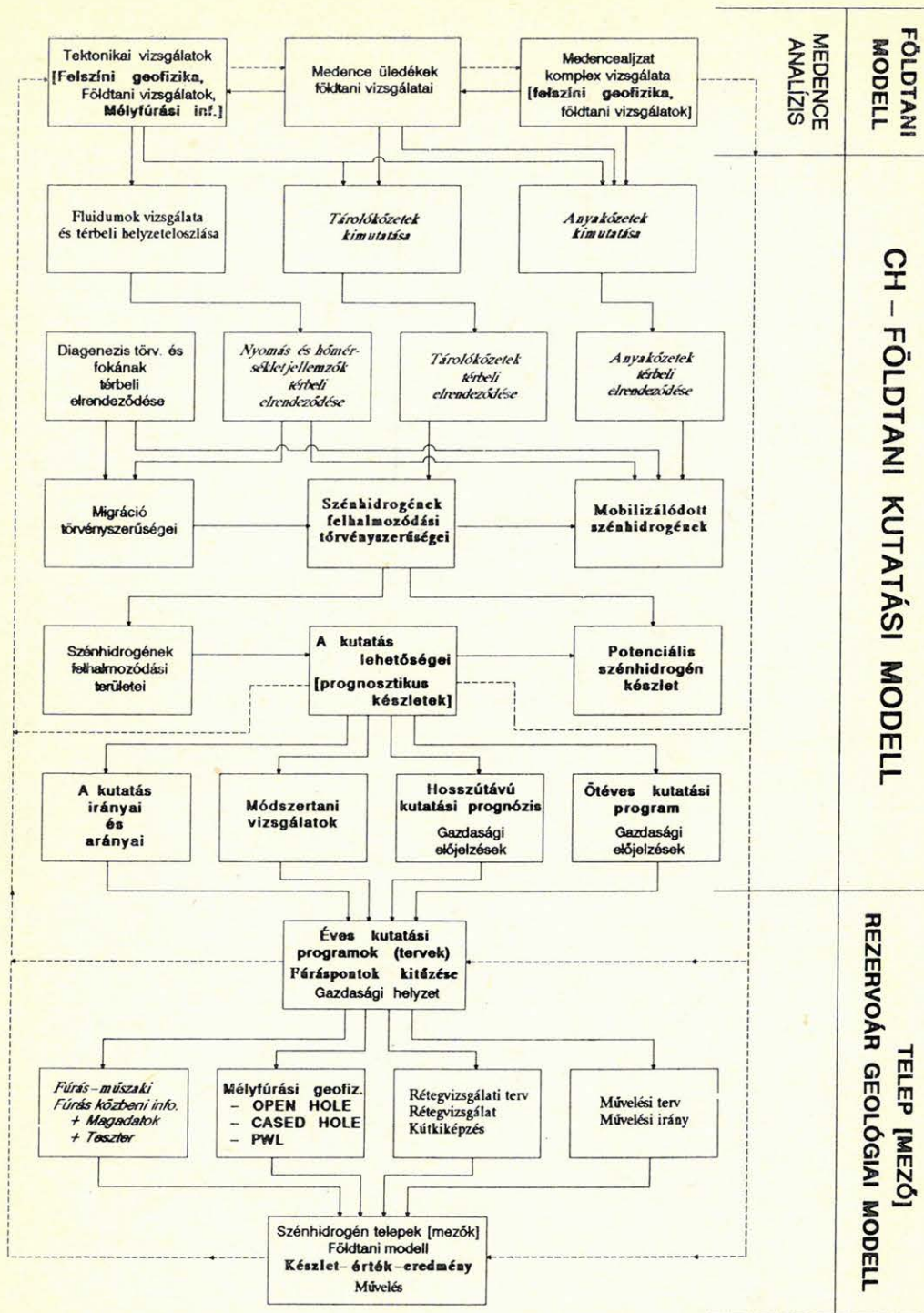
- mezőn belüli részletező szeizmika (terv, mérések, eredmények), amely igényesebb, nagyobb felbontású mérés, feldolgozás és értelmezés);
- a fúrásos kutatás folytatásával egyre részletesebb és pontosabb földtani modellhez jutunk (terv, mérések, eredmények);
- termelési adatok, interferencia mérések (terv, mérések, eredmények);
- felszíni, mélyfúrási és termelési adatok részletes együttes értelmezése;
- a rezervoárgéológiai modell megalkotása.

