

# **Általános Földtani Szemle**

29 • 2005



# Általános Földtani Szemle

A Magyarhoni Földtani Társulat  
Általános Földtani Szakosztályának  
folyóirata

*General Geological Review  
Journal  
of the Section for General Geology  
Hungarian Geological Society*

Főszerkesztő  
*Editor-in-Chief*

KÁZMÉR Miklós

**29**

Hantken Kiadó  
Budapest, 2005

A szerkesztőség címe:

Kázmér Miklós  
ELTE Őslénytani Tanszék  
1518 Budapest  
Pf. 120.  
<http://www.foldtan.hu>

Megjelent

a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Tröszt,  
a Magyar Geofizikusokért Alapítvány,  
és az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány

támogatásával

ISSN 0133 6339

Előfizetési díj 2005-re (két füzet jelenik meg):  
intézményeknek 4000 Ft + postaköltség,  
magánszemélyeknek 2000 Ft + postaköltség  
Megrendelhető: Hantken Kiadó, 1241 Budapest, Pf. 23.  
E-mail: [hantkenpress@hotmail.com](mailto:hantkenpress@hotmail.com)  
Honlap: <http://hantkenpress.fw.hu>

## Tartalom

UHRIN András	
Pliocén folyók szedimentológiai rekonstrukciója a Gödöllői-dombságon .....	5–23
PALOTAI Márton, MÁDLNÉ SZÖNYI Judit & HORVÁTH Ákos	
A budapesti Gellért- és József-hegy felszín alatti vizeiben mért radon- és rádiumtartalom lehetséges forrásai .....	25–40
KÖRÖSSY László	
Az Alföld délkeleti része kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei . I. rész .....	41–132

## Contents

UHRIN, András	
Reconstruction of Pliocene fluvial channels, Gödöllő Hills, Hungary .....	5–23
PALOTAI, Márton, MÁDL-SZÖNYI, Judit & HORVÁTH, Ákos	
Potential radon and radium sources for subsurface water of Gellért and József Hills, Budapest, Hungary .....	25–40
KÖRÖSSY, László	
Hydrocarbon geology of the southeastern Great Plain. Part I. ....	41–132



# Pliocén folyók szedimentológiai rekonstrukciója a Gödöllői-dombságon

## Reconstruction of Pliocene fluvial channels, Gödöllő Hills, Hungary

UHRIN András<sup>1</sup>

### Abstract

Following the infill of the Late Miocene Lake Pannon by huge deltaic systems a widespread alluvial plain was formed in the Pannonian Basin during Pliocene to Pleistocene. Thickness of this alluvial succession is over 600–700 m in the central parts of the basin. Quaternary uplift, however, has inverted the basin fill, thus along the rim of mountainous areas lacustrine deposits and parts of the fluvial systems are cropping out. Borehole data demonstrate that the bulk of these sediments is variegated silt and clay formed on floodplain. Sandy to gravelly channel fill deposits comprise a smaller volume. However, these crop out in several sand pits and road cuts, e. g. in the northern part of Gödöllő Hills. In the studied outcrops five facies units were described as follows: medium-grained trough cross-bedded sand, medium-grained sand with compound cross-bedding, small channel fills with parallel bedding to basal concavity, fine-grained cross-laminated sand, and massive silt to mud.

Significant fining upward is rare, but decreasing thickness of cross-sets is often present in sands, defining cycles of about 5 m height. Cycle boundaries are commonly drawn by strong cementation of sand. In some outcrops gently dipping lateral accretion surfaces were observed; together with cyclicity, they indicate point bar deposits of meandering rivers. Palaeocurrent directions were also determined; they show that these rivers flowed from northwest – from the uplifting North Hungarian Range – to southeast. From the facies units morphology of individual bars was reconstructed. Lateral accretion surfaces of point bars show the direction of bend migration. A compound cross-bedded sandbody proved to be a confluence bar, which was partially eroded later by a small bar-top channel.

Comparison with data from nearby boreholes and a 500 m long railroad cut has shown that channel fill sands are isolated within the fine sediments of floodplains, but amalgamation of 3–4 channel fill sandbodies is an abundant phenomenon, which can be the result of frequent avulsions and/or low subsidence rate. The depth of meandering rivers can be estimated as 5–8 m, but 2–3 m deep temporary channels also existed. Thin layers of sand within floodplain fines could have been deposited by crevasse splays.

In Isaszeg, the southernmost outcrop of the area, sandbodies built by transverse bars were recognized. Lack of silt and mud in a nearby borehole confirms that these sediments were deposited by a braided river with more unsteady discharge; based on the measured palaeocurrents this river flowed to northeast.

The reconstructed river courses seem to follow the axes of coeval anti- and synclines of the area, known from seismic sections.

### Összefoglalás

A pliocénben, a Pannon-tó feltöltődését követően lerakódott folyóvízi üledékeket vizsgáltam Gödöllő, Galgahévíz és Isaszeg térségében. A jelenlegi feltárásokban elsősorban keresztrétegzett homok különböző változatai fordulnak elő, de fúrási rétegsorok és egy archiv szelvény értékeléséből kiderül, hogy pélites üledékek is nagy mennyiségben jelen vannak.

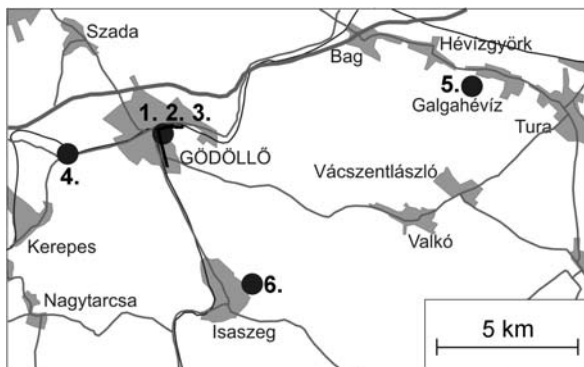
A feltárásokból rekonstruáltam azokat az üledékszerkezeteket ill. fizikai folyamatokat, amelyek a ma látható rétegformákat kialakították. Gödöllőn és Galgahévízen meanderező folyók kanyarulatainak fejlődése során kialakuló övzátonyokat, míg Isaszegen valószínűleg fonatos medrű folyó mederzátonyát lehetett azonosítani. A gödöllői Szabadság úti feltárásban a mederbe betorkolló másik vízfolyás által lerakott „torkolati” zátony is megjelenik. Az övzátonyokban észlelt belső eróziós felületek alapján az egyes kanyarulatok fejlődésének iránya is nyomon követhető volt. A fúrások és a gödöllői vasúti bevágás szelvényeiben az egyes homoktesteket – mederüledékeket – pélites ártéri üledékek választják el egymástól, de több helyen akár 3–4 egymás fölé települő medterest is összeolvad, ami gyakori avulzióra, illetve viszonylag

<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Történeti Földtani Tanszék, 1518 Budapest, Pf. 120.  
E-mail: uhrin-a@freemail.hu

lassú süllyedésre utal. A homoktestek és a feltárásokban látható üledékciklusok vastagsága alapján a folyók mélysége elérte az 5–8 métert. Ugyanakkor kisebb, 2–3 m mély medrek is kialakultak, a még vékonyabb homokbetelepülések pedig ártéri hordalékkelebek lehettek. A feltárásokban meghatároztam az egykori szállítási irányokat: ezekből kiderül, hogy a terület nagy részén az üledéket északnyugatról – az emelkedő Északi-középhegység felől – délkelet felé irányuló folyók rakták le, ugyanakkor az Isaszegen azonosított fonatos medrű, nagyobb esésű folyó vize északkelet felé haladt. A leírt jellegek és szállítási irányok a területre jellemző szerkezeti irányokkal is összefüggésbe hozhatók: úgy tűnik, a folyók az üledékképződéssel egyidőben formálódó szinklinálisok tengelyével közel párhuzamosan folytak.

## Kutatástörténet és földtani helyzet

A Gödöllői-dombság területének nagy részét borító negyedidőszaki üledékek (löss és futóhomok) fekéjében kereszttrétegzett homok található, amely elsősorban a dombság északi részének morfológiai magaslatain bukkan felszínre (általam vizsgált feltárásainak elhelyezkedése az 1. ábrán látható).



1. ábra. A vizsgált feltárások elhelyezkedése (1–3. Gödöllő, Szabadság úti feltárás, vasúti bevágás és fúrési szelvények; 4. Gödöllő és Kerepes közötti feltárás; 5. Galgahévíz; 6. Isaszeg).

Fig. 1. Location map of the studied outcrops (1–3. Gödöllő, Szabadság Road outcrop, railroad cut and borehole sections; 4. outcrop between Gödöllő and Kerepes; 5. Galgahévíz; 6. Isaszeg)

BÖCKH János (1872) ezt a képződményt is a pleisztocénbe sorolta; GÜLL Vilmos (1909) már az agyagból és homokból álló „pontusi üledékek” részeként említi. A gödöllői vasúti bevágás munkálatai során (1935–36) a homokból emlősmaradványok kerültek elő, ezek alapján MOTTL Mária (1939) levantei, tehát középső-pliocén kort határozott meg. GAÁL István (1946) ugyanezeket a leleteket alsó-pliocén korúnak tartotta, de a későbbi felülvizsgálatkor (1953) alsó- és középső-pliocén formákat egyaránt meghatározott. Tehát ha az üledék viszonylag rövid idő alatt rakódott le, akkor keletkezése a középső-pliocénre vagy még későbbre tehető. Legutóbb KORDOS László (1990) erősítette

meg a fossziliák alsó-középső-pliocén korát, hozzátéve, hogy ez a lelet nem feltétlenül fedi le a képződmény teljes időbeli kiterjedését.

SZENTES Ferenc (1943) említi először a homok kereszttrétegzettségét; az eltérő ősmaradványanyag mellett ez alapján különítette el a „levantei homokot és agyagot” a tőle északnyugatra felszínre kerülő párhuzamos rétegzettségű – idősebb, tavi eredetű – felső-pannoniai üledékektől.

Az addigra egyértelműen pliocén korúnak és folyóvízi eredetűnek minősített kereszttrétegzett homokról PÉCSI (1958, 1959) megállapította azt is, hogy vastagsága Gödöllő–Isaszeg vonalában a legnagyobb (50–200 m). Szerinte ez a terület még a pliocénben is folyamatosan süllyedt, így maga felé vonzotta a vízfolyásokat. Ugyanakkor feltételezte, hogy képződése óta a homok nagy mértékben lepusztult. Jelenlegi elterjedését PÉCSI az utólagos cementációval magyarázza: eszerint a mai dombhákat az erősen cementálódott részek alkotják.

JÁMBOR Á. és munkatársai (1966) a kereszttrétegzett homokot ismét nagy vízhozamú folyó üledékeként írták le, keletkezését pedig a felső-pliocénbe helyezték. A jelenleg érvényes beosztás alapján a Pannon-tó feltöltődését követően, de még a pliocénben lerakódott folyóvízi üledékek – így az általam vizsgált képződmények is – ezen a területen a Nagyalföldi Tarkaagyag Formációba sorolhatók. (GAJDOS & PAPP 1997). A legutóbbi években FODOR és munkatársai (2001; in press) szeizmikus szelvények alapján a terület szerkezeti vonásait vizsgálták; a Gödöllői-dombság északi részén jellemzően észak-északnyugat–dél-délkeleti csapású normálvetőket és a vetőkhöz kapcsolódó antiklinálisokat állapítottak meg. Szerintük az említett szerkezetek már a késő-miocén előtt létrejöttek, de később reaktiválódtak.

Munkám célja az volt, hogy meghatározzam a pliocén folyóvízi üledékek rétegformáit kialakító folyamatokat, az egykori folyók jellegét és folyásirányát, ami alapján a terület ősföldrajzáról kaphatunk képet.

## A feltárások leírása

### Gödöllő, Szabadság úti feltárás

A feltárás egy rövidebb (15 m) nyugat-keleti, valamint egy 50 m-es észak-déli falból áll. A mérések,

rajzok, szelvények a fal legjobban látható alsó 4 méteréről készültek (2. ábra).

Az itt megjelenő homok változatos mértékben meszesen cementált. Az erős cementáció helyenként az észleléseket is megnehezítette. Ugyanakkor a

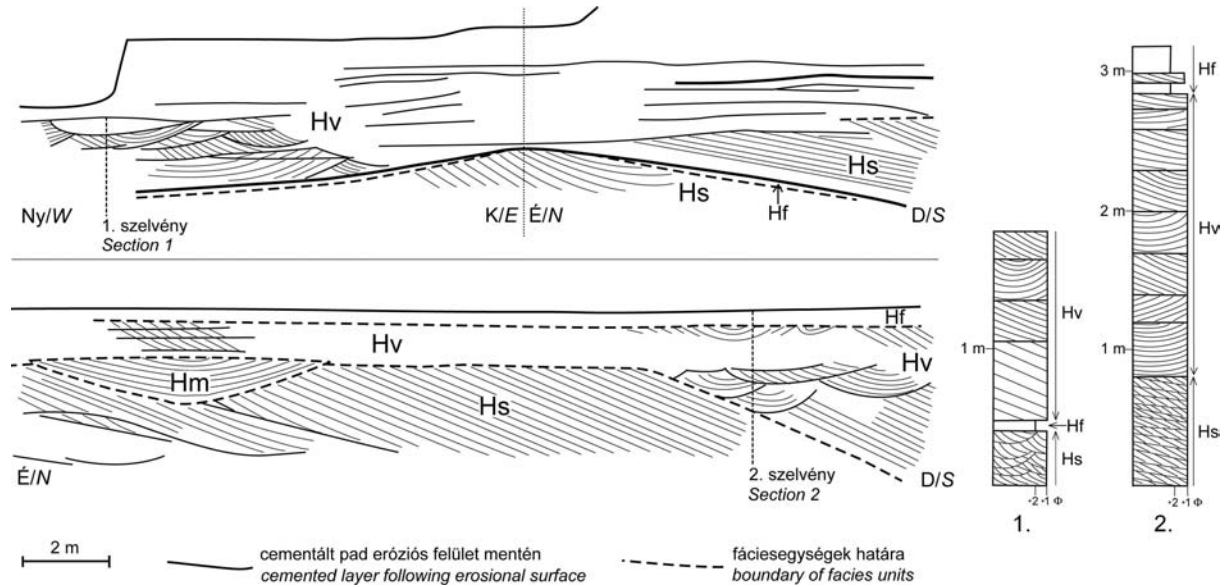


cementált padok jellemzően a nagyobb léptékű üledékformákat követik, elősegítve azok felismerését.

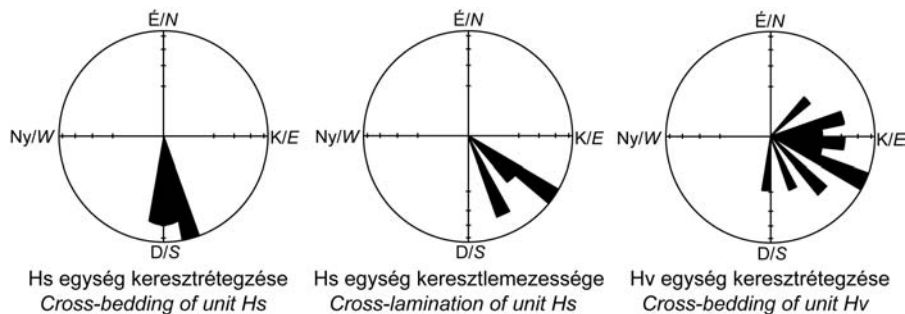
Az egyik legszembevetőbb cementált pad a két fal találkozásánál 2 m magasságban jelenik meg, innen látszólag Ny-i és D-i irányba is kb. 10°-os szögben (valójában DNy-ra, kb. 15°-ban) dől. Egy másik, vízszintes cementált szint az É-D-i fal felső

részén, kb. 4 m magasságban húzódik végig (2. ábra), utóbbi osztja két nagyobb egységre a feltárást. Ez a két pad egyben eróziós felületnek is tekinthető, mivel láthatóan mindkettő elmettzi a később leírt keresztlemezes, aprószemcsés homok alsó határát.

A szemcseméret és az üledékszerkezetek alapján négy fáciesegységet különítettem el.



2. ábra. A gödöllői Szabadság úti feltárás vázlata, szelvényei és fáciesegységei.  
 Fig. 2. Sketch, sections and facies units of Szabadság Road outcrop, Gödöllő



3. ábra. Szállítási irányok a Szabadság úti feltárásban.  
 Fig. 3. Palaeocurrent data in Szabadság Road outcrop

Hv: vályúsan kereszttrétegzett középszemcsés-aprószemcsés homok

Uralkodóan 0,25–0,5 mm átmérőjű szemcsékből áll, de csak közepesen osztályozott: sok 0,1–0,2 mm-es szemcsét is tartalmaz. A szemcsék gyengén koptatottak, anyaguk nagyrészt kvarc, de földpát, muszkovit és biotit is azonosítható. A két fő cementált pad között ez a típusú homok látható a legnagyobb felületen, a feltárás felső, nehezebben elérhető részén pedig csak ezt lehetett azonosítani. Az egyes kereszttrétegzett kötegek – vályúk – magassága 10 és 60 cm közötti, szélességük 0,5–5 m

közé esik. A kötegek egy része a szimmetrikus „vályú” forma helyett ék alakú (2. ábra), ami valójában ugyanannak az üledékformának (hajladozó gerincű dűnéknek) az egykori szállítási iránnyal kis szöget bezáró metszete (vö. RUBIN, 1987). A szállítási irányok uralkodóan K–DK-iek (3. ábra).

A vályúsan kereszttrétegzett homokban két ciklust lehet elkülöníteni, ezek közül az alsó (a vízszintes cementált pad alatti) figyelhető meg jól. Ebben felfelé haladva az üledékformák mérete – a kötegvastagság – egyre kisebb; legfelső részén már a szemcseméret is csökkenni kezd, a 0,5 mm körüli szemcsék megritkulnak. Ezzel párhuzamosan a szállítási irányok egyre nagyobb szórást mutatnak,

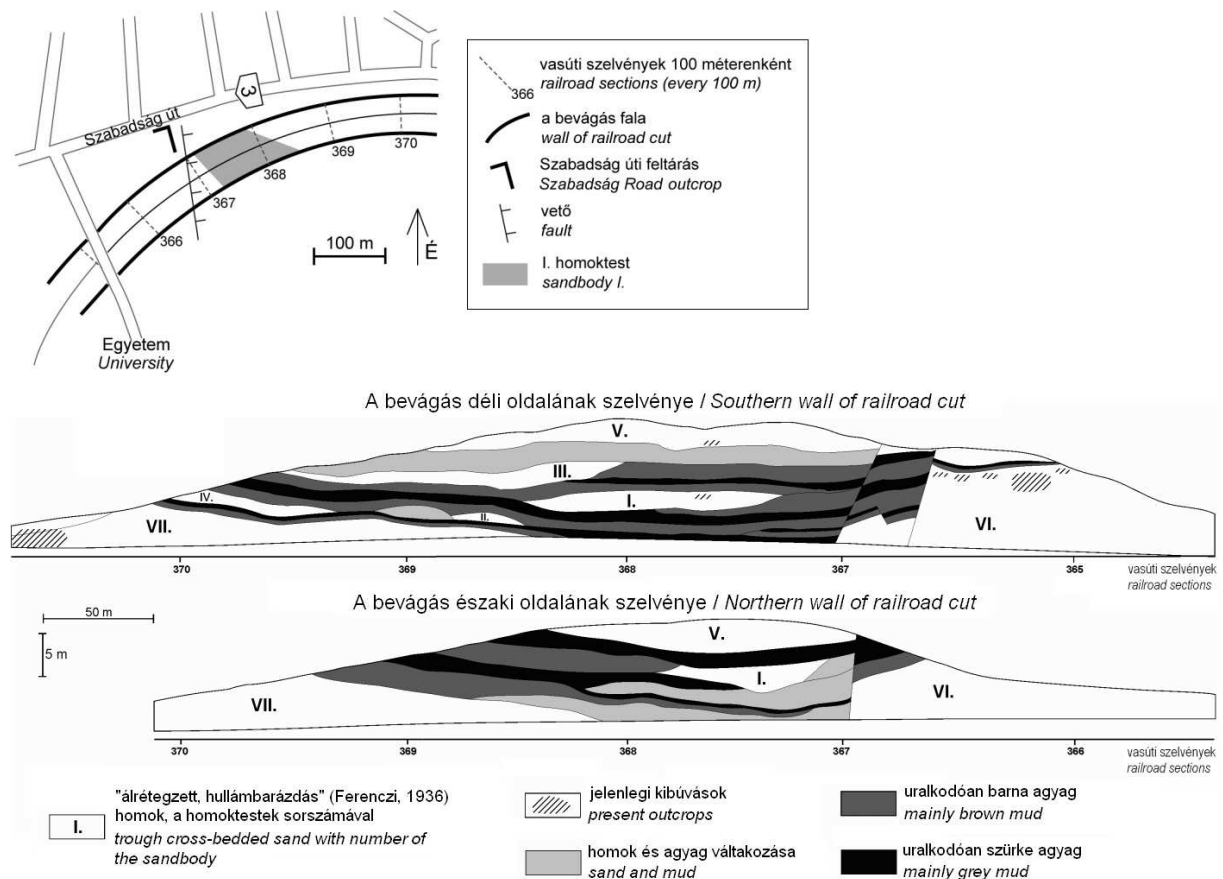
már ÉK-i és D-i irány is előfordul. A felső cementált pad felett újból nagyobb méretű, vályúsán kereszttrétegzett kötegek jelennek meg, melyekben a kereszttrétegzés az előbbiektől kissé eltérő irányban, D–DK felé dől. Ez egy újabb, hasonló ciklus alsó részeként értelmezhető.

Hs: *sík-táblás kereszttrétegzésű közepszemcsés-aprószemcsés homok*

Szemcsemérete és ásványos összetétel alapján nem különül el a vályúsán kereszttrétegzett homoktól (Hv). A feltárás észak-déli falának északi részén jelenik meg egy 30 m széles, legalább 2 m vastagságot elérő homoktestben. Ez lefelé még az alsó cementált pad, ill. az ott közbetelepülő néhány cm vastag keresztlemezes, aprószemcsés homok alatt is folytatódik, de alsó határa már nem állapítható meg. Felülről vízszintes eróziós felület határolja (2. ábra), e

felett már vályús kereszttrétegzés figyelhető meg. Egy nagyméretű (1 m magas, 8 m széles) vályúszerű forma a homoktesten belül is megjelenik, ám sajátos jellemzői miatt ezt külön fáciesegységbe (Hm) soroltam.

A sík-táblás kereszttrétegzésű homok mellső lemezei 2–5 cm vastagok, 15–20°-os szögben dőlnek, és lefelé a vízszinteshez hajlanak. A mellső lemezek dőlésirányai 170° körüliek, ugyanakkor összetett belső szerkezetet – vályús kereszttrétegzést – is mutatnak. Utóbbit a dűnék mellső lemezein vándorló áramlásfodrok építhették fel. A keresztlemezek dőlésadatai a kereszttrétegzéstől kissé eltérők, 128–155° közé esnek (3. ábra). Habár a rétegek litológiai jellemzőiben és dőlésirányaiban nincsenek számottevő különbségek, a homoktest nem teljesen egységes: néhány méterenként a kereszttrétegzéssel megegyező irányban dőlő, de azt kis szögben metsző eróziós felületek szakítják meg a rétegek folytonosságát.



4. ábra. A gödöllői vasúti bevágás szelvényei (FERENCZI, 1936 nyomán).

Fig. 4. Sections of railroad cut, Gödöllő (after FERENCZI, 1936)

Hm: *közepszemcsés, tál-formájú homoktest*

Közepesen osztályozott, szemcséinek legnagyobb része 0,5 mm körüli. Néhány szemcse átmérője eléri az 1 mm-t, de 0,1–0,25 mm közöttiek is előfordulnak. A már említett vályúszerű formát tölti ki; alulról éles, konkáv eróziós felület határolja, ez választja el a Hs, illetve – a legfelső, néhány cm

magas szakaszon – a Hv fáciesegységtől. Felső határa szintén eróziós, de közel vízszintes felület. Rétegei 0,5-1 cm vastagságúak, belső szerkezetük nincsen, lefutásuk az alsó eróziós felülettel párhuzamos (2. ábra). A forma szimmetriatengelyében mért dőlésirányuk 75°, dőlésszögük 29°, tehát a szállítási irány kissé eltért a többi egységre jellemző K–DK-i iránytól.

Mivel a forma jóval nagyobb a *Hv* fáciesegységbe tartozó vályúknál, és azokkal ellentétben erőteljesen bevágódik az alatta lévő rétegekbe, keletkezését is másként értelmeztem: itt valószínűleg egy, a *Hv* fáciesegység képződésének idején bevágódó mederszerű mélyedés kitöltését látjuk.

Hf: keresztlemezes aprószemcsés homok

Szinte kizárólag 0,1–0,25 mm-es szemcsékből áll. Egy 2–5 cm vastag rétege közvetlenül az alsó cementált pad alatt, azt hosszan követve húzódik, és a felső pad alatti 50 cm-ben is megjelennek hosszan elnyúló, 10–20 cm vastag keresztlemezes, finomszemcsés szintek. Az ezeket felépítő rétegek 1–2 cm magasak, 3–5 cm szélesek, tehát áramlásfodrok építhették fel őket (ALLEN, 1980), az előző fáciesegységekhez képest lényegesen kisebb vízmélység és/vagy erősen lecsökkent áramlási sebesség mellett képződhettek. A fáciesegységben néhol kúszófodrok is megjelennek: eszerint időnként igen bőségesé vált az üledék utánpótlása, jóval több anyag rakódott le, mint amennyi erodálódhatott (ALLEN, 1980).

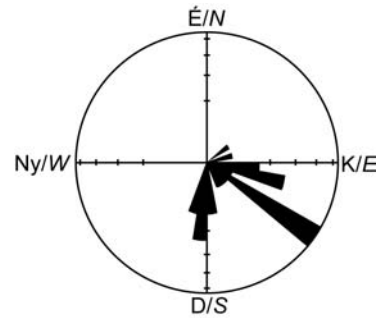
Összegzésként megállapítható, hogy a feltárásban mérhető szállítási irányok viszonylag kis szórással K-DK felé mutatnak (3. ábra: *Hs* egység keresztlemezsége ill. *Hv* egység kereszttrétegzése). A *Hs* fáciesegység nagyobb léptékű kereszttrétegzése ettől eltérően D felé dől: ez a zátonygyarapodás irányát jelezheti, ami eszerint itt nem esett egybe a víz folyásirányával.

### Gödöllő, vasúti bevágás

A város belterületén – a Szabadság úti feltárástól alig 100 méterre – lévő bevágásban az eddig említett feltárásokhoz képest jóval nagyobb felületen váltak láthatóvá a pliocén üledékek. Ezt a rétegsort – még az építési munkálatok idején – FERENCZI István (1936) dokumentálta (4. ábra). A feltárásból mára csak néhány folt maradt vizsgálható.

Ezekben a foltokban vályúsan kereszttrétegzett homokot találtunk, amelynek szemcsemérete és ásványos összetétele megfelel a közeli Szabadság úti feltárás *Hv* fáciesegységének. FERENCZI szelvénye alapján ugyanakkor az üledéket nagyrészt agyag alkotja; ennek közel vízszintes rétegei közé települnek be 1–5 méter vastagságú, 30–130 méter széles homoklencsék. A homok ennél nagyobb vastagságban csak a bevágás két végének közelében jelenik meg. Keleten az említett homokbetelepülés agyag alatti, legalább 7,5 m vastagságú homokréteg bukkan ki; nyugaton az agyagos rétegeket vető szakítja meg, ettől Ny-ra tárt fel a bevágás 15 m vastagságban homokot, melyben csak egyetlen, maximálisan 1 m vastag agyagos szint található. (Elhelyezkedése alapján ezzel a homoktesttel korrelálható a Szabadság úti feltárás.)

Az agyagon belüli legjelentősebb homokbetelepülés (4. ábra, I.) a bevágás mindkét oldalán megjelenik. Szélessége az északi falon 70, a délin 130 m; legnagyobb magassága 5 m. Alulról homorú eróziós felszín, felülről közel vízszintes felület határolja. Hasonló homoklencse (II.) található a déli fal alsó részén, a 368+60 vasúti szelvényénél is, ám ez kisebb méretű, és a bevágás szemközti falán nincs vele azonosítható képződmény. Szintén csak a déli falon jelenik meg két hosszan elnyúló, de csak 1–2 m vastag homokréteg (III., IV.).



VI. homoktest kereszttrétegzése  
Cross-bedding of sandbody VI.

5. ábra. Szállítási irányok a vasúti bevágás VI. homoktestjében.

Fig. 5. Palaeocurrent data in sandbody VI of railroad cut.

A leírtak közül jelenleg csak az I. homoktest anyaga jelenik meg egy foltban a felszínen. A szállítási irány itt D–DK-i. Szintén csak egy foltban vizsgálható a feltárás középső szakaszán az agyagos rétegeket fedő vastagabb homokréteg (V.); ebben K–DK felé dől a kereszttrétegzés. Jobban feltárt részek található a bevágás két vége közelében; az ottani nagy vastagságú homoktestekben több helyen 5–10 méter széles foltokban bukkan felszínre az üledék.

A vetőtől nyugatra lévő (VI.) homoktestet cementált padok tagolják. Ezek vastagsága 10 cm és 1 m közötti, felületük megközelítőleg sík, és jellemzően DNy felé dől. A padokban az üledékszerkezet rosszul látható, de a vályús kereszttrétegzést azonosítani lehet. A köztük lévő lazább üledékben a kereszttrétegzés dőlésiránya is mérhető, ami uralkodóan DK-i, viszonylag nagy szórással (az adatok 56° és 190° közé esnek).

Ebben a homoktestben néhol más üledékformák is megjelennek. A 366+20 szelvényénél, 5 méterrel a fal teteje alatt egy igen nagy méretű – 10 méter széles, 1 méter magas – vályúszerű forma található. Ez az alakzat a Szabadság úti feltárás *Hm* fáciesegységéhez hasonló; kereszttrétegzésének dőlésiránya (a forma szimmetriatengelyében mérve 163–165°) jól illeszkedik a környező kisebb kötegek dőlésadatai közé. A 366+30 szelvényénél feltárt vályúsan kereszttrétegzett kötegek felett egy 15–20 cm vastag, aprószemcsés, kúszófodrokból felépülő, sík felületekkel határolt szint található, ami a Szabadság úti feltárás *Hf* fáciesegységébe sorolható. Közvetlenül e felett a feltárás egy kiugró (keményebb) paddal ér

véget, ami az 1936-ban készült szelvény alapján a homoktesten végighúzódnó agyagréteg alsó részének felelhet meg.

A vasúti bevágás K-i végénél lévő vastag homoktest helyén kizárólag a *Hv* fáciesegységnek megfelelő – vályúsán kereszttrétegzett – homok jelenik meg, mely csak gyengén cementált; kereszttrétegzésének dőlésirányai  $115^\circ$  és  $205^\circ$  közé esnek (5. ábra).



6. ábra. Homokkőrétegek kibukkanása Gödöllő és Kerepes között.

Fig. 6. Outcropping beds of sandstone between Gödöllő and Kerepes.

### Gödöllő és Kerepes közötti feltárás

A 3-as főút mogyoródi elágazásától Gödöllő irányában 500 méterre az útbevágás mindkét oldalán erősen cementált homokkőrétegek bukkannak felszínre (6. ábra). Az erős cementáltságtól eltekintve az anyag litológiai jellemzői megfelelnek a Szabadság úti feltárás *Hv* fáciesegységének. Az üledékszerkezet is hasonló: a jobb feltártságú szakaszokon egyértelműen vályús kereszttrétegzés látható, 10–40 cm magasságú vályúkkal.

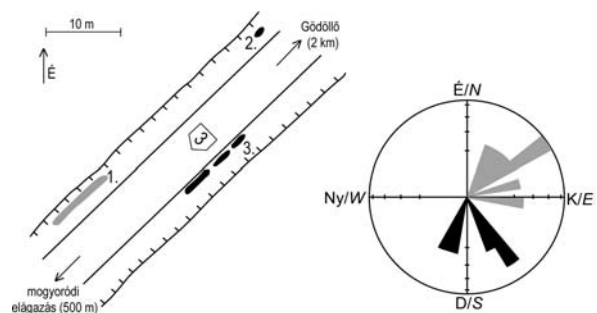
A bevágás ÉNy-i oldalán látható vályúkban (7. ábra, 1.) a kereszttrétegzés dőlésirányai uralkodóan ÉK-iek, szórásuk viszonylag csekély. Az út ugyanezen oldalán egy, az előbbi kibúvástól 30 m-rel ÉK-re lévő rétegfeljen (2.)  $193^\circ$ -os dőlésirányt mértem.

