

A geofizikai mérések és értékelési módszerek fejlődése döntő tényezője a korszerű szénhidrogénkutatásoknak*

DANK VIKTOR**

Mindaddig, amíg a „direkt” szénhidrogénkutató gyakorlati alkalmazhatóságának eszköze és módszere nem áll rendelkezésre, a szénhidrogénkutató eredményessége nagymértékben függ a geofizikai mérések eszközellátottságának és a kiértékelés eszköz- és módszer-fejlettségének színvonalától. Különösen vonatkozik ez Magyarországra területére, mely túlnyomó hányadában medencealakulat és morfológiailag síkság. Ilyen földtani felépítésű területen a földtani modell kialakítása elsősorban a meglévő mélyfúrások „közvetlen” és a geofizikai mérések „közvetett” adatai alapján lehetséges, figyelembe véve a földtan-tudomány általános fejlődése által szolgáltatott új ismeretanyagot is.

Kétségtelen, hogy a fejlődés eredményeként a méréseket és a kiértékelést végző személyektől függő szubjektív tényezők kiküszöbölése a végső cél, de az is bizonyos, hogy napjainkban még mindig igen komoly tényező a geoszakemberek elméleti felkészültsége, gyakorlati jártassága és felfogása, koncepciója, elsősorban a kiértékelés és az értelmezés területén.

Magyarország területileg nem nagy ország és szénhidrogénkutatói lehetőségei is ennek megfelelően behatároltak. Fúrások megkutatottsága is meglehetősen előrehaladt és prognózisvagyonyában nagyságrendi változások nem valószínűsíthetők. Mégis igen nagy lehetőségek vannak annak a terület földtani felépítésének pontosabb megismerésére és ezzel kapcsolatban a nehezebben felkutatható, rejtettebb földtani alakulatok kimutatása vonatkozásában.

Ma, amikor az eszközök, módszerek fejlődése oly gyors, hogy egyik évről a másikra újabbak, jobbak kerülnek alkalmazásra, amikor az év eleji mérések és az év végi mérések között jelentős minőségi eltérések vannak, célszerű a lehetőségek és az adottságok tárgyilagos elemzésével és felmérésével a jövőt nemivaltól körvonalazni.

Ez a tervező körvonalazás szoros összefüggést mutat a hazai prognosztikával, a szénhidrogénkutatók előtt álló feladatokkal és azok földtani megfogalmazású igényével, melyet a geofizikai tevékenységgel szemben támasztunk.

A cikk a hazai kutatások tükrében mutatja be a cínben jelzett fejlődést és a jövő kutatási feladatait geofizikai vonatkozásban.

До тех пор, пока не имеются средства и методы „прямой” разведки месторождений нефти и газа, эффективность разведочных работ в значительной мере зависит от уровня существующей аппаратурной оснащённости и от степени развития средств и методов интерпретации данных. В особенности касается это территории Венгрии, представляющей большей частью депрессиями и, в морфологическом отношении, равниной. При таких условиях геологического строения разработка геологической модели должна основываться, прежде всего, на „прямых” данных имеющихся глубоких скважин и на „косвенных” данных геофизических наблюдений, с учетом новых сведений, получаемых благодаря общему развитию геологических наук.

Несомненно, что в результате развития окончательной целью является исключение субъективных факторов, зависящих от лиц, выполняющих наблюдения и интерпретацию, но в настоящее время все еще очень важную роль играют теоретическая квалификация, практическая опытность и концепция геоспециалистов, прежде всего в области интерпретации и истолкования данных.

По своей территории Венгрия является небольшой страной и в соответствии с этим возможности разведки месторождений нефти и газа здесь также ограничены. Изученность ее территории бурением может считаться значительной и в связи с этим необоснованно ожидать скачкообразные изменения ее перспективных запасов. Но все же имеются возможности более подробного изучения ее геологического строения и в связи с этим — выявление труднее разведываемых скрытых геологических структур.

* Elhangzott 1975. szept. 16-án a XX. Geofizikai Szimpóziumon, az „A” Szekció ülésén.

** Dr. Dank Viktor, Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt, Budapest.

В настоящее время, когда методы и аппаратные средства развиваются столь быстро, что с каждым годом применяются все новые и усовершенствованные виды аппаратуры и методов, целесообразным оказывается определить направления дальнейших задач путем анализа и оценки существующих возможностей.

Такое определение дальнейших работ тесно связано с оценкой прогностических запасов, с задачами, стоящими перед разведкой месторождений нефти и газа и с требованиями по их геологической сформулировке, предъявляемых к геофизической деятельности.

В настоящем докладе указанное в названии доклада развитие и задачи геофизики иллюстрируются в свете разведочных работ, проводимых в Венгрии.

As long as means and methods of practical application of a „direct” prospecting of hydrocarbons are not available, the efficiency of hydrocarbon prospecting highly depends on the instrumentation of geophysical measurements as well as on the development of processing equipments and interpretation methods. This is specially valid for the area of Hungary being predominantly basin-like formation and morphologically plain. On an area with such a geological structure, the geological model can be formed mainly by means of the „direct” data of deep-borings and of the „indirect” ones of geophysical measurements, by taking into account the new informations achieved by the development of geology too.

As a result of development the last aim is undoubtedly the elimination of the subjectiv factor of the persons doing survey and interpretation, on the other side, however, it is sure that nowadays the training in theory, the experience and the concept of specialists in geosciences has yet serious importance especially in evaluation and interpretation.