A CH földtani kutatások elvi módszertani vázlatát mutatja a 8. ábra egy másik aspektusból (Dank Viktor után). Az integrált értelmezés hatékony alkalmazásának jelenlegi lehetőségei;

1. Az integrált értelmezés alapvető feltétele az igen jól képzett, a társszakmák információit befogadni képes szakemberállomány. Ez korlátozott számban áll rendelkezésre. Emiatt vállalati, vállalatok közötti team-eket kell szervezni. A team-ekbe bevont szakemberek munkaidejük egy részét fordítják a napi feladatokra, a másik részét a team feladatokra:

- a team-ek a számukra kijelölt területeken egy meghatározott technológia szerint dolgoznak;
- felügyeletüket (beszámoltatásukat) első fokon a vállalati kutatási tanács végzi félvényként;
- a team-ekbe bevont szakembereket érdekeltté kell tenni a munkában és a tudásuk gyarapításában.

A CH FÖLDTANI KUTATÁSOK ELVI MÓDSZERTANI VÁZLATA

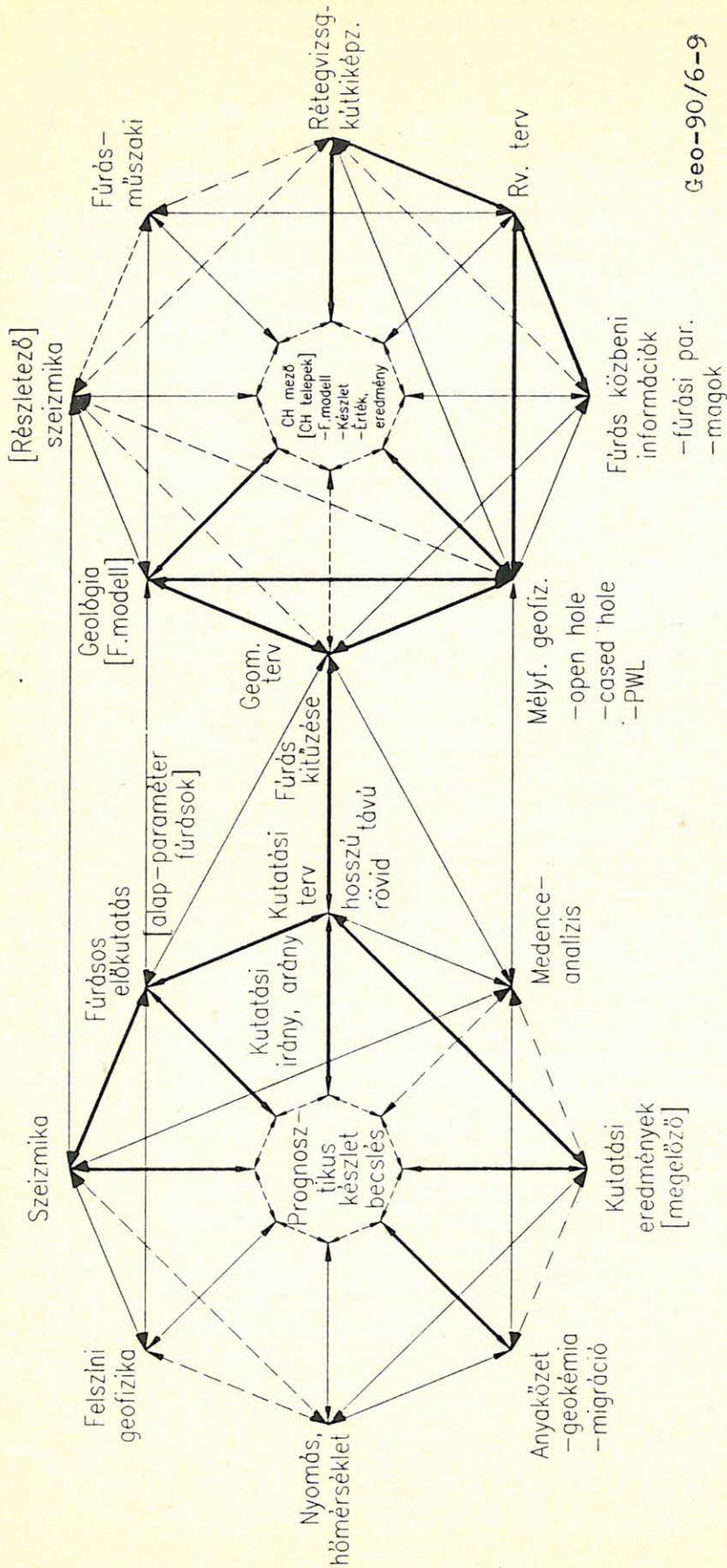


Geo-90/6-8

8. ábra. A CH-földtani kutatások elvi módszertani vázlatja

Рис. 8. Принципиальная методическая схема исследования в области нефтегазовой геологии

Fig. 8. Theoretical system of geological exploration of hydrocarbons



9. ábra. A felszíni- és mélyfúrású geofizikusi információk kapcsolatszerkezete („Pápaszem-diagram”)

Рис. 9. Система поверхностных и скважинных геофизических информаций („диаграмма — очки”)

Fig. 9. Relation of seismic and well-log informations („spectacles diagram”)