A bevágás túloldalán (3.) csak néhány cementált pad kerül felszínre. Ezek szintén kereszttrétegzettek, habár a vályúk nem azonosíthatók biztosan; a dölések az előbbi rétegfeljhez hasonlóan dél felé mutatnak.

### Galgahévíz

A feltárás a településtől délkeletre, a Bikatóhoz vezető út mellett található (8. ábra). Az ÉK–DNy-i csapású, 150 m hosszú, 5–10 m magas falat (I. fal) részben növényzet és törmelékfolyások borítják, így csak három különálló szakaszát lehetett vizsgálni. Ezen a falon a homok nagy része gyengén vagy

egyáltalán nem cementált. Előfordulnak ugyan erősebben cementált padok is, de ezek vékonyak (5–10 cm), legfeljebb néhány méter hosszúak, és alig kapcsolódnak az üledékszerkezetekhez.



7. ábra. A Gödöllő és Kerepes közötti feltárás térképvázlata és szállítási irányai (a szürke szín az 1., a fekete a 2. és a 3. kibúvás adatait jelzi).

Fig. 7. Sketch-map and palaeocurrent data of the outcrop between Gödöllő and Kerepes (grey: data of outcrop 1, black: data of outcrop 2 and 3).

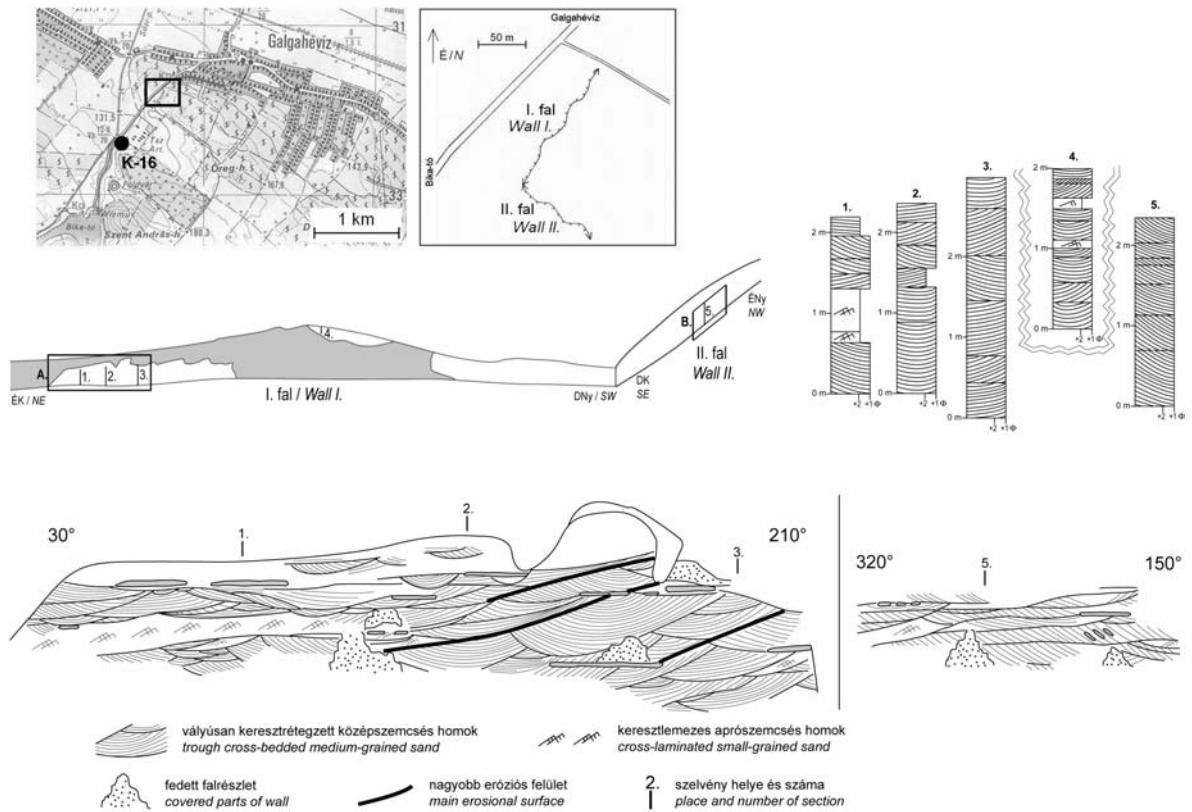
A feltárás délkeleti részén egy 80 m hosszú ÉNy–DK-i csapású fal (II. fal) látható. Ennek anyaga erősebben cementálódott, de egyéb tulajdonságaiban a két fal anyaga azonos. A litológiai jellemzők és a rétegfalak alapján az alábbi két fáciesegységet lehet megkülönböztetni (a gödöllői feltárásnál használt kategóriákat és jelöléseket követve):

*Hv*: vályúsán kereszttrétegzett közepszemcsés homok

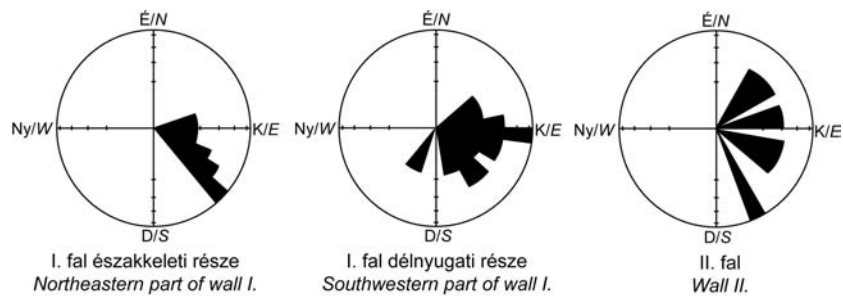
A feltárt rétegsor fő tömegét ez a fáciesegység adja. Szemcséi rosszul koptatottak, közepesen osztályozottak. Köztük kevés földpát és csillám mellett a kvarc kimagaslóan a leggyakoribb. Az átlagos szemcseméret 0,25–0,5 mm, de néhol – egyes kisebb kereszttrétegzett kötegekben – csak 0,2 mm körüli. A legnagyobb kötegekben ugyanakkor a 0,5–1 mm átmérőjű szemcsék is viszonylag gyakoriak. A vályúk magassága 10 és 120 cm között, szélességük 0,5 és 4 m között alakul, de méretük változása a legtöbb helyen nem mutat szabályosságot: egymás fölé vagy mellé egészen eltérő nagyságú formák települhetnek. Mégis valószínű, hogy a feltárást két egymásra települő üledékciklus alkotja. A legnagyobb vályúk ugyanis az I. fal legalsó részén vannak; 4–5 m magasságban már a kisebbek válnak jellemzővé (8. ábra). Ezt felfelé egy teljesen növényzettel borított szakasz követi, ami finomabb szemcseméretű üledékre is utalhat, de közel függőleges lévén megközelíthetetlen. A fal felső részén, ahol a rétegek újra láthatóvá válnak, ismét megfigyelhető, hogy a kötegvastagság felfelé némileg csökken. Az I. falon sok helyen megfigyelhető, hogy a vályúk – habár a szállítási irányra közel merőleges metszetben látjuk őket – nem szimmetrikusak: délnyugat felé hosszabban elnyúlnak, míg északioldali oldaluk erodálnak látszik. A II. falon – ami a szállítási iránnyal nagyjából párhuzamos csapású – elsősorban közel vízszintes felületekkel határolt, 20–100 cm

vastag ék alakú kötegek jelennek meg, melyek 5–20 m távolságon belül ékelődnek ki (8. ábra). A rétegeken belül 20–30° dőlésszögű, gyakran tangenciális kereszttrétegzés látható. Ezek keletkezését a vályús

kereszttrétegzéssel azonos módon lehet magyarázni, a különbség oka csak a feltárás eltérő iránya (cf. RUBIN, 1987)



8. ábra. A galgahévízi feltárás helye, vázlata, részletrajzai és szelvényei.  
 Fig. 8. Location, sketch, details and sections of Galgahévíz outcrop



9. ábra. Szállítási irányok a galgahévízi feltárásban.  
 Fig. 9. Palaeocurrent data in Galgahévíz outcrop.

A feltárás északnyugati részén a kereszttrétegzés vályúkban mért dőlése egységiesen K–DK-i (9. ábra). A délkeleti szakaszon is ez az uralkodó irány, de a változékonyság megnő: 55° és 210° közötti adatokat mértem, és két egymással szomszédos vályú között is előfordulnak 90° feletti eltérések. A II. falon lévő rétegekben szintén kelet-délkeleti irányokkal találkozunk, hasonlóan nagy szórással. Az egymással szomszédos vályúk alsó, konkáv felületei néhol több méter hosszú, egyenes eróziós felületeket jelölnek ki (8. ábra), de ezek nem tagolják egyértelműen

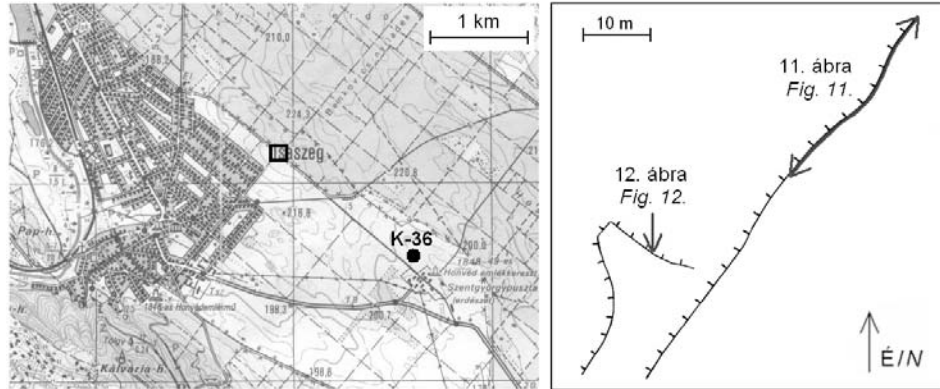
különálló részekre a fáciesegységet. Az említett felületek 10–20°-os szögben É–ÉK felé dőlnek; ez jellemző a vályúsan kereszttrétegzett homok és a közbetelepülő, Hf fáciesegységbe tartozó rétegek legtöbb határfelületére is.

Hf: *Keresztlemezes homok*

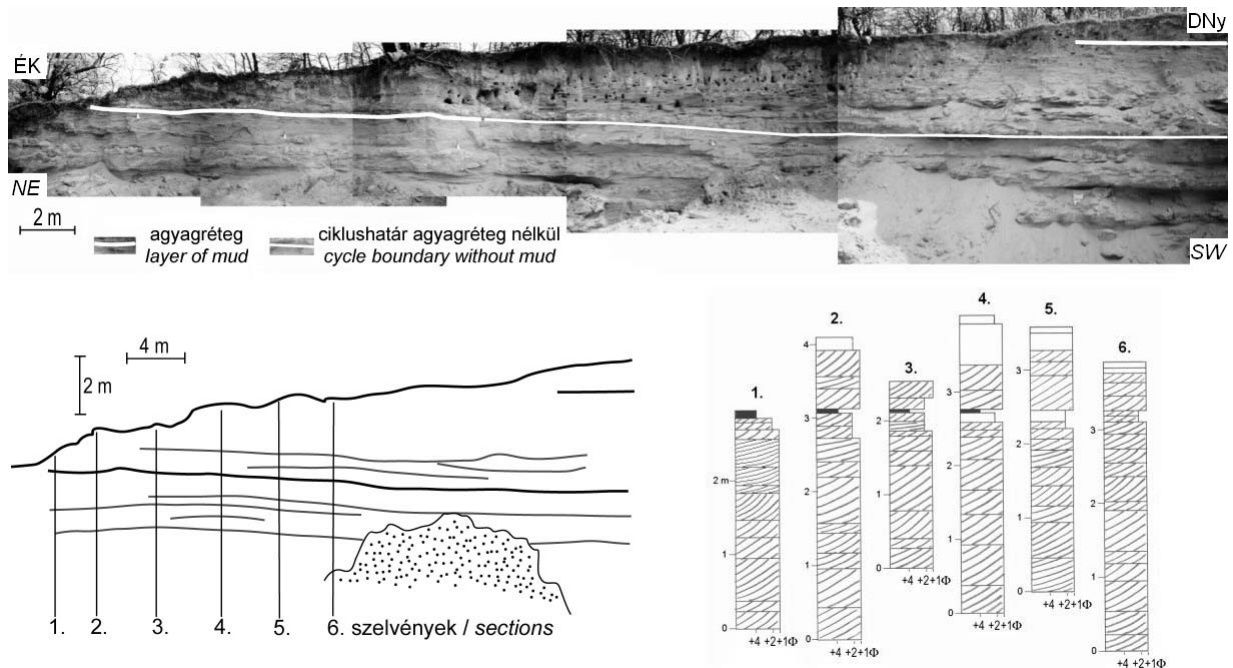
Anyaga elsősorban aprószemcsés (0,1–0,25 mm szemcseátmérőjű), közepesen osztályozott homok. A feltárás legfelső részén előfordul olyan

réteg is, ami a *Hv* fáciesegységgel megegyező anyagból épül fel, ám keresztlemez, és lemezeinek felszínét 1–2 mm vastag aleuritpel borítja. A keresztlemez rétegek elhelyezkedése szabálytalan, a feltárás minden részén betelepülnek a *Hf* egység üledékformái közé. A legtöbb ilyen réteg 5–20 cm vastagságú és 1–2 m távolságon belül kiemelkedik, de a

feltárás alsó részén 30–50 cm vastag, akár 10 méteren át követhető keresztlemez szintek is láthatóak (8. ábra). Az egységet felépítő keresztlemez kötegek a legtöbb helyen 1–3 cm magasságú kúszódombok, melyek jelenléte nagymértékű üledék-utánpótlásra utal.



10. ábra. Az isaszegi feltárás térképvázlata  
Fig. 10. Sketch-map of Isaszeg outcrop.



11. ábra. Az isaszegi feltárás fényképe, túlmagyisított vázlat és szelvényei.  
Fi. 11. Photo, exaggerated sketch and sections of Isaszeg outcrop.

### Isaszeg

A településtől keletre, a 10. ábrán jelölt helyen található egykori homokbánya 2003 nyara óta nagyrészt feltöltésre került. Az eredeti bányafal (11. ábra) ÉK–DNy-i csapású, 60 m hosszú, ÉK-i részén 3–4 m, DNy-i részén 10 m magas volt. Közélemben

több kisebb, erre nagyjából merőleges csapású fal is található. A feltárás anyaga nagyrészt gyenge cementáltságú homok, melyet 10–80 cm vastag, közel vízszintes, erősen cementált padok tagolnak. Ettől a – valószínűleg utólagos – jelenségtől eltekintve a homok viszonylag homogén, különösen az előző feltárásokhoz viszonyítva, így egyetlen fáciesegységbe soroltam. A másik egységet az alárendelten megjelenő pélites üledékek alkotják.

### Hv: vályúsan kereszttrétezett homok

Sok 0,5 mm körüli átmérőjű szemcsét tartalmaz, de helyenként – az üledékformák méretcsökkenésével párhuzamosan – az átlagos szemcseátmérő is lecsökken: itt 0,25 mm körüli érték a jellemző, sőt egy-két rétegben aprószemcsés homok is megjelenik. Közepesen osztályozott, rosszul koptatott; elsősorban kvarc-, kisebb mértékben csillám- és földpátszemcsék alkotják. Az ÉK–DNy-i csapású falat vizsgálva az egységet 10–60 cm közötti vastagságú, közel vízszintes felületekkel határolt rétegek építik fel. A kevésbé vastag rétegek 2–5 m, a vastagabbak 10–20 m hosszúságúak; oldalirányban elvékonyodnak, majd kiékelődnek. Az egyes rétegeken belül tangenciális kereszttrétegzés figyelhető meg (11. ábra). A mellő lemezek vastagsága 0,5–1,5 cm; dőlésirányuk ÉK (kivételesen É vagy K) felé mutat. A kötegvastagság alulról felfelé haladva eleinte szabálytalanul ingadozik, majd a felső 70–80 cm-es szakaszon már csak kisebb (10–30 cm) vastagságú kötegeket találunk. Ezekben néhol már a szemcseméret is lecsökken, megjelenik az aprószemcsés homok. Legfelül, az üledékciklust lezárva 5–10 cm vastag agyagréteg (*Fk* fáciesegység) települ a fal ÉK-i, kb. 20 méteres szakaszán. Ettől DNy-ra ez a réteg hiányzik, de vonalának folytatása itt is új üledékciklus kezdetét jelzi. A kereszttrétezett homok rétegei e vonal felett ismét elérik a 30–50 cm vastagságot, a szemcsék nagysága pedig a 0,5 mm-t, változatlanul ÉK-i szállítási irányokkal, majd felfelé újból elkezdődik a rétegformák és szemcsék méretének csökkenése. Közben több helyen megjelennek 1–2 cm vastag aleuritszintek, majd – a ciklus alsó határánál 3 m-rel magasabban – egy, az előbbihez hasonló agyagréteg. A „vízszintes” réteghatárok két helyen enyhén meghajlanak (ez jól látható a 11. ábra túlmagasított vázlatán), így a feltárás középső harmadában 3–4°-os szögben a szállítási iránnyal szemben, DNy felé dőlnek. Ugyanakkor az egymás feletti határvonalak mindvégig párhuzamosak maradnak.

A fő bányafalra merőleges csapású feltárásokban ugyanezek a képződmények más metszetben tanulmányozhatók. Itt vályúsan kereszttrétezett kötegeket látunk, ezek egyikében egy 5–15 cm vastag aleuritréteg is látható. Valószínű, hogy Isaszegen is a vályús kereszttrétezésű homok szállítási irányra merőleges és azzal párhuzamos metszete alkot látszólag különböző üledékformákat.

### Fk: agyag- és aleuritrétegek

A legjelentősebb ide tartozó szint a feltárás alsó üledékciklusának legfelső rétege. Ez a réteg 5–10 cm vastagságú; sötétbarna agyag alkotja makrofauna nélkül, kevés szenesedett növényi törmelékkal. Tartalmaz 1–4 cm-es meszes gumókat is; hasonló gumók a homokban is előfordulnak, ám kizárólag az

agyagréteg feletti 20 cm-ben. Hasonló jellegű a második üledékciklust felülről lezáró, kb. 5 cm vastag réteg is. A második ciklus homokrégei közé települő, általában csak 1–2 cm vastag rétegeket aleurit alkotja. Ezek a rétegek oldalirányban néhány méteren belül elvégződnek, lepelként burkolva a homok kereszttrétezett kötegeit. Az említett rétegeken túl kevés sötétbarna, mészkonkréciós, szerves anyagban dús agyag a *Hv* fáciesegységben, egyes vályúk kitöltéseként is megjelenik (12. ábra).



12. ábra. Vályús kereszttrétezésű homok (*Hv* fáciesegység) az isaszegi feltárásban, melynek formáját az áramlás szünetében kiülepedő aleurit is megőrizte.

*Fig. 12. Trough cross-bedded sand (Hv unit) in Isaszeg outcrop, with silt settled during a pause of flow.*

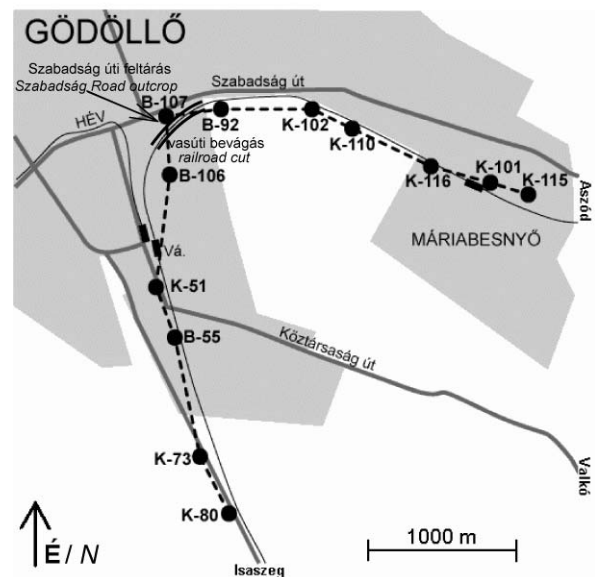
## Gödöllő, fúrások

Gödöllő környékén nagy számú vízkutató fúrás harántolta a pliocén homokot kvarter fedő nélkül vagy csak néhány méter vastag kvarter fedő alatt. A vizsgált fúrásokat (13. ábra) úgy választottam ki, hogy azok két, egymásra közel merőleges szelvényre illeszkedjenek. A fúrások egymástól nagyjából 500 m távolságra esnek, talpmélységük legalább 90–100 m. Kivételt jelent a 40 m mély B–107 jelű fúrás, melynek jelentősége, hogy a Szabadság úti feltárás közvetlen közelében mélyítették.

A 14. ábrán látható rétegsorok meghatározásához a fúrások leírása mellett a karotázsszelvényeket használtam fel, ellentmondásos esetekben az utóbbit vettem alapul. Megállapítható, hogy a területen az üledék felső 100 méterét közel egyenlő arányban építi fel homok és pélit; a nyugat-keleti irányú szelvény Ny-i részén (B–92, K–102 és K–110 jelű fúrások) a pélit kissé túlsúlyba kerül.

Szinte az összes fúrásban található egy vagy több 10–30 m vastag homokréteg, ezeket helyenként kis – 1–2 m – vastagságú agyagosabb vagy pélitből álló szintek szakítják meg. A vastag homokrégek között az üledéket nagyrészt pélit alkotja, de ezek a szakaszok kevésbé homogének: viszonylag sok 1–3 méter vastagságú, durvább szemcseméretű üledéktest is közbetelepül. Az utóbbi egységek még a szomszédos fúrásokban sem azonosíthatók egymással,

oldalirányban tehát kis kiterjedésűek: méretük és elhelyezkedésük alapján valószínű, hogy hasonlóak a vasúti bevágás középső, agyagos részén belül megjelenő kisebb homoktestekhez. Ugyanakkor a vastag homokrétegeket néhol akár 500–1000 m távolságban is követni lehet: például a K–116 fúrásban 127,7 és 143,6 m tengerszint feletti magasság között lévő homok valószínűleg megfelel a K–101 fúrásban 126,8–141,8 m közé eső rétegnek, illetve a K–110, K–116, K–101 és B–115 jelű fúrások 100–105 méteres magasságban kezdődő homokszintjei is azonos réteget jelezhetnek. Az észak–déli szelvényben az egyes fúrások rétegsorait kevésbé lehet megfeleltetni egymásnak, de a K–51 fúrásban 106,3–122,3 m között lévő homokszint a B–55 fúrás 106,5–122,3 m közötti rétegében folytatódhat.



13. ábra. A vizsgált gödöllői fúrások elhelyezkedése és a szelvények nyomvonala.

Fig. 13. Location map of the studied boreholes and sections in Gödöllő.

1. táblázat. A feltárásokban azonosított fáciesegységek.

Table 1. Facies units identified in the outcrops.

Litofácies	Kód	Litofácies fő jellemzői	Értelmezés	
			folyamat	építőelem
	Hv	vályús keresztstrétegzettségű homok (középvagy durvaszemcsés)	hajladozó gerincű dűnék épülése	meder mélyebb része
	Hs	sík-táblás keresztstrétegzettségű homok	egyenes gerincű dűnék épülése	harántirányú zátony, meder sekélyebb része
	Hf	keresztlemezes és kúszó keresztlemezesességű homok	áramlásfodrok épülése	sekély zátonytetők, feltöltődő sekély medrek
	Hm	konkáv aljzattal párhuzamosan rétegzett homok	–	kiseb meder kitöltése
	Fk	közetliszt, agyag	kiüledés pangó vízből	ártéri mocsár üledéke

### Az egyes fáciesegységek értelmezése

A folyóvízi rétegsorok üledékszerkezeteinek csoportosítására az elmúlt évtizedekben többféle rendszert is kidolgoztak. Ezek közül leginkább MIALL (1988) fáciesosztályozása terjedt el. Az ebben szereplő litofáciesek közül az általam vizsgált feltárásokban négy jelenik meg egyértelműen (1. táblázat: Hv, Hs, Hf, Fk).

A gödöllői, Szabadság úti feltárás Hm fáciesegysége és a vasúti bevágás hasonló rétegműve vizuálisan ezek egyikébe sem sorolható be. Ugyanakkor – többek között – GARCÍA-GIL (1993) önálló litofáciesként írt le ilyen formákat; ez alapján különítettem el az ötödik típust (Hm).

A fáciesek azonosításával már az üledékformákat létrehozó folyamatokról is

tájékoztatót kapunk. Az egymással szabályszerűen kombinálódva megjelenő fáciesek pedig ún. fáciesegyütteseket alkotnak (MIALL, 1988), melyek alapján három alapvetően eltérő üledékképződési környezet rekonstruálható (2. táblázat).

Az üledékképződési folyamatok azonban jóval összetettebbek annál, hogy ezzel a besorolással pontos képet kapjunk róluk. Egy adott fáciesbe tartozó üledékek – és kialakulásuk – között is jelentős különbségek lehetnek, a legtöbb fácies és építőelem többféle folyótípusban is megjelenik, sokszor nem is húzható közöttük éles határ. Példa erre a folyásirányú és az oldalirányú zátonygyarapodás: a zátony épülésének iránya valójában bármilyen 0° és 90° közötti szöveget bezárhat a víz folyásirányával (MIALL, 1988; MIALL,



1995), a két elnevezés viszont csak a két szélsőértéket fejezi ki. Ugyanakkor a folyásirányú gyarapodás leggyakrabban a fonatos, míg az oldalirányú inkább a meanderező folyók jellemzője.

A következőkben rekonstruálom az észlelt szerkezeteket létrehozó folyamatokat, a szerkezetek és litológiai jellemzők kombinációja alapján pedig az egykori üledékképződési környezeteket.

2. táblázat. A feltárások fáciesegyütteseiből azonosítható üledékképződési környezetek.  
Table 2. *Sedimentary palaeoenvironments identified on the basis of facies associations.*

Üledékképződési környezet:	Fonatos medrű folyó	Meanderező folyó	
		mederöv	ártér
Üledékgyarapodás iránya	folyás-és oldalirányban	oldalirányban	felfelé
Fáciesegyüttes	Hs, Hv, Hf	Hv, Hf	Fk

### Gödöllő, Szabadság úti feltárás

A vályúsan keresztregzett homokban (*Hv* fáciesegység) felfelé haladva az üledékformák mérete egyre kisebb lesz, a szállítási irányok egyre nagyobb szórást mutatnak, az üledékciklus legfelső részén pedig már a szemcseméret is lecsökken. Mindez a szállító közeg energiájának csökkenését jelzi. Folyóvízben ennek legvalószínűbb oka a meder fokozatos eltolódásával járó látszólagos feltöltődés; a felfelé finomodó ciklusok elsősorban a meanderező folyók üledékeire jellemzőek (ALLEN, 1970). A meander fejlődése, a sodorvonal fokozatos távolabb helyeződése után a ciklust ártéri üledékek zárják le, a következő mederbeágódást pedig éles eróziós felszín jelzi: ilyen mentén alakulhatott ki a Szabadság úti feltárás vízszintes cementált padja.

A meanderek belső oldalán lévő övzátony a folyásirányra közel merőlegesen gyarapszik, amit gyakran – de nem minden esetben – a gyarapodás irányában lapos szögben dőlő felületek mutatnak (COLLINSON, 1986; GARCÍA-GIL, 1993; WILLIS, 1993a, 1993b). A gödöllői feltárás vályúsan keresztreggett kötegei között ezek nem rajzolódnak ki egyértelműen, amit a feltárás viszonylag kis mérete is okozhat, de azt is feltételezhetjük, hogy a mederben a vízjárás viszonylag egyenletes volt, így az övzátony gyarapodása nem váltakozott nagymértékű – jól látható felületeket létrehozó – erózióval.

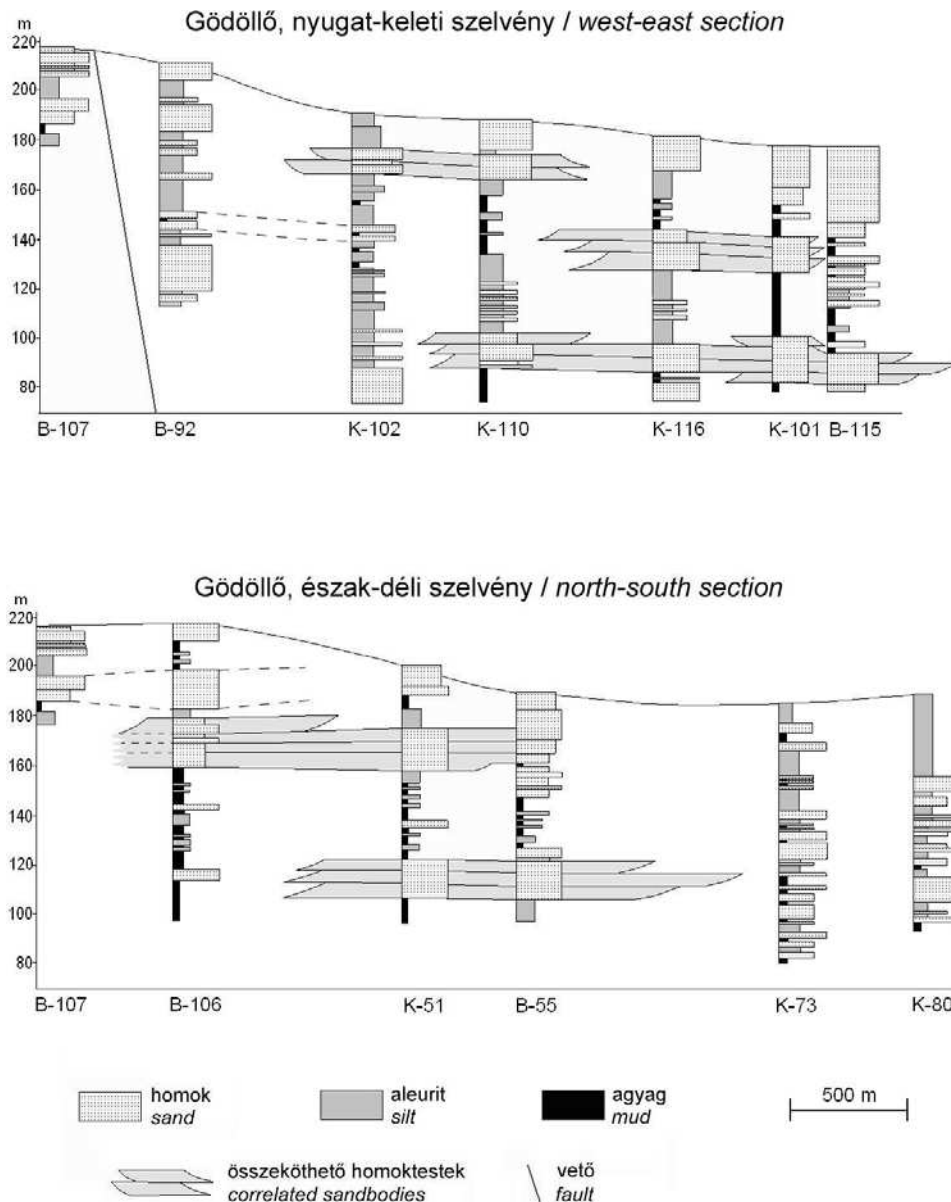
A *Hs* fáciesegység belső eróziós felületei viszont valószínűleg nem az oldalirányú gyarapodás során alakultak ki; ez ugyanis nem adna magyarázatot a *Hv* és *Hs* fáciesegységek elkülönülésére. A két egységet nem választja el jelentős eróziós felület, ami arra utalna, hogy képződésük között hosszabb idő telt el, és az üledékképződési környezet jelentősen megváltozott volna. A *Hv* egység vályús keresztreggését az egykori mederfenéken vándorló, néhányszor 10 cm magasságú hajladozó gerincű dűnék hozták létre (vö. COLLINSON, 1986). A *Hs* egység ezzel szemben egyetlen összefüggő, legalább 3 m vastag kötegnek tekinthető, melyben az egyes mellső lemezek akár 10 m hosszan is követhetők. Ilyen szerkezetet a dűnéknél jóval nagyobb méretű és

azoknál kisebb magasság/hosszúság arányú keresztzátonyok okozhatnak (vö. CANT & WALKER, 1978). Az összetett rétegformák kialakulása szintén a nagyméretű zátonyokra jellemző, amelyek felületén kisebb üledékformák vándorolhatnak a víz folyásirányában (JACKSON, 1976; KHAN, 1987).