Hungary is a country with small area and so its possibilities in hydrocarbon prospecting are limited, too. The exploration by drilling is rather advanced, thus no more all-out changes of the prognosticated reserves are probable. However, there are great possibilities for a more exact recognition of the geological structure of the territory and for the finding of more hidden geological structures the recognition of which is more difficult.

In times, when the development of instruments and methods are so rapid, when from year to year new and better ones come to apply, when considerable differences in quality exist between measurements carried out at the beginning and at the end of the year, it is suitable to outline the tasks of the future by means of an objective analysis of the realities and possibilities.

This planning outline is in close connection with the national prognostics, with the tasks of the hydrocarbon prospecting and its demands, expressed in the language of geology, set up to the geophysical activity.

The paper shows the development indicated in the title and the future tasks of geophysical prospecting in connection with the prospecting activity in Hungary.

A Föld bármely pontján végzett vagy végzendő szénhidrogénkutatói tevékenység végső célja megismerni, kiszámítani, megbecsülni a kutatási térségben képződhetett ún. potenciális szénhidrogénkészleteket. Ha az illető területen még nincs felkutatott, nyilvántartott készlet, akkor ez a potenciális készlet egyenlő a még megtalálandó, vagy más szóval reménybeli készlettel. Ahol már vannak nyilvántartott szénhidrogénkészletek, és termelés is folyik — mint hazánkban is — ott a potenciális készletből levonva a tárgyidőszakban nyilvántartott és a tárgyidőszakig kitermelt szénhidrogénmennyiségek együttes összegét, kapják meg a még felkutatásra, felfedezésre váró prognóziskészletet.

Ez a látszólag rövid és vázlatos megfogalmazású kutatási célkitűzés azonban tartalmazza mindazt az anyagi, technikai, szellemi befektetést, erőfeszítést, amit különösen a mostani időszakban folytatnak azon országok lakói, ahol a szénhidrogén-felhasználás, a szükségletek meghaladják a hazai föld szolgáltatni lehetőségeket. Ez a célkitűzés és a kitűzött feladat megoldása tartalmazza mindazon problémaköröket, melyekkel az egyes tudományágak küzdenek a földtani kutatási feladatok megoldására törekvés során.

A földtani kutatások a földkéreg megismeréséhez mindig szinte azonnal igénybe vették a különböző tudományágak által elért legújabb eredményeket, felismert törvényszerűségeket, megalkotott eszközöket, műszereket. Ennek megfelelően bővült a földtani kutatás fegyvertára és ez megmutatkozott az eredményekben is. Az empirikus térkép, kalapács, kézinagyító szerepét a köz-

vetett módszerek foglalták el, különösen az olyan vastag üledéksorokkal kitöltött medencealakulatnál, mely a morfológiai síkságok esetében (ilyen Magyarország területének túlnyomó hányada is) nem tesz lehetővé közvetlen észleléseket. Előtérbe kerültek a kőzetanyag vegyi összetételét, belső szerkezetét behatóbban feltáró elemzések, vizsgálatok. Kialakultak a légi térképezés és mérések módszerei, a műholdak segítségével végzett tevékenység különböző fajtái és közben fennállt változatlanul az empirikus vizsgálatokhoz szükséges mintavétel igénye (hold-kőzetek) is.

Igen szerencsésen találkozik a földtudományok és más tudományágak közös igénye az életterünkül szolgáló bolygónk egyre jobb megismerésére, a valósághoz egyre közelebb álló modelljének elkészítésére. A társtudományágak művelőinek az a csoportja, mely arra adta fejét, hogy a földkéreg, a Föld megismerésén fáradozzék, egy idő után kénytelen tapasztalni, hogy egyrészt egy-maga a szaktudományával nehezen, vagy nem boldogul, másrészt tudományának a földre való alkalmazásánál az alaptudománytól eltérő pontossággal, megbízhatósággal kell számolnia.

Többször hallottam már olyan tréfásan szóló megjegyzéseket a geofizikusokra, geokémikusokra vonatkozóan az eredeti szakterületen működő fizikusoktól, kémikusoktól, hogy azok már „elfajzott fizikusok, kémikusok”! De belső szakmai vitáinkon is több ízben nyilatkoztak úgy geofizikusaink, hogy érveléseik során megfogalmazódott az, hogy ezt a „valódi fizikusok” nem akceptálhatják, vagy úgy, hogy „igazi fizikusok” számára ez nem elég pontos, nem eléggé érthető.

Ennek oka az, hogy az egzakt tudományok művelői igen nehéz, ingoványos talajra érkeznek akkor, amikor a Föld megismerésének szolgálatába állnak. Szívós, következetes munkával a geotudományok művelőinek együttes erőfeszítéseként ez a „talaj” folyamatosan szilárdul, de még mindig messze van az alaptudomány egzaktságától.

Engedjenek meg néhány példát. A *matematikai* logika szerint elvégzett számítások és a különböző számítási és statisztikai módszerek alkalmazásának állandó visszatérő problémája a képletekbe behelyettesítendő alapadatok pontossága, valamint az, hogy a statisztikai átlagokkal szemben a kutatásnak egy konkrét területen kell folynia és eredményt elérnie és erre a konkrét területre kell tervezni perspektívát, prognózist egyaránt. Azokon a területeken, ahol már földtani (rétegtani, tektonikai) adatok rendelkezésre állnak, a számítások első-sorban ezekre támaszkodnak. Ilyen terület hazánk is, ahol a számításoknál, becsléseknél a figyelembe vett medencealakulatok, tektonikai egységek körvonalazásának pontossága, azok ismertsége a döntő tényező. Ezen a területen is látható, hogy nem a matematika igazságaival van probléma, hanem az alapadatok egzaktságával. Hasonló a helyzet az analóg számítási módszerek alkalmazásánál. Az etalon terület kiválasztása is már maga szubjektív, vitatható módon végbemenő folyamat. Az pedig, hogy az ismeretlen terület mennyiben azonos vagy eltérő az etalontól, szintén különböző módon és szempontok szerint „felvett” koefficiensek alapján kerül értékelésre.