2. A team-ekbe bevont szakmákat és az információs szinteket a 7. ábra („pókháló diagram”), a felszíni, és mélyfúrású geofizikai információk kapcsolatrendszerét a 9. ábra („pápaszem-diagram”) mutatja.

3. A team munka szükséges feltétele a számítógépes adatbázis és a megfelelő számítógépes háttér:

- a *dabKV* megfelelő alap erre;
- bővítése és folyamatos feltöltése vállalati (*GKV*) feladat, amelyre megfelelő szervezeti és anyagi kereteket kell találni;
- a különböző telephelyek közötti információáramlás biztosításához szükséges fejleszteni a hírközlési hálózatot.

4. A team munkák finanszírozása az *OKGT* kutatási alap terhére történhet:

- a kutatás elvileg háromlépcsős lenne, első a kutatási terv (program), a második a kutatási modell elkészítése, a harmadik pedig a rezervoárgeológiai (telep) modell megalkotása;
- így az *OKGT*-nek a kutatást irányító-ellenőrző tevékenysége és a vállalati érdek (folyamatos kutatás) is érvényesülhetne;
- valamennyi lépcsőben elemzés tárgya lenne a gyűjtött információk mennyisége és minősége a ráfordítások és az idő tükrében.

5. A fentebb felsoroltak gyakorlati tapasztalataikra támaszkodnak:

- a szeghalmi és a kiskundorozsmai területek rezervoárgeológiai modelljeinek kidolgozása ennek megfelelően történt, a team-eket az *NKFV*, a *KV*, az *SZKFI* és a *MÁELGI* szakemberei alkották;
- a szeizmikus interpretációk és a medenceanalízisek segítésére rendszeresen szolgáltatunk adatokat;
- a *dabKV* fejlesztésében, feltöltésében aktívan részt vettünk;
- a fúrású információk integrálása, visszacsatolása rendszeresen megtörténik.