A *Hv* egység mellső lemezeinek kelet-délkeleti (átlagosan 110° irányú) dőlései alapján az egykori meder vize ebben az irányban áramlott. A *Hs* egység nagyléptékű keresztreggése dél (átlagosan 170°) felé dől, ami a zátony épülésének irányát mutatja. Ez az eltérés akár oldalirányú gyarapodásra is utalhatna, ám az összetett formán belüli keresztlemezesség a medertől kissé eltérő – átlagosan 137°-os – szállítási irányt mutat. A zátony felett tehát a meder többi részétől eltérő irányban folyt a víz; az áramlási és zátonygyarapodási irányok különbsége így csak 33°, ami a folyás- és oldalirányú gyarapodás közötti átmenetet jelent.

Ilyen átmenet kialakulhat a fonatos medrű folyók zátonyain is, melyek áradáskor víz alá kerülnek, és a felettük lévő víz a 15. ábrán (COLLINSON, 1970) látható módon áramlik. Ilyenkor azonban a zátony a mederben tapasztalt szállítási iránnyal párhuzamosan növekszik. A másik lehetőség, hogy a zátony egy másik, a mederbe betorkolló vízfolyás üledékéből épül (16a ábra). Ekkor a zátony a főmeder irányára közel merőlegesen gyarapszik, a felette tapasztalható áramlási irány pedig várhatóan a két meder folyásiránya közötti átmenetet mutat.

A meanderező folyókban ezek a képződmények elsősorban a kanyarulatokat átvágó átereszmedrek és a főmeder találkozásánál jönnek létre, ezek az ún. átereszzátonyok (*chute bars* – WOLFERT et al., in press). A meder formájának, tehát az egykori kanyarulatok helyzetének megállapításához jobb feltárásra lenne szükség, így nem dönthető el, hogy átereszzátonyt látunk, vagy két különálló meder találkozott a közelben. Utóbbi – a mederágak gyakori szétválása és találkozása miatt – a fonatos medrű folyókra jellemző, ám a két folyótípus nem választható el élesen egymástól: akár az is előfordulhat, hogy egy több ágra szakadó folyó egyes ágai is meanderezővé válnak.



14. ábra. A gödöllői fúrások rétegsorai és az egymással korrelálható homoktestek.  
Fig. 14. Lithological columns of boreholes in Gödöllő with correlated sandbodies.

A meanderező jelleget a felfelé finomodó ciklusok jelenléte mellett a feltárás közvetlen közelében mélyített B-107 számú fúrás rétegsora is alátámasztja (14. ábra). A 40 m mély fúrás hosszának 51%-ában homokban, 49%-ában agyagban haladt; az ártéri üledékek ilyen felhalmozódásával fonatos medrű folyók üledékében nem találkozunk (vö. COLLINSON, 1986).

A betorkolló vízfolyás megszűnése után a zátony felett is a  $Hv$  fáciesegység üledéke kezdett lerakódni. A folyó – valószínűleg áradás idején – erodálta is a zátonyt. Ennek során alakulhatott ki a homokkal kitöltött másodlagos meder ( $Hm$  egység), amely már a vályúsan keresztretegzett homok képződése közben vágódott be a zátony üledékébe (16b ábra). Az áradás után az itteni áramlás lelassult, így az erózió megszűnt, a kialakult mélyedés pedig feltöltődött. A másodlagos meder iránya ( $75^\circ$ ) kissé

eltér a főmeder átlagos szállítási irányától, de az ottani adatok szórását is figyelembe véve illeszkedik közéjük.

A feltárásban látott kötegvastagságok alapján az egykori meder méretét is megbecsülhetjük. A dűnék magassága alapján ALLEN (1968) az alábbi képletet javasolta:

$$h = 0,086 \cdot H^{1.19}$$

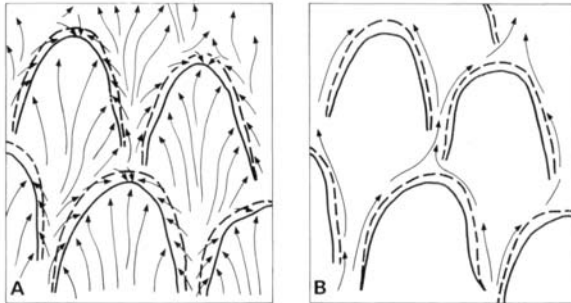
tehát

$$H = {}_{1.19}\sqrt{\frac{h}{0,086}}$$

( $h$ : dűnemaasság,  $H$ : vízmélység), eszerint a Szabadság úti feltárás helyén a meder legnagyobb

mélysége 5 m körül volt. Később, recens folyók vizsgálatakor a vízmélység és a dűnemagasság arányaiban igen nagy szórást tapasztaltak (JACKSON, 1976; ALLEN, 1980; FLEMMING, 2000), így ez a képlet csak közelítő becslésnek tekinthető. Mivel a zátonyok a vízfelszínél magasabbra nem épülhetnek, magasságuk – esetünkben a  $H_s$  egység 3 méteres vastagsága – alsó határt ad a vízmélységre. A legvalószínűbb mélység ugyanakkor ezt meghaladja, mert a feltárásban csak az egykori zátony egy részét látjuk (felső része erodálódhatott, alsó része fedett).

A Szabadság úti feltárásban tehát egy körülbelül 5 m mélységű meanderező folyó két felfelé finomodó üledékciklusának rétegsora jelenik meg; a folyó ezen a helyen K–DK felé folyt. Az alsó ciklus üledékei közé települve egy nagyobb zátony üledékét látjuk, amely egy eltérő irányú vízfolyáshoz kapcsolódhat.



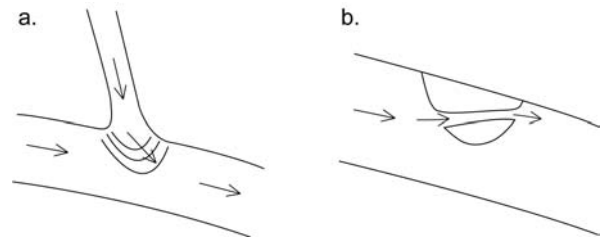
15. ábra. Áramlási irányok zátonyokkal tagolt mederben magas (A) és alacsony (B) vízhozamnál (COLLINSON, 1970).  
Fig. 15. Flow patterns associated with high (A) and low (B) discharge over a bed dominated by bars (COLLINSON, 1970).

### Gödöllő, vasúti bevágás

FERENCZI (1936) szelvényei alapján az itt feltárt üledék nagyrészt agyagból és az abban lévő kisebb-nagyobb homokbetelepülésekből áll. A bevágás nyugati részén egy észak-déli csapású vető megy át (4. ábra), ettől nyugatra esik az a vastag homoktest (4. ábra, VI.), amelynek folytatásában a Szabadság úti feltárás található.

Az agyagrétegek ártéri üledékek; ezek nagy mennyisége itt is alátámasztja, hogy meanderező folyó rétegsorát látjuk. A homoktesteket a folyó mederüledékei, vagyis az övzátonyok alkotják; méretüket több tényező befolyásolja. Vastagságuk az egykori meder mélységével egyezik meg, miután az övzátony épülése egy adott helyen a teljes feltöltődésig tart (BRIDGE & DIEMER, 1983), de a vetőtől nyugatra több, egymást követő meder üledéke települhet egymásra. A Szabadság úti feltárásban lévő ciklushatáron kívül a déli oldal szelvényén látható vékony agyagréteg is egy ciklus – egy meder – üledékeit zárhatja le. A kereszttrétegzett kötegek vastagsága alapján itt is 5 m körüli vízmélységet feltételezhetünk, ami szintén igazolja, hogy a 10 métert meghaladó vastagságú homok nem lehet

egyetlen meder üledéke. A hasonló, meder- és ártéri üledékekből álló rétegsorokban gyakori jelenség az egymás fölé települő homoktestek összeolvadása: habár avulzió során a mederöv helye időről időre megváltozik, később – ha az aljzat süllyedése elegendően lassú – gyakran visszakerül közvetlenül a könnyen erodálható korábbi mederüledékek fölé (vö. PUIGDEFABREGAS & VAN VLIET, 1978, BRIDGE & LEEDER, 1979).



16. ábra. a. Zátony keletkezése és szállítási irányok a torkolatnál; b. Másodlagos meder bevágódása a korábban képződött zátony üledékébe.

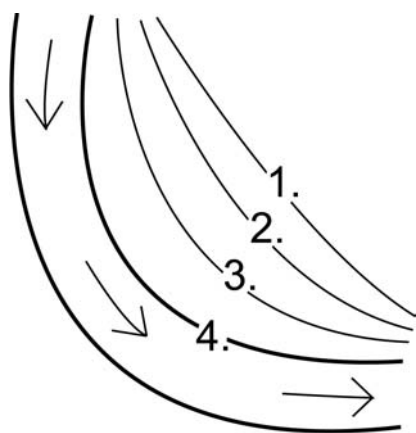
Fig. 16. a. Bar accretion and current directions at the confluence; b. Secondary channel cutting into sediments of the former confluence bar.

Szállítási irányokat csak az agyagréteg alatti néhány méteres szintben lehetett mérni (a 4. ábrán jelölt jelenlegi feltárásokban), így ezek a feltételezett, egymásra települő medrek közül valószínűleg csak egyre vonatkoznak. Az adatok itt is ÉNy–DK-i folyásirányt mutatnak. A cementált padok DNy-i dőlése a szállítási irányra merőleges, feltehetően az oldalirányú gyarapodás felszíneit követi. Ez alapján a folyó itteni kanyarulata a 17. ábrán látható módon, DNy felé fejlődhetett. A kereszttrétegzett kötegek között megjelenő nagyobb vályúszerű formát csatornakitöltésként értelmezhetjük: ilyen csatornákat áradáskor az övzátonyon átereszt létrehozó víz mélyíthetett ki.

A vetőtől K-re a bevágás mindkét oldalán megjelenő homokbetelepülés egyike (4. ábra, I.) két keresztmetszetét összekötve egy ÉNy–DK irányú, mederüledékből álló sávot kapunk (4. ábra). A jelenleg rossz feltártság miatt itt csak egy szállítási irányt lehetett mérni, de ennek  $155^\circ$ -os értéke jól egyezik a meder ÉNy–DK-i irányával, és a bevágás más részein (más medrek üledékében) mért adatokkal is. Üledékének vastagsága alapján a meder mélysége – az eddig látottakhoz hasonlóan – 5 m körül lehetett. Mivel valószínűleg oldalirányú gyarapodással rakódott le, szélessége nem az egykori meder szélességével, hanem az övzátony épülésének sebességével és időtartamával függ össze.

A bevágás középső és K-i részének nagyobb homoktesteiből (V., VII.) is ÉNy–DK-i szállítási irányok állapíthatók meg. A köteghatároknál magasabb rendű, az üledéket tagoló felületek nem észlelhetők, így a medrek fejlődésére itt nem tudunk következtetni.

A bevágás K-i és DNy-i részén tapasztalható, egymással ellentétes irányú 3–4°-os rétegdőlések (4. ábra) azzal magyarázhatók, hogy a bevágáson a 367. és 368. vasúti szelvények között egy ÉNy–DK-i csapású szinklinális tengelye halad át. Ezt teszi valószínűvé, hogy az említett irány megfelel a területen FODOR et al. (in press) által kimutatott – elsősorban hasonló csapásirányú normál vetőkhöz kapcsolódó – redők jellemző tengelyirányának.



17. ábra. Délnyugat felé gyarapodó övzátóny épülésének folyamata (1. → 4.).

Fig. 17. Accretion of a point bar towards the southwest (1 → 4).

### Gödöllő és Kerepes köztis feltárás

A 3-as főút Gödöllő és Kerepes közötti bevágásában kizárólag a *Hv* fáciesegység – vagyis elsősorban övzátónyokat felépítő, hajladozó gerincű dűnék – üledékei jelennek meg. A mért szállítási irányok É–ÉK (25°) és D–DNy (210°) közé esnek, átlagosan K–DK felé mutatnak. Ez a változékonyság megerősíti, hogy az üledéket nagy kanyargósságú folyók rakták le. Ugyanakkor nehezen értelmezhető, miért találunk az útbevágás két oldalán – egymástól 10–20 méterre – élesen elkülönülő szállítási irányokat (7. ábra). Mindenképpen feltételezni kell, hogy két különböző övzátóny anyagát látjuk, melyek oldalirányban érintkeznek egymással. Ezek különböző időben képződhettek, üledékük úgy kerülhetett egymás mellé, hogy a későbbi meder részben erodálta a korábbi, e helyen eltérő irányú meder fejlődésével létrejött övzátóny. A kibúvások kis felülete azonban nem teszi lehetővé az eróziós felület észlelését.

### Galgahévíz

A homokbánya ÉK–DNy-i falán megállapítható, hogy itt is legalább két üledékciklus rétegei jelennek meg. A legnagyobb (1 m körüli) vastagságú keresztretegzett kötegek a feltárás alsó részén a leggyakoribbak. 4–5 m magasan már a

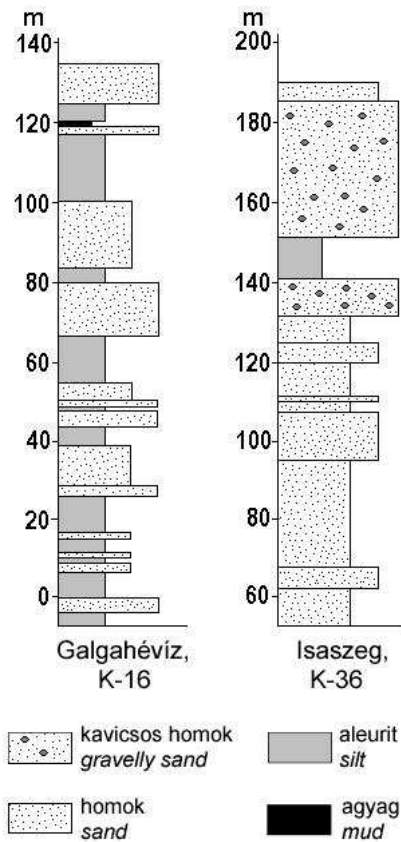
vékonyabb kötegek kerülnek többségbe, sőt néhol keresztlemezes szintek is láthatók (8. ábra), a ciklus felső határa azonban nincs feltárva. A fal felső részén (9. ábra, 4. szelvény) viszont ismét vastagabb (50 cm-t elérő) keresztretegzett kötegeket találunk, amelyek egy újabb ciklushoz tartozhatnak. Ebben a ciklusban szintén felfelé csökken a kötegvastagság, sőt a szemcseméret is: felső részén aprószemcsés homokból álló, keresztlemezes szintek is vannak. A vályús keresztretegzés (*Hv* fáciesegység) túlsúlya és a ciklusosság arra utal, hogy meanderező folyó övzátónyának üledékét látjuk. Ezt támasztja alá a feltárástól kb. 800 méterre mélyített K–16 jelű fúrás rétegsora is (18. ábra), melyben közel egyező vastagságú homokos és pélites szintek váltakoznak.

A gödöllői feltárásokhoz viszonyítva feltűnő, hogy a kötegvastagságok csökkenése kevésbé egyenletes, az egymással szomszédos formák között is nagy méretkülönbségek vannak. Ezt az egykori folyó vízhozamának nagyobb ingadozása magyarázhatja. Habár az övzátóny épülésével adott helyen a meder fokozatosan sekélyedett, eközben az egymást követő árvízi és kisvízi időszakok jelentős vízszintváltozásokhoz – tehát eltérő méretű üledékformák képződéséhez – vezethettek. Ez a vízszintingadozás az övzátóny oldalirányú gyarapodásában is jelentős megszakításokat okozhatott, ami megmagyarázná, miért találunk a *Hv* fáciesegységben É–ÉK felé dőlő, több méter hosszú eróziós felületeket.

A belső eróziós felületek dőlésiránya az övzátóny épülésének irányát jelzi; ez alapján az itteni kanyarulat fejlődésével a meder É–ÉK-i irányban helyeződött át, ami az erre merőleges (K–DK-i) szállítási irányokkal összevetve oldalirányú zátónygyarapodást jelent. Ezt igazolja, hogy az egyes keresztretegzett kötegek – vályúk – északkeleti oldala sok helyen hiányosan őrződött meg, a dűnéket tehát kialakulásuk után ebből az irányból érte erózió. Az alsó üledékciklusban az övzátóny rétegsora legalább 6 m vastag, tehát a meder mélysége is legalább ennyi volt. A legnagyobb kötegvastagságok alapján – ALLEN (1968) képletével – a maximális vízmélység 8–9 méterre becsülhető. Mivel a meanderező folyók szélessége jellemzően a mélység 12–40-szeresét teszi ki, ehhez a mélységhez 100–350 méteres mederszélesség tartozik (ROSGEN, 1994).

A vályúsán keresztretegzett homok kötegei közé települő, 50 cm vastagságot is elérő keresztlemezes szintek (*Hf* fáciesegység) arra utalnak, hogy az egykori meder aljzatán a hajladozó gerincű dűnéken kívül más üledékformák is épültek. Hasonló keresztlemezes homoktesteket építenek fel a homokot szállító fonatos folyók keresztzátónyai, illetve az azok felületén mozgó áramlásfodrok (CANT & WALKER, 1978). Ez a magyarázat akár meanderező folyó üledékeiben is helytálló lehet: ugyanígy értelmezte GARCÍA-GIL (1993) az általa övzátónyok rétegsorából leírt keresztlemezes homoktesteket, ami ismét mutatja,

hogy a két folyótípus tulajdonságai egymással keveredve is megjelenhetnek.



18. ábra. A galgahévízi és isaszegi fúrások rétegsora.  
Fig. 18. Lithological columns of boreholes in Galgahévíz and Isaszeg.

A galgahévízi feltárásban ezek alapján egy, a gödöllőinél nagyobb – körülbelül 8–9 m mélységet elérő –, ám kevésbé egyenletes vízhozamú, K–DK-i folyásirányú meanderező folyó két üledékciklusának rétegeit látjuk, ahol az alsó ciklus üledékei egy É–ÉK felé gyarapodó övzátonyon rakódtak le.

### Isaszeg

Az előző észlelési helyekkel ellentétben a legnagyobb feltárt felület itt az üledék szállítási irányával párhuzamos, ami azonos üledékformák esetén is eltérő megjelenést eredményezhet. Ám a látott különbségeknek nemcsak ez az oka: Isaszegen valószínűleg egy, az eddigiektől eltérő folyótípus üledékei láthatóak. Habár a feltárás nagy részében az üledékformák mérete szabálytalanul változik, ciklusosság itt is kimutatható. Az alsó üledékciklust felülről az a szint határolja, ahol előbb eltűnnek a 30 cm-t meghaladó vastagságú kötegek, majd vékony agyagréteg jelenik meg, amit eróziós felület fed le. Utóbbi a feltárás ÉK-i részén az agyagot teljes mértékben erodálta, de az eróziós felület felett itt is

nagyobb rétegformák – a következő ciklus üledékei – jelennek meg, majd ezeket is agyagréteg zárja le. Az agyagrétegekben található meszes gumók alapján a felszín időnként szárazra is került, rajta talajképződés zajlott.

A szárazra kerülésre az övzátony épülése itt nem ad kellő magyarázatot. Az isaszegi feltárás kereszttrétegzett kötegei a szállítási iránnyal párhuzamos metszetben inkább táblásak, mint ék alakúak: 10–20 m hosszúságban is követhetők, és csak nagyon lapos szögben ékelődnek ki. Ilyen egymásra rakódó, táblás kötegeket jellemzően fonatos folyók zátonyai építenek fel (COLLINSON, 1986), az ezeken belüli kereszttrétegzést a zátony felszínén mozgó dűnék idézik elő. Ha az üledéket a medren belül képződő zátony rakta le, akkor a szállítási iránnyal szemben dőlő köteghatárok sem jelentenek ellentmondást: recens folyókban végzett megfigyelések (SKELLY et al., 2003; LUNT et al., 2004) igazolják, hogy a zátonyok a folyásiránnyal szemközti oldalon is épülhetnek, és a köteghatárok – jellemzően 5°-nál kisebb szögben – ilyenkor is a zátonygyarapodás irányában dőlnek. Ez alapján feltételezhetjük, hogy az egykori folyó fonatos medrű volt. A feltárás közelében nem mélyült fúrás, ám az innen 1700 méterre DK-re lévő K–36 számú fúrásban (18. ábra) a pélites (ártériként értelmezhető) üledékek igen alárendelt szerepűek; ez a rétegsor is inkább fonatos mederre utal.

A zátonyok üledéke nagyrészt árvíz idején rakódik le, az apadás során előbb egyre finomabb szemcséjű és egyre kisebb méretű rétegformák képződnek, majd az újabb áradásig a legtöbb zátony épülése szünetel. A következő áradás kezdetekor a korábban lerakódott üledék is erodálódhat. Az árvizeket követő fokozatos vízszintcsökkenés hozhatta létre a feltárásban látható ciklusosságot. Habár csak két üledékciklust lehetett azonosítani, nem valószínű, hogy a 9 m vastag rétegsor lerakódása alatt mindössze két árvíz következett be. Egyes árvizek után a vízszint olyan gyorsan csökkenhetett, hogy az apadás időszakára jellemző formák képződése elmaradt, de a későbbi erózió is eltüntethette ezeket, tehát nem állapítható meg, hány árhullám üledékeit látjuk a feltárásban. A 12. ábrán látható aleuritkitöltés – amely a H<sub>v</sub> fáciesegységben, az összefüggő pélites rétegektől távol található – szintén jelzi, hogy az áramlás többször is lelassult, ám a kiülepedő pélite – valószínűleg a későbbi erózió miatt – csak az akkori aljzat mélyedéseiben őrződött meg.

ALLEN (1968) képlete alapján a kereszttrétegzett kötegek vastagságából a folyó maximális vízmélységét 5 méterre becsülhetjük. Más eszközünk nincs a mélység megállapítására, mert a fonatos folyó zátonyának magassága ezt nem jelzi. Az ilyen folyók medre nem töltődik fel teljesen, nem helyeződik át, tehát egy zátony a vízmélységet meghaladó vastagságú üledéket is lerakhat. Az sem állapítható meg biztosan, hogy a feltárásban egy vagy több zátony üledékét látjuk, mivel az egyes zátonytesteket

elválasztó felületek hasonlóak lehetnek a zátonyon belüli eróziós felszínhez, köteghatárokhoz. A folyó szélessége – ha fonatos medrűnek tekintjük – meghaladhatta a mélység negyvenszeresét, azaz a 200 métert (vö. ROSGEN, 1994).

Az isaszegi feltárásban tehát egy DNY-ról ÉK felé áramló, valószínűleg fonatos folyó medrében épülő zátonyok üledékei láthatóak. A folyó mélysége – így vízhozama is – valószínűleg igen változékony volt.

### *Gödöllő, fúrások*

A vizsgált fúrások rétegsorára jellemző, hogy az agyagos-aleuritos üledékek közé különböző vastagságú homokrétegek települnek. Az eddig látottak alapján ezeket a rétegeket a meanderező folyó mederüledékeiként – főként övzátonysorozatokként –, a pélitét pedig ártéri üledékként értelmezhetjük. A felszíni feltárások alapján ezen a területen nagyjából 5 m mély medreket rekonstruáltam; a vasúti bevágásban látott, ennél vastagabb homoktestet több meder egymásra települő, összeolvadó üledékeinek lehet tekinteni. A fúrásokkal harántolt 10-30 méter vastagságú homoktestek valószínűleg hasonló módon alakultak ki. Erre utal, hogy helyenként vékony pélitesebb szintek szakítják meg őket; ezek a szintek – a vasúti bevágás VI. homoktestjének agyagbetelepüléséhez hasonlóan – ciklushatárok lehetnek.

Az 1-3 méter vastagságú homokrétegeket az előzőeknél sekélyebb medrek hozhatták létre, melyek kialakulásához nemcsak a kisebb vízhozam vezethetett, hanem az is, hogy az avulzió során létrejövő új medrek némelyike nem állandósult, fennállásának rövid ideje alatt pedig kevésbé mélyülhetett ki. A legvékonyabb (1 méter körüli vastagságú) homokszintekről ill. a pélitben lévő hasonló méretű homokos betelepülésekről elképzelhető, hogy nem az árvizek idején a mederből kilépő víz által létrehozott hordalékbebenyek (JORGENSEN & FIELDING, 1996) üledékei. Mivel az ártérre kijutó homok már nem szállítódik nagy távolságra, a belőle létrejövő homoktestek sem lesznek nagy kiterjedésűek. Emiatt nem valószínű, hogy egy ilyen képződményt az egymástól kb. 500 méterre lévő fúrások közül több is harántoljon.

Az övzátonyok épülésével kialakuló homoktestek hosszan elnyúlnak az egykori meder nyomvonalát követve. Az oldalirányú gyarapodás miatt szélességük a meder szélességének – ami 5 méteres mélységet feltételezve legalább 60 m (vö. ROSGEN, 1994) – többszöröse is lehet, tehát több fúrásban való megjelenésükhöz a szelvény irányának elég közelítőleg megegyeznie a kanyargó meder átlagos folyásirányával.

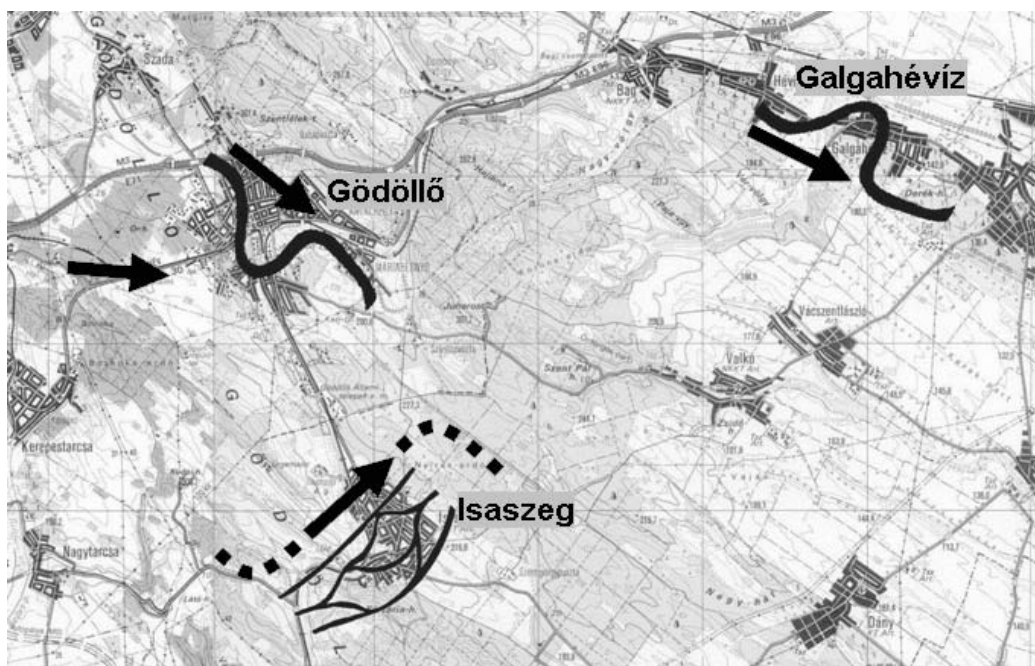
Ennek megfelelően több olyan fúrás is van, amelynek vastag homokrétegei korrelálhatóak egymással (14. ábra). A Ny–K-i szelvényre eső K–102 számú fúrás 166,2–176,6 m tengerszint feletti

magasság közé eső homokrétege valószínűleg a K–110 fúrásban 163,2–173,7 m között folytatódik. A korreláció mellett szól, hogy a két réteg vastagsága mindössze 20 centiméterrel különbözik – az övzátonyok rétegsorának vastagsága oldalirányban nem változik jelentősen. A területen az üledék – a vasúti bevágásban látottakhoz hasonlóan – gyengén redőzött lehet, vagy kisebb vetők tagolhatják: ez magyarázhatja a két fúrás homokrétegei közötti 3 m-es szintkülönbséget. Valószínű, hogy a 10 méter vastagságú mederüledék legalább két, egymásra települő övzátonyból származik: a K–102 fúrásban 169,8–171,8 m között található agyagosabb réteg az alsó övzátony felfelé finomodó üledékciklusának végét jelezheti. Hasonlóan összeköthető egymással a K–116 számú fúrásban 127,7–143,6 és a K–101 fúrásban 126,8–141,8 m között lévő homokszintek. Vastagsága alapján ez az üledéktest legalább három övzátonyból állt össze.

A legnagyobb távolságon át követhető képződmény a K–110-tól a B–115 fúrásig, körülbelül 80 és 100 m tengerszint feletti magasságok között végighúzódo homoktest, ami szintén több övzátony üledékéből tevődhetett össze. Elvileg nem zárható ki, hogy több övzátony egymás mellé is települ: ebben az esetben nem lenne igazolható, hogy a szelvényben közel 2 km hosszúságban egyazon meder üledékei jelennek meg. Azonban az egymás melletti medreknek egy időben kellett volna létezniük, ám a meanderező folyókra nem jellemző, hogy vizük egyszerre több, egymás közelében lévő ágban folyjon. Ezek a medrek tehát a szelvényvel ( $295^{\circ}$ – $115^{\circ}$ ) közel párhuzamosak lehetnek.

Esetenként az É–D-i szelvény fúrásai is korrelálhatóak egymással. Valószínűleg összetartoznak a B–106 számú fúrásban 159,7–179,5 m, illetve a K–51 fúrásban 158,3–175,3 m között lévő homokrétegek. A B–106 fúrásban ez a réteg két felfelé finomodó ciklust is tartalmaz, amelyek itt is két övzátonyhoz tartozhatnak. A ciklusok vastagsága 3,8 ill. 6,2 m, tehát az egykori medrek mélysége ezeket az értékeket elérte vagy meghaladta. Ezeket a vastagságokat alapul véve a homokréteg körülbelül négy meder egymásra települő üledékeiből áll. A másik összefüggő réteg – amely vastagsága miatt hasonlóan összetett szerkezetű lehet – a K–51 fúrásban 106,3 és 122,3, a B–55 számúban 106,5 és 122,3 m között található.

Mivel mindkét szelvényben található néhány 500–1000 méteren át követhető homoktest, valószínű, hogy egyik szelvény sem merőleges az egykori folyók jellemző irányára. Az irányok pontos egyezése viszont hosszabban követhető képződményeket eredményezne: ilyenből csak egy fordul elő, a Ny–K-i szelvény K–110 és B–115 fúrás közé eső, DK felé forduló szakaszán látjuk. A tapasztaltakkal jól egyeznek a gödöllői feltárásokban mért, átlagosan DK-i szállítási irányok, tehát elmondható, hogy ezen a területen a pliocénben uralkodóan ÉNy–DK-i folyásirányú meanderező folyók haladtak át.



19. ábra. A terület különböző részein meghatározott folyók jellegei és átlagos szállítási irányai.  
 Fig. 19. Types and average palaeocurrent directions of rivers.

### Következtetések

Az egyes észlelési helyeken tapasztalt jelenségek magyarázata és a környezetek rekonstrukciója lehetővé teszi azt is, hogy a vizsgált terület pliocén üledékképződési viszonyairól átfogó képet kapjunk.

A 19. ábra térképén, amely a Gödöllői-dombság különböző részein tapasztalt átlagos szállítási irányokat ábrázolja, látható, hogy a terület nagy részén a pliocén vízfolyások ÉNy-ről DK-re, vagyis az éppen emelkedő Északi-középhegység felől a süllyedő, feltöltődő Alföld felé irányulhattak. Ezek a vízfolyások elsősorban meanderező folyók voltak; mélységük Gödöllő környékén maximálisan 5–6 m lehetett, keletebbre (Galgahévízen) a 8–9 m-t is elérte. A meanderező jelleg arra enged következtetni, hogy az itteni folyók viszonylag sík térszínen folytak és vízhozamukban nem voltak szélsőséges ingadozások. Habár az üledékszerkezetek Galgahévízen a gödöllőinél erősebben ingadozó vízhozamra utalnak, ez az egy feltárás nem elegendő ahhoz, hogy a terület egészére érvényes tendenciát határozzunk meg.