Így van ez a *geokémiánál* is. A „valódi” kémikusok szinte borzongva szemlélik azokat, akik a kőzetek és rétegfliudumok analízisén, kémiai rendszerezésén túl vállalkoznak olyan megközelítésekre, mely az anyakőzet olajleadó képességét próbálja megállapítani adott körülmények között, továbbá azt, hogy a képződött szénhidrogének milyen arányban szóródtak szét és milyen hányadukból képződtek ipari jelentőségű felhalmozódások.

Megemlíthetem a laboratóriumi modellezéseket is, melyek „nagyüzemi” alkalmazása, ill. alkalmazási lehetőségének vizsgálata vagy éppen értelmezése elsősorban a földtani viszonyoktól, ill. azoknak a tárgyidőszakban megrajzolható modelljétől függ. Még a legempirikusabb megfigyelésekre, vizsgálatokra módot nyújtó magfúrások esetén is számolnunk kell azzal a ténnyel, hogy ez az ismeret a telep, réteg nagyságrendjéhez képest pontszerű adat. Az egymástól távoli pontszerű adatok összefüggéseinek vizsgálata, a köztük levő ismeretlen tér rekonstruálása, értékelése tulajdonképpen az a földtani feladat, melyhez minden szaktudomány összefogására szükség van, de mely soha nem tarthat számot olyan pontosságú megközelítésre, mint külön-külön az egyes szaktudományok a saját területükön.

A fizika tudományának földtani kutatásokra való felhasználása óta számtalan elméleti, módszertani eredmény született és igen sokféle műszer, eszköz, technikai felszerelés megalkotására, felhasználására került sor. Mióta Eötvös Loránd torziós ingájának mérési eredményei Böckh Hugó által első ízben nyertek földtani értelmezést, azóta a geológus társadalomnak szüntelen törekvése a geofizikai adatok minél föld-hűbb interpretálása. Eközben újabb és újabb igényt is támaszt a geofizikával szemben, mely egyre tökéletesebb eszközökkel, módszerekkel igyekszik azt kielégíteni. Hogy ez mennyire nem könnyű feladat, azt jól példázzák korunk eredményei: az ember megjárta már több ízben a Holdat, a közelmúltban nemzetközi űrtalálkozóknak is szemlélő tanúi lehettünk közel egy milliárd embertársunkkal együtt, de mindmáig nem született meg a direkt kutatási módszer és a földkéregnek is csupán mintegy 10 km-es mélységű szakasza ismeretes néhány kivételes ponton.

Mindenütt, így Magyarországon is az ötletszerű fúrások helyett a szénhidrogénkutatások tudományos megalapozását és továbbfejlesztését a geotudományok művelői kezdeményezték. A legfejlettebb közvetett kutatási geofizikai módszerek is (felszíni geofizika, kútgeofizika) ma is a közvetlen földtani megfigyelésekből, anyagvizsgálati eredményekből indulnak ki és ezt fordítják le a fizika nyelvére, hogy ezután a kapott fizikai paraméterek földtani értelmezésével ismét geológiai kép rajzolódjék elénk. Az elmúlt két évtizedben mind a felszíni, mind a kútgeofizikai módszerek igen gyors fejlődésen mentek keresztül. Ez a fejlődés megmutatkozott a használatban lévő műszerek, eszközök minőségében, felbontóképességében, a terepi technológiában és a feldolgozás módszerében egyaránt. Több, jobb információhoz jut ma a földtani kutatások irányítója a geofizika révén, mint korábban. Ennek következtében maguk a geofizikai mérések, valamint azok adatainak feldolgozása és értékelése, értelmezése egyre lényegesebb tényezője lett a földtani kutatásoknak. Kettős jelentősége van ennek. Egyrészt az ország mélyföldtani szerkezetére, felépítettségére vonatkozó sporadikus fúrási információk pontszerű adatait lehet kiegészíteni a geofizikai korrelációk segítségével, másrészt a medencealakulatokon és tektonikai egységeken belüli anomáliák kimutatásával az operatív fúrások kutatás tervezéséhez áll rendelkezésre igen értékes konkrét adathalmaz. A szénhidrogénkutatásra alkalmasnak minősített hazai területek általános jellegzetessége, hogy azok morfológiailag síkságok (Alföld), legfeljebb enyhén hullámos, lankás hegyvidékek (Dunántúl). Ez alatt a fiatalabb harmadidőszaki (neogén) képződmények általános elterjedésűek és helyenként 4–5000 m, sőt nagyobb vastagságban fejlődtek ki medencefáciesben. Az idősebb harmadidőszak (paleogén) már nem ilyen általánosan megjelenő, foltokban, pásztákban található. A mezozoikum szintén pásztás elrendezésű és ezek a sávok,

övek paleozóos és ópaleozóos képződményeket is tartalmaznak, nagyjából DNY–ÉK-i csapásiránnyal jellemezhetően. Az ország bonyolult földtani felépítésére jellemző, hogy esetenként az ópaleozóos kristályos aljzatra közvetlenül a pliocén üledékek települnek. A markáns és meghatározó tektonikai formákat a törések képviselik, helyenként alárendelten, törve-gyűrt forma-elemekkel tarkítva.