Összefoglalás

Az 1970-es évek közepétől jelentős fejlődés ment keresztül a mélyfúrású geofizikai szelvények feldolgozása és értelmezése, amely:

- a kézi feldolgozástól eljutott a világszínvonalú software-ekkel és számítógépekkel támogatott interpretációig;
- az egyedi kvantitatív karotázs interpretációk mellett szolgálja a medenceanalízist és a szeizmikus értelmezést.

A szénhidrogénkutatási adatok integrált értelmezése iránti igény megfogalmazása során:

- a vásárolt hardware-ek és software-ek, valamint fejlesztési munkáink ezen elveknek lettek alárendelve;
- már részt vettünk az elsőnek számító ilyen munkákban;
- az adatbázis létrehozása (*dabKV*) és feltöltésének előrehaladott volta az egyik szükséges feltétel biztosítója.

Az eddig gyűjtött szakmai tapasztalatok, a számítógépes háttér és feldolgozó programok, valamint az adatbázis biztosítja, hogy az elkövetkezőkben nagyobb számban és magasabb színvonalon vegyünk részt az integrált értelmezési tevékenységben.

IRODALOM

- [1] Kiss B., Molnár G.: Mélyfúrású geofizikai (karotázs) szelvények számítógépes feldolgozásának rendszere (Karotage Interpreter Subsystems — KISS) Magyar Geofizika XXIV. évf. 5—6. szám.
- [2] Kiss B., Kormos L.: Agyagos homokkő-formációk kvantitatív mélyfúrású geofizikai (karotázs) interpretációja. Magyar Geofizika XXIV. évf. 5—6. szám.
- [3] Kiss B., Kormos L.: Statisztikus értelmezési eljárások homokkő formációkra. Magyar Geofizika XXIV. évf. 5—6. szám.
- [4] Kiss B., Tóth J.: Metamorf kőzetanyagú szénhidrogén-tárolók mélyfúrású geofizikai (karotázs) interpretációjának kérdései. Magyar Geofizika XXIV. évf. 5—6. szám.
- [5] Molnár G., Szerdahelyi G.: A rétegdőlésmérés számítógépes bevezetése Magyarországon. Magyar Geofizika XXIV. évf. 5—6. szám.
- [6] Kiss B.: A plot-technikán alapuló kvantitatív karotázs interpretáció és logikája. I-II. rész. Magyar Geofizika XXVI. évf. 3—4. szám.
- [7] Molnár G.: Karotázs értelmezési rendszer (KISS) TPA—70/25 számítógépen. Magyar Geofizika XXIV. évf. 3—4. szám.

A számítógépes geofizikai értelmezés aktuális problémái

F E R E N C Z Y L Á S Z L Ó * — K I S S B E R T A L A N **

A számítógépek széles körű használata mélyfúrású geofizikai és földtani adatok feldolgozásában önkéntelenül is az értelmezési folyamat elmechanizálódásához vezethet, amely súlyos következményekkel járhat az interpretált végeredmény szempontjából. A számítógép csak egy eszköz, nem pedig az „értelmezési hierarchia” csúcán lévő mindent tudó irányító gépezet, amely az interpretátort másodrendűként, kiszolgáló apparátusként kezeli. Az előadás példákon keresztül ezekre a veszélyekre hívja fel a figyelmet, és megpróbál néhány nem újkeletű, de ma már talán a feledés felé menetelő javaslatot adni arra, hogy milyen módon kerülhető el a „gépi hatalomátvétel”.

Широкое применение ЭВМ в обработке геофизических и геологических данных глубокого бурения самовольно может привести к механизации процесса интерпретации и могут возникнуть тяжёлые последствия с точки зрения суммарных конечных результатов. ЭВМ является только одним из предметов и в конечном этапе „на пике” интерпретации не зопольняет роль всеполюющего, управляющего механизма, в котором интерпретатор является второстепенным. Авторы доклада через примеры направляют внимание на эту опасность и постараются дать несколько, но уже забытых предложений о том, что как можно избежать „захват власти машинами”.