Az isaszegi feltárás látszólag nem illeszthető ebbe a képbe: az ottani folyó fonatos jellegű és jelentősen eltérő – DNy–ÉK-i – szállítási irányú. Ezt az ellentmondást feloldaná, ha a közelben létezett olyan mélyedés ill. gyorsabban süllyedő terület, amely a folyók irányát befolyásolta és létrehozta a fonatos meder kialakulásához szükséges nagyobb esést (vö. OUCHI, 1985). Ugyanakkor az egyes feltárásokban látott üledékek nem feltétlenül egy időben képződtek, így az sem zárható ki, hogy a folyók eltérő jellege nem térbeli különbséget, hanem a pliocénen belüli időbeli változást – pl. éghajlatváltozást – tükröz.

A Gödöllő és Isaszeg közötti süllyedéket már PÉCSI (1958, 1959) is feltételezte. A közelmúltban FODOR és munkatársai (in press) szeizmikus szelvények elemzése alapján a Gödöllői-dombságban több helyen, így Isaszegtől keletre is – környezetének jellemző szerkezeti irányaihoz, illetve a területet átszelő vetőkhöz hasonlóan – északnyugat–délkeleti tengelyirányú szinklinálist azonosítottak. Ezek képződése a pliocénben is tarthatott, ami összefüggésben lehet az általam megállapított folyótípusokkal és folyásirányokkal.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok témavezetőmnek, SZTANÓ Orsolyának a terepi észlelésekben és dolgozatom elkészítésében nyújtott segítségével,

hasznos észrevételeiért, tanácsaiért. Köszönettel tartozom FODOR Lászlónak a konzultációért és legújabb kutatási eredményeinek bemutatásáért, JÁMBOR Áronnak

javaslataiért és fűrési adatbázisának rendelkezéseimre bocsátásáért, valamint MAGYARI Árpádnak a vizsgált feltárások kiválasztásában, illetve a térképek elkészítésében való közreműködéséért. A munka az OTKA T 037724 számú pályázatának támogatásával készült.

## Irodalom

- ALLEN, J. R. L. 1968. Current Ripples. North Holland Publishing Co., Amsterdam, 433 p.
- ALLEN J.R.L. 1970. Studies in fluvial sedimentation: a comparison of fining-upwards cyclothems, with special reference to coarse member composition and interpretation. – *Journal of Sedimentary Petrology* 40, 298–323.
- ALLEN, J. R. L. 1980. Sedimentary Structures, Their Character and Physical Basis I–II. Elsevier, Amsterdam, 593 + 663 p.
- BÖCKH J., 1872. Főth-Gödöllő-Aszód környékének földtani viszonyai. – *Földtani Közöny* 2, 6–18.
- BRIDGE, J. A. & DIEMER, J. A.. 1983. Quantitative interpretation of an evolving ancient river system. – *Sedimentology* 30, 599–623.
- BRIDGE, J. S. & LEEDER, M. R. 1979. A simulation model of alluvial stratigraphy. – *Sedimentology* 26, 617–644.
- CANT, D. J. & WALKER, R. G. 1978. Fluvial processes and facies sequences in the sandy braided South Saskatchewan River, Canada. – *Sedimentology* 25, 625–648.
- COLLINSON, J. D. 1970. Bedforms of the Tana River, Norway. – *Geografiska Annaler* 52A, 31–56.
- COLLINSON, J. D. 1986. Alluvial sediments. *In*: READING, H. G. (ed.): *Sedimentary Environments and Facies*, Elsevier, 20–62.
- FERENCZI I., 1936. A gödöllői MÁV bevágás szelvénye. Kézirat, MÁFI Adattár.
- FLEMMING, B. W. 2000. The role of grain size, water depth and flow velocity as scaling factors controlling the size of subaqueous dunes. *In*: TRENTESAUX, A., GARLAN, T. (ed.): *Marine Sandwave Dynamics, Proceedings of an International Workshop, University of Lille 1, France*
- FODOR, L., HORVÁTH, E., MAGYARI, Á., NOVOTHNY, Á., RUSZKICZAY, Zs., SÍKHEGYI, F., SZÉKELY, B., TIMÁR, G., UNGER, Z. & WEBER, J. 2001. Tectonic and non-tectonic control on landform evolution, drainage pattern in a loess-covered area (Gödöllő Hills, central Hungary): complex methodological approach. Abstract book of the 3rd Stephan Müller Conference, EGS, Balatonfüred, 18.
- FODOR, L., BADA, G., CSILLAG, G., HORVÁTH, E., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., PALOTÁS, K., SÍKHEGYI, F., TIMÁR, G., HORVÁTH, F. & CLOETINGH, S. in press. An outline of neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian basin. – *Tectonophysics*.
- GAÁL I., 1946. A gödöllői középsőpliocén emlősmaradványok kérdése. – *Földtani Közöny* 75–76, 22–23.
- GAÁL I. 1953. Újvizsgált néhány hatvani és gödöllői emlősmaradványról és a pliocén tagolódásáról. – *Földtani Közöny* 83, 263–272.
- GAJDOS I. & PAPP S. 1997. Nagyalföldi Tarkaagyag Formáció. *In*: CSÁSZÁR G. (ed.): *Magyarország litosztratigráfiai alapegységei*, MÁFI, 74 p.
- GARCÍA-GIL, S. 1993. The fluvial architecture of the upper Buntsandstein in the Iberian Basin, central Spain. – *Sedimentology* 40, 125–143.
- GÜLL V. 1909. Budapest dunajobbparti környékének, továbbá Gödöllő-Isaszeg vidékének agrogeológiai viszonyai. – MÁFI Évi Jelentése 1907-ről, 172–191.
- JACKSON, R. G. 1976. Largescale ripples of the lower Wabash River. – *Sedimentology* 23, 593–623
- JÁMBOR Á., MOLDVAY L. & RÓNAI A.. 1966: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, L-34-II. MÁFI, Budapest.
- JORGENSEN, P. J. & FIELDING, C. R. 1996. Facies architecture of alluvial floodbasin deposits: Three-dimensional data from the Upper Triassic Callide Coal Measures of east-central Queensland, Australia. – *Sedimentology* 43, 479–495.
- KHAN, Z. A.. 1987. Paleodrainage and paleochannel morphology of a Barakar river (early Permian) in the Rajmahal Gondwana Basin, Bihar, India. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 58, 235–247.
- LUNT, I. A., BRIDGE, J. S. & TYE, R. S. 2004. A quantitative, three-dimensional depositional model of gravelly braided rivers. – *Sedimentology* 51, 377–414.
- MIALL, A. D. 1988. Reservoir heterogenities in fluvial sandstones: lessons from outcrop studies. – *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists* 72, 682–697.
- MIALL, A. D. 1995. Description and interpretation of fluvial deposits: a critical perspective (discussion). – *Sedimentology* 42, 379–389.
- MOTTL M. 1939. A gödöllői vasúti bevágás középső pliocénkori emlősfaunája. – MÁFI Évkönyv 32, 257–265.
- OUCHI, S. 1985. Response of alluvial rivers to slow active tectonic movement. – *Geological Society of America Bulletin* 96, 504–515.
- PÉCSI M. 1958. Budapest természeti képe. Akadémiai Kiadó, Budapest, 744 p.
- PÉCSI M. 1959. A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalaktana. Akadémiai Kiadó, Budapest, 345 p.
- PUIGDEFABREGAS, C. & VAN VLIET, A.. 1978. Meandering stream deposits from the Tertiary of the Southern Pyrenees. *In*: MIALL, A. D. (ed.): *Fluvial Sedimentology, Memoirs of the Canadian Society of Petroleum Geologists* 5, Calgary, 469–485.
- ROSGEN, D. L. 1994. A classification of natural rivers. – *Catena* 22, 169–199.
- RUBIN, D. M. 1987. Cross-bedding, bedform and paleocurrents. – *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, 188 p.
- SKELLY, R. L., BRISTOW, C. S. & ETHRIDGE, F. G. 2003. Architecture of channel-belt deposits in an aggrading shallow sandbed braided river: the lower Nebraska River, northeast Nebraska. – *Sedimentary Geology* 158, 249–270.
- SZENTES F. 1943. Aszód távolabbi környékének földtani viszonyai. – *Magyar Tájak Földtani Leírása* IV., 70 p.



- WILLIS, B. 1993a. Ancient river systems in the Himalayan foredeep, Chinji Village area, northern Pakistan. – *Sedimentary Geology* 88, 1–76.
- WILLIS, B. 1993b: Interpretation of bedding geometry within ancient point-bar deposits. Special Publications of the International Association of Sedimentologists 17, 101–114.
- WOLFERT, H. P., KOOMEN, A. J. M., MAAS, G. J. in press. Aquatic macrophyte growth and seasonal bedform changes in a lowland sand-bed meandering system. – *Catena*.

# A budapesti Gellért- és a József-hegy felszín alatti vizeiben mért radon- és rádiumtartalom lehetséges forrásai

## Potential radon and radium sources for subsurface water of Gellért and József Hills, Budapest, Hungary

PALOTAI Márton<sup>1</sup>, MÁDLNÉ SZÖNYI Judit<sup>1</sup> & HORVÁTH Ákos<sup>2</sup>

### Abstract

On the basis of already published data of radon and radium measurements in the groundwater of the Gellért and József Hills (Budapest, Hungary), expanded by measurements accomplished during recent research, the most prominently radioactive area lies at the northern part of Gellért Hill. In the centre of the anomaly, the Rudas Spa, ~600 Bq/l radon and ~1000 mBq/l radium concentrations are measured. Radon and radium concentrations decrease towards the neighbouring Gellért and Rác Spas. These values are the highest in Hungary's ground waters. Related to the waters of the Gellért Hill, the springs of the József Hill show radioactivity values even a magnitude lower. Radium concentrations of lukewarm springs are about 50–100 mBq/l, while hot springs show 200–300 mBq/l radium content. Both types have radon concentrations averaging 20–25 Bq/l. The Római Spring shows a local anomaly: its radium content does not significantly differ from related springs, but radon concentrations are 4–5 times higher than those.

According to the established model, spring waters gain radium originated in deep basins, while radium content of infiltrating waters is considered as insignificant. The different radium contents of the hot and lukewarm waters in the József Hill area are explained by this model.

The comparability of the radon concentrations of the above mentioned springs suggests similar geological settings of the discharge areas. Radon sources are supposed to be mainly bound to Oligocene clay formations. Anomalous behaviour of the Római Spring is not completely explained yet.

The prominent radioactivity of the waters of the Gellért Hill are – according to our hypothesis – explained by the combined effect of a currently not exposed Upper Cretaceous lamprophyric dyke lying in the discharge area of the Rudas springs, and the tectonic element also inducing spring discharge.

### Összefoglalás

A Gellért-hegy tágabb környezete és a József-hegy térségének forrás- és kútvezeiből korábban készült radon- és rádiummérések, valamint jelen kutatás keretei közt elvégzett, kiegészítő jellegű mérések alapján a legkiemelkedőbb aktivitású terület a Gellért-hegy északi részén – központjában a Rudas-fürdővel – található (Rn: 600 Bq/l, Ra: 1000 mBq/l körül). A magyarországi felszín alatti vizekben itt mérhető a legnagyobb radontartalom. A radioaktivitás mértéke a Gellért- és a Rác-fürdők felé csökken. A József-hegyi forrásokban akár egy nagyságrenddel kisebb rádium- és radonaktivitások mérhetők. A langyos források rádiumtartalma (50–100 mBq/l), a meleg forrásokban mért értékeknek (200–300 mBq/l) csak fele, harmada. Radontartalmuk – hőmérséklettől függetlenül – 20–25 Bq/l körüli. Lokálisan elkülönül a Római-forrás, melynek rádiumtartalma a rokon kutakéval összevethető, radonkoncentrációja azonban négy-öttször nagyobb azokénál.

A felállított modell szerint a mélymedencékből származó rádium a kiáramlási zónákban – a keveredési arányoktól függően – hozzájárul a források rádiumtartalmához. A felszínről leszivárgó vizek rádiumtartalmát e komponenshez képest elenyészőnek ítéljük. Ezzel magyarázzuk a József-hegy langyos és meleg forrásainak eltérő rádiumtartalmát.

A József-hegy meleg és langyos forrásaiban mérhető radonkoncentrációk hasonlóságának okát a kiáramlási területek földtani hasonlóságával magyarázzuk. A radon forrását e zónában – eddig bizonyíthatóan – oligocén agyagos képződmények jelentik. Egyéb kainozóos kőzetek szerepe egyelőre – vizsgálatok hiányában – nem ismert. A Római-forrás anomális viselkedésének okát megnyugtatóan nem sikerült tisztázni.

Hipotézisünkben a Rudas-fürdő forrásai radioaktivitásának kiemelkedő voltát egy, a kiáramlási területük alatti, jelenleg fel nem tárt, felső-kréta lamprofiros telér, és a forráskilépést előidéző szerkezeti elem együttes hatásával magyarázzuk.

<sup>1</sup>ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.  
E-mail: palotai@elte.hu

<sup>2</sup>ELTE TTK, Atomfizikai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c

## Bevezetés

A felszín alatti vizek radioaktivitásának megismerése rendkívül fontos feladat. A radioaktív vizeknek egyrészt jelentős gyógyászati felhasználása lehetséges, melynek megfelelő kihasználásához nem nélkülözhető a geológiai és egyéb hatótényezők ismerete. Másrészt a magas radioaktivitású, különösképpen a magas radontartalmú vizek esetleges egészségkárosító hatása miatt is szükséges e vizek eredetének, jellegeinek vizsgálata.

A budapesti hévizek radioaktivitása a XX. század eleje (WESZELSZKY 1912) óta ismert, részletes vizsgálatok azonban – napjainkig is – csak a Gellért-hegy, valamint a József-hegy területére vonatkozóan készültek (ALFÖLDI et al. 1968; BARADÁCS et al. 1999, 2001, 2002; KASZTOVSZKY et al. 1996; VÁRHALMI 2004). Ez utóbbi munkák azonban nem, vagy csak érintőlegesen foglalkoznak a jelenség eredetével, földtani okaival.

A Budai-termáلكarszt területén kimutatott radioaktivitás földtani hátterének kutatásához első lépésben össze kellett gyűjtenünk és rendszerezniünk

az irodalomban a vizsgálandó terület felszín alatti vizeinek radon- ill. rádiumtartalmával kapcsolatos fellelhető adatok mindegyikét. Fontos volt az egyes méréseknél alkalmazott technikák feltárása, a mérési hibák utólagos megítélése. Ezután kerülhetett sor néhány kiegészítő mérés elvégzésére. Az így előállt adatbázis birtokában vállalkozhattunk a radon- ill. rádiumkoncentrációk területi változékonyságának, valamint egymással, és a felszín alatti vizek egyéb paramétereivel – hőmérséklet, vízkémiai jellegek, stb. – való összefüggések vizsgálatára. A mérési eredmények értelmezése, és a rendelkezésre álló földtani, hidrogeológiai ismeretek összevetése alapján hipotézis-modellt állítunk fel a vizekben megjelenő radon és rádium eredetének lehetséges forrásaira vonatkozóan. E felvetések – az adatok szórvány jellege miatt – munkahipotézisként kezelendők, de alapjául szolgálnak a kérdéskör további szisztematikus kutatásának.

## A Gellért-hegyi és József-hegyi forráscsoportok radioaktivitása

A budai termáلكarszt vizeiben átfogó radon- és rádiummérések ez idáig nem készültek. A Gellért- és a József-hegyi források környezetében ennek ellenére viszonylag sok mérés áll rendelkezésre. Ehhez képest az észak-budai források, valamint a mélyfúrású kutak vizsgálata elmaradottabb.

Az irodalomban fellelhető adatokat a szerzők különféle módszerekkel mérték. ALFÖLDI és társai (1968) nem közölték a mérési módszereket. BARADÁCS és társai (1999) maratontnyom-detektoros méréseket végeztek, 2001-ben és 2002-ben újabb, buborékoltatásos radon- és rádiumeredményeket közöltek. KASZTOVSZKY és társai (1996) egyrészt közölték a korábban, pl. SZERBIN (1994) által publikált, buborékoltatásos radonadatokat a Rudas-fürdő ivócsarnokának forrásaira, másrészt egyéb forrásokra nézve új, részben folyadékszintillációs eredményekről is beszámoltak. VÁRHALMI (2004) és PALOTAI (2004) ELTE-n mért folyadékszintillációs adatai képezik az archív adatokat kiegészítő utólagos méréseket.

### *Gellért-hegyi források radontartalma*

#### *Kutak és források*

A Gellért-hegy északkeleti oldalában, feltételezhetően a peremi vetőzónához kapcsolódóan (PAPP 1942) jelennek meg a hévforrások. Hőmérsékletük 30–47°C közt változik, egy-egy forrás hőmérsékletének ingadozása 3–4°C-nál általában nem nagyobb (HORUSITZKY 1939, PAPP 1942, ALFÖLDI et

al. 1968 alapján). Valamennyi forrás triász dolomitból fakad, a fűrt kutak is általában erre vannak szűrözve. A forráscsoportra három gyógyfürdő települt.

A legészakabbi Rác-fürdő két forrása a Nagy-(2) és a Kis- vagy Mátyás-forrás (1). (zárójelben a kutak 1. ábrán szereplő sorszáma).

A Rác-fürdőtől délkeletre, a Szabadság-híd déli oldalán található a Rudas-fürdő. Természetes forrásai délről észak felé haladva: Árpád II., Árpád I. (14), Mátyás (12), Beatrix (11), Diana (13), Hygieia, Kinizsi (10), Gül Baba (9), Török (8), Musztafa, Rákóczi (7), Kossuth, Attila I., Udvari, Hungária I. (3) források.

A fűrt kutak dél felől északra haladva: Árpád IV. (15), Árpád III., Hungária II. (6), Attila II. (4), Juventus (5) kutak (PAPP 1942 és Alföldi et al. 1968 alapján).

Ma e források és kutak nem mindegyike üzemel, ill. érhető el.

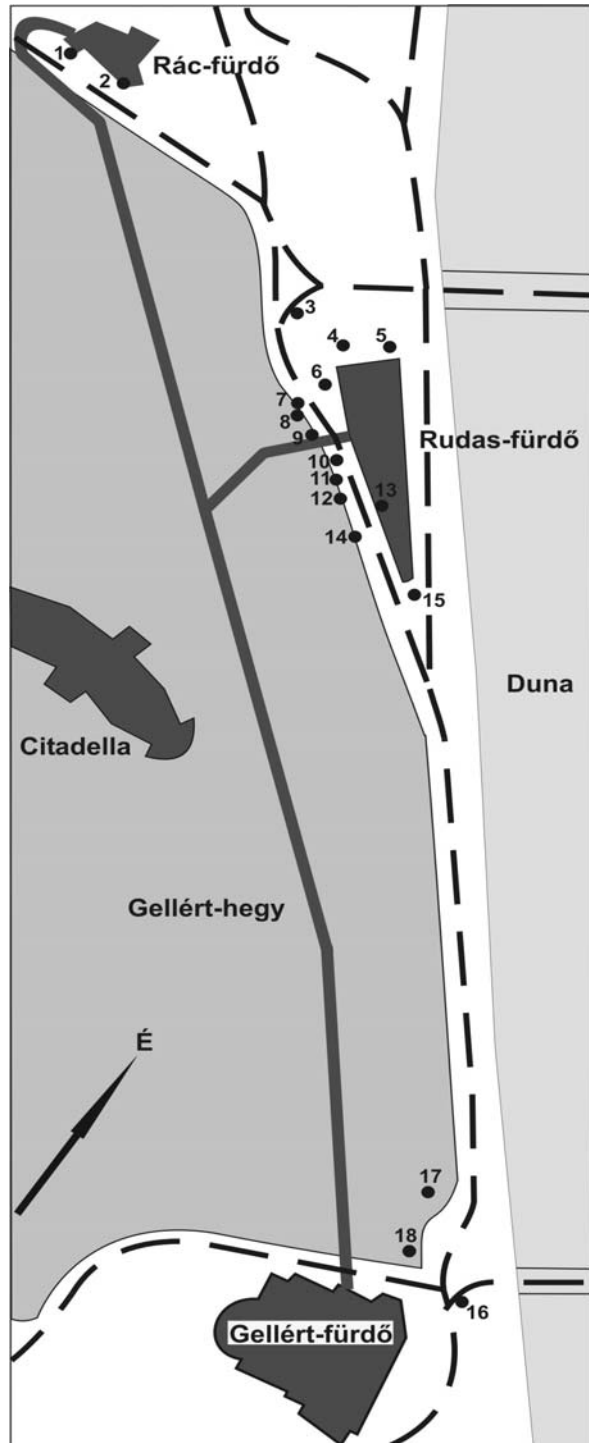
A fürdő ivócsarnokába a Juventus, az Attila II. és a Hungária II. kutak vizét vezetik, az eredeti Attila- és Hungária-forrásokat nem használják.

A Gellért-hegy déli részén fekvő Gellért-fürdő eredetileg az ún. Ósforrásra [a régi Sárosfürdőre (16)] települt, amely jelenleg lefedve a Szabadság-hídra kanyarodó villamossínek alatt található. A délről észak felé (általában) növekvő sorszámú fűrt kutak részben a hegy belsejébe vágott táróban mélyültek. A táro északnyugat felé egészen a Rác-fürdőig tart, leágazása van a Rudas felé is.

A Gellért-hegy oldala mentén a Dunában szökevényforrások fakadnak. Ezek radioaktivitására vonatkozó adatokat nem találtunk.

#### A radontartalom értékelése

Az 1–3. táblázatok és a 2–3. ábrák a Gellért-hegyi források és kutak publikált radonméréseit foglalják össze.



Az 1. táblázat adatait megvizsgálva, elsőként az eltérő mérési módszerekből származó eltéréseket vizsgáltuk meg. BARADÁCS és társai (2002) nyomdetektoros értékei általában kb. 10%-kal kisebbek saját buborékoltatásos eredményeiknél. VÁRHALMI (2004) és PALOTAI (2004) azonos, szcintillációs módszerrel mért értékei között 10–30%-os eltérés is kimutatható. A szcintillációs módszerrel végzett mérések előzőektől való eltérését a vizsgálatokban megmért források kis száma miatt nehéz megítélni, de jelentős eltérést nem feltételezünk. VÁRHALMI (2004) valamint KASZTOVSZKY és társai (1996) Rudas, ivócsarnokbeli szintén szcintillációs technikával végzett mérései (Attila II., Hungária II., Juventus) jól egyeznek VÁRHALMI (2004) eredményeivel, ezért feltehetjük, hogy a Gül Baba-forrásra vonatkozó mérések is hasonló kalibrációval készültek. Az ALFÖLDI és társai (1968) munkájában összefoglalt adatok az ivócsarnok esetében nem térnek el lényegesen a később publikáltaktól, ezért a Diana-forrásra vonatkozó egyedi mérési eredményüket sem kell elutasítanunk. A WESZELSZKY (1937) alapos méréssorozatából kirajzolódó trend szintén hasonló képet mutat, az általa használt mértékegységek könnyen átszámíthatók a jelenleg használatos egységekre.

A Gellért-hegy forrásainak radontartalmát megvizsgálva (1. táblázat, 2. ábra) egy, a Rudas-fürdő környezetében kicsúcsosodó koncentrációmaximum figyelhetünk meg. A Gellért-hegy déli részén 30–100 Bq/l közti koncentrációk jellemzők, a legkisebb értékeket a déli Ósforrásban mérték. A Rudas felé haladva a koncentrációk nőnek, ott 120-ról egészen 600 Bq/l-ig is felmegy a radontartalom, majd a Rác-fürdő felé ismét lecsökken 80–130 Bq/l-re.

1. ábra. A Gellért-hegy északkeleti oldala, a fürdők, a fontosabb források és a táró feltüntetésével. A Gellért-hegyi táróban mélyített kutakat nem ábrázoltuk.

Fig. 1. Northwestern side of the Gellért Hill with spa buildings, major springs and the tunnel. (Forrás = spring, fürdő = spa, kút = well).

1. Mátyás-forrás (Rác-fürdő)
2. Nagy-forrás
3. Hungária I. forrás
4. Attila II. kút
5. Juventus-kút
6. Hungária II. kút
7. Rákóczi-forrás
8. Török-forrás
9. Gül Baba-forrás
10. Kinizsi-forrás
11. Beatrix-forrás
12. Mátyás-forrás (Rudas-fürdő)
13. Diana-forrás
14. Árpád I. forrás
15. Árpád IV. kút
16. Ósforrás
17. III. kút
18. II. kút.

1. táblázat. A Gellért-hegyi források radontartalma [Bq/l]. ALFÖLDI és társai (1968) bizonyos adatai, valamint KASZTOVSZKY és társai (1996), VÁRHALMI (2004) és PALOTAI (2004) Hungária II., Attila II. és Juventus kutakra vonatkozó adatai átlagok, utóbbi három publikáció mért adatai a 2. és 3. táblázatban szerepelnek. SZERBIN (1994) az OSSKI-féle 1990-es méréseket mutatja be, míg ALFÖLDI és társai (1968) összegyűjtött archív eredményeket közölnek.

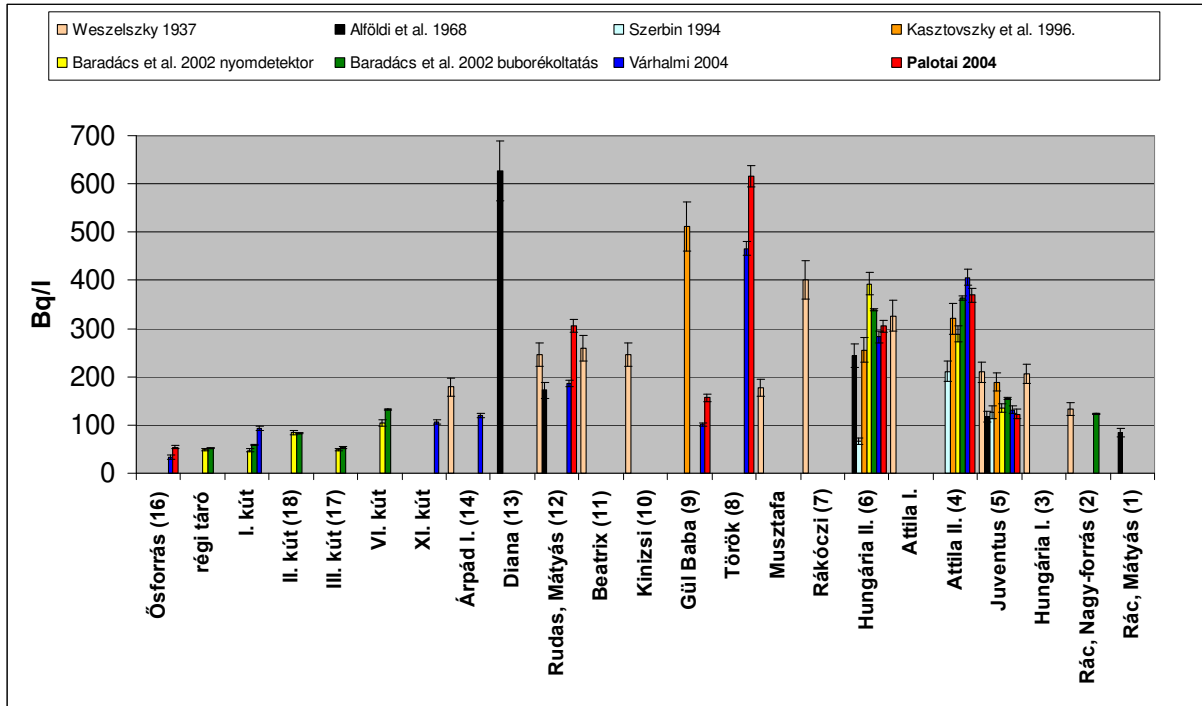
Table 1. Radon content of the Gellért Hill springs [Bq/l]. Some data of ALFÖLDI et al. (1968), as well as the data on Hungária II., Attila II. and Juventus wells published by KASZTOVSZKY et al. (1996), VÁRHALMI (2004) and PALOTAI (2004) are averages. The measured values of the latter three publications are shown in tables 2. and 3. Measurements made by the OSSKI in 1990 are published by SZERBIN (1994), whereas different archive measurements are compiled by ALFÖLDI et al. (1968).

forrás	WESZELSZKY 1937	ALFÖLDI et al. 1968	mérés éve	SZERBIN 1994	KASZTOVSZKY et al. 1996.	BARADÁCS et al. 2002	hiba	BARADÁCS et al. 2002	hiba	VÁRHALMI 2004	hiba	PALOTAI 2004	hiba
módszer				buboré- koltatás	szcintilláció	nyom- detektor		buboré- koltatás		szcintilláció		szcintilláció	
Ősforrás										33	4	54	4
régi táró						49	3	52	1				
I. kút						47	3	58	1	93	4		
II. kút						84	5	83	2				
III. kút						49	3	54	2				
VI. kút						104	6	132	2				
XI. kút										106	5		
Árpád I.	178									120	5		
Diana		627	1942–55										
Rudas, Mátyás	246	172	1956							186	7	305	13
Beatrix	259												
Kinizsi	246												
Gül Baba					466 ill. 512					101	4	156	8
Török										466	14	615 ill. 604	22
Musztafa	178												
Rákóczi	401												
Hungária II.		244	1941–43	67	255	393	23	339	2	283	12	305	13
Attila I.	326												
Attila II.				211	321	289	17	363	4	406	16	369	15
Juventus	209	117	1932–55	126	189	135	9	155	2	131	7	122	10
Hungária I.	206												
Rác, Nagy- forrás	132							123	2				
Rác, Mátyás		84	1941										

A Rudas fürdő körzetén belül is ki lehet jelölni azt a szűkebb zónát, amely a legnagyobb radontartalommal bír (1–3. ábra, 1. táblázat). WESZELSZKY (1937) szerint a Rákóczi-forrástól észak és dél felé egyaránt jelentősen csökken a radonkoncentráció. KASZTOVSZKY és társai (1996) a Gül-Baba-forrásban mértek egészen kiugró, 500 Bq/l körüli értékeket. VÁRHALMI (2004) a Gül Baba- és a Rákóczi-forrás között elhelyezkedő Török-forrásban talált kimagasló, 460 Bq/l-es radontartalmat. PALOTAI (2004) szintén a Török-forrásban talált maximális, 600 Bq/l körüli maximumot. Úgy tűnik, hogy a Rákóczi-, Török-, Gül Baba-források körzete mutatja a legnagyobb radonkoncentrációkat, és ez a maximum egyrészt észak (Hungária II., Attila I., Attila II., Hungária I. stb.), másrészt dél (Kinizsi, Beatrix, Mátyás, Árpád I. stb.) felé csökken. Ettől a trendtől eltér az ALFÖLDI és társai (1968) által leírt, 1940-es

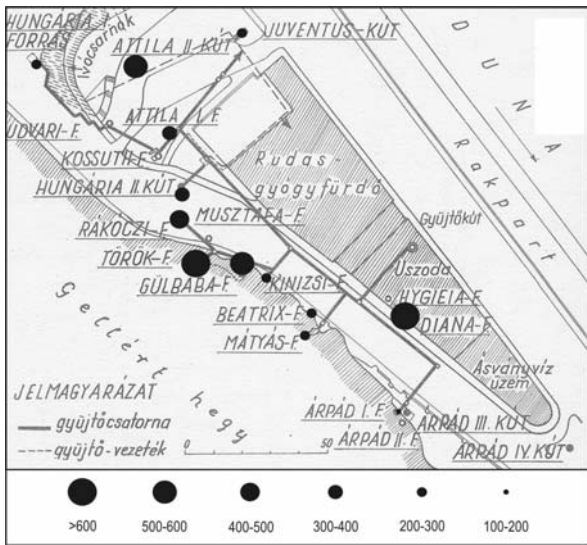
évekből származó, Diana-forrásra vonatkozó, kiugró 600 Bq/l körüli érték. Mivel ez az adat több mérés, – melyek közt évek teltek el – átlaga, és a mérések közti eltérés csak 20% körüli, nem tulajdoníthatjuk mérési hibának. A Diana-forrás radioaktivitására vonatkozóan sajnos egyéb adat nem áll rendelkezésre.

A 2. és 3. táblázatban a Rudas-fürdő É-i részén található kutak (Hungária II., Attila II., Juventus) különböző időpontokban, de azonos módszerrel mért adatait közöljük. Az adatok összevetéséből kiderül, hogy az Attila II. kút környezetében is kirajzolódik egy lokális – a Török-forrás körzetéhez képest kisebb – maximum. Az eredeti mérési adatok egyúttal az értékek szórását is mutatják az egyes kutakra vonatkozóan. Ezekből az adatokból kiderül, hogy a három részletesen vizsgált kút között több mint 100 Bq/l-nyi koncentrációkülönbség áll fenn.