E vázlatos modell kutatásánál nyilvánvaló elsőszámú igény az aljzat (kristályos) relifjének ismerete. Az aljzat preformált térszíne, mint a süllyedő üledékgyűjtő bázisa, meghatározó a fáciesviszonyok kialakulásában, elrendeződésében és az atektonikus földtani alakulatok létrejöttében. De meghatározóak az aljzat mozgásai a felette települő rétegösszletek tektonikai viszonyainak kialakulásában is. Ennek az ún. alépítménynek a vizsgálata, térbeli helyzetének rögzítése azért is fontos, mert az itteni esetleges anyagközetek kiindulópontjai lehetnek a migrációvizsgálatoknak, továbbá a környezetből kiemelkedő porózus vagy repedezett alaphegységérrög, lefedve impermeabilis záróréteggel, csapdája lehet a mélyebben fekvő fiatalabb üledékösszletekből migráló szénhidrogéneknek is. A globális tektonikai szemlélet alapján pedig ugyancsak a mélygeofizikai mérések alapján szerkeszthetők azok a betolódási síkok, ill. vízszintes vetületeik, melyek mentén a kéreglemez a mélybe tolódott. A mélyben azután az egyébként immobilis szénhidrogénanyag jelentős része felszabadulhat a kőzetből és felmigrálva gyarapíthatja felhalmozódásra alkalmas potenciális szénhidrogénkészleteinket.

Az elmúlt 20 éves időszakot értékelve megállapítható, hogy szerepük volt a regionális méréseknek, melyek alapján azután a fúrési adatok figyelembevételével a részletmérések is kijelölhetők voltak. Itt kell megemlítenem, hogy az 1950-es évek reflexiós módszerei mellett alkalmazott, mai szemmel nézve költséges refrakciós mérések jelentős ismeretanyagot szolgáltatottak a nagyszerkezeti egységek elhatárolásához.

Az ún. hagyományos szeizmikus mérések felbontóképessége, valamint a mélyfúrési technológia fejlettségének mértéke következtében eleinte a könynyebben megismerhető pliocén összlet tanulmányozása került előtérbe. A komplett szintézisre törekvés során e felszíni geofizikai módszerek a pliocén vastagságviszonyokra vonatkozóan már igen jó támpontokat szolgáltatottak. A mélyfúrásokból nyert információk alapján meghatározható a földtani kor, a kőzetanyag és annak fizikokémiai jellemzői, a mélyfúrési geofizika pedig a területi korrelációhoz nyújtott segítséget. A komplex geovizsgálatok alapján elvégzett szintézis lett azután kiindulópontja a megállapított fáciesek térbeli vizsgálatának. E feladat megoldásakor is igyekeznünk kell az empirikus vizsgálatok pilléreire ráépíteni a közvetett, elsősorban geofizikai vizsgálatok íveit, melynek eredményeként a valóságot egyre jobban megközelítő fáciestérképek készülhetnek. A társtudományok által anyagközetként, ill. tárolókőzetként meghatározott képződmények térbeli elhelyezkedésének megállapítása jól, vagy kevésbé jól definiálható fizikai jellemzői alapján szintén a geofizikára váró feladat. E megállapítások eredményeire épülnek azután a geokémiai vizsgálatok és számítások, melyek a szénhidrogénekkel együtt képződő „anyagközet jellegű” üledékek térfogata, elterjedése, a benne található szénhidrogének jellege, érettségi foka alapján kísérli meg a potenciális készletek meghatározását.

A tektonikai vizsgálatok a medencealakulatok területén a mélyfúrási-geológiai és a geofizikai (szeizmikus, torziós inga mérések, karottázs) adatokra

támaszkodnak és a szerkezeti elrendeződésen túl a különböző mozgásfajták elemzésével, azok kompressziós vagy diszjunktív jellegének megállapításával, a terület vertikális-horizontális vizsgálatával szorosan kapcsolódnak a kőzetek diagenézisének, a migrációs útvonalak és a felhalmozódási övezetek kutatásaihoz.

Végző fokon a szénhidrogének eredetének, vándorlásának és felhalmozódásának törvényszerűségeit egyre pontosabban megismerve, egyre precízebben lehet meghatározni a potenciális szénhidrogénkészleteket. Újabb nagy feladat ezen kívül a szénhidrogének felhalmozódási területeinek meghatározása. A különböző statisztikai átlagok és alapvizsgálatok segítségével megközelített potenciális készleteket a kutatásvezetésnek „helyekhez kell rendelnie”, mert ennek alapján történhet a kutatás lehetőségeinek megítélése, a területek rangsorolása perspektivitás szempontjából. A perspektivitást a földtani tényezőkön kívül jelentős mértékben befolyásolják, módosítják a gazdasági, világgazdasági paraméterek. Ezek szerint az érvényben levő gazdasági szabályozók és a gazdasági helyzetalakulás figyelembevételével kell értékelni a kutatás által lehetőségként felkínált szénhidrogénkészleteket és összevetni a szükséges ráfordításokkal és a meglévő kapacitásokkal.

Ily módon kerülnek megfogalmazásra a kutatás irányai. Mindezekhez a gyakorlati tapasztalatok, a tudományos fejlődés, a területeken végzett konkrét kutatómunkák és a végzett tevékenység során alkalmazott módszerek vizsgálata és elemzése járul. Ezek eredménye alapján gyakran több pontra visszamenőleg kell visszacsatolni és a következtetések után újra kell kezdeni a kutatást.