Application of computers in processing of geophysical and geological data can lead to a routine practice, which occurs a difficult conclusion in the results of interpretation. The computer is only a 'machine', it is not a machinery on the top of interpreter hierarchy having had all the knowledge what can be expected from it. It can't treat operator as a slave man. This lecture calls attention to these dangers reviewing some examples and tries to give some idea which were forgotten, how the 'computers fetish' can be eliminated.

Programfejlesztők és felhasználók szakmai összefüggésénél talán merészségnek tűnik arra figyelmeztetni, hogy a számítógépek túlzott fetiszizálása milyen káros következményekkel járhat. Meglehető, mondandónkkal kivívjuk a software-sek és számítógépes értelmezők egy részének haragját, amit a legkevésbé szeretnénk, de úgy gondoljuk, hogy a szaktudás, az értelmezett eredmények minősége és a földtani realitás érdekében fogant gondolataink szakmánk fejlődését szolgálhatják. Természetesen nem a számítógépek ellen propagálunk — hiszen mi is azok hasznélvezői és használói vagyunk — hanem annak ésszerű, optimális alkalmazására szeretnénk a következőkben rávilágítani, elsősorban a mélyfúrású geofizika területéről szerzett tapasztalatok alapján.

A kutatás során nyert adatok értelmezési folyamata számítógépek nélkül ma már elképzelhetetlen. Ez a folyamat három jól elkülöníthető, de nagyon is egymásraható és szerves egységet alkotó elemből áll: a feldolgozás, a kiértékelés és maga az értelmezés:

— feldolgozás alatt olyan cselekvést értünk, melynek során valamilyen anyagot (adatot) úgy átalakítunk, hogy az használhatóvá váljon,

azaz az anyagot (adatot) használati cikké alakítjuk; pl. a szelvényeket lyukhatásra korrigáljuk, a zajt eltávolítjuk (szűrjük), a jelenséget kódoljuk stb.

— kiértékelés során valamit valamilyen értékűnek tekintünk vagy állapítunk, határozunk meg; azaz a feldolgozott adatot egyszerű vagy bonyolult formulák segítségével számunkra érdekes értékűvé alakítjuk, pl. szelvényekből porozitást, agyagtartalmat, víztelítettséget stb. határozunk meg;

— az értelmezés az a tevékenység, amelynek során valamit egy adott cél érdekében valamiből kikövetkeztetünk, lefordítunk, azaz a feldolgozott és kiértékelt adatokból földtani következtetéseket vonunk le; pl. szelvényválaszokat földtani nyelvre fordítunk, a szeizmikus időszelvényt sztratigráfiaialag értelmezzük, stb.

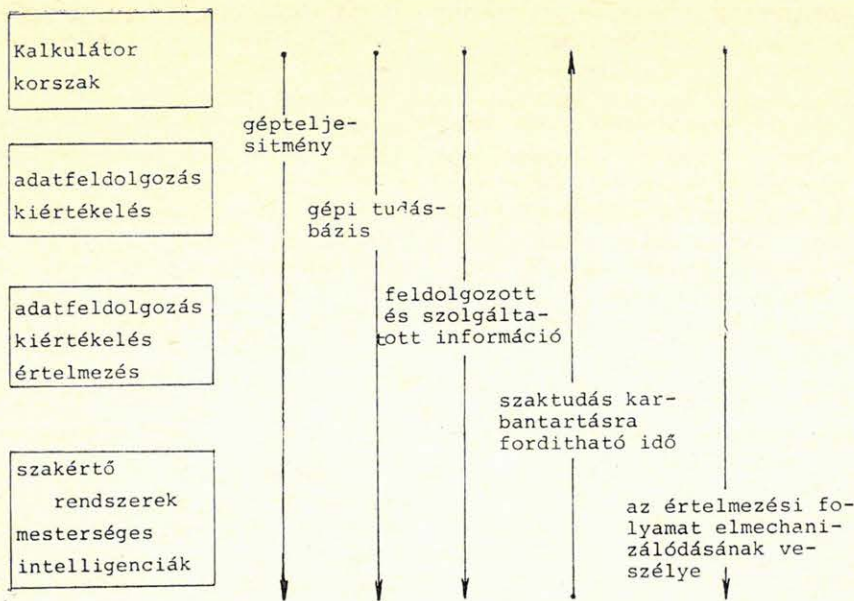
Az adatok értelmezési folyamatában a számítógépek szerepe a gépek fejlődésével fokozatosan növekedett (lásd ábra).