2. ábra. A Gellért-hegyi források radontartalma különböző publikációk alapján. Ahol a hibahatárokat nem közölték, ott 10%-os hibát tételeztünk fel. Zárójelben a források 1. ábrán szereplő sorszáma.

Fig. 2. Radon content of Gellért Hill springs, as published by various authors [Bq/l]. An error of 10% was assumed unless otherwise stated in table 1. Numbers of the springs on fig. 1. are shown in parentheses.



3. ábra. A Rudas-fürdő forrásaiban mért legnagyobb radonkoncentrációk. A kategóriákba történő besorolás az 1–3. táblázatban összefoglalt, az egyes források bármely hivatkozott publikációban közölt legnagyobb értéke alapján történt. (Alaptérkép: ALFÖLDI et al. 1968)

Fig. 3. Highest measured radon concentrations of Gellért Hill springs. Categorisation was accomplished on the basis of highest measured values of the springs in any publication, as summarised in tables 1–3.

2. táblázat. Az ELTE-n 1995-ben mért radonkoncentrációk (KASZTOVSZKY et al. 1996).

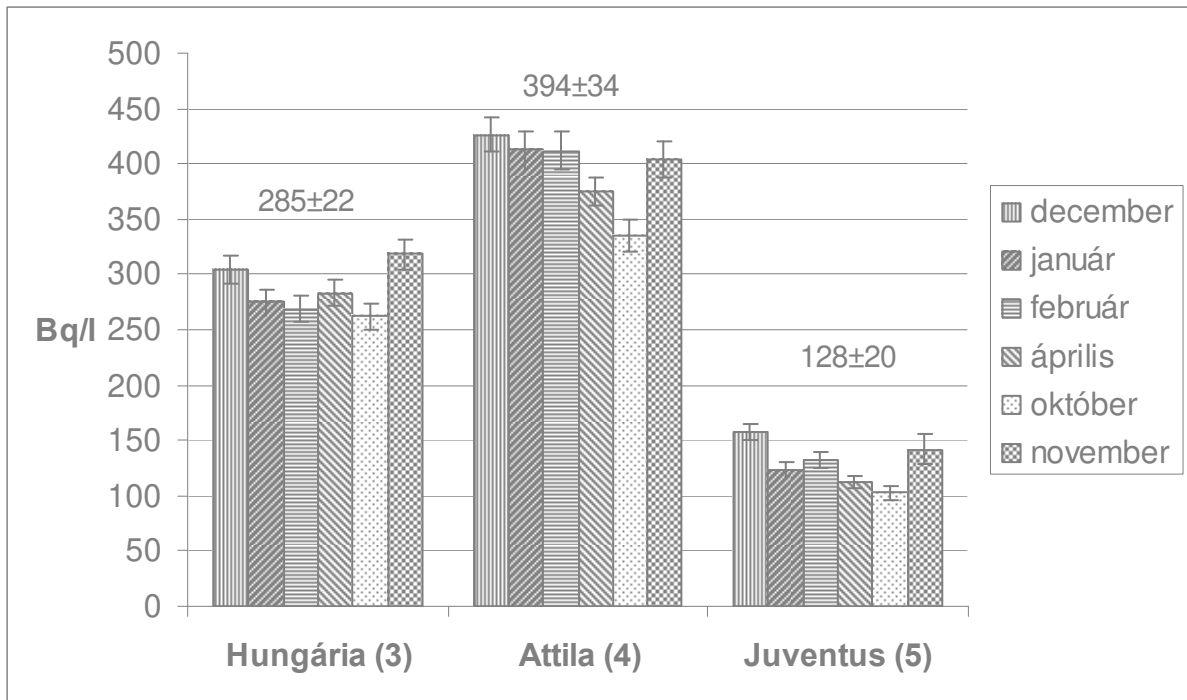
Table 2. Radon concentrations measured in 1995 at Eötvös University (KASZTOVSZKY et al. 1996).

	1995.02.01.	1995.02.09.	1995.02.28.	1995.08.22.	1995.11.14.
Hungária II.	252	258			
Attila II.	300	355		304	330
Juventus	139	149	158	305	

3. táblázat. VÁRHALMI (2004) és PALOTAI (2004) által mért radonkoncentrációk a Rudas-fürdő ivócsarnokában.

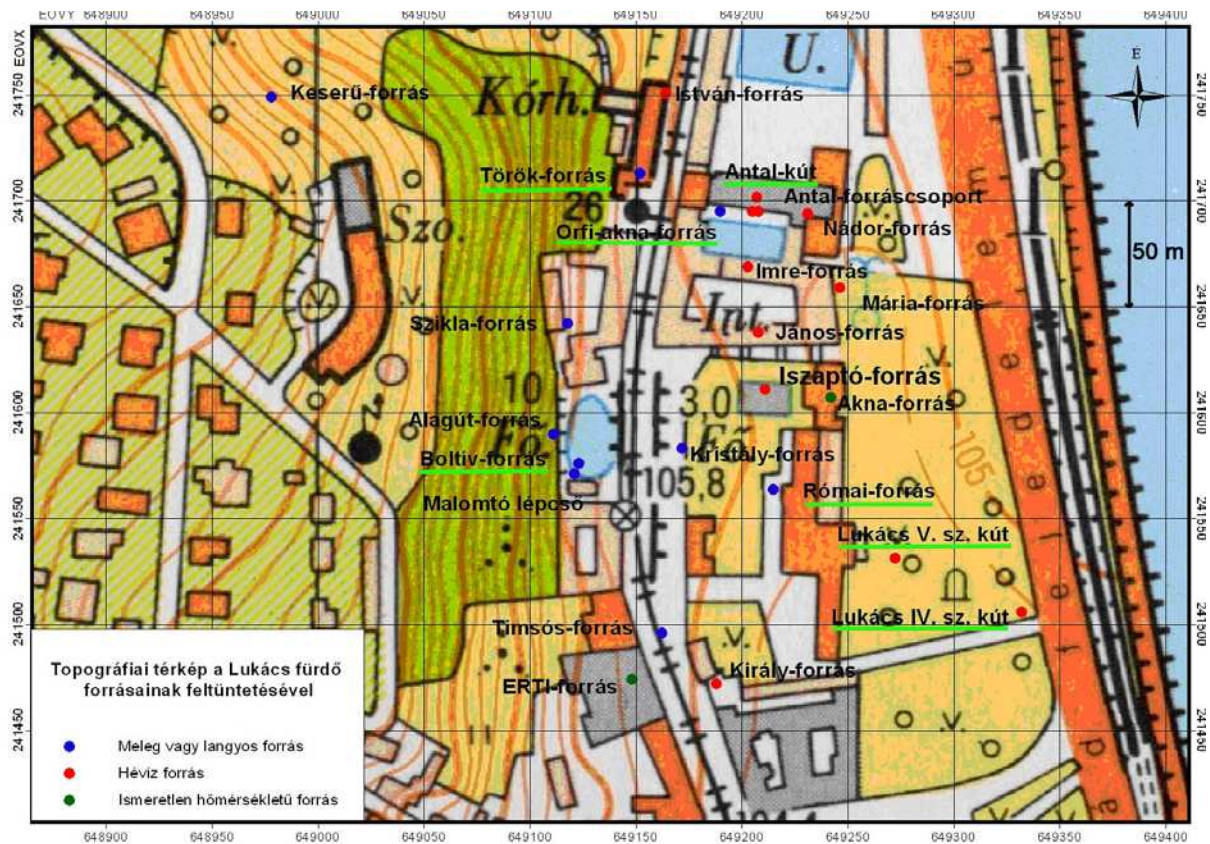
Table 3. Radon concentrations of the drinking hall of Rudas Spa, as measured by VÁRHALMI (2004) and PALOTAI (2004).

[Bq/l]	2003. 12.02	2004. 01.07	2004. 02.24	2004. 04.20	2004. 10.29	2004. 11.22
	VÁRHALMI 2004	VÁRHALMI 2004	VÁRHALMI 2004	VÁRHALMI 2004	PALOTAI 2004	PALOTAI 2004
Hungária II.	305	275	268	283	262	318
hiba	12	13	12	11	12	14
Attila II.	426	413	412	375	335	403
hiba	15	18	17	13	14	16
Juventus	157	123	133	113	103	142
hiba	7	8	7	6	6	14



4. ábra. VÁRHALMI (2004) és PALOTAI (2004) által mért radonkoncentrációk a Rudas-fürdő ivócsarnokában. Zárójelben a kutak 1. ábrán szereplő sorszáma.

Fig. 4. Radon concentrations of the drinking hall of Rudas Spa, as measured by VÁRHALMI (2004) and PALOTAI (2004). Numbers of the springs on Fig 1. are in parentheses.



5. ábra. A József-hegyi források térképe (LIEB 2004 után módosítva). Aláhúzás jelzi azokat a forrásokat és kutakat, amelyeknek radon- és/vagy rádiumtartalmára vonatkozóan információval rendelkezünk.

Figure 5. Map of the József Hill area (after LIEB 2004, modified). The names of springs and wells with known radon and/or radium content are underlined.

4. táblázat. A József-hegy környezetében mért radonkoncentrációk [Bq/l]. A Molnár János-barlang értéke 11 mérés átlaga.  
 Table 4. Radon concentrations in the József Hill area [Bq/l]. The value of Molnár János cave is the average of 11 measurements.

szerző	ALFÖLDI et al. (1968)	BARADÁCS et al. (2002)	hiba	BARADÁCS et al. (2002)	hiba	VÁRHALMI (2004)	hiba
megjegyzés (év/módszer)	1956	nyomdetektor		buborékoltatás		szcintilláció	
Antal-kút						22	3,0
Lukács IV. kút	24,4	22	1	22	0,8	22	2,5
Lukács V. kút		20	1	22	0,8		
ORFI akna						22	3,0
Török-forrás						25	2,5
Boltív-forrás		18	1	19	0,2		
Római-forrás		65	4	61	3,4	92	6,0
Molnár János-barlang						15	2,7

#### A József-hegyi forrásterületre vonatkozó radonértékek

##### Kutak és források

A József-hegy lábánál, a Lukács-fürdő környezetében számos forrásfakadást ismerünk Szépvölgyi Mészköben, ill. Budai Márgában (5. ábra). A források szennyezettsége miatt egyre inkább fűrt kutakkal váltották ki használatukat. Vizsgálatainkat a jelenleg használatban lévő forrásokra és kutakra terjesztettük ki.

A Dunához közel törnek fel, ill. található az ún. hévízforrások és -kutak. Ezek közül legmelegebb az Antal-forrás, amely jelenleg 53°C-os (LIEB 2004). A Lukács IV. és V. kutakat is megmintáztuk. E források és kutak hőmérséklete időben néhány éven belül állandónak tekinthető (37–60°C közötti), évtizedes léptékben azonban – a termelés váltakozó volta miatt – változhat.

A Dunától távolabb, magasabb térszínen fakadnak az ún. langyos források: a Római-, Török-forrás, ORFI-aknaforrás, valamint a Malomtó forrásai (Boltív-forrás). Hőmérsékletük 20–37°C közötti.

A Lukács-fürdő környezetében található a Budai-hegység jelenleg ismert egyetlen nagyobb méretű aktív forrásbarlangja, a Molnár János-barlang. Ennek vizét is megvizsgáltuk.

##### Radonértékek

A József-hegyi forráscsoport radontartalma 15–25 Bq/l-es értéktartományban mozog az összegyűjtött szórványadatok alapján (7. táblázat, 6. ábra). A hévizes és a langyos források, kutak radontartalma értékelhető mértékben nem tér el egymástól. Kivételt képez a Római-forrás, amely radontartalma lokálisan kiugró, a forráscsoportra jellemző értékhez képest közel háromszoros: 65 ill. 61 Bq/l BARADÁCS és társai (2002), míg 92 Bq/l körüli VÁRHALMI (2004) szerint. A Molnár János barlangból vett vízminták radontartalma a legkisebb. A Gellért-hegyi források minimális radonkoncentrációja: 30 Bq/l, az itt mért értékek ez alatt maradnak – eltekintve a Római-forrás anomális viselkedésétől.

#### Referenciául szolgáló radonértékek

A budai termálkarszt területén rendkívül szegényesek a föntiekben tárgyaltakon kívül rendelkezésre álló radonmérések. E szórványadatok összegyűjtését is fontosnak tartottuk, hiszen referenciaként szolgálhatnak a vizsgált terület radonkoncentrációinak értelmezésénél. A Széchenyi-fürdőt ellátó Városliget II. kútban (amely 1246m mélyen éri el a Dachsteini Mészkövet) KASZTOVSZKY és társai (1996) 2,64 Bq/l radont mértek, ALFÖLDI és társai (1968) 9,23 Bq/l radon tartalmat közöltek. PALOTAI (2004) ugyanitt három mérést is végzett és 9,4–13,2 Bq/l értéket kapott (hiba: ±3Bq/l).

A Szemlő-hegyi-barlang Budai Márgán átszivárgó csepegő vizeiben VÁRHALMI (2004) mérései alapján 3–10, átlagosan 6,2 Bq/l radon található.

Összehasonlításként a budapesti csapvíz átlagosan 2,27–2,86 Bq/l radont tartalmaz (SZERBIN et al. 1997).

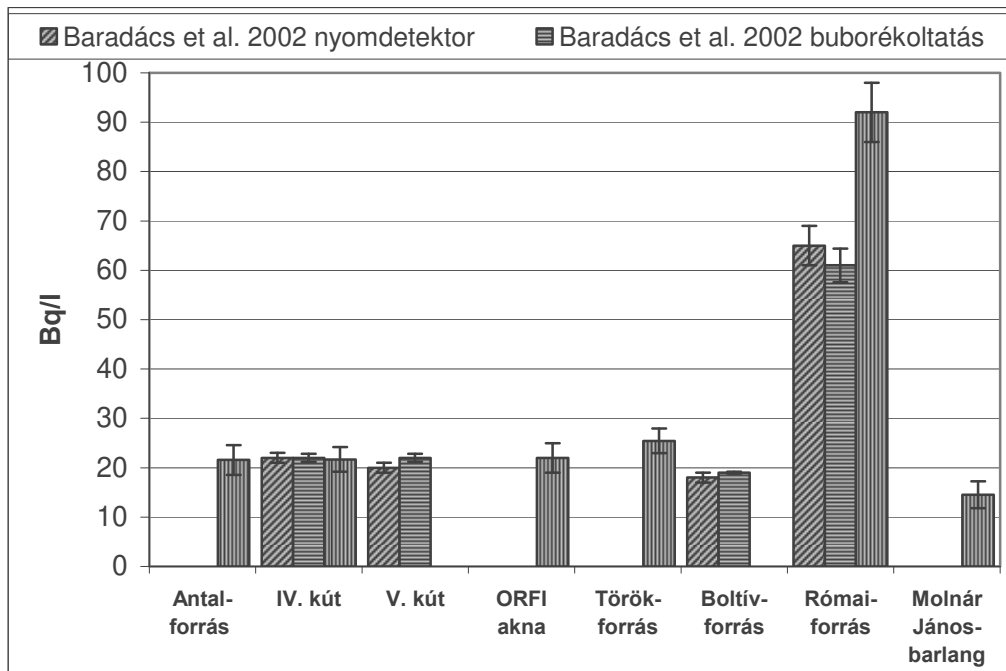
#### Rádiummérési adatok

A rádiumtartalomra vonatkozó információink szegényesebbek a radonnal kapcsolatos ismereteinknél, ezért valamennyi, a vizsgált területről rendelkezésre álló, és referenciaként használható adatot az 5. táblázatban gyűjtöttük össze.

Fontos referencia, hogy SZERBIN és társai (1997) mérései alapján a csapvízben átlagosan 70 mBq/l rádium található. A Gellért-hegy vizeiben mért rádiumtartalom BARADÁCS és társai (1999, 2002) szerint 550–1000 mBq/l közt változik (7. ábra). A legkiugróbb értéket a Hungária II. (700–1000 mBq/l) és az Attila II. kút (850–900 mBq/l) mutatja. A régi táróban is igen magas a rádiumtartalom (840–950 mBq/l).

A József-hegy forrásaiban és kútjaiban ez az érték BARADÁCS és társai (1999, 2002) mérései szerint mindössze 40–300 mBq/l közötti (7. ábra). Ez a Gellért-hegyi forráscsoport rádium-koncentrációinak csupán 10–40%-a.





6. ábra. A József-hegyi forráscsoport kútjainak, forrásainak radonkoncentrációja.  
 Figure 6. Radon concentrations of the springs and wells in the József Hill area

A József-hegyi forráscsoport esetében a rádiumtartalom hőmérséklet szerint elkülönül. A langyos vizű kutak, források 50–100 mBq/l, míg a hévizesek 200–300 mBq/l rádiumot tartalmaznak. A langyos vizű kutak rádiumtartalma a referenciának vehető csapvíznél (70 mBq/l) lényegesen nem nagyobb.

A KASZTOVSZKY és társai (1996) Gellért-hegyi forrásokban végzett szóróvízmérései nagy eltérést mutatnak BARADÁCS és társai (1990, 1995) méréseitől. Az Attila II. kútban végzett 1990-es és 1995-ös vizsgálataik, a BARADÁCS és társai (1999, 2002) által publikált adatok másfél- ill. kétszeresét mutatják (5. táblázat). Ez a számottevő különbség a mérési módszerek és a kalibráció különbözőségéből eredhet. A Városliget II. kút rádiumtartalmát (KASZTOVSZKY et al. 1996) referenciaként akkor használhatjuk fel a BARADÁCS-féle – Gellért- és József-hegyi mérésekkel történő – összevetésben, ha azt kb. 500 mBq/l-nek feleltetjük meg. Ebben az esetben a Városliget II. kút rádiumtartalma akár kétszerese is lehet a József-hegy meleg vizű kútjainak, viszont a Gellért-hegyi vizek átlagától 10–30, a Rudas-fürdő értékeitől 40–50%-kal is elmaradhat.

#### A radon és a rádium kapcsolata

Egy konzisztens radon- és rádiummérés-sorozat (BARADÁCS et al. 1999) eredményeit láthatjuk a 6. táblázatban. A vizsgált objektumokban a vízben oldott rádium- a radontartalomnak mindössze néhány ezreléke, de legfeljebb 1–2%-a. A két adatsor korrelációs együtthatója 0,68, amely gyenge kapcsolatot jelez, de a kis mintaszám miatt ez az

eredmény is bizonytalan. Ez alapján a radon tartalom nem függ egyértelműen a vizek rádiumkoncentrációjától.

A 8. ábrán a 6. táblázat adataiból képzett Rn/Ra arány került ábrázolásra. A Rn/Ra arány a Gellért-hegyi és a Lukács-fürdői forrásokban nagyságrendileg megegyezik. Ennek ellenére, a valós koncentrációk eltérő nagysága miatt a két rendszer külön kezelendő.

A Gellért-hegy déli, Gellért-fürdőhöz közeli részén 50–150 közötti Rn/Ra arányt tapasztalunk. A Rudas ivócsarnokának kútjaiban (Hungária II., Attila II.) a radon 300–400-szorosa a rádium mennyiségének. A Juventus-kút inkább a Gellért-hegy déli forrásaival mutat hasonlóságot.

A József-hegyi forrásvizekben a Rn/Ra arány 100–200 körüli, a jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján a meleg vizű forrásokban alacsonyabb, mint a langyos forrásokban. Nagyon markánsan elkülönül a Római-forrás: itt a radon mennyisége 1000-szerese a rádiuménak. Ilyen kiugró aránnyal más források esetén nem találkozunk.

#### A mérési eredmények összegző értékelése

A József-hegy és a Gellért-hegy forrásaira, kútjaira vonatkozó összegyűjtött mérési adatok arra utalnak, hogy a tágabb térség felszín alatti vizeinek átlagához (WESZELSZKY 1912) képest változó mértékben, de mindenképpen jelen van egy rádium- és radontöbblet.

A vizek radontartalmának csak néhány ezreléknyi, legfeljebb 1–2%-nyi része származtatható a vízben oldott rádiumból, ezért a radon- és rádiumtartalmat külön kell kezelni. A vizek eredete

valószínűsíthetően összefüggést mutat a két elem arányával.

5. táblázat A budai termálkarsztban mért rádiumkoncentrációk (BARADÁCS et al. 1999, 2002 és KASZTOVSZKY et al. 1996 alapján). KASZTOVSZKY és társai az OSSKI-ban (1990) és az ELTE-n (1995) végzett mérések eredményeit közlik, melyeket rádium-radon egyensúlyt felhasználó szcintillációs berendezéssel végeztek. BARADÁCS és társai (1999, 2002) méréseiket maratottonyom-detektoros módszerrel végezték.

Table 5. Radium concentrations measured in the Buda thermal karst system (after BARADÁCS et al. 1999, 2002 and KASZTOVSZKY et al. 1996).

Ra [mBq/l]	BARADÁCS et al. (1999)	hiba	BARADÁCS et al. (2002)	hiba	változás	OSSKI (1990)	ELTE (1995)
Gellért-fürdő						1240	
régi táró	942	92	837	73	-105		
I. kút	569	54	659	65	90		
II. kút	588	59	626	62	38		
III. kút	540	51	657	65	117		
VI. kút	743	70	785	77	42		
Rudas-fürdő							
Juventus	710	67	646	64	-64		
Attila	912	89	834	81	-78	2150	1650
Hungária	993	96	699	69	-294		
Rác-fürdő							
Nagy-forrás	857	84	800	78	-57		
Lukács-fürdő							
Boltív-forrás	105	11	73	8	-32		
Római-forrás	63	7	48	6	-15		
IV. kút	272	29	261	25	-11		
V. kút	207	23	251	25	44		
VI. kút által táplált ivókút	254	25	265	26	11		
Városliget II. kút						1070	

A felszínről leszivárgó vizek radioaktivitásának jellemzőit a Szemlő-hegyi barlangban mért csepegővíz-értékekkel, míg a mélymedence vizeinek jellegét a Városliget II. kút adataival közelítjük.

A mélymedence vizeinek rádiumtartalmát 500 mBq/l körülnek vehetjük a Városligeti II. kútban mértek alapján. A József-hegy langyos vizű forrásaiban, kútjaiban 50–100 mBq/l, a hévizekben 200–300 mBq/l rádium található. Előbbiek rádiumtartalma a csapvíz átlagos értékének (70 mBq/l) kétszeresét sem éri el. Ugyanakkor a mélymedence jellegét nagyobb arányban képviselő hévizekben 2–5-ször magasabb rádiumtartalom jellemző a leszálló langyos karsztvizekhez képest.

A rádiumtartalom a Gellért-hegyi forrásokban és kutakban a csapvízben mérhető értékek tíz-tizenötszöröse (500–1000 mBq/l). A Gellért-hegyi területen belül a Rudas-fürdő rádiumtartalma a többi fürdőhöz képest 10–20%-kal kiemelkedik. A József-hegy hasonló hőmérsékletű, tehát körülbelül azonos leszálló és mélymedencebeli keveredési arányt mutató vizeivel összehasonlítva feltűnik, hogy a Gellért-hegyi vizekben két-háromszor több rádium található.

A radon – a Szemlő-hegyi csepegővíz-mérések alapján, a Budai Márgán keresztül átszivárgó vizekben 10 Bq/l nagyságrendet képvisel. Az ettől való jelentős

eltérések a mérések kis száma miatt nem zárhatók ki! A mélymedencében a Városliget II. kútban végzett mérések szerint 2–12 Bq/l radon jellemző.

A József-hegy langyos és meleg vizű forrásaiban egyaránt 18–25 Bq/l körüli radonkoncentráció jellemző. Kivételt képez a 60–90 Bq/l radont tartalmazó Római-forrás.

A József-hegyi forrásokban mért értékeknek akár 30-szorosa is lehet a Gellért-hegyi vizek radontartalma. A legkiemelkedőbb anomális terület a Gellért-hegy északi részén található, központjában a Rudas-fürdővel. A radonkoncentrációk itt még a Gellért-hegyi zónához tartozó egyéb vizekhez (Gellért- és Rác-fürdő) képest is kiemelkedőek (kb. 100–600 Bq/l), az anomáliacsúcs északnyugat (Rác-fürdő, 80–130 Bq/l) és délkelet (Gellért-fürdő, 50–100 Bq/l) felé lecsengeni látszik. A legkiemelkedőbb értékek a Török-, Rákóczi-, Gül Baba-forrás, és nagyobb bizonytalansággal a Diana-forrás zónájában mérhetők. Kisebb maximumot képvisel az Attila II. kút környezete. E zónától bármely irányba távolodva a mért értékek csökkennek. A Rudas-fürdő vizeinek radontartalma országos tekintetben is kiemelkedő.

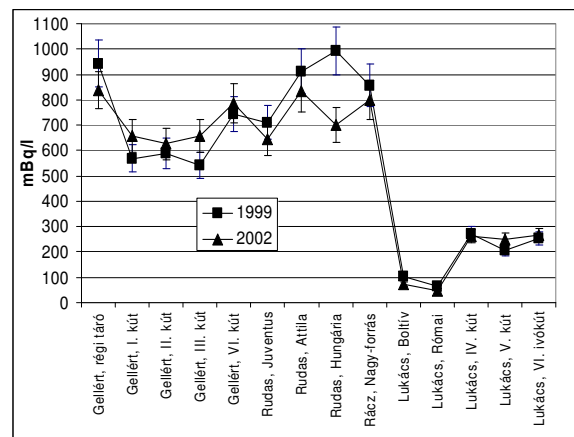
Az adatok értékelése alapján feltételezhetjük, hogy a leszálló karsztvizek radioaktivitását számottevően befolyásolja az a fedőkőzet és a rajta

képződött talaj, amelyen a csapadékvíz átszivárog. A Szemlő-hegyi barlangban végzett csepegővíz mérések alapján csak a Budai Márgán történő átszivárgás utáni radontartalomról rendelkezünk néhány adattal. A mélymedence vizeinek radontartalma gyakorlatilag megegyezik a leszálló karsztvizekével. A Római-forrás különleges viselkedését egy helyi radonforrás idézheti elő. A mélymedence vizeit csak a Városliget II. kútban mért értékekkel jellemezhetjük, amelyek nehezen hasonlíthatók össze korábbi, más módszerrel mért rádiumértékekkel. Annyi azonban bizonyos, hogy a József-hegyi források rádiumtartalma levezethető a mélymedence és a leszálló karsztvizek keveredéséből. Más a helyzet a Gellért-hegyi forrásokkal. Ott a mélymedence vizeit meghaladó rádiumtartalmat tapasztalunk, ami csak akkor lehetséges, ha a kiáramlási terület közelében feltételezünk egy „extra” forrást, amelyen a felszínre jutó víz áthalad. Ez vízben oldott rádiumforrást jelenthet, de egyidejűleg közvetlen forrása lehet a radontöbbletnek is.

6. táblázat. Gellért- és József-hegyi források és kutak vizének radon- és rádiumtartalma (BARADÁCS et al. 1999 alapján).

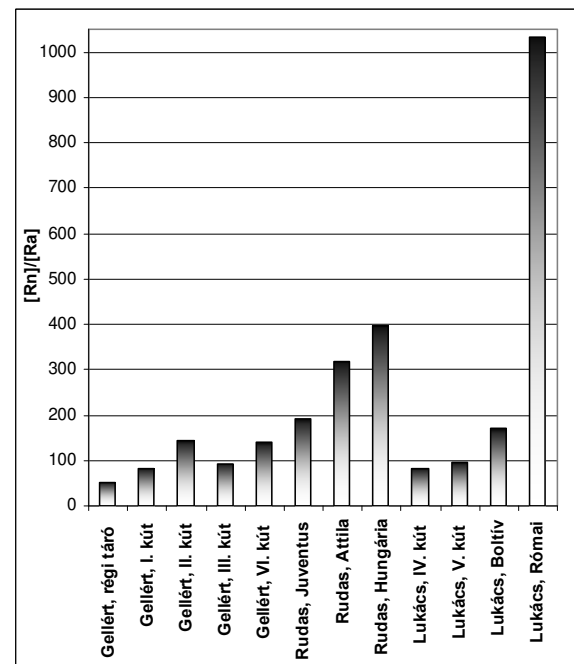
Table 6. Radon and radium content of the Gellért and József Hill springs and wells (after BARADÁCS et al. 1999)

Gellért-fürdő	Rn [Bq/l]	hiba	Ra [mBq/l]	hiba	[Rn]/[Ra]
régi táró	49	3	942	92	52
I. kút	47	3	569	54	83
II. kút	84	5	588	59	143
III. kút	49	3	540	51	91
VI. kút	104	6	743	70	140
Rudas-fürdő					
Juventus	135	9	710	67	190
Attila II.	289	17	912	89	317
Hungária II.	393	23	993	96	396
Lukács-fürdő					
Boltív-forrás	18	1	105	11	171
Római-forrás	65	4	63	7	1032
IV. kút	22	1	272	29	81
V. kút	20	1	207	23	97



7. ábra. A Gellért-hegyi és József-hegyi forrásokban, kutakban mért rádiumkoncentrációk (BARADÁCS et al. 1999, 2002 mérései alapján). A diszkrét pontokat összekötő szakaszoknak természetesen csak szemléltetési szerepük van.

Figure 7. Radium content of Gellért and József Hill springs and wells (after BARADÁCS et al. 1999, 2002).



8. ábra. Gellért- és József-hegyi források és kutak vizének radon- és rádiumtartalmának hányadosa (BARADÁCS et al. 1999 adataiból számolva).

Figure 8. Ratio of radon and radium concentrations in the waters of Gellért and József Hills (data by BARADÁCS et al. 1999).

## A vizekben észlelt radioaktivitás lehetséges földtani okai

A rádium- és radoneloszlás értelmezését figyelembe véve kezdtük számba venni a lehetséges földtani okokat, amelyek az észlelt állapotot előidézhetik. A budai karsztrendszer radioaktivitásának felfedezője, WESZELSZKY (1912) azt találta, hogy a Gellért-hegy körzetében észlelt magas radioaktivitás oka a dolomitban a víz által felhalmozott rádiumban dús iszap. A József-hegyi forrásokban észlelt alacsonyabb értékek magyarázatát abban látta, hogy a források – kilépésük előtt – márgán és kavicsoson haladnak keresztül, e laza kőzetben a „forróvízben oldott rádiumemanációknak tekintélyes része elveszhet”.

### *Radon és rádium a felszín alatti vizekben*

A radon felszín alatti vizekbe jutására számos modellt állítottak fel. Bizonyos körülmények közt mindegyik megállja a helyét, de általános érvényű megoldás, a kérdés bonyolultsága miatt, ez ideig nem született. Az elsődlegesen meghatározó tényező a kőzettani jelleg (RAMA és MOORE 1984; BONOTTO & ANDREWS 1997, 1999). Az anyagközetnek kell olyan ásványokat tartalmaznia, melyek radonforrásként szolgálhatnak. Az U–Th sor elemei leggyakrabban az alábbi ásványok szerkezetébe lépnek be: cirkon ( $ZrSiO_4$ ), monacit ( $CePO_4$ ), xenotim ( $YPO_4$ ), zirkelit  $[(Ca, Fe)(Zr, Ti, U)_2O_5]$ , allanit  $(Ca, Ce, La)_2(Al, Fe^{3+}, Fe^{2+})_3(SiO_4 \times Si_2O_7 \times O \times OH)$ .

A leszálló vizek radontartalmát a talaj is befolyásolja. BARABÁS és társai (2003) szerint radonanomáliát a talajszelvényekben megjelenő U- és Th-tartalmú monacit és xenotim, ill. a szórványosan előforduló cirkon, zirkelit, allanit ásványok okozhatnak.

Aktív vetőzónákban, takarófrontokhoz kapcsolódóan (CHOUBEY et al. 2001), a mérési tapasztalatok alapján a térség átlagához képest kétszáz-háromszorosára is megnövekedhet a radonkoncentráció. Az urán és (radon előtti) leányelemei vetőbreccsák felszínén abszorbeálódva felhalmozódhatnak, így a vetőzónán áthaladó vizekbe a radon, mint inert gáz koncentráltan beleoldódhat (CHOUBEY et al. 2001).

Karsztos területeken a felszín alatti vizek révén, barlangok, járatok mentén a radon nagyobb távolságokra is eljuthat, a szállítási távolság a fluidum sebességétől és a járatok méretétől függ (HAKL et al. 1996).