Nem újdonság hazánkban sem, hogy korábbi módszerekkel vizsgált és ennek alapján alacsony perspektivitási minősítést kapott területek újraalakítása később eredményre vezetett. Ily módon nem lehet követelmény egy területről a „végső ítélet” kimondása, egyúttal bizonyos (egy területre jellemző) ésszerű határokon túl — újabb eszközök, módszerek híján — nem célszerű kutatni egy területet vagy a többletkutatástól lényeges információ-növekedést várni.

A potenciális készletek, perspektivitás és nem utolsósorban egy ország fejlettsége, gazdasági ereje, geoműszaki felkészültsége, eszköz- és szakember-ellátottsága alapján kell meghatározni a kutatásvezetésnek az előkutatás, azaz zömmel a geofizikai mérési kapacitás és a fúrási tevékenység arányát külön-külön is és együttesen is. A nemzetközi helyzet itt azt mutatja, hogy azok az országok, ahol a felkészültség és szakember-ellátottság megvan, és természetesen az igények is nagyok, sokkal jelentősebb energiát, eszközt, költséget fordítanak a kutatásokra, mint azonos földtani feltételű, vagy sokkal jobb feltételű, nagyobb kiterjedésű, de geoműszakilag kevésbé fejlett országok.

A nemzetközi összehasonlításban ezért tűnnek túlkutatottaknak pl. a közép-európai országok. Ugyanezért egyre nehezebb és költségesebb ezekben az országokban újabb eredményeket elérni, és ebből kifolyólag egy kevésbé tanulmányozott ország gyors és esetleg nagy eredményei mincsenek arányban a ráfordításokkal, vagy a végzett munka minőségével. A geoműszakilag fejlett országok állandó problémája a kapacitások arányának változtatása, ill. a kapacitások gazdaságos kihasználása, az előkutatások és fúrásos kutatások arányának helyes egyensúlyban tartása.

Hazánkban a kutatási fejlődésnek ilyen szempontú áttekintése és az egyes helyzetek kialakulásának vizsgálata tanulságos:

A kezdeti kutatási földtani koncepció a kibívások földtani viszonyainak tanulmányozásán, a földtani térképezés módszerein és eszközein alapult, figyelembe véve a genezist, — és migrációt, valamint az akkumulációról azidőben rendelkezésre álló nemzetközi ismereteket. Ezek eredményei szegényesek voltak (Bükkszék, Budafa), mert az ország területe túlnyomórészt síkság, és mert a felszínhez közeli képződmények fácies- és szerkezeti viszonyai nem mindig adnak „per analogiam” felvilágosítást a mélyebb helyzetű képződményekre vonatkozóan.

Az Eötvös-ingás mérések részben megerősítették ezeknek a földtani módszerekkel kinyomozott szerkezeteknek jelenlétét (Budafa, Hajdúszoboszló, Bajcsa), részben új mélyföldtani alakulatok, kőolaj és földgáztároló szerkezetek megismeréséhez vezettek (Mihályi — Répcelak, Lovászi). A torziós ingák korszerűsítése és a gyorsabb graviméteres felmérések eredményeként az ország gravitációs anomália-térképén kirajzolódtak a nagy maximumok és nagy minimumok. Ekkor ezek, valamint a fúrások kutatásokból adódó geológiai megismerések szolgáltatták az alapokat a további kutatási tervek elkészítéséhez. Ennek megvalósítása néha gyors sikerekhez vezetett (Lovászi), néha viszont a kutatók kedvetlenül konstataáltak egy nagy gravitációs anomália tetővidékén mélyített fúrások alapján (Salmóvár) az eredménytelenséget.

A szeizmikus mérések bevezetése ismét több szempontú eredményt hozott. Regionálisan felmérve az országot, jelentősen gyarapodtak mélyföldtani ismereteink. A regionális szelvény menti kiemelkedések fúrásos megkutatása jelentős gazdasági eredményt is hozott (Hajdúszoboszló). A gravitációs anomáliák területén végzett szeizmikus részletező mérések alapján kimutatott szeizmikus kiemelkedések megfúrása új előfordulásokat tett ismertté (Pusztaföldvár, Battonya), de rámutatott arra is, hogy a kimért gravitációs anomália helye nem fedi pontosan a tényleges mélyföldtani kiemelkedést. Ezekhez az ismeretekhez szintén hasznosan járultak hozzá a gravitációs maradék-anomáliák módszerei által nyújtott tapasztalatok. Az akkori szeizmika jól funkcionált ott, ahol a kristályos aljzatra közvetlenül a pliocén laza üledékösszlete települt, nem tudta azonban megoldani a „néma” zónák problémáját (Hortobágy), valamint a mélyben eltemetett töréses rögtectonikájú mezozoikum kutatását. Ezért első sorban a geológiai megfontolások alapján telepített fúrásokkal került sor a salomvári nagy gravitációs maximum meddő fúrásai alatti „szárnyhelyzetű”, az ország mindaddig legnagyobb kezdeti olajkészletét tartalmazó blokkos mezozoós tárolójának (Nagylengyel) felfedezésére.