A teljesítmény fokozódásával a gépek tudásbázisa (tudásszintje) és a szolgáltatott információk mennyisége is növekedett. Sajnálatosan ezzel a gyors fejlődéssel párhuzamosan nem tartott (talán nem is tarthatott) lépést a szakembérgárda ez irányú szakmai fejlődése. Ennek okait hosszán lehetne boncolgatni, de most csak a leglényegesebb elemeit emeljük ki:

* Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest

** Kőolajkutató Vállalat, Szolnok

„A számítástechnika szénhidrogénipari alkalmazásai az Alföldön” c. anketén elhangzott előadás.



Geo-90/9-1

- a kvantitatív szemlélet mindenek felett való erőltetése: a számok mögötti fizikai, geológiai realitások nagyvonalú kezelése;
- a felhasznált algoritmusok felületes ismerete;
- az új információk nem kellő mélységű (szakmai és tudományos) kezelése, vagy figyelmen kívül hagyása;
- megfelelő érdekeltség és normatív rendszerek hiánya;
- a szakmai továbbképzés, önképzés hiánya.

Ezek összetett hatása az értelmezési folyamat fokozatos elmechanizálódásához, a szakember aktív, döntési lehetőségeinek csökkenéséhez vezet. Mit tudunk tenni, egyáltalán mit tehetünk ezen fenyegető veszély elkerülése, megakadályozása érdekében.

A legfontosabb teendők — szerintünk — a következők:

1. *Modell-szemlélet erősítése.* Az értelmezési modell, mint ismeretes, olyan közelítések és feltételezések összessége, amelyek egyrészt az adott geofizikai módszer alapvető fizikai leírásával és mérési körülményekkel, másrészt a tárolóközzel, harmadrészt a modell és a „valóság” közötti viszony matematikai leírásával kapcsolatos. A modell felállításánál arra kell törekedni, hogy csak azokat a legfontosabb paramétereket tartalmazza, amelyek:

- elméletileg is bizonyíthatóan, a legmarkánsabban kapcsolódnak a meghatározni kívánt kőzet- vagy rétegjellemzőkhöz,
- ugyanakkor a mért mennyiségekkel a lehető legkevesebb áttétellel legyenek kifejezhetőek.

Ez a kettős, egyidejűleg teljesítendő kívánság megvalósulása szabja meg egy adott értelmezési modell gyakorlati alkalmazhatóságát, illetve az abból származó eredmények megbízhatóságát.

Gyakran hajlamosak vagyunk modelljeink túlbonyolítására. Olyan paramétereket próbálunk meghatározni, amelyek hatásai sokszor egyáltalán nem, vagy csak alig érzékelhetők méréseinkben, vagy éppen fizikailag a kapcsolatuk még tisztázatlan. Ilyenkor nem árt végig gondolni, hogy egy bizonytalan új paraméter mennyi kárt okozhat a jól definiált paraméterek vagy ami még lényegesebb, számításaink végeredménye szempontjából.

Egy reális objektív modell szemléletnek kell tehát áthatni az értelmezési folyamat minden fázisát az adatfeldolgozástól kezdve a nyert végeredmény minősítéséig. Az értelmező szakember felelőse, hogy egy adat (vagy adatsorozat) számítógépbe való „belépésétől” milyen változásokat, változtatásokat szenved, csorbult-e információ-tartalma, egyáltalán a végkövetkeztetés szempontjából milyen megbízhatóságú információt hordoz.