A felszín alatti vizekben a radon időben és térben változó mennyiségben jelentkezik, ezért minden pontszerű mérési eredményt kellő kritikával kell fogadnunk; ezek csak egy szűkebb-tágabb tartományát adhatják meg a radon koncentrációjának. Megfelelő mennyiségű rendszeres adat alapján már jobban közelíthetjük a várható valós értékeket. Minden, radonnal kapcsolatos kutatásnál fontos figyelembe

venni, hogy 3,82 napos felezési ideje miatt csak rövid transzportidő esetén számíthatunk kimutatható mennyiségű radon jelenlétére. Nemesgázként – hőmérséklettől függő mértékben – könnyen távozik a felszín alatti vizekből, a vizsgálatoknál, azok értelmezésénél ezt is szem előtt kell tartani.

A rádium ionos formában, oldott anyagként részt vehet a felszín alatti vízáramlásokban. Tóriumból  $\alpha$ -bomlással való keletkezésekor a kőzet szemcséinek nanopórusain ugyan az inert radonnál sokkal jobban megkötődik (RAMA & MOORE 1984), de a radonnál nagyságrendekkel kisebb mennyiségben oldódhat vízben. Egyes vizsgálatok (WESZELSZKY 1937; CHOUBEY et al. 2001) szerint nagy fajlagos felületű anyagok felszínén megkötődhet.

A rádium hosszú felezési ideje (1622 év) miatt hosszú áramlási pályák követésére is alkalmas, és a vizekből való eltávozási lehetősége – vizes oldatokban ionos formában való megjelenése miatt – jóval kisebb a radonénál. Emiatt stabil indikátora lehet a hosszú távú felszín alatti vízáramlásoknak. Ugyanakkor a vizek rádiumtartalma is mutathat ingadozásokat, ezért a pontszerű mérési eredmények itt is csak egy valószínűsíthető koncentráció-tartományt jelölnek ki.

Az alábbiakban sorra vesszük a radioaktivitás potenciális forrásait a vizsgált területre vonatkozóan.

### *Mezozoós üledékes kőzetek*

A térség alaphegységét alkotó kőzetek radioaktivitást befolyásoló szerepét – a mezozoikumot harántoló fűrés híján – csak a Dunántúli-középhegység egyéb területeivel vont párhuzam alapján ítélni lehet meg. A paleozoós rétegsorokban megjelenő agyagos vagy kőszénzinóros képződményekben – így a Balatonfelvidéki Homokkő egyes rétegcsoportjaiban –, szerves anyagban dús dolomitokban (Dinnyési Dolomit) potenciális radonforrás-ásványok megjelenése nem kizárt (HAAS et al. 1986 alapján). Előzetes, gamma-spektroszkópiás módszerrel mért eredményeink (PALOTAI 2004) szerint a Dachsteini Mészköben radioaktív elemek legfeljebb a  $10^{-9}$  nagyságrendben (ppb) vannak jelen.

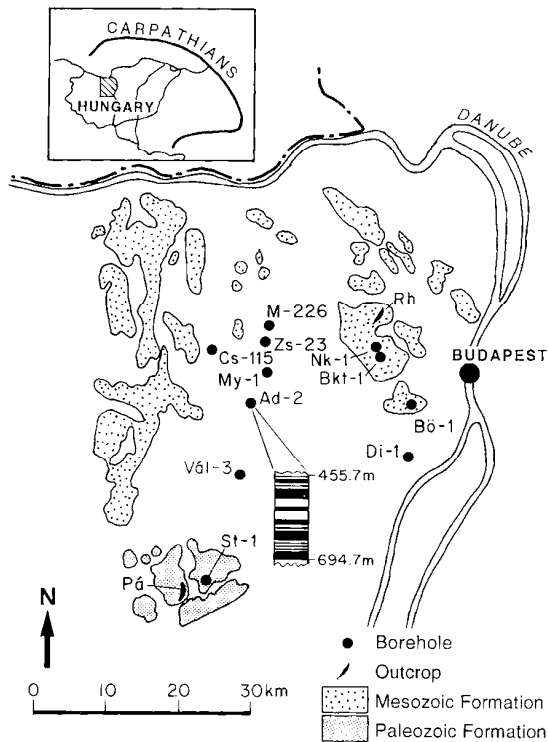
### *Magmás kőzetek*

A magmás kőzetek a rádium és a radon potenciális forrásaiként kezelhetők, mert bennük az U–Th tartalmú ásványok előfordulhatnak.

A triász magmatitok radioaktív anyagforrásként való szerepe nyomelem-összetételük, járulékos ásványaik alapján (HARANGI et al. 1996) alárendelt.

A késő-krétában lamprofiros (-karbonatitos) magmatizmushoz (KUBOVICS et al. 1990, SZABÓ et al. 1993) kapcsolódó kőzetek a Budai-hegységben többfelé, pl. Nagykovácsiban (DUDKO 1984) és az Adyliget melletti Remete-hegyen felszínközelen

(KUBOVICS et al. 1989), valamint a Budaörs–1 fúrásban is előfordulnak (9. ábra). A lamprofirok uralkodóan sötét szilikátokból – csillámból, amfibolból, piroxénből, olivinból – álló, bázisos, ultrabázisos, főleg vékony telérrajokban megjelenő kőzetek.



9. ábra. Lamprofirok és rokon telérrajok területi elterjedése a Dunántúli-középhegység ÉK-i részén (SZABÓ et al. 1993).

Figure 9. Regional setting of lamprophyre and related dyke rocks in the northwestern part of the Transdanubian Range (SZABÓ et al. 1993).

A lamprofirok akár 6 ppm uránt, ill. 50 ppm tóriumot is tartalmazhatnak (ROCK 1987), emiatt – adott esetben – hatékony radioaktív anyagforrásként működhetnek. Az Alcsútdoboz–2 fúrásban harántolt lamprofir telérekben átlagosan 4,6 ppm uránt, és 32 ppm tóriumot mértek (SZABÓ et al. 1993). A felsőkréta magmatitok elterjedésének keleti végét feltehetően a Dunántúli-középhegységi egység határa szabja meg, e kőzettesteknek a Budai-hegység Adyligettől, ill. Budaörs-től keletre eső részén való előfordulása nem zárható ki, csupán az esetleg

megjelenő vékony teléreket ez idáig nem találták meg (SZABÓ Cs. szóbeli közlése).

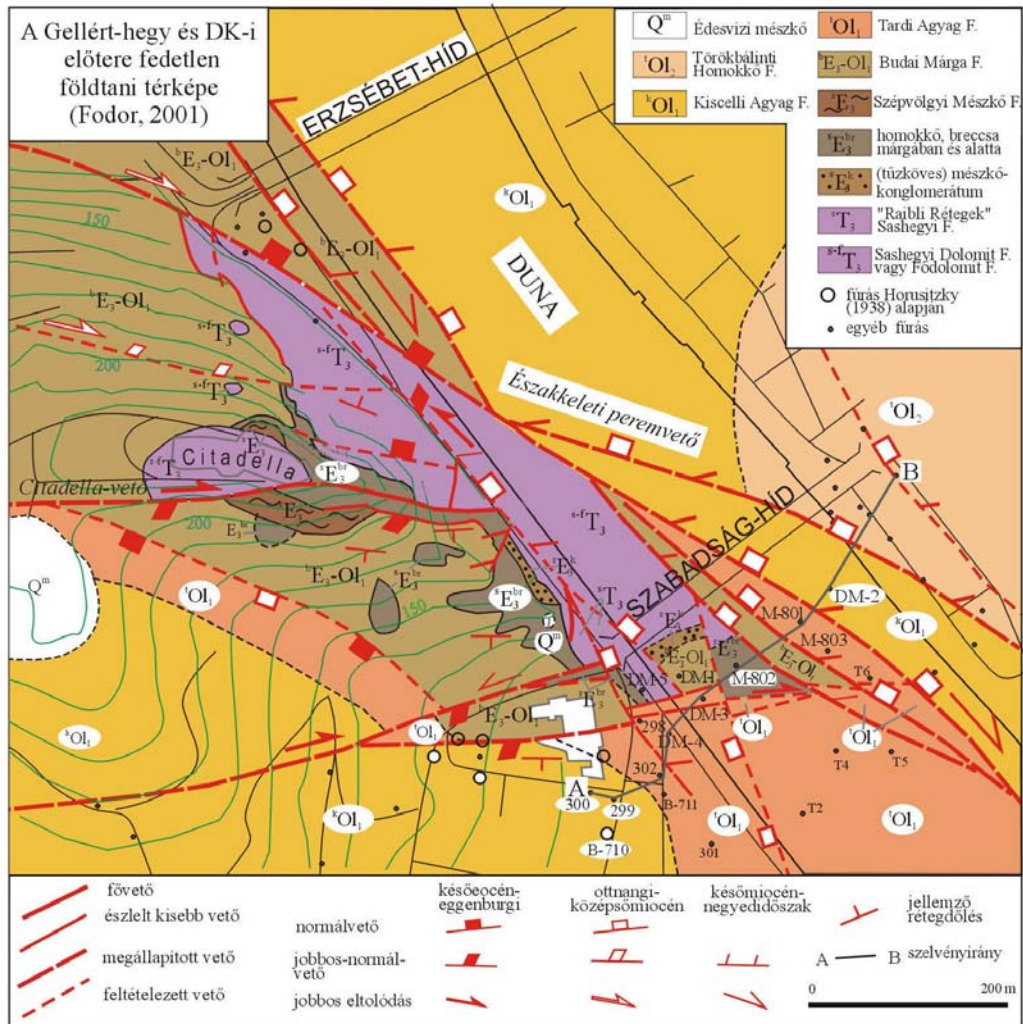
A Budai-hegység területén a kainozóos magmatitok jelenléte alárendelt, legjellemzőbbek az üledékes rétegsorokba betelepülő tufák. Nyomelemösszetételük alapján urán- és tóriumtartalmuk feltehetően nem okoz jelentős radioaktivitást. SURÁNYI G. és LENKEY L. szóbeli közlése szerint a Visegrádi-hegységi andezitek 1–2 ppm, a börsönyi andezitek 1,5–3 ppm uránt tartalmaznak. A Budai-hegységben megjelenő, velük rokonnak tekinthető tufás betelepülések, korlátozott mennyiségük miatt nem tekinthetők jelentős radioaktív anyagforrásként.

#### Kainozóos üledékes képződmények

Az üledékes rétegsorokban – leginkább az agyagos képződményekben (SZABÓ Cs. szóbeli közlése) – áthalmazott U–Th tartalmú ásványok feldúsulhatnak, ezzel radioaktív forrásként működhetnek. A tiszta karbonátos kőzetekben ilyen nyomelem-tartalmat nem feltételezünk. Szerves anyagban dús üledékes képződmények (pl. fekete palák) szerves anyagához valószínűleg abszorbeálva kötötték akár 30–100 ppm koncentrációjú urándúsulás is tapasztalható (MAYNARD 1983). A Budai-hegység területén ilyen jellegű, szerves anyagban dús kőzet pl. a Tardi Agyag. PALOTAI (2004) mérései szerint az uránsor tagjai egy Tardi Agyag mintában 2 ppm, a tórium sor tagjai 3,5 ppm mennyiségben vannak jelen. A Hárshegyi Homokkő, Budai Márga, Törökbálinti Homokkő és egyéb, a térségben előforduló üledékes képződmények radioaktivitásáról egyelőre nem rendelkezünk információkkal.

#### Szerkezetföldtani okok

Ismert, hogy vetőzónákban (CHOUBEY et al. 2001), karsztos repedések, üregek mentén (HAKL et al. 1996) a környezetükhöz képest megnövekedhet a radonkoncentráció. A budai termálkarszt megcsapolódási területe vetős kontroll alatt áll (10. ábra), melynek jelenlegi aktivitása ugyan nem tisztázott, de kizártnak sem tekinthető (CSONTOS L. szóbeli közlése). A karsztrendszer repedéshálózata szintén elősegítheti az egyéb okokkal magyarázható, meglévő forrásokból származó radon felszínre jutását.



10. ábra. A Gellért-hegy és DK-i előtere fedetlen földtani térképe (KORPÁS et al. 2002 után, módosítva).

Figure 10. Geologic map of Gellért Hill and its southwestern foreground (after KORPÁS et al. 2002, modified).

## Következtetések

A Lukács- és a Gellért-fürdő vizeiben mért rádiumkoncentrációk arra engednek következtetni, hogy a rádium a mélységi eredetű hévizekben jóval nagyobb mértékben dúsul a felszíni eredetű, leszálló karsztvizekhez képest.

A rádium felszín alatti vizekbe az áramlási pályákon keresztül történő bejutásának mechanizmusa, a beszivárgó vízzel kölcsönhatásba lépő forrásközetek radioaktivitást befolyásoló jellege egyelőre nem tisztázott. Az alaphegységi képződmények szerepe fűrésok hiányában nehezen értelmezhető. A mélymedencében, nagy tömegű, hosszú tartózkodási idejű ( $10^5$  év nagyságrendű) víztömegről lévén szó (DEÁK 1979), feltételezhetjük, hogy a rádium eloszlása a feláramlási zónaig homogenizálódik. Azaz minden feláramló vízben jelen kellene legyen, és a felezési időnek (~1600 év) megfelelően mennyiségének a kiáramlási terület irányában csökkenni kellene. Ez a József-hegyi források esetében fennáll, a Gellért-hegyi

megcsapolódási területnél azonban a rádium Városliget II. kúthoz viszonyított arányának gyarapodása azt mutatja, hogy egy helyi rádiumforrás jelenlétét kell feltételeznünk.

A radon esetében más a helyzet. Megjelenése a forrásokban, kutakban – néhány napos felezési ideje miatt – a mérési helyhez igen közeli radonforrás létét feltételezi. A mélymedence vizeinek a városligeti adatok alapján feltételezett 10 Bq/l körüli radontartalmát sem vezethetjük le rádiumtartalmából, csupán néhány százalékát. Tehát itt helyi radonforrásnak is működnie kell. A karsztos kőzetekből – analógiák és előzetes eredményeink szerint – nem származtatható a radioaktivitás. Legfeljebb ppb mennyiségnyi radioaktív elemet tartalmaznak. A karsztfedő képződmények szerepe már számottevőbb. A kuta(ka)t a vízadó réteg fedője alatt néhány-tíz méterrel szűrőzték, így a fedő hatása sem zárható ki. Teljesen vízzáró kőzeteket a hidraulikai folytonosság elvének értelmében nem

feltételezhetünk, az átszivárgás lehetősége a vízfogókon keresztül – különösen termelt kutak esetén – nyitott (NEUMAN & WITHERSPOON 1969). Tehát az üledékes fedőképződmények esetleges radioaktív komponensei hozzájárulhatnak akár a mélykarsztos képződmények legfelső zónájának radioaktivitásához is.

A felszínről beszivárgó vizek radontartalmának eredetét a mérési helyhez közel kell keresnünk. A Budai-hegység esetében leginkább az eocén és oligocén képződményekből (pl. eocén alapkonglomerátum, Tardi Agyag stb.) származhat radioaktív anyag; természetesen a rajtuk képződött talaj is működhet radonforrásként. A Tardi Agyagban – előzetes eredményeink szerint – néhány ppm mennyiségben jelenlévő urán-leányelemek radonforrásként való szerepe jelentős lehet.

A József-hegy forrásai általában Szépvölgyi Mészköben vagy Márgában fakadnak, a kutakat is ezekre szűrőzték. Amennyiben ezek a képződmények radioaktív forrásásványokat tartalmaznak, akkor az azokból származó radont a kutakban is ki lehet mutatni. A meleg és a langyos vizű források körülbelül azonos radontartalma a források közvetlen környezetének hasonló jellegei miatt nem meglepő. Kivételt képez a Római-forrás. Tudomásunk szerint a kizárólag erre a forrásra korlátozódó, a környezethez képest 4–5-szörös radontartalom eredetét egy, csak itt ható radonforrással magyarázhatjuk, amely kimutatása további kutatást igényel.

A Gellért-hegy vizeinek kiemelkedő radioaktivitását a budai termálkarszt méreteihez képest lokális okkal magyarázhatjuk. Jelenlegi vizsgálataink ugyan nem terjedtek ki az összes budai forrás, kút vizsgálatára, de WESZELSZKY Gy. 1912-es és 1937-es munkái arról tanúskodnak, hogy a radioaktivitás itt éri el maximumát. A radon lokálisan, kiemelkedően nagy koncentrációban történő megjelenése feltételezi a kiáramlási zónában egy hatásos, koncentrált radonutánpótlást biztosító radioaktív anyagforrás meglétét. A radonanómia Rudas-fürdői csúcsa miatt

ezt az anyagforrást a fürdő környezetében, tehát az áramló víz forrásokba ill. kutakba érése előtti kiáramlási szakasz zónájában feltételezhetjük. Az anomális terület maximuma a források radontartalma alapján a Török-, Rákóczi-, Gül Baba-források zónájában van. Feltételezésünk szerint ebből az anyagforrásból táplálkozhatna a Rudas-fürdő vizeinek radon-, és – a mélymedencebeli koncentrációt meghaladó mennyiségű – oldott rádiumtartalma. A radon rövid felezési ideje megmagyarázza a radonkoncentráció északnyugat ill. délkelet felé való fokozatos (10–20%-os) csökkenését.

Feltételezésünk szerint ennek a radioaktív anyagforrásnak a Rudas-fürdő közvetlen közelében, ezen belül a fent részletezett források zónájában kell elhelyezkednie. Földtani környezetben egy megfelelően irányított felület (sík) jellegű objektumot feltételezhetünk. Három lehetőség állhat fenn: vető, vagy telér, esetleg a kettő együtt.

A Gellért-hegyen és a Rác-fürdőn, az ún. északkeleti peremvető(zóna) halad át (KORPÁS et al. 2002) (10. ábra). A megfigyelt radioaktivitás-értékek maximumának trendje ellentmond annak a feltevésnek, hogy kizárólag ez a vető okozhatná a kiemelkedő radon- és rádiumkoncentrációkat.

Másik felvetésünk szerint olyan telérről van szó, mely nagyjából északkelet-délnyugati csapású, a függőlegeshez közeli dőlésű és a Rudas-fürdő kútjai alatti kiáramlási területe alatt található. Ez a telér nagy mennyiségű radioaktív anyagot képes a rajta, ill. a környezetén átáramló vizek révén szolgáltatni.

Harmadik, meglátásunk szerint legvalószínűbb lehetőségként a forráskilépést előidéző vetők által elvetett lamprofiros telérből származó radon a vetőzónában, megnövekedett koncentrációban terjedhet a felszínre, a szintén a vető által kontrollált forrásokba. E feltételezett telér(raj) felszínen való megjelenése jelen tudásunk szerint nem elvárható, hiszen ez esetben az eddigi térképező munka során feltehetően dokumentálták volna.

## Összefoglalás

A felszín alatti vizek radioaktivitásának kérdése sugáregészségügyi és gyógyászati szempontból kiemelt jelentőségű. A budai termálkarszt területén fakadó langyos és meleg források radioaktivitása WESZELSZKY Gy. (1912, 1937) munkássága nyomán vált ismertté.

Dolgozatunkban a József-hegy és a Gellért-hegy környezetére összpontosítottunk, annál is inkább, mert ez utóbbi terület radioaktivitása a szakirodalomból jól ismert. Összegyűjtöttük az összes elérhető, a források, kutak radon- és rádiumtartalmára vonatkozó adatot. Az értékelésnél figyelembe vettük az alkalmazott mérési módszereket, azok lehetséges hibáit. Néhány kiegészítő vizsgálatot is végeztünk (PALOTAI 2004). Munkánk elsődleges célja az összes rendelkezésre álló

adat ismeretében egy földtani-hidrogeológiai hipotézis-modell felállítása volt a vizek radioaktivitásának okaira vonatkozóan. Ez a modell a továbbkutatás lehetséges irányaira is rávilágít.

Az adatokat összegyűjtve és kiértékelve, a lehetséges földtani-hidrogeológiai tényezőket sorra véve az alábbi következtetésre jutottunk. A vizsgált régióban egy változó mértékben, de szinte mindenütt jelenlévő radioaktív háttérforrás létezését feltételezhetjük. Ez a földtani képződményekből származó forrás a felszín alatti, leszálló és felszálló ágban haladó vizekre egyaránt kifejti hatását. Eredetét az egészen sekély zónában már a talajban, a kőzetvázba érve pedig az üledékes kőzetekben, mérésekkel igazoltan a Tardi Agyagban jelenlévő,

radonforrásként működő ásványoknak tulajdoníthatjuk. Esetleg szerves anyag felszínén adszorbeált uránnak ill. leányelemeinek is szerepe lehet. Az e forrás által szolgáltatott radon mennyisége a talaj és kőzet (mikro)mineralógiai adottságaitól, a hidrogeológiai jellemzőktől, valamint a víz által az áramlási pálya során harántolt talaj és kőzet vastagságától függhet. Ez a forrás magyarázhatja József-hegy langyos ill. meleg vizű forrásainak hasonló radontartalmát: az eltérő eredetű vizek a kiáramlási zónában már hasonló földtani körülmények közt haladva hasonló mennyiségű radont vehetnek fel.

A budai termálkarszt áramlási rendszere analógiák alapján feltételezhető medencealjzatának kőzetei szintén radioaktív forrásként működhetnek. Ennek mechanizmusa ismerethiány miatt nem ítéltethető meg. A mélymedencében mozgó fluidumokba belekerülnek a radioaktív komponensek, így rádium és radon is, ionos formában, illetve oldott gázként. A hosszú áramlási idő miatt a rendszer meleg ágát képező vizek radioaktivitása homogenizálódik. A mélymedencéből származó radon, rövid felezési ideje miatt, a kiáramlási zónába már nem jut el. A hosszú felezési idejű rádium viszont elérheti a felszínt, ill. hosszú ideig részt vehet az áramlásban. Feltételezzük, hogy a medencealjzat hatása a magas hőmérsékletű mélymedence-fluidumokra érvényesül.

A magasabb hőmérsékletű vizek egy egyszerű, a keveredési hőmérsékletekből levezetett modellben, magasabb arányban képviselik a mélymedence vizeit. Így a magasabb hőmérsékletű forrásokban és kutakban

nagyobb mennyiségű rádiumot találunk. A fentiek tükrében megmagyarázható a József-hegy langyos forrásainak kisebb, meleg forrásainak nagyobb rádiumtartalma.

A Római-forrás lokális radonanomáliáját a forrás közvetlen környezetében jelenlévő forrással magyarázhatjuk, a helyzet értékelése rendszeres radonméréseket és további vizsgálatot igényel.

A Gellért-hegyi vizekben tapasztalt radon- és valószínűsíthető rádiumanomáliát tulajdoníthatjuk egy, a Rudas-fürdő környezetében elhelyezkedő felsőkréta korú lamprofiros telérnek, esetleg kisebb telérrajnak. A forrásokat is kontrolláló vetőzóna síkjában történő, a víztömeg átlagához képest gyors áramlás elősegítheti a radon és a rádium dúsulását a felszín alatti vizekben.

A Gellért-hegyi termálvizekre jellemző rádiumanomáliát a mélymedence eredetű („háttér”) rádiumhoz hozzáadódó lokális radioaktív anyagforrás együttes hatásával magyarázzuk. A budai termálkarszt egyéb területein ilyen jellegű lokális forrást nem feltételezünk, így a József-hegy „meleg” vizeinek rádiumtartalmát valószínűsíthetően kizárólag a mélymedence-fluidumok okozhatják.

Végül a leszálló ágból származó rádium, feltételezésünk szerint, töredéke a mélymedence eredetű rádium mennyiségének. Ez megmagyarázza a József-hegy környezetében, a Gellért-hegyen tapasztaltaknál jelentősen kisebb rádiumkoncentrációkat.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk MINDSZENTY Andreának és Kovács Józsefnek értékes tanácsaikért. Hálával tartozunk SZABÓ Csabának a szakmai konzultációkért. KALINOVITS Sándor a József-hegygel, KARDOS László

a Gellért-hegygel kapcsolatos tapasztalatait osztotta meg. Köszönjük CSONTOS László, SURÁNYI Gergely és LENKEY László segítségét.

## Irodalom

- ALFÖLDI LÁSZLÓ, BÉLTEKY LAJOS, BÖCKER TIVADAR, HORVÁTH JÓZSEF, KESSLER HUBERT, KORIM KÁLMÁN, ORAVECZ JÁNOS, SZALONTAI GERGELY 1968. Budapest hévizei. Vizgazdálkodási Tudományos Kutatóintézet, Budapest.
- BARABÁS, A., SZABÓ, CS., NAGY, B.-NÉ, G. SOLYMOS, K., TÓTH, E. 2003. A Nézsza községben mért beltéri radonanomália eredetének geokémiai vizsgálata és lehetséges földtani vonatkozásai. – Földtani Közönlöny 133/3, 345–362.
- BARADÁCS, E., HUNYADI, I., DEZSŐ, Z., MÓCSY, I., CSIGE, I., SZERBIN, P., VAUPOVIC, J. 1999.  $^{226}\text{Ra}$  in geothermal waters of the Carpathian Basin. – IRPA Regional Congress on Radiation Protection in Central Europe, Budapest, 23–27 August 1999.
- BARADÁCS, E., HUNYADI, I., DEZSŐ, Z., CSIGE, I., SZERBIN, P. 2001.  $^{226}\text{Ra}$  in geothermal and bottled mineral waters of Hungary. – Radiation Measurements 34, 385–390.
- BARADÁCS, E., DEZSŐ, Z., HUNYADI, I., CSIGE, I., MÓCSY, I., MAKFALVI, Z., SOMAY, P. 2002. Felszínalatti vizek maratontnyom-detektoros eljárással mért  $^{222}\text{Rn}$ - és  $^{226}\text{Ra}$ -tartalma. – Magyar Kémiai Folyóirat 108/11, 492–500.
- BONOTTO, D.M., ANDREWS, J.N. 1997. The implications of laboratory  $^{222}\text{Rn}$  flux measurements to the radioactivity in groundwaters. the case of a karstic limestone aquifer. – Applied Geochemistry 12, 715–726.
- BONOTTO, D.M., ANDREWS, J.N. 1999. Transfer of radon and parent nuclides  $^{238}\text{U}$  and  $^{234}\text{U}$  from soils of the Mendip Hills area, England, to the water phase. – Journal of Geochemical Exploration 66, 255–268.
- CHOUBEY, V.M., BARTARYA, S.K., SAINI, N.K., RAMOLA, R.C. 2001. Impact of geohydrology and neotectonic activity on radon concentration in groundwater of intermontane Doon Valley, Outer Himalaya, India. – Environmental Geology 40/3, 257–266.



- DEÁK, J. 1979. Radiocarbon dating of the thermal waters in the Budapest area. – „Isotope in der Natur” Int. Kongr. Leipzig (DDR).
- DUDKO, A. 1984. Magmás képződmények kutatása mágneses módszerrel Nagykovácsi környékén. – MÁFI Évi jelentése 1982-ről, 263–269.
- HAAS, J., GÓCZÁN, F., ORAVECZNÉ SCHEFFER, A., BARABÁSNÉ STUHL, Á., MAJOROS, GY., BÉRCZINÉ MAKK, A. 1986. Permian – Triassic boundary in Hungary. – Mem. Soc. Geol. Ital. 34, 221–241.
- HAKL, J., CSIGE, I., HUNYADI, I., VÁRHEGYI, A., GÉCZY, G. 1996. Radon transport in fractured porous media – experimental study in caves. – Environment International 22, 433–437.
- HARANGI, SZ., SZABÓ, CS., JÓZSA, S., SZOLDÁN, ZS., ÁRVA-SÓS, E., BALLA, M., KUBOVICS, I. 1996. Mesozoic Igneous Suites in Hungary: Implications for Genesis and Tectonic Setting in the Northwestern Part of Tethys. – International Geology Review 38, 336–360.
- HORUSITZKY, H. 1939. Budapest dunajobbparti részének (Budának) hidrogeológiája. – Hidrológiai Közlöny XVIII, különlenyomat, 404 p.
- KASZTOVSZKY, ZS., KUCZI, R., SZERBIN, P. 1996. On the Natural Radioactivity of Waters in Hungary. – Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine 2/4, 335–347.
- KORPÁS, L., FODOR, L., MAGYARI, Á., DÉNES, GY., ORAVECZ, J. 2002. A Gellért-hegy földtana, karszt- és szerkezetfejlődése. – Karszt és Barlang 1998–1999 (2002), I–II, 57–93.
- KUBOVICS, I., SZABÓ, CS., GÁL-SÓLYMOS, K. 1989. A new occurrence of lamprophyre in the Buda Mountains, Hungary. – Acta Geologica Hungarica 31/1–2, 149–168.
- KUBOVICS, I., SZABÓ, CS., HARANGI, SZ., JÓZSA, S. 1990. Petrology and petrochemistry of mesozoic magmatic suites in Hungary and adjacent areas – an overview. – Acta Geod. Geoph. Mont. Hung. 25, 345–371.
- LIEB, I. 2004. A Lukács-fürdő bemutatása. Földtani és hidrogeológiai viszonyai, történetének felkutatása és forrásainak retrospektív vizsgálata. Szakdolgozat, ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék.
- MAYNARD, J. B. 1983. Geochemistry of Sedimentary Ore Deposits. Springer Verlag (New York, Heidelberg, Berlin), 305 p.
- NEUMAN, S.P., WITHERSPOON, P.A. 1969. Applicability of current theories of flow in leaky aquifers. – Water Resources Research 5, 817–829.
- PALOTAI, M. 2004. A Gellért-hegy és a Lukács-fürdő vizeiben mért radon- és rádiumtartalom lehetséges forrásai – Tudományos Diákköri dolgozat, ELTE TTK, Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, Atomfizikai Tanszék, 63 p.
- PAPP, F. 1942. Budapest meleg gyógyforrásai – a Budapesti Központi Gyógy- és Üdülöhelyi Bizottság Rheuma és Fürdőkutató Intézet kiadványa, Budapest, 252 p.
- RAMA, MOORE, W. S. 1984. Mechanism of transport of U–Th series radioisotopes from solids into ground water. – Geochimica et Cosmochimica Acta 48, 395–399.
- ROCK, N. M. S. 1987. The nature and origin of lamprophyres: an overview – in: FITTON, J. G., UPTON, B. J. G. (eds.) Alkaline Igneous Rocks. Blackwell, Edinburgh, 191–226.
- SZABÓ, CS., KUBOVICS, I., MOLNÁR, ZS. 1993. Alkaline Lamprophyre and Related Dyke Rocks in NE Transdanubia, Hungary: The Alcsutdobo-2 (AD-2) Borehole. – Mineralogy and Petrology 47, 127–148.
- SZERBIN, P. 1994. A Rudas-fürdő légtérben mért radonkoncentráció sugáregészségügyi értékelése. – Balneológia, Gyógyfürdőügy, Gyógyidegenforgalom 1, 13–22.
- SZERBIN, P., GUCZI, J., STÚR, D., SZTANYIK B., L., UGRON, Á. 1997. A Hévízi-tó izotóp tartalmának (összetételének és koncentrációjának) vizsgálata, a gyógyászati hasznosítás során a személyzetet és a beteget érő járulékos sugárzás dózisének becslése. – Balneológia, Gyógyfürdőügy, Gyógyidegenforgalom, különlenyomat.
- VÁRHALMI, M. 2004. A budapesti termálfürdők radonkoncentrációjának vizsgálata. Diplomamunka, ELTE TTK, Atomfizikai Tanszék, 52 p.
- WESZELSZKY, GY. 1912. A budapesti hévizek radioaktivitásáról és eredetéről. – Matematikai és Természettudományi Értesítő XXX, 340–381.
- WESZELSZKY, Gy. 1937. A budapesti hévizek rádiumemanációtartalmának eredetéről. – Hidrológiai Közlöny 16, 5–16.

# **Az Alföld délkeleti része kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. I. rész**

Hydrocarbon geology of the southeastern Great Plain, Hungary. Part I.