Amikor egy-egy jelentősebb méretű új előfordulás (Budafa, Lovászi, Nagylengyel, Görgeteg-Babócsa, Hajdúszoboszló, Pusztaföldvár, Pusztaszőlős, Battonya, Eger-Demjén, Szank, Algyő) felfedezését követő továbbfejlesztő, lehatároló és termelőfúrási igény évekre leköti a fúrási kapacitás számottevő hányadát, akkor úgy tűnik, hogy megfelelő az előkészítettség, a geofizikai és fúrási kapacitás aránya, sőt ilyen periódusokra estek az újabb berendezés-beszerezések igényei is. De az ilyen „felfutási periódus” veszélyeket rejt magában. Növekszik a métertjeljesítmény a koncentrált tevékenység következtében, ennek folytán csökken a méterköltség, jók a „fajlagos mutatók”, és egyre inkább kezdjük elhinni, hogy minden kizárólag a mi jó munkánk eredménye. A métertjeljesítmény nyomán egyre növekvő mérlegbevihető készleteket tartunk nyilván, erősen javul az I mélyfúrásra jutó új szénhidrogén-tonna aránya, kedvező irányban alakul az összes kút és a produktív kút aránya, egyre inkább rögződik a köztudatban: a több fúrási méter = több szénhidrogénkészlet, ami

egyébként egy adott produktív nagyszerkezet felfedezése esetén igaz is (általában azonban ez az összefüggés nem közvetlen és nem lineáris). Gyors beszerzésekkel fejlesztést nyer a fúrási technika és technológia és ilyenkor szokás megfélekedni az előkutatás fejlesztéséről, a nem közvetlen olajat fakasztó tevékenység növeléséről.

Amikor a feltárófúrások is befejeződtek, a fúróberendezések szétrajzanak felderítőkutató-területekre, romlik a teljesítmény, növekednek a költségek, romlanak a fajlagosok. Nincs új készlet, rohamosan csökken a t/m arány, a kis és üres szerkezeteket gyorsan megkutatjuk néhány fúrással és ismét költöznek a berendezések. Hamar elfogynak a mélyfúrással előkészített szerkezetek. Nemsokára elhangzik a megállapítás: nem jó az elő- és fúrásos kutatás aránya!

A kutatási történelem folyamán ilyenkor két jellegzetes álláspont alakult ki, mindkettőre volt hazai példa. Az egyszerűbb és egyben rosszabb álláspont azt az összefüggést vette elő, mely a fúrt méterek és a feltárt új szénhidrogén-készletek között fennállt egy *adott* területen. Elhagyta az adott terület alapvetően lényeges tényezőjét, általánosította az összefüggést, és kiadta a jelszót: minél több fúrást mélyíteni, mert a méter hozza az olajat!

A másik, a jobb álláspont, amelyik felismerte az előkutatás lemaradását, tehát szorgalmazza arányának növelését, kapacitásának, eszközeinek, módszereinek fejlesztését. Ez azonban nem lehetséges máról-holnapra, mert az előkutatás kvalifikált szakemberigénye nagy, és ezért a fejlesztés közismerten összetett okokból fakadóan nem könnyű.

Mindkét esetben a végleges megoldásig kevésbé alaposan előkészített területeken kell működtetni a fúrási kapacitást, és itt igen nagy szerepet kap a geológus-geofizikus együttműködés szorosabbá tétele, intenzifikálása, mely nagymértékben segítheti a kibontakozást ebből a nem kívánatos helyzetből.

Volt olyan álláspont is, mely különböző okokból a hazai kutatások volumenének csökkentését eredményezte, ez azonban minden esetben szerencsére csak 1–2 éves átmeneti állapotnak bizonyult, hátrányait azonban mindig hosszabb időn át érezni lehetett.

A kutatáseszköztelenség álláspontja az előrehaladottan megkutatott országok esetében egyrészt abból táplálkozott, hogy nem célszerű tovább növelni a fúrási sűrűséget, másrészt – és ez geofizikai vonatkozású –, hogy az alkalmazott módszerek drágák, nem hozzák meg a kívánt eredményt, eszköz és technológia tekintetében elmaradtak a mélyfúrástól. Ha az álláspont helytelen is, a tények valóban azt mutatják, hogy korábban volt több nagy mélységre hatolni tudó fúróberendezés, mint digitális szeizmika vagy számítógépes adatfeldolgozás.

Közben újabb, korszerűsített földtani modellek kerültek kidolgozásra és többoldalú, különböző módszerű felmérése a prognosztikus lehetőségeknek folyamatosan és fejlődő módon történik a KGST keretein belül is. Fejlődött az előkutatás geofizikaiműszer- és eszközellátottsága, főleg a szeizmika vonalán, de a mélyfúrási geofizika területén is. Való igaz, hogy a jól definiálható, hajlított formaelemekkel jellemezhető „boltozatok” lassan elfogynak, de az is igaz, hogy a szerkezetek térbeli helyzete, amplitúdója, alakja, mérete és a benne található telepek nagysága, minősége között lineáris összefüggést találni mindmáig nem sikerült. Annyit állapíthatunk meg az eredményességi hányad analóg extrapolációján túl, hogy nagy szénhidrogén-készletek általában nagyobb kiterjedésű szerkezetekhez rendelhetők, de ezek ilyen szempontból üresek is lehetnek. Azt pedig, hogy milyen számú szerkezettel, földtani alaku-

lattal gazdálkodhatunk, a pillanatnyi helyzet szabja meg, a folyamatos mérések ill. folyamatos fúrások kutatás következtében: ez állandóan változik. De változik úgy is, hogy egy-egy újabb módszer, eljárás a régebbi indikáció helyét pontosítóan módosítja. Ilyenkor a korábban boltozatra, magasra telepített fúrások gyakran egyszerebe szárnyhelyzetbe kerülnek, és ha ekkor 4–5 fúrásról állapítható meg, hogy ma nem oda telepítenénk, ahol vannak, akkor egy tipikusan túlforszírozott kutatási esettel állunk szemben. Ahelyett, hogy fejlettebb eszközzel, módszerrel később tértek volna vissza a területre, egymás után az adott szerkezeti indikációt figyelembe véve, telepített fúrásokkal „mindent” tisztázni akartak.