2. *A felhasznált programok működésének teljes ismerete.* Szakterületünk nagyon leegyszerűsítve kétféle programot használ:

- saját fejlesztésű és
- vásárolt programokat.

Míg a számítógépek szélesebb körű elterjedésének kezdetén a saját fejlesztésűek domináltak, ma már nagy részben hazai vagy külföldi intézményektől vásárolt programokkal dolgozunk. Ez utóbbiak közös jellemzője, hogy védettek, sok esetben „elvarázsoltak”, titokzatosak, csak alkotói ismerik igazán. A dokumentációk szűkszavúak, csak a leglényegesebb futtatási utasításokat tartalmazták. Mennyire bízhatunk meg a „fekete doboz” programokban? Nyilvánvalóan annyira, amennyire sikerült azokat működés közben megismerni és amennyire a szolgáltatott eredmények elfogadhatóak. Ezért elengedhetetlenül szükséges a programok rutin-folyamatban való alkalmazása előtti

tesztelése, elvi adatokkal történő, lehetőség szerint minden variációt figyelembe vevő futtatása.

Természetesen, amikor az algoritmusok teljes ismeretéről beszélünk, nem az a fő elvárás, hogy a programok által használt matematikai apparátust teljes egészében ismerjük, de mindenképpen kívánatos ismerni pl. azt, hogy egy iterációs algoritmus egy adott feladat megoldásában milyen veszélyeket rejt. Tekintsük a következő táblázatot, ahol a mélyfúrási geofizika válaszgyenletei közül néhány-
nak az egyes, meghatározandó paraméterekre való érzékenységét tüntettük fel egy átlagos törmelékeny közetösszetétel mellett:

paraméter → válasz egyenlet	porozitá- s (FI)	mátrix térf. 1. (VMA1)	mátrix- térf. 2. (VMA2) %	telített- ség (SXO)
DEL	1,0	7,0	1,0	1,0
FINLM	11,0	0,3	—	1,0
ATL	4,5	4,0	1,0	3,0
RXO	22,0	—	—	23,5

(DEL a sűrűség, FINLM a neutronporozitás, ATL az akusztikus és RXO a kispert zóna ellenállásának válaszgyenletét szimbolizálja).

Látható, ha a fenti válaszgyenletekből alkotott egyenletrendszer adott korlátozó feltételek mellett iterációs úton akarjuk megoldani, akkor a paraméterek különböző érzékenysége alapvetően befolyásolja az iterációs lépésköz megválasztását. A paraméterek a válaszgyenletről függően, hol gyorsabban, hol lassabban változnak az iteráció során, így a legérzékenyebb (leginkább változó) paraméterek gyorsabb változtatását a kevésbé érzékenyek nem követik. Ennek eredményeként a program futása akkor is befejeződhet, amikor az érzékenyebb paraméterek már pontosak ugyan, de az érzéketlenek még nem veszik fel tényleges értéküket.

Ez a probléma elsősorban a mátrix-jellemzőiben nem sokban különböző mátrixösszetevők térfogatának meghatározásánál jelentkezik. A teljes mátrixtérfogaton belül ugyanis a mátrixkomponensek, elég széles térfogattartományban, tetszőleges értékeket vehetnek fel (természetesen az anyagmérleg-egyenlet teljesülése mellett). Ez az ekvivalenciahatás a mátrixösszetevőkre leginkább érzékeny sűrűségi-szelvényénél jelentős.

Hasonló jelenség lép fel, elsősorban a nagyobb porozitások tartományában, az ellenállás válaszgyenleténél is. Az RXO nagymértékben változik FI és SXO változtatásával (táblázat), amelyekre az egyenletrendszer legérzékenyebben és közel egyenlő mértékben reagál. Az iterációs algoritmus így a két változót a többitől szinte függetlenül és egymással ellentétesen „mozgatja” (FI növekedésével SXO csökken és fordítva). Ez azt eredményezheti, hogy a tényleges FI-tól és SXO-tól eltérő értékeknél is leállhat a program.