KŐRÖSSY László

A szerző kéziratából sajtó alá rendezte

KÁZMÉR Miklós<sup>1</sup>

54 ábra, 38 táblázat

## **Összefoglalás**

A szerző röviden vázolja a Nagyalföld délkeleti részén folytatott kőolaj- és földgázkutatás történetét. Időrendben mutatja be az 1941 és 1980 között tanulmányozott 52 kutatási területet. Ismerteti az előzetes geofizikai vizsgálatok (földmágneses és gravitációs mérések, szeizmika) eredményeit és a fúrásos kutatás indoklását. Megadja 626 mélyfúrás rétegsorát, ismerteti a rétegtani és a szerkezeti viszonyokat, a kőolajföldtani eredményeket (a rétegvizsgálat eredményét, a szénhidrogének összetételét, a kutak hőmérsékleti viszonyait) és következtet a szénhidrogének származási helyére. Tájékoztat a kutatás közben felmerült problémákról és a továbbkutatás lehetőségeiről. A fontosabb kutatási területek leírását a neogén aljzat mélységét is mutató térképvázlattal és földtani szelvényekkel illusztrálja. A gyors tájékozódást helynévmutató és az átfűrt képződmények mutatója könnyíti meg.

## **Abstract**

Following a brief review of the history of hydrocarbon prospecting in the southeastern part of the Great Hungarian Plain fifty-two prospecting areas are described, studied between 1941 and 1980. Results of geophysical investigations (geomagnetism, gravity measurements, seismics) and stratigraphy, tectonics, hydrocarbon geology (formation testing, composition of CH<sub>4</sub>, borehole temperature) are described. Stratigraphic columns of 626 boreholes are given. Origin of the hydrocarbons, problems and possibilities of further prospecting are discussed. Maps and geological profiles illustrate the data section. Indices of place names and stratigraphic units are provided.

---

<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Őslénytani Tanszék, 1518 Budapest, Pf. 120. E-mail: kazmer@ludens.elte.hu

## Tartalom

Előszó	(44)
A Délkelet-Alföld földrajzi és kőolajföldtani áttekintése	(46)
A kőolajkutatás története a Délkelet-Alföldön	(47)
A Délkelet-Alföld kőolajkutatási területei	(49)
1. Tótkomlós	(49)
2. Ferencszállás	(56)
3. Sándorfalva	(60)
4. Nagyszénás	(62)
5. Endrőd, Endrőd-Észak	(65)
6. Pusztaföldvár	(69)
7. Battonya, Battonya-Kelet	(74)
8. Kaszaper	(79)
9. Mezőhegyes	(82)
10. Pusztaszőlős, Pusztaszőlős-Kelet	(84)
11. Végegyháza, Végegyháza-K, Végegyháza-NY	(87)
12. Kiskunfélegyháza	(88)
13. Szarvas, Szarvas-DNY	(90)
14. Üllés	(94)
15. Üllés-Északnyugat	(99)
16. Üllés-Délkelet	(101)
17. Pítvaros	(104)
18. Mindszent	(105)
19. Kiskundorozsma	(106)
20. Algyó	(111)
21. Fábiansebestyén	(121)
Irodalom	(124)
Helynévmutató	(130)
Fúrások rövidítésének feloldása	
Rétegtani mutató	

## Ábrák jegyzéke

1. ábra. A Délkelet-Alföld áttekintő térképe.	(45)
2. ábra. Szeged környékének Eötvös-inga-izogamma térképe.	(48)
3. ábra. A Délalföld medencealjzatának mélységtérképe a Manát 1943-as kutatásai alapján.	(49)
4. ábra. Tótkomlós környéki kőolajkutatás. Manát fúrások és szeizmikus mérések összefoglaló térképe.	(50)
5. ábra. Tótkomlós környékének Eötvös-ingás térképe.	(51)
6. ábra. Tótkomlós-Kaszaper. Szeizmikus szintvonalak és gravitációs anomáliák.	(53)
7. ábra. Földtani szelvény Tótkomlóson.	(54)
8. ábra. Ferencszállás kutatási terület térképe a szeizmikus mérések mélységvonalaiival.	(56)
9. ábra. Földtani szelvény ferencszállási fúrásokon.	(58)
10. ábra. Rétegazonosítás a ferencszállási olajmezőn, a földgáz és kőolajtelepek feltüntetésével.	(59)
11. ábra. Sándorfalva Eötvös-ingás rendellenesség.	(60)
12. ábra. Sándorfalva-Forráskút környékének gravitációs maradékanomália térképe.	(61)
13. ábra. Nagyszénás, Orosháza és Pusztaföldvár-I fúrások térképvázlata.	(63)
14. ábra. Földtani szelvény a nagyszénási fúrásokon keresztül.	(63)
15. ábra. Endrőd környékének szeizmikus térképvázlata. Szeizmikus mélységvonal a medencealjzat felszíne közeléből.	(65)
16. ábra. Endrőd-Szarvas környékének térképvázlata a gravitációs tér szűrésének eredményeivel.	(66)
17. ábra. Endrőd és Szarvas kőolajkutatási terület térképvázlata.	(67)
18. ábra. Földtani szelvény az endrői fúrásokon keresztül.	(69)
19. ábra. Pusztaföldvár és Pusztaszőlős kutatási terület térképvázlata szeizmikus szintvonalakkal és a medencealjzat szintvonalaiival.	(71)
20. ábra. Pusztaföldvár olajmező földtani szelvénye.	(72)
21. ábra. Battonya környékének gravitációs izoanomália vonalai.	(74)

22. ábra. Battonya és Battonya-Kelet olajmezők térképvázlata, a kristályos medencealjzat felszínének mélységvonalával. (76)
23. ábra. Földtani szelvény Battonya CH-telepein keresztül. (77)
24. ábra. K-NY irányú szelvény Battonya olajmezőn keresztül. (78)
25. ábra. É-D irányú szelvény Battonya-Kelet olajmezőn keresztül. (78)
26. ábra. Kaszaper kutatási terület térképvázlata a triász medencealjzat felszínével. (80)
27. ábra. Földtani szelvény Kaszaperen keresztül. (81)
28. ábra. Mezőhegyes és Végegyháza kutatási terület térképvázlata szeizmikus szintvonalakkal és a kristályos alaphegység felszínével. (83)
29. ábra. Földtani szelvény Mezőhegyes és Végegyháza fúrások között. (83)
30. ábra. Földtani szelvény Pusztaszőlős olaj-gázmezőn. (86)
31. ábra. Kiskunfélegyháza és Gátér kutatási terület szeizmikus térképe. (89)
32. ábra. Földtani szelvény a szarvasi fúrásokon keresztül. (92)
33. ábra. Endrőd és Szarvas földgázjelőfordulások térképe a kristályos alaphegység felszínével. (93)
34. ábra. Üllés gravitációs maradékanómália-térképe. (94)
35. ábra. Üllés előzetes szeizmikus térképe az első tíz kutatófúrással. (94)
36. ábra. Üllés kőolaj-földgázmező térképe. (96)
37. ábra. Földtani szelvény üllési fúrásokon keresztül. (98)
38. ábra. Üllés-Északnyugat fúrások térképvázlata. (100)
39. ábra. Földtani szelvény Kiskunmajsa-D, Üllés-ÉNY és üllési fúrásokon keresztül. (101)
40. ábra. Üllés-Délkelet szeizmikus térképe. (102)
41. ábra. Földtani szelvény Üllés-Délkelet és Dorozsma-3 fúrásokon keresztül. (103)
42. ábra. Pitvaros kutatófúrások helyszínrajza. (104)
43. ábra. Földtani szelvény Pitvaros-1 és Pitvaros-2 fúrásokon keresztül. (105)
44. ábra. Térképvázlat Üllés, Bordány, Ruzsa, Üllés-DK, Dorozsma, Szeged és Algyó kutatási területekről. (106)
45. ábra. Kiskundorozsma térképvázlata. (107)
46. ábra. Kiskundorozsmai kutatófúrások térképvázlata a kristályos alaphegység felszínének közelében levő visszaverő szintről. (107)
47. ábra. Földtani szelvény a Kiskundorozsma-2, -5 és -4 fúrásokon keresztül. (109)
48. ábra. Földtani szelvény a Kiskundorozsma-1, -6, 7- és -9 fúrásokon keresztül. (110)
49. ábra. Algyó kutatási terület (É-i rész) szeizmikus térképe az 1959-1962 mérések szerint az első fúrásokkal. (112)
50. ábra. Földtani szelvény Algyó első fúrásaival. (113)
51. ábra. Algyó és Szeged kőolajjelőfordulás térképe az alsópannonnál idősebb felszín mélységvonalával. (115)
52. ábra. Földtani szelvény az Algyó-14, -12, -3, -11, -41, -40 és -24 fúrásokon keresztül. (118)
53. ábra. Fábiansébestyén környékének térképvázlata. (121)
54. ábra. Földtani szelvény a fábiansébestyéni fúrásokon keresztül. (123)

### Táblázatok jegyzéke

1. táblázat. A tótkomlói fúrások földtani adatai. (52)
2. táblázat. A tótkomlói földgáz összetétele. (55)
3. táblázat. A tótkomlói kőolaj tulajdonságai. (55)
4. táblázat. A ferencszállási fúrások földtani adatai. (57)
5. táblázat. A ferencszállási kőolaj és földgáz összetétele. (59)
6. táblázat. A sándorfalvi fúrások földtani adatai. (61)
7. táblázat. A nagyszénási fúrások földtani adatai. (63)
- 8a. táblázat. A nagyszénási földgáz összetétele. (64)
- 8b. táblázat. A nagyszénási fúrások geotermikus adatai. (64)
9. táblázat. Az endrődi fúrások földtani adatai. (66)
10. táblázat. Az Endrőd-Észak kutatási terület fúrásainak földtani adatai. (67)
- 11a. táblázat. Az endrődi földgáz összetétele. (69)
- 11b. táblázat. Az endrődi gáztelepek olajpárlatának és a kőolajnak összetétele. (69)
12. táblázat. A pusztaföldvári fúrások földtani adatai. (70)

- 13a. táblázat. A pusztaföldvári kőolaj összetétele. (73)  
 13b. táblázat. A pusztaföldvári földgáz összetétele. (73)  
 14. táblázat. A battonyai fúrások földtani adatai. (74)  
 15a. táblázat. A battonyai kőolaj összetétele. (78)  
 15b. táblázat. A battonyai földgáz összetétele. (79)  
 16. táblázat. A kaszaperi fúrások földtani adatai. (79)  
 17a. táblázat. A kaszaperi földgáz összetétele. (81)  
 17b. táblázat. A kaszaperi kőolaj összetétele. (81)  
 18a. táblázat. A mezőhegyesi fúrások földtani adatai. (82)  
 18b. táblázat. A mezőhegyesi földgáz összetétele. (84)  
 18c. táblázat. A mezőhegyesi kőolaj tulajdonságai. (84)  
 19. táblázat. A pusztaszőlősi fúrások földtani adatai. (84)  
 20a. táblázat. A pusztaszőlősi kőolaj összetétele. (87)  
 20b. táblázat. A pusztaszőlősi földgáz összetétele. (87)  
 21. ábra. A végegyházi fúrások földtani adatai. (87)  
 22a. táblázat. A végegyházi kőolaj tulajdonságai. (88)  
 22b. táblázat. A végegyházi földgáz összetétele. (88)  
 23. táblázat. A szarvasi fúrások földtani adatai. (90)  
 24a. táblázat. A szarvasi földgáz összetétele. (93)  
 24b. táblázat. A szarvasi párlat összetétele. (93)  
 25. táblázat. Az üllési fúrások földtani adatai. (96)  
 26a. táblázat. Az üllési kőolaj és földgáz összetétele. (99)  
 26b. táblázat. Üllési geotermikus adatok. (99)  
 27. táblázat. Az Ü-ÉNY terület főbb földtani adatai. (100)  
 28. táblázat. Az Üllés-DK terület földtani adatai. (102)  
 29. táblázat. Az Üllés-DK-i olajnyomok összetétele. (103)  
 30. táblázat. A pitvarosi fúrások főbb földtani adatai. (104)  
 31. táblázat. A kiskundorozsmai fúrások földtani adatai. (108)  
 32. táblázat. A kiskundorozsmai kőolaj- és földgáz összetétele. (110)  
 33. táblázat. Az algyői fúrások földtani adatai. (115)  
 34. táblázat. Az első termelt algyői olaj tulajdonságai. (120)  
 35. táblázat. Az algyői termelő szintek és telepek. (120)  
 36. táblázat. A fontosabb algyői telepek átlagos kőolaj- és földgáz összetétele. (120)  
 37. táblázat. A fábiánsebestyéni fúrások földtani adatai. (122)

## Előszó

KÖRÖSSY László (Hernádsaadány, 1912. augusztus 21. – Budapest, 2002. február 15.) egész életét a magyar kőolajiparban töltötte: 1942-től 1976-ig aktív állományban, majd nyugdíjas korában a MÁFI szakértőjeként (SOMFAI, 2002). Ezidőben írta meg hatalmas szintetizáló tanulmányorozatot a magyarországi szénhidrogénkutatás történetéről, az információkat kutatási területenként csoportosítva:

1. ábra. A Délkelet-Alföld áttekintő térképe. Kör-kereszt: kőolaj-földgáz kutatási terület. - - 4 - -: a paleogén medencelajzat mélységvonalai. = = = nagyszerkezeti választóvonal.



Kisalföld	KÖRÖSSY (1987, 1988b),
Zala-medence	KÖRÖSSY (1988a),
Dráva-medence	KÖRÖSSY (1989),
Délkelet-Dunántúl	KÖRÖSSY (1990),
Duna—Tisza-köze	KÖRÖSSY (1992),
Észak-Magyarország:	KÖRÖSSY (2004).

Ezen művei a mélyföldtani adatokat is felhasználó földtani munkák nélkülözhetetlen forrásai lettek.

A sorozat tanulmányai folyamatosan készültek, azonban megjelenésük – az Általános Földtani Szemlét is finanszírozó – Magyarhoni Földtani Társulat anyagi lehetőségeinek rosszabbodásával a rendszerváltást követően először csúszott, majd el is akadt (KÁZMÉR, 2004). A sorozat folytatását a Magyar Földtanért Alapítvány tette lehetővé, mely a szerző halálát követően, 2003-ban magánszemélyektől és vállalkozásoktól jelentősebb összeget kapott erre a célra.

A KÖRÖSSY László életében megjelent monográfiák szedését, tördelését, ábráinak rajzolását a szerző személyesen ellenőrizte, korrigálta. A felújuló sorozat a szerző több esetben befejezetlen munkáit tartalmazza. A sajtó alá rendezés feladata volt a szöveg és a táblázatok számítógépre vitele, valamennyi ábra átrajzoltatása, ezeknek a kézirattal való összeolvasása, a szöveg nyelvtani és szakmai ellenőrzése, a tördelés, valamint a mutatók elkészítése.

Nyilvánvaló hibák (pl. egy rajzon két azonos számú fúrás) esetén már nem volt kit megkérdeznünk. A korrigálás és ellenőrzés a teljes kütkönyvi anyag kézbevitelét igényelte volna, mely meghaladná a kiadásra szánt időt és anyagiakat. A használóknak erre majd figyelemmel kell lenniük.

A szerző iránti tiszteletből meghagytuk a kézirat eredeti helyesírását, csak a nyilvánvaló elütéseket helyesbítettük.

A kézirat kiadását a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Rt., a Magyar Geofizikusokért Alapítvány és az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány támogatta.

KÁZMÉR MIKLÓS

### A Délkelet-Alföld földrajzi és kőolajföldtani áttekintése

A Délkelet-Alföld határai nagyrészen mesterségesek. Délen és délkeleten a trianoni országhatár, mely közismerten sem földtani, sem földrajzi, sem néprajzi határ, hanem egy elfogadhatatlanul hibás, sok szenvedésbe és emberéletbe került idegen békediktátum eredménye. A nyugati elhatárolás a Duna-Tisza-köze magas rögvonulatainak a Tiszai-árok alá süllyedése, melyet a medencealjzatnak kb. 2500 m-es szintvonala mentén jelöltünk meg.

A Tisza-árok árok nyugati elhatárolódási vonalát eredetileg Pusztamérges-Nagykörös szerkezeti övezetnek neveztük (KÖRÖSSY L. 1963, p. 161), mely szélesebb övezet, több és néhol bonyolult diszlokációs vonallal.

Az északi elhatárolódás Kiskunfélegyházától K-felé kb. a Hármaskörös, Sebeskörös mentén húzódó szerkezeti választóvonal, mely nagyjából a Középföldi Kristályos Vonulat déli elhatárolódása.

A medencealjzat felszínének morfológiája és az ezzel összefüggésben levő fiatal szerkezeti egységek szerint a délkelet-alföldi olajkutatói tájegységen a következő alegységek különböztethetők meg.

(1) Nyugaton a 4–5 km mély Tisza-árok és a nyugati lejtője, melyet a Duna–Tisza közéről átnyúló, DNY–ÉK irányú rögvonulatok jellemeznek. Ezek (Délről É-felé való sorrendben): (1.1.) Ásotthalom, Mórahalom folytatásában: Dorozsma és Szeged. (1.2.) Tompa–Pusztamérges folytatásában: Üllés, Forráskút, Sándorfalva (Balástya). (1.3.) Szank, Jászszentlászló, Pálmonostora. Feltűnő, hogy ezek a rögvonulatok DNY–ÉK irányúak, ami a Duna–Tisza-közére jellemző. Es elkülönülnek a többi, DK–ÉNY irányú vonulatoktól, szerkezetegységektől, melyek a déli, a Bánsági-hgysg, Morava völgy, Vardar szerkezetirányokkal egyeznek. Ide az alábbi szerkezetegységeket soroljuk:

(2) Algyő–Deszk–Ferencszállás–Kiszombor, ÉNY–DK irányú magas rögvonulatok. Ez elválasztja a Tisza-árok mély területét a Makói-ároktól.

(3) A Makói-árok ÉNY–DK irányú, 6 km-nél mélyebb árok, amelyben Makó, Hódmezővásárhely, Mindszent fúrások mélyültek.

(4) Az előbbivel K-felé határos, szintén ÉNY–DK irányú Tótkomlós–Battonya magas rögvonulat, mely ÉNY felé egyre mélyebben elhelyezkedő medencealjzati rögből épül fel. A magasabb rögből sok

kutatási terület van: Battonya és Battonya-Kelet, Mezőhegyes, Pitvaros, Csanádpalota, Csanádalberti, Végegyháza, Magyardombegyháza, Mezőkovácsháza, Kunágota, Kevermes, Tótkomlós, Békéssámsón, Pusztaszőlős, Pusztaföldvár, Medgyesbodzás, Csanádapáca.

(5) Az előbbi magas rögvonulattól ÉK-re következik a még szintén ÉNY–DK szerkezetirányú Békési-medence, ahol a medence aljzata 6 km alá süllyedt. Ebben a mély medencében mélyültek a Békés és újabban a Doboz fúrások.

A nagymélységű Békési-medencébe a K-i medenceperem felől benyúlik a kisjenői magas rögvonulat NY-i elvégződése. Ezt az országhatáron túli Gyulavarsánd, Kisjenő, Székudvar fúrások tárták fel. Számunkra leghasznosabb adatokat a Gyulavarsánd község D-i szélén 1950-ben mélyült Kisjenő-4 fúrás szolgáltatta, mely 1222 méterig felsőpannon és fiatalabb homok, agyag, agyagmárga, 3084 m-ig alsópannon sötétszürke agyagmárga és finomszemű csillámos homokkörétegeket, alatta szarmata meszes homokköveket, márgát talált, és 3215 m-ben a kristályos alaphegységben állt meg. Négy réteget vizsgáltak meg, ennek során a szarmatából sósvízzel földgázt kaptak, mely 50.02 g/m<sup>3</sup> kőolajpárlatot és 93–95 % metánt tartalmazott, de hozama jelentéktelen (KÖRÖSSY L., 1957). A Békési-medence nem a felhalmozódás, hanem a tápterület vidéke.

(6) A Békési-medence K-i széléről benyúló, környezetüknél magasabb medencealjzati rögvonulatok: (6.1.) Sarkadkeresztúr–Biharugra–Komádi. (6.2.) Ezt a magas rögvonulatot a Vésztői-árok 4–5 km mély területe választja el a NY-felé következő újabb magas rögvonulattól. (6.3.) É-ről benyúló magas rögvonulatok; a Békési mély medencébe: Szeghalom, Körösladány, Dévaványa–Gyoma–Kondoros és (6.4.) Túrkeve–Endrőd–Szarvas–Fábiánsebestyén kutatási területek vidéke (1. ábra).

Jellemző erre a területre, hogy a Vésztői-árok és az utóbbi két magas rögvonulat DNY–ÉK-i irányú, tehát különbözik a Makói-árok, Tótkomlós–Battonya magas rögvonulat stb. ÉNY–DK csapásirányaitól. Valószínű, hogy az egy-egy terület egységre jellemző szerkezetirányok más-más erőhatásra jöttek létre. Az egyező szerkezeti irányú területek egyúttal hasonló földtani fejlődéstörténetű szerkezeti egységek lehetnek.

A neogén mélységviszonyait, a magas rögvonulatok és a mély árkokat, medencéket kialakító szerkezeti mozgások fiatalok, újalpiak, a harmadidőszaki üledékképződéssel egyidejűek. Viszont magának a medencealjzatnak a szerkezetére a közel K–NY irányok jellemzőek. A medencealjzat K–NY irányú szerkezete a Bihari-autochton ill. a Kodru-takarórendszernek a harmadidőszaki üledékekkel eltakart folytatása, mely idősebb (középalpi, óalpi) mozgásokkal alakult ki (Lásd szerkezeti összefoglalás).

## A kőolajkutatás története a Délkelet-Alföldön

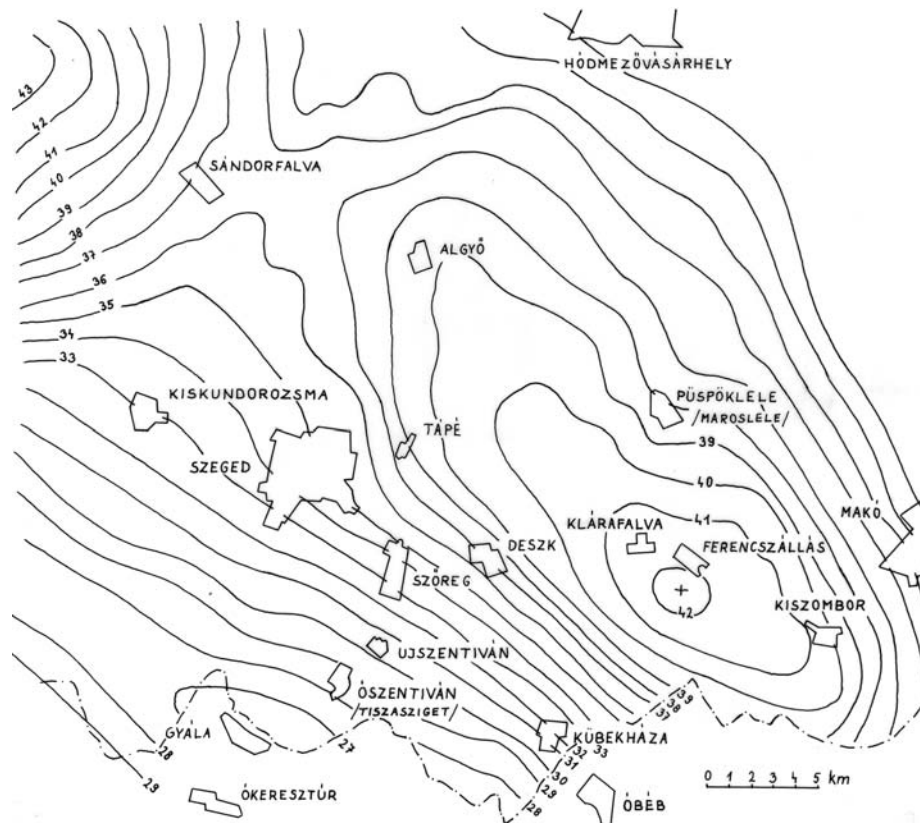
A Délkelet-Alföldön a kőolajkutatás aránylag későn kezdődött. Az olajkutatási lehetőségekkel először LÓCZY L. (1934) foglalkozott, később ugyancsak ő készített szakvéleményt a Magyar-Német Ásványolaj Társaság (MANÁT) részére (LÓCZY, 1939). Ez a dolgozat később nyomtatásban is megjelent (1941).

Az első geofizikai mérések, br. EÖTVÖS Lóránd torziós inga mérései, az 1903–1906 évi, világszerte a legelső mérések közé tartozó Arad–Pankota környéki mérésekkel kezdődtek, bár ezek csak a medence szélére terjedtek ki. Kőolajkutatásra is felhasználható Eötvös-ingás mérések 1940–41 évtől folytak ezen a területen, és ettől kezdve az egyes kutatási területekkel ismertettjük őket.

A MANÁT kutatásait Dr. Fritz FORCHE és helyettese, Dr. Joseph KAPOUNEK vezette, SZUROVY Géza, KÖRÖSSY László, CSÍKY Gábor és SÓLYOM Ferenc üzemi geológusok közreműködésével. A Geofizikai Intézet keretében RENNER János igazgató, DOMBAI Tibor, ORSZÁGH János, SZILÁRD János geofizikusok voltak munkatársaink.

A MANÁT részére 1941–44 években a Seismos és Prakla (Praktische Lagerstättenforschung) társaság végzett kitűnő minőségű munkát, graviméteres és szeizmikus méréseket, a Geofizikai Intézet Eötvös-ingás méréseivel egyidőben, 1944 végéig, amíg háborús események megengedték.





2. ábra. Szeged környékének Eötvös-inga-izogamma térképe. Geofizikai Intézet 1941.

A kutatófúrási tevékenység ezen a területen a MANÁT fúrásaival kezdődött. Az első fúrás Tótkomlóson, a T-1, 1941 máj. 23-án indult, evvel kezdődött meg az egész tájegység feltárása. A MANÁT kutatások időszaka alatt a Délkelet-Alföldön, Tótkomlóson a T-1, -6 fúrások mélyültek, továbbá Ferencszálláson az F-1, és Sándorfalván az S-1 az 1942 évben. Ezután hosszú szünet következett a háború és az azt követő nehézségek miatt.

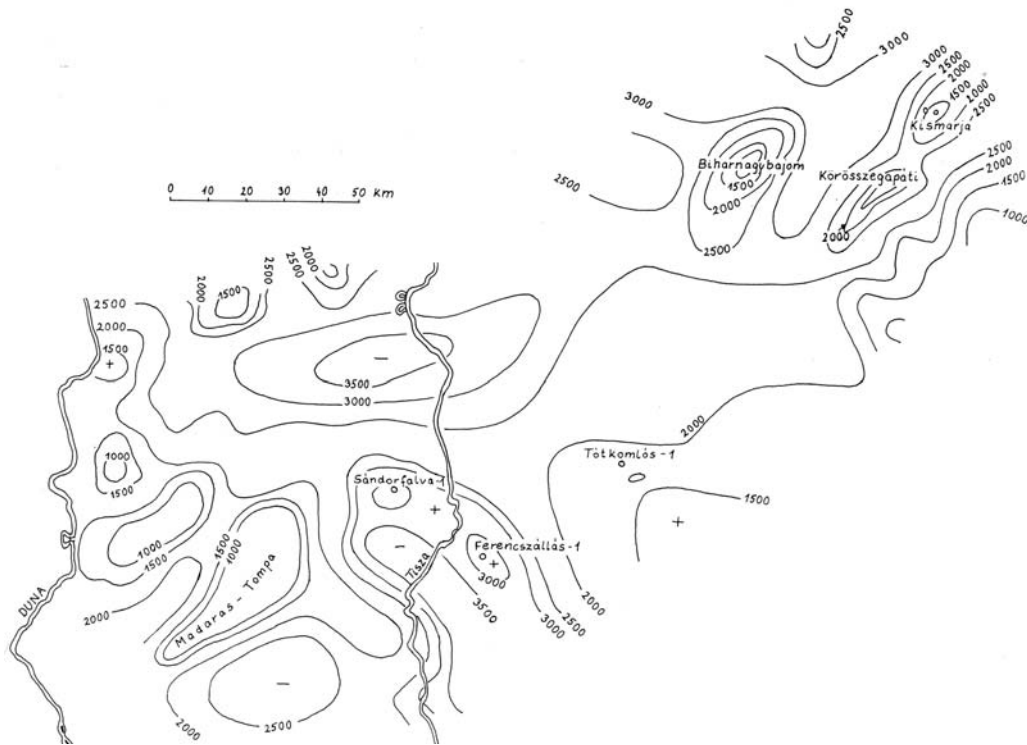
A háború után csak 1953-ban folytattuk a kutatást Tótkomlóson, a T-7 fúrás lemélyítésével, a Maszovol, később Maszolaj, Magyar-Szovjet olajvállalat keretében, melynek szovjet geológusai sűrűn váltották egymást: MARENYIN, DENISOV, POMINOV, KRATOVICS, GRITCSIN, végül DUNYAMOLOV, A. G. Az orosz főgeológus helyettese mindvégig KÖRÖSSY László volt. 1954 évben mélyült a Nagyszénás (NSz-1) fúrás, már a Kőolajkutató és Feltáró Vállalat (1954–1956) keretében, melynek főgeológusa TOMOR János, helyettese KÖRÖSSY László és CSÍKY Gábor, üzemi geológusai MAGAS István, MAJER István, RÁSONYI László, JAMNICZKY Kázmér, és rövidebb ideig mások is voltak.

1958 évben az OKGT keretében folytattuk a munkát, melynek főgeológusa TOMOR János, később KERTAI György, helyetteseik KÖRÖSSY László és CSÍKY Gábor voltak, az üzemi geológusok nevét az egyes kutatási területeknél említem meg. Az OKGT szervezetében mélyült 1958-ban a Nagyszénás (Nsz-1), Endrőd és Pusztaföldvár, 1959-ben Csanádapáca, Battonya, Kaszaper és 1960-tól Mezőhegyes, Végegyháza, Kiskunfélegyháza, Pusztaszőlős feltárására került sor. 1961-től Szarvason, 1962-től Üllésen, Pitvaroson, 1964-től Kiskundorozsmán, 1965-től Algyón és Fábiansébestyénen, 1966-tól Magyarombegyházán, Mezőkovácsházán, Deszken és Csanádalbertin, 1967-től Kondoros és Makó következett. 1968-tól Gyoma, 1969-től Forráskút, Békéssámszon, Maroslele, Hódmezővásárhely, 1971-ben Kunágótán, és Újszegeden, 1972-ben Hunyán, 1973-ban Kiszomboron és Ujszentivánon, 1974-ben Komádiban és Biharugrán, 1975-ben Kömpöcön, Medgyesbodzáson, Sarkadkeresztúron, Kevermesen és Felgyő területén, 1976-ban Köröstarcsán, 1977-ben Kiskunmajsa, Békés és Gátér területén, 1978-ban Orosházán és Csanádpalotán kezdtünk mélyfúrásokba.

Megjegyzem, hogy 1980 után is több fontos mélyfúrás tárta fel a területet, de ezeket már csak megemlítem, mint: Bordány és Bócsa, 1980, Mezőgyán, 1980, Dobox, Körösladány, 1981, Csólyospálos, Móricgát, Szatymaz, 1982, Domaszék, 1983, Fábiansébestyén-4 és Makó-3 1985-ben és Medgyesháza 1987-ben mélyült.

Az itt ismertetett közel 50 évi kutatási időszak alatt, a kutatási módszerek sokat fejlődtek, így a

gravitációs mérések maradék-anomália értékelése, a korszerű szeizmikus mérések földtani adatszolgáltatása, a földtani adatok földolgozása és értelmezése. Nagymértékben emelkedett a terület megkutatottsága. De az utóbbi időben nem jól fejlődött a kutatás eredményessége.



3. ábra. A Délalföld medencealjzatának mélységtérképe a Manát 1943 december 31-ig végzett kutatásai alapján Dr. F. Forche szerint.

### A Délkelet-Alföld kőolajkutatási területei (1940–1980)

Az alábbiakban összefoglaljuk a Délkelet-Alföld kőolaj- és földgáz kutatási területein végzett geológiai, geofizikai és mélyfúrási tevékenység történetét, kőolajföldtani eredményeit, és a további lehetőségeit, a kutatás történetének időrendjében.

#### 1. Tótömlös

A Geofizikai Intézet 1940 nyarán Eötvös-inga méréseket végzett Mezőhegyes–Tótömlös vidékén. Miután az állammal kötött koncessziós szerződés alapján ez a vidék a Manát olajkutató területévé vált, a mérési eredményeket az Intézet eladta a vállalatnak. A mérések eredménye többek közt egy zárt nehézségi maximum felfedezése volt, amely Tótömlöstől K-re és D-re terül el.