Ezzel szemben a világon mindenütt, ahol szerviz-konktrakt, vagy koncessziós alapon egy megadott nagyságrendű területen végez kutatásokat egy vállalkozó (ország, vállalat), a módszer fázisai a következők:

- a meglevő adatok, anyagok tanulmányozása után a kutatási koncepció kialakítása,
- a terület előkutatása, regionális, majd részletező szeizmikus felmérése, a meglevő kimutatott indikációk ellenőrzése,
- a megismert szerkezeti indikációk földtani értékelése és minél többnek 1–1 fúrással való megkutatása az ipari jelentőségű telep megtalálásáig. Ez azért is logikus és gazdaságos így, mert általában a területnek 25%-át minden évben vissza kell adni, és végül a vállalkozó csak a produktív területet tarthatja meg feltárára.

Magyarország geofizikailag (fúrásilag is) az átlagnál jobban felmért (megkutatott) területek közé tartozik. Ennek ellenére a kielégítő felmérésre vonatkozó megítélésünk változik, és a horizontálisan felmért területek elsősorban vertikális irányban újra és újra előtérbe, „munkába” kerülhetnek. Az új szeizmikus eszközök és módszerek alkalmazásával megnőtt a lehatolás mélysége és így egyre több nagy mélységű medencerészlet vált ismeretessé, melyben a neogén vastagságának, szerkezeti viszonyainak meghatározása, sőt a medencealjzat nyomon követése sikerült. Jelentős előrelépés történt az idősebb, mezozoós üledékes összletek kutatásában, melyekhez gyakran területek kapcsolódnak. A gyakran ismétlődő törések sűrű mérési vonalhálózatot igényelnek.

Még nem megoldott a mezozoós és idősebb üledékes összleteink belső szerkezetének, továbbá a „flis” üledékek felépítésének meghatározása. A korszerű technika birtokában várjuk a kiékelődések, fáciesváltozások, diszkordancia felületek rendszeres kimutatását. A kutatások a jövőben ezekre a területekre helyeződnek át súlypontilag és lokálisan is.

Maximális követelményként, amikor úgy fogalmazunk, hogy a felszíni geofizikai mérések alapvető feladata a teljes rétegsor megismerése a kristályos aljzatig, akkor mindig tudatában vagyunk annak, hogy „egy lépcsőben” ezt a ma ismert legjobb módszer sem oldhatja meg. Ezért kell a földtani kutatási irányításnak időről időre súlyponti feladatokat meghatározni.

Kellemes meglepetésként állapítható meg, hogy a gravitáció ismét reneszánszát éli részben a műszerek, részben a kiértékelési eljárások (szűrt gravitáció) következtében, és igen jó eredmények mutatkoznak pl. olyan területeken, ahol a kristályos aljzaton mezozoós rögök települnek, melyeknek kutatása jelenleg éppen az érdeklődés középpontjában áll. Úgy ítéljük meg, hogy egyes esetekben ez a módszer a szeizmikus szerkezet fogalmát is produkálhatja.

A mágneses mérések területén az új magnetométerek megjelenésétől a

szuszceptibilis kőzet-tömegek elhelyezkedésének pontosabb meghatározását várjuk.

Jelentős fejlődés tapasztalható a geoelektromos módszerek területén is. Itt is új mérési eljárások kerültek kifejlesztésre és a számítógépek felhasználása a kiértékelésben a nagy ellenállású aljzat, valamint a rátelepülő üledékes összeleték megismerésében javuló eredményeket szolgáltat.

Ahogy a földtani kutatásirányítás, úgy a felszíni geofizikai mérések értelmezése területén is nagy jövője van az adatok integrált értelmezésének. Cél a rétegsorokat felépítő elemek minél részletesebb és pontosabb megismerése. A mai földtani koncepció már nemcsak a boltozatokhoz és környezetükhöz rendeli a prognosztikus vagyont, melynek becslése sem csupán ennek figyelembevételével történik. Ma már a kiékelődéseken túl a kis kiterjedésű lencsék, fáciesváltások, litológiai változások, törések, és pedig kis törések okozta tagolódások, blokkos szerkezeti elemek, a morfológiából ismert relatív emelt, pihenő jellegű stb. mélyföldtani alakulat-elemek is „szerkezeteknek” minősülnek, melyekből a megtalálандó készleteknek számottevő részét várjuk. Ezeknek a méretekben csökkenő, jellegben eltérő szerkezeteknek egyre pontosabb geofizikai leképzése a legfontosabb feladat az ilyen megkutatottságú területen, mint országunk.

A szénhidrogénkutatások koncepcionális bázisául szolgáló földtani modell legutóbbi elkészítése alkalmával, az erre épülő távlati tervek és az V. ötéves terv legutóbbi összeállítása során megfogalmazott feladatok szerint is, a geofizikai módszerek fejlődésére nagy szükség van. De szükség van az egész kutatási szemlélet olyan irányú rugalmas módosítására, mely kihat a kapacitásárnyok és kutatási irányok, valamint a tervezési rendszer folyamatos korszerűsítésére is.

Nem tértem ki szándékosan részletesebben olyan közismert tényekre, mint a szénhidrogének népgazdasági jelentősége, a minket is erőteljesen érintő nyersanyag-áremelkedések, és az ennek kapcsán ránk háruló állami feladatok nagysága és nehézsége. Nem említettem azokat a kormányhatározatokat, melynek nyomán jelentős anyagi bázisai teremtődnek meg a szénhidrogénkutatások fejlesztésének, közte természetesen a geofizikai tevékenység intenzifikálásának.