Sorolhatnánk a programok, az egyes megoldások rejtett buktatóit, de itt nem ez a célunk. Csupán a figyelmet szeretnénk felhívni arra, hogy a progra-

mok megfelelő mélységű tesztelésével a fentiekhez hasonló jelenségek felismerhetők és kiküszöbölhetők.

Szorosan ehhez a ponthoz tartozik, de fontosságánál fogva külön kiemelve tárgyaljuk a statisztikus algoritmusok problematikáját.

3. *A statisztikus algoritmusok teljes kihasználása.* Jelenleg kevés olyan értelmezési rendszer működik, amelynek ne lenne valamilyen statisztikai alapon működő program része, ezért különösen fontos az ezek által szolgáltatott eredmények hozzáértő kezelése. Ezzel kapcsolatban két lényeges problémára szeretnénk felhívni a figyelmet:

- az egyik a hibajellemzőkkel
- a másik a statisztikai algoritmusok robusztusságával kapcsolatos.

A statisztikus algoritmusok óriási előnye, hogy számított végeredményeinket a *hiba-jellemzők*ön keresztül minősíteni tudjuk, képet kapunk azok megbízhatóságáról. Úgy érezzük azonban, hogy miközben a statisztikák teljesen meghódítják szakmánkat, nem fordítunk kellő figyelmet a hibák értelmezésére és közlésére. Tudjuk, az eddigiek során nem volt illendő egy adat megbízhatóságáról beszélni, mert az esetleg az illető szakma presztízst rontotta volna. Úgy gondoljuk, hogy ezeket nem szabad elhallgatni még akkor sem, ha azok a hibák megdöbbentő nagyságúak. Ma amikor az információk nagyfokú integrációját tűzzük ki célul, a régi szemlélet továbbvitele károsan hatna erre a folyamatra. Az integrációban résztvevő szakterületek egymás iránti amúgy sem túl nagy bizalma tovább csökkenne. Merjük kimondani adataink korlátait, hibáit, megbízhatóságát; legyünk őszinték és a „szakma fényre derül”.

A hibajellemzők kellő ismerete és értelmezése egy adott folyamat megítélésén, minősítésén felül további lehetőségeket teremt számított eredményeink pontosságának a növelésében. Ha vesszük magunknak a fáradtságot és a számított eredmények mellett azok hibáit is értelmezzük (nem pedig egy pusztán számsorként fogjuk fel), akkor például kiderülhet az, hogy a hiba-szelvény hirtelen változása az értelmezési modell megváltoztatását jelentheti és egy újabb, arra a szelvényszakaszra vonatkozó modellel az értelmezés pontosítható.

A geológiában és a geofizikában alkalmazott statisztikus algoritmusok zöme a hagyományos, Gauss- (normális) eloszlást feltételező statisztikai eljárásokra épül. Gyakorlati tapasztalataink azonban azt mutatják, hogy adatrendszerünk *sokszor még közelítően sem a Gauss-eloszlást követik* és gyakran az adatok tömörödésétől távol eső értékeket, ún. *kieső pontokat* is tartalmaznak. Ezeket a következő fő jelenségek okozhatják:

- a modellnél figyelembe nem vett hatások,
- az elméleti feltételek még közelítően sem teljesülnek (pl. a rétegek horizontális és vertikális irányban is inhomogének),
- mérési hibák.

Ezen felül számítani kell arra, hogy méréseink (mag- és szelvényadatok egyaránt) csak ritkán reprodukálhatók (nem úgy, mint pl. egy egyszerű súlymérés). Nincs tehát lehetőségünk, hogy a

Az összevont szám ára: 65,—Ft