A gravitációs maximumot még az év őszén szeizmikus mérésekkel behatóbb vizsgálat alá vette a Geofizikai Intézet és a Seismos hannoveri vállalat, a Manát megbízásából. Az Intézet a terület NY-i részén át fektetett egy reflexiós szelvényt és egy “antiklinális” jelenlétét állapította meg, melynek tetővidéke mintegy 3 km-rel ÉÉNY-abbra volt a nehézségi maximum helyénél. A Seismos mérései nem erősítették meg azt, hogy a gravitációs maximum a rétegek felboltozódásának felelne meg, szerintük a legmélyebbről érkező reflexiók D felé regionális emelkedést jeleznek, a nehézségi maximumon túl is. Csupán a szerkezet É-i oldalán talált a Seismos gyenge felboltozódást, a pannon rétegsor magasabb részén.

A reflexiós mérések értékét csökkentette a szemünkben az, hogy nem volt lehetséges határozott reflexiószinteket követni. A gravitációs és szeizmikus mérések hasonló eltérése esetén régebben a gravitációs eredményeit megbízhatóbbaknak tartották, a fúrásokat elsősorban a gravitációs eredményekre alapozták. A kétféle mérés eredménye a szerkezet É-i részén egyezett legjobban, ezért F. FORCHE ide telepítette az első kutatófúrást.

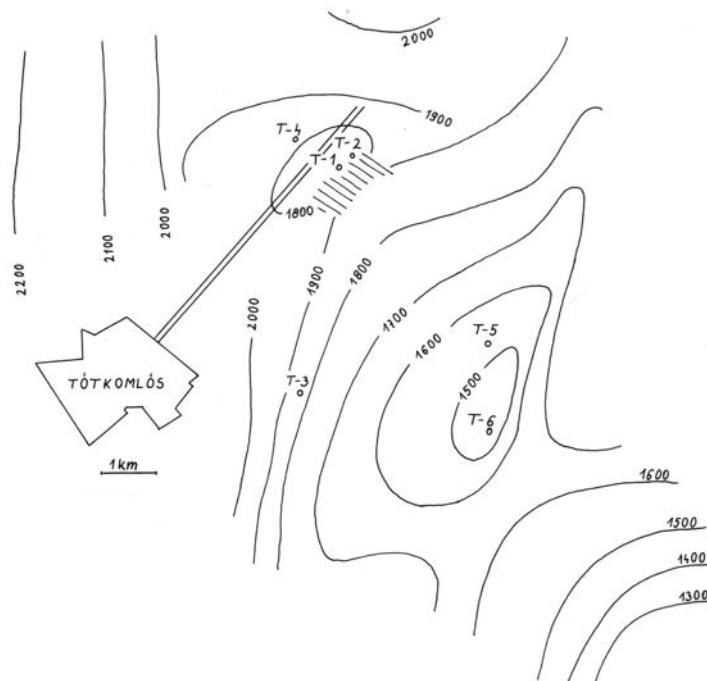
## Fúrási tevékenység

A fúrást 1941 május 23-án, a Manát megalapításának napján kezdték el fúrni, és ez év aug. 4-én fejezték be. Az üzemi geológus SZUROVY G. volt, később KÖRÖSSY L., CSÍKY G. és SÓLYOM F. váltották egymást.

Tótkomlóson 1985-ig összesen 40 T-jelű fúrás mélyült. Ezenkívül 1972–74-ben 5 db TK-jelű és 1981–82-ben a T-I, végül 1986-ban a TÉ-1 fúrás. Mindezek földtani adatait az 1. táblázat tartalmazza.

Az első kutatási szakasz 1940–43 között volt, amikor a Manát lemélyítette az első hat fúrást. 1943-ban a Seismos vállalattal új méréseket végeztek. Ezek szerint DK felé emelkedik a medencealjzat. A további fúrások ezt az emelkedést vizsgálták (T-5, -6).

A T-1 mélyítésekor 1941 aug. 4-én 1918,9 m mélységben a fúrócső eltört. Több napos mentési munka közben, amely alatt az öblítőiszapot nem lehetett körforgásban tartani, átgázosodott és a hasadékokkal átjárt alsópannon mészmárgából gázerupció lépett fel. Az erupció rövid idő alatt mind nagyobb méreteket öltött, a zárókészüléket átszakította. Egy heti munka után, aug. 10-én sikerült a fúrólyukat lezárni. A nyomás 135 atm-ra emelkedett. A gázzal sok víz és olaj került a felszínre. Ennek mennyiségét igen sokra becsülték, később kiderült, hogy csak mintegy 200 m<sup>3</sup> volt. A gáz mennyisége 10 mm-es fúvókán napi 88.128 m<sup>3</sup>-nek bizonyult.



4. ábra. Tótkomlós környéki kőolajkutatás. Manát fúrások és szeizmikus mérések összefoglaló térképe.

A kutat lezárták, de 1943 jún. 18-án bélésűcsőszérülés miatt a cső mögül gázszivárgás jelentkezett. A kezdetben kismérvű gázszivárgást nem lehetett lezárni, mind nagyobbá vált, és végül pusztító gázkitöréssé fejlődött. A fúrás helyén kb. 30 m átmérőjű kráter keletkezett, melyből kb. 30 m<sup>3</sup>/perc sósvíz, csökkenő mennyiségű gáz és egyre több homok áramlott, végül 1943 jún. 22-én megszűnt a víz és gáztermelés. A mélyfúrás megsemmisült.

A T-2 fúrást, az előbbi kedvező olajnyomain felbuzdulva, mely nagyobb területen szétszóródva a kukoricaföldeken soknak látszott, az előbbitől ÉK-re 350 m-re telepítették. 1941 okt. 15-től márc. 13-ig mélyült. 1661,5 m mélységben be kellett szüntetni a fúrást, mert nagy fúróiszap-veszteség lépett fel, amit gázkitörés követett. Mégis sikerült a fúrást lecsövezni és néhány réteget megvizsgálni. Ezek eredménye általában sósvíz és több-kevesebb gáz volt. Megvizsgáltak egy felsőpannon szintet is, 894–902 m-ben, ahonnan 84 atm nyomással gazolindús földgáz és 25 m<sup>3</sup> víz jelentkezett, homokkal, mely a bélésűcsövet teljesen eltömte.

A T-3 fúrást az elsőtől D-re, 4 km-re telepítették, a gravitációs maximum tetővidékére. Ekkor már 2 berendezés dolgozott a területen, a T-1 és T-2 fúrást mélyítő Wiag 11 és a T-3 fúrást fúró Wiag 6 rotary-diesel fúróberendezések. A fúrási munkálatok 1942 máj. 12-től okt. 3-ig tartottak, és 1691,5 m-ben fejeződtek be. A rétegvizsgálatok melegvizet és kevés gázt eredményeztek.

A T-4 fúrást az első fúrástól 850 m-re É-ra telepítették, a szerkezet mélyebb részére, ahol a gáztess alatt olajelőfordulást reméltek. A fúrási munka 1942 júl. 29-től okt. 3-ig tartott, és 1704 m-ben dolomit-konglomerátumban fejeződött be, ahol fúrócső-törés következtében nem mélyült tovább. Az alsópannonban végzett rétegvizsgálatok gáznyomos vizet hoztak.

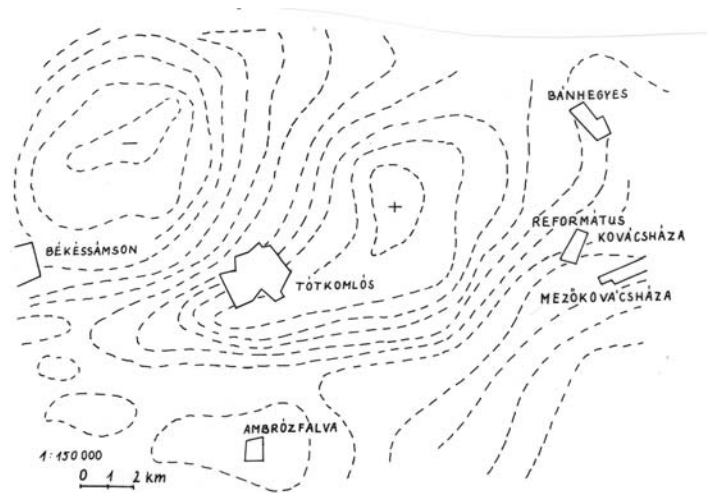
A T-5 fúrás a terület D-i részében az alsópannon mészmárgából 1540.6 m-ben iszapvesztéséget és gázerupciót szenvedett. A fúrórudazatot becementezték, mert megszorult, felső 635 m-ét lecsavarták.

A T-6 fúrás a terület D-i részén, 1531 m-ben középsőtriász, ladini palás agyagban és dolomitbreccsában állt meg, csak jelentéktelen olaj- és gáznyomokat talált.

Ezzel a Manát a tótkomlói kutatásait befejezte, mint amely kevés eredményt hozott és a folytatását nem tervezte, más területeken remélt sikert.

A második kutatási szakasz a Maszovol-Maszolaj tevékenységéhez kötődik. A gravitációs értékeket a Geofizikai Intézetben újraértékelték 1953-ban OSZLACZKY Sz., FACSINAY L., KILCZER Gy. Az eredmény szerint a gravitációs maximum tetővidéke az eredetihez képest kb. 2 km-rel odébb van, és tengelyiránya NYDNY-KÉK. Ez évben szeizmikus méréseket is végzett a SZKÜ, eredménye szerint a medencealjzat DK felé emelkedik, amelyen záródás van több kisebb területen. A leginkább szembeutó a T-7-es fúrás területe.

A T-7 és T-8 fúrásokat 1951-ben mélyítették le. Közülük a T-7, hasonlóan a T-1-hez, gázkitörés következtében tönkrement. Itt az alsópannon alapkonglomerátumot a szeizmikus adatoknál váratlanul magasabban érték el. A 9 5/8"-os bélésűcsövet 848 m-ig beépítették és a saru fölé 270 m-ig cementezték. Továbbfúrva 1570 m-ben iszapvesztés lépett fel, 1951 júl. 17-én és gáz jelentkezett, mind erősebben. A biztonsági zárat nem sikerült lezárni, mert a gumipofák leszakadtak. Az iszapot kb. 50 m magasra szórta ki. Mivel a gáz a gőzkazánok felé terjedt, a kazánokat el kellett oltani, és a további munkálatokra nem volt lehetőség. A gáz sugar ereje megemelte a forgatóasztalt, később szétmarta azt. Júl. 19-én éjjel négy órakor a 9 5/8"-es bélésűcső mögül is eruptálni kezdett a gáz. A berendezés egyes részeit még kimentették, de a fúrás körül keletkezett kráter 12-13 óra körül a többi gépet, az eldült fúrótornyot a benne levő fúrórudazattal elnyelte, mind eltűntek a kráterben.



5. ábra. Tótkomlós környékének Eötvös-ingás térképe.

A gázzal és forróvízzel feltört iszap és közettörmelék 7,8 hektár termőföldet öntött el, bár gátak emelésével 6 napon át 600 ember dolgozott, azt minduntalan áttörte a felszínre jött iszap. Végül a gázkitörés 1951 júl. 31-ig fokozatosan megszűnt.

Az erupciót kőolajnyom nem kísérte, de gázolaj bőven szennyezte a környező kukoricaföldeket.

A T-8 fúrás a kutatási terület DK-i részén (Végegyházától ÉNY-ra 2 km-rel) mélyült, 1951 máj. 19-szept. 9 között, és csak gyenge földgáznyomokat talált.

Mivel olajnyomokat csak a T-1 és T-2 fúrás szolgáltatott, a többi hat fúrás nem, a fúrás nehézségeire, a gáz nagy CO<sub>2</sub>-tartalmára, melynek hasznosítása megoldatlan volt és nagyobb olajelőfordulás már nem volt várható, mindezekre tekintettel a kutatófúrási tevékenységet szüneteltették. A folytatását részletes geofizikai mérések eredményétől tettük függővé.

A kutatás harmadik szakaszára az 1957 és az azt követő években került sor, és megszakításokkal a T-9-től a T-40 számú fúrások mélyültek le. Az 1957-58 években új szeizmikus mérések (56. számú jelentés) és 1958-59-ben új gravitációs mérések folytak. Ezek eredménye is igazolta a régebbi méréseket és

a DK felé (Végegyháza, Battonya) emelkedő gerincű medencealjzati rögvonulatokra részletesebb adatokat nyertünk. A korábbi tapasztalatokkal mélyült fúrásokban több földgázkitörés már nem történt. Üzemi geológusok Szepesházy Kálmán, később Kurucz Béla voltak.

1972–74 években mélyültek a TK–1, –5 fúrások, 1981–82-ben a T–I és 1986-ban a TE–1 fúrások.

1. táblázat. A tótkomlói fúrások földtani adatai.

Fúrás	Fa.	Q	L.	Fp.	Ap.	J.	T.	P.	Krist.	Megjegyzés
T-1	99.21		850	1164	(1618)					gázkitörés
-2	99.3		865	1188	(1661.5)					gáz
-3	101.5	70	890	1156	(1691.5)					gáznyom
-4	99.18	85	870	1210	(1704)					víz
-5	102.6		820	1090	(1540.6)					olajnyom
-6	101.7	95	800	1014	1475		(1531.5)			
-7	99.8		845	1125	(1570)					gázkitörés
-8	103.7		817	1057	1500		(1511.3)			gáznyom
-9	101.0	80	787	1137	(1419)					földgáz
-10	101.0			1172	(1656)					földgáz
-11	101.0			1204	1655	(1716)				víz
-12	100.8			1123	1612		(1631.5)			gáz, fp.
-13	98.6			1310	(2116)					víz
-14	101.4			1142	(1652)					olajnyom
-15	100.7			1120	(1549)					gáz
-15/a				1130	(1495)					gáz
-16	104.1			1086	(1567)					fp. olaj-gáz
-17	100.9			1136	1626		(1628.1)			fp. gáz
-18	103.6			1094	(1602)					fp. gázny.
-19	101.28			1150	1642		(1648)			fp. gázny.
-20	99.16	80	770	1197	(1655)					víz
-21	96.95			1290	(1926.3)					
-22	100.0	100	690	1230	(1508)					ap. gáz
-23	100.49			1210	(1505)					
-24	nem fúrták le									
-25	99.4			1301	1904		(2000)			víz
-26	100.17			1355	1894		(2000)			olaj t.
-27	99.69	110	758	1381	2024		(2150)			víz
-28	99.57	188	753	1298	1906		(2000)			víz
-29	100.0	298	777	1408	1985		(2005)			olaj
-30	99.74	115	806	1410	2239		(2300)			vizes.
-31	101.27	266	736	1446	1942		(2000)			vizes.
-32	101.4			1408	1937		(2050)			
-33-39	nem fúrták le									
-40	102.49	223	818	1115	1552		(1625)			ap. olaj, fp. gáz
TK-1	100.45	125	673	1043	1545		(1646)			gáz
-2	100.86			1044	1631		(1670)			víz
-3	100.57	188	643	1065	1632			(1686.5)		víz
-4	101.05			1073	1688		(1714)			víz
-5	101.6			1103	(1750)					víz
T-I	100.2			1360	1792	2693- 2905	1792- 2693, 2905- 3237	3237- 3653	3653- (3998)	rendellenes rétegsor
TÉ-1	99.66	370	710	1295	1827		(1850)			olajnyom

### Rétegsor

Negyedidőszaki lösz, sárgás mészkonkréciós agyag, homok.

Felsőpliocén homokos csillámos agyag, agyagmárga, kékesszürke, szenes növényi maradványokkal, agyagos homok, világosszürke mészkonkréciók, sárgás-barnás eres-foltos agyag.



*Daonella moussoni* MERAN fajnak meghatározott kövületet talált a T-5 fúrás 1479.1–1482.9 m-ből származó magmintában (BOGSCH L., 1950).

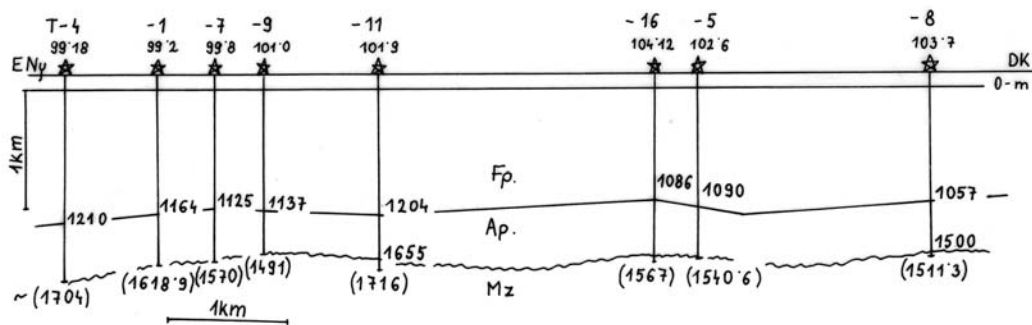
Alsótriász tarka homokos agyag kötőanyagban vörhenyes homokkő a T-8, T-13 fúrásokból. A T-8 fúrás 1500 – 1511.3 m-ből származó homokkővét alsótriászba soroltuk, összetétele szerint kvarcporfir lepusztulásából származtatható.

A triászba 113 m-t befűrt T-32 fúrásban felül dolomitbreccsa van, amelynek kötőanyaga finomszemű dolomit. Alatta szürke dolomit, majd sötétszürke, fekete, erősen töredezett-csuszamlott agyagpala (hasonló a T-6 fúrásban talált ladini daonellás agyagpalához), alatta világosszürke kalciteres mészkő helyezkedik el.

A triászrétegsor alatt diszkordánsan perm vörhenyes kvarcporfir és arkózás homokkő (T-I) következik.

A T-I fúrás szerint a mezozoós rétegsor alatt halványvörös gránit következik.

A medencealjzat ismeretére újabb adatokat hoztak a korszerű szeizmikus mérések és nagymélységű fúrások. Itt csak a T-I fúrás (1986) rétegsorát idézzük (J. A. GROW et al., 1989 szerint), amely a "Battonya - pusztaföldvári mezozoós árok" rétegsora lenne (az elnevezés téves, mert Battonyán semmiféle mezozoikum nincsen).



7. ábra. Földtani szelvény Tótkomlóson.

1792 – 2205 m Felsőtriász világosszürke dolomit

2205 – 2693 m Középsőtriász (ladin) szürke dolomit, világosszürke dolomit, barnásszürke dolomit

Mindezek a Kodru takarórendszer Aranyos-takarójának részei.

2693 – 2905 m Alsójúra szürkés - vörös mészkő (Moneasa Formáció)

2905 – 3165 m Középsőtriász (anizuszi) sötétszürke dolomit

3165 – 3237 m Alsótriász tarka homokkő ("Werfeni formáció")

3237 – 3605 m Felsőperm vörös kvarcporfir

3605 – 3653 m Felsőperm arkóza, homokkő

3653 – 3998 m Prekambriumi halványvörös gránit

Mindezeket a Kodru takarórendszer Fenes-takarójának tartják.

#### Szerkezeti viszonyok

Ezekkel a rétegtani adatokkal el is jutottunk a szerkezeti viszonyokhoz. A medencealjzat szerkezetében új adatokat szolgáltatottak a nagymélységű fúrások és az új geofizikai mérések, de ennek szerkezeti viszonyai az olajkutatót kevésbé érdeklik. Annál fontosabb a medencealjzat felszínének morfológiája és a rajta lévő üledék szerkezete. Mérés és fúrás igazolta a meglétét és részletezte az ismeretét a medencealjzat gerincszerű kiemelkedésének Battonyától ÉÉNY-felé, a tótkomlósi kutatási területen át, Pusztaföldváron át Orosháza, Nagyszénás felé, és elválasztja a két mély medencerészt: a Makói- és a Békési-árkot. Az ÉNY-felé mélyebbre süllyedő magas vonulaton, az egyes magasabb medencealjzati rögök és a fölöttük felboltozódó harmadidőszaki rétegek kőolaj-, és földgáz- felhalmozódásra alkalmas szerkezeteket tartalmaznak. Ilyennek bizonyult a tótkomlósi kutatási területen a T-1, innen DK-re a T-16 és NY-on a T-21, -26, valamint a TK-1 fúrások környékén fekvő, viszonylag kiemelkedő terület.

A magas rögvonulat DK-i részét (Battonya) gránit és perm kvarcporfir, É-on triász, júra, kréta üledék építi fel. Az 1986-ban lefűrt T-I nagymélységű fúrás rendellenes rétegsorának feldolgozása és az

újabb szeizmikus mérések alapján takarós szerkezetűnek látszik, és megkülönböztethető a Végegyháza-, Tótkomlós- és Pusztaszőlős-takaró a rendellenes rétegsorok alapján (POGÁCSÁS Gy., JÁMBOR Á., 1989, POGÁCSÁS Gy., MAKK A., 1989).

### *Kőolajföldtani eredmények*

A Manát T-1 fúrása hatalmas gázkitörést okozott, amikor kb. 200 m<sup>3</sup> kőolaj is a felszínre került, ami akkor nagy reményekkel kecsegtetett. A kitörés megszüntetése után (1941 aug. 10) 10 mm-es fűvőkán napi 88.128 m<sup>3</sup> gázt termelt (2. és 3. táblázat). A gázzal 68 g/m<sup>3</sup> könnyű olajpárlat jött a felszínre. A T-2 fúrás az alsópannon alapkonglomerátumból földgázt és kb. 10 m<sup>3</sup>/h 83 °C-os vízzel napi 200 l olajat termelt. A gáz CO<sub>2</sub>-ben dús (2. táblázat). Ez a fúrás a felsőpannonban is gázt talált., 894–902 m-ben, napi 25 m<sup>3</sup> vízzel. A vízzel jelentkező homok a kutat eltömte. További fúrások csak kevés gáznyomot találtak. A T-7 fúrás gázkitöréssel megsemmisült, és a T-9, -12, -15, 15/a, -17, -19, -22 fúrások találtak gázt az alsópannonban (konglomerátumban) és a mezozoikum határán. A T-9, -10, -15, -17 fúrás a felsőpannonban 723–777 m-ben talált gázt, a T-10 723–775 m-ben.

A T-15 fúrás 1088–1097 m közt a felsőpannonban kedvező összetételű földgázt talált (2. táblázat), 10 mm-es fűvőkán 122.500 m<sup>3</sup>/nap gáz és 1,4 m<sup>3</sup> olajpárlat volt termelhető.

A T-1 fúrás környéki gázelfordulástól DK-re a T-16 fúrás az alsópannon alján kedvező összetételű földgázt és kevés kőolajat talált (táblázat), de a környékén lefűrt T-5, -18, -6, -8 fúrások csak vizet adtak.

Tótkomlós községtől D-re mélyült T-21 és T-26 stb. fúrások az alsópannon és a triász határán kevés olajat találtak.

Tótkomlós–Kelet (TK) néven 1972–74-ben 5 kutatófúrás mélyült Kaszaper és Reformátuskovács háza között, ezek közül a TK-1 földgázt talált, a többi meddő maradt.

Megjegyezzük még, hogy az 1985-ben fűrt T-40 is adott kevés olajat a triász dolomit felső részéből.

Végeredményben a tótkomlói kutatás főleg földgázt és olajnyomokat eredményezett. Figyelemreméltó a felsőpannon alsó részén talált kedvező összetételű földgáz, mely bár kis mennyiségű, de a Délkelet -Alföldön újabb produktív szint lehetőségét jelentette.

Összefoglalva a tótkomlói sok fúrás alig gyarapította az ismert szénhidrogén-készleteinket. A geofizikai mérések és a fúrások csak részletesebb ismereteket hoztak, főleg a nagymélységű T-I fúrás. Tisztán kőolajföldtani eredmény kevés a fúrások nagy számához viszonyítva. Kérdés, nem lett volna helyesebb a Manát hat fúrása után végleg beszüntetni itt a kutatást, elejét véve a nagy költségeknek és a gázkitörésekkel okozott károknak.

2. táblázat. A tótkomlói földgáz összetétele.

földgáz	T-1 1618.9 m	T-2 1635-	T-2 894-	T-15 1474-88	T-15 1088-97	T-16 1521-67	T-9 1484-91
metán	47.5	47.7	50.1	43.75	92.7	86.63	87.6
etán					1.6		2.56
nehézebb CH	1.1	0.3			0.8		1.11
CO <sub>2</sub>	51.4	51.3	42.0	53.32	0.9	1.32	3.54
N <sub>2</sub>	0	0.7	7.9	2.93	4.0	12.05	5.19

3. táblázat. A tótkomlói kőolaj tulajdonságai.

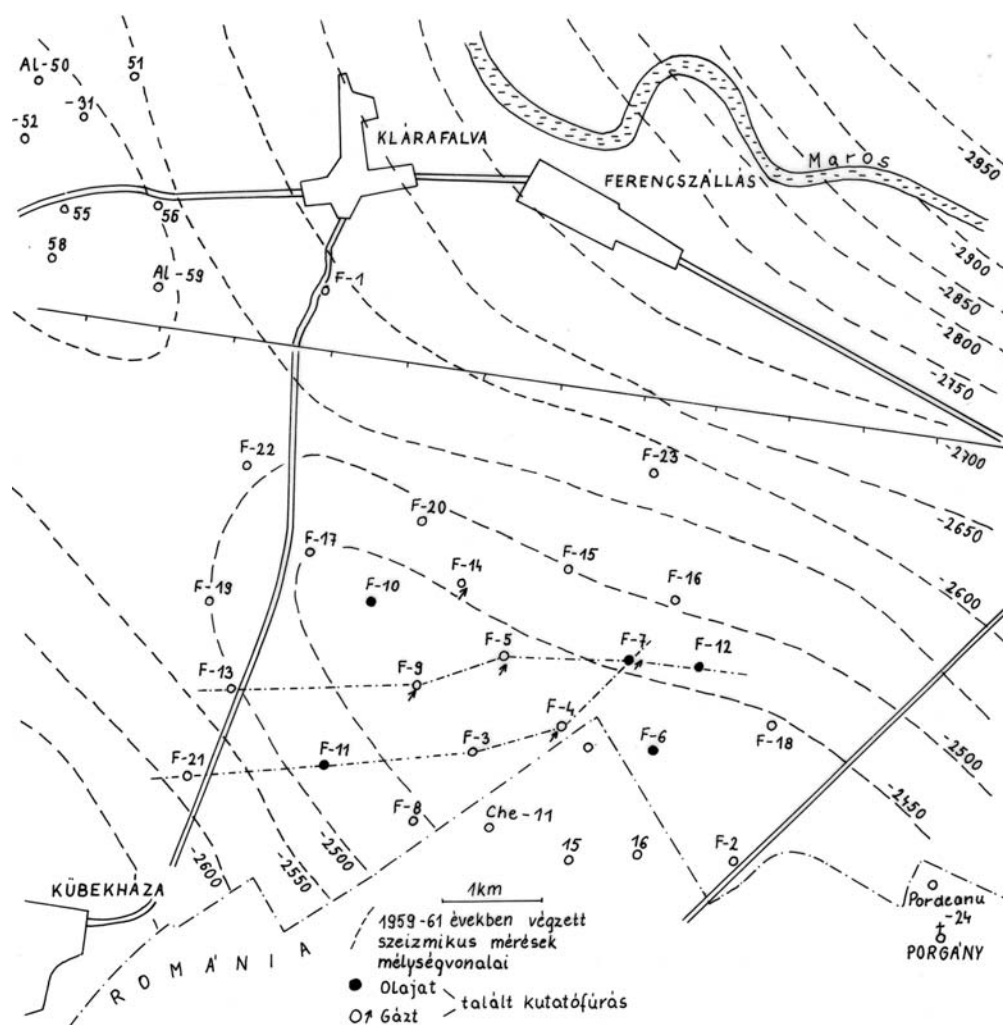
kőolaj	T-1 1618.9-	T-16 1521-67	T-26 1905-
fajsúly	0.858	0.839	0.8365
benzín s%		24.50	10.57
petróleum s%		17.92	19.97
maradék		57.46	69.44
veszteség		0.12	0.02
viszkózitás St/38 °C			9.98
viszkózitás St/50 °C			5.99
dermedéspont °C			+28



## 2. Ferencszállás

A Manát kutatás kezdetén ismerték a Geofizikai Intézet 1903, 1908, 1911 évi gravitációs mérései alapján a gravitációs maximumot. Részletesebb Eötvös-ingás méréseket 1941-ben a Manát részére végzett az Intézet (7. ábra).

Az 1941 év végén a Manát, a Seismos vállalatta átnézetes szeizmikus méréseket végeztetett. Az eredmény bizonytalan volt (Dr. LÜCKERATH és Dr. WENDT, 1943). A medencealjzatot refrakciós mérésekkel kisebb területeken észlelték 5700–6000 m/s refrakciós hullámterjedési sebességgel, mélységét mintegy 2500 m-nek lehetett értelmezni. Ám a visszaverődések gyengék, rendszertelenek. A rétegsor felső része lényegében vízszintes, 1500 m-től lépnek fel enyhe rétegdőlések. LÜCKERATH szerint a szeizmika mégis bizonyítja a gravitációs maximumnak megfelelő gyenge kiemelkedést. Főleg a gravitáció alapján, és a gyenge szeizmikus eredmények figyelembevételével töztük ki az F-1 fúrást az 1941 év végén, a Klárafalva – Kükesháza közötti országúttól K-re. Az üzemi geológus Dr. KÖRÖSSY L. volt.



8. ábra. Ferencszállás kutatási terület térképe az 1959-61 években végzett szeizmikus mérések mélységvonalaiival.

### Fúrasi munkálatok

Az F-1 3000 m-re tervezett fúrást 1942 aug. 5 és 1943 máj. 9 közt 2573 m-ig fúrtuk, ahol műszaki nehézségek miatt fejeztük be. Itt eltört a fúrócső, és a véső, két nehezítő csővel és 4 szakasz fúrócsővel a fúrólyukban maradt. Kimentését 70 atm túlnyomással jelentkező gázos forróvízbetörés nehezítette. Ezért 1886 m-ben a 6 5/8 hüvelykes bélészsőbe záró cementdugót helyezve a felsőbb szakaszon 1836–1838 m között rétegvizsgálatot végeztünk, ahonnan 58 °C-os víz és kevés gáz jelentkezett.

Ez a műszakilag sikertelen és bizonytalan szerkezeti helyzetű fúrás természetesen nem volt

alkalmas a terület leértékelésére, de a háborús nehézségek között gyors sikert nem remélve a kutatást ideiglenesen beszüntették és máshol folytatták.

A háború után az új kutatási szervezet, a Maszovol keretében folytatni kívántuk itt a kutatást az 1946 évi terv szerint. A terv megbeszélésére 1946 febr. elején került sor, amin az állam részéről KERTAI György jelent meg, aki ellenezte a Ferencszállás–Sándorfalva közti terület kutatásának folytatását. Érveit prof. dr. BENTZ-nek, a “legkiválóbb német olajgeológusnak” a német kormányhoz intézett, 1944 ápr. 4-én kelt “Stand und Aussichten der Oelerschliessung in Ungarn” című jelentésére hivatkozva adta elő és mivel fejből nem emlékezett rá jól, később írásban is megismételte a véleményét.

Mivel akkor még sok föltáratlan terület volt, töröltük a tervből a vitás Ferencszállás kutatás folytatását és Biharbajomban találtuk meg az Alföld első olajmezőjét – és nem Algyón. A biharbajomi, 1947 ápr. 4-i eredményt hamarosan követte Mezőkeresztes, majd Szolnok felkutatása, feledtetve Ferencszállást, ahová csak 1965-ben, immáron Algyó néven jutottunk vissza.

Az 1959–61 évi részletesebb GKŰ-mérések szerint (68. jelentés, 49. melléklet) a visszaverődő felületek az F-1 fúrástól DK-felé, a trianoni országhatárig –2600 m-ről –2450 m fölé emelkednek. Ennek ismeretében tűztük ki a Fe-2 fúrást (üzemi geológus Dr. MAIER István), mely elérte a kristályos alaphegységet. A kedvező szerkezeti eredmény után 1970-ben részletező szeizmikus mérések és nagyobb fúrási tevékenység kezdődött.

A továbbiakban Ferencszállás néven ezt a déli területet tártuk fel. Itt 1966–1982 évek között 71 fúrás mélyült le, egy részük kőolaj- és földgázelfordulást talált. Az első 9 fúrás felderítő, kutató, a 10–13 lehatároló, a többi részletező kutató és termelő fúrásként mélyítették le. Üzemi geológusok: MAIER István, TENKEI Sándor, VADÁSZ Ernő, TANÁCS János, MAGYAR László, váltva