Ki kell térnem azonban olyan jelenségekre, melyek azt mutatják, hogy van még tennivaló, nemcsak a geoműszaki, hanem a menedzser-vonalon is. A művelődési számítások, átértékelés, a hazai meglevő, ill. prognosztizált szénhidrogénvagyon „in situ” értéke, de egyszerűen annak a feltételezésnek valutaigénye, ha a jelenlegi évi 2 Mt hazai termelésű kőolajat és 5 – 5,5 Gm³ szénhidrogén-földgázt, valamint CO₂ gáztermelésünk anyagát meg kellene vásárolnunk, rámutat a hazai kutatások és bányászat igen komoly népgazdasági jelentőségére. Nem sikerült mindmáig azonban az ehhez kapcsolódó és előremutató érdekeltségi rendszert bevezetni. A népgazdaság iparilag hasznosítható, kitermelhető új sokmillió tonnát képviselő szénhidrogénkészletek felfedezését várja a szénhidrogénkutató geológusok, geofizikusok, fűró-, rezervoár-, vegyész-, gépészmérnökök, matematikusok, biológusok stb. és az e területen tevékenykedő, a megvalósítást, a kivitelezést, termelést végző munkáskollektíváktól – szakemberektől. Mégis a teljesítmények, a tevékenység alap-mérőszámai az ún. naturális mutatók, és nem tréfa, de így van, hogy a kutatási üzemek tevékenységének alap-mérőszáma a fűrt méter ma is és a KFH, NIM útján benyújtott logikus alapokon nyugvó, a kutatás fizikai-szellemi dolgozóira egyaránt

kiterjedő érdekeltségi szabályozók javaslatát nem sikerült elfogadtatni és bevezetni mindmáig, pedig a prognózisok szerint a még megtalálható készletek nagysága az eddig ismert és kitermelt szénhidrogénmennyiségekkel közel azonos, és ezt a készletet sokkal nehezebb körülmények között és gyorsabban kell felkutatnunk, mint a korábban megismertet. A könnyen megtalálható földtani alakulatokhoz kapcsolódó lelőhelyek fogytán vannak. Egyre bonyolultabb szerkezetek megkutatása áll előttünk. Ezek kimutatása, felismerése nehezebb, több munka, tökéletesebb műszer, módszer szükséges, tehát sok esetben a teljesítmények csökkenni, a költségek növekedni, relatíve is és abszolút értelemben is, ami világjelenség. A drágább eszközök pedig nem könnyítő-, vagy luxus-, hanem elengedhetetlen tételei a kutatási feladatok megoldásának.

Szokás életünk jelen szakaszát a számítógépek korszakának is nevezni. Tény, hogy ezek alkalmazása a geofizikában is döntő tényezővé vált. Ez azonban nem csökkenti a szakemberek közreműködésének jelentőségét, hanem minőségi változást jelent a feladatok megoldásában. A számítógépeken feldolgozott és bizonyos követelmények szerint rendszerezett adatok értelmezése, kiértékelése ma is tapasztalt szakembergárdát igényel. Szakemberek, a társtudományok szakembergárdáinak együttműködése nélkül nem érhetjük el a kitűzött céljainkat.

A geológia és a geofizika a kutatások minden fázisában szoros kölcsönhatásban van egymással. A felszíni geofizikai mérések területeinek kijelölése, a terület földtani információinak összegezése és a geofizikai feladatok megfogalmazása éppúgy geológiai feladat, mint közreműködni a földtani értelmezésnél. Ez a kölcsönös együttműködés és a tudományágak képviselőinek egymásrahatása, további eredményeinek elérésének záloga.

A felvillantott témakörök korántsem ölelik fel a geofizikai tevékenység valamennyi problémáját, de nem is ez volt a célom. Szerettem volna rámutatni azokra a sarkalatos csomópontokra, melyek megoldása véleményem szerint elengedhetetlen feltétel a geofizika, és ezt felülélen a komplex szénhidrogénkutatások hazai vonatkozású fejlődéséhez.

Könyvszemle

Fülöp József – Császár Géza – Haas János – J. Edelényi Emőke: A rétegtani osztályozás, nevezéktan és gyakorlati alkalmazásuk irányelvei. Kiadja a Magyar Rétegtani Bizottság, 1975. 1–32. old.

MÁFI hivatalos kiadvány.

A rétegtani osztályozás és nevezéktan széles körű egységesítésének problémája hosszú idő óta foglalkoztatja a nemzetközi geológus világot és annak kongresszusait. Az ezirányú munkálatok eredményeképpen kiadványok jelentek meg és a Nemzetközi Rétegtani Osztályozási Albizottság (ISSC) irányelveket dolgozott ki.

A jelen munka az ISSC (International Subcommittee on Stratigraphic Classification) kiadványaként megjelent „International Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Usage, Introduction and Summary” alapján készült. Az „Irányelvek” eredeti felépítésén a szerzők általában nem változtattak, a javasolt fogalmaknak az „Irányelvek”-ben használt angol megjelölését is megadták. A szó szerinti fordítás helyett a magyar rétegtani iskola szemléletmódját igyekeztek kifejezésre juttatni.

A szerzők leszögezik, hogy a rétegtani osztályozás, terminológia és eljárás javasolt megoldását nem lehet a rétegtannal foglalkozók számára kötelezően előírni. Arról van csak szó, hogy a stratigráfusok számára a széles nemzetközi fórumon 15–20 évi erőfeszítéssel kikristályosított elveket és meghatározásokat hozzáférhetővé tegyék a hazai geológusok számára.

T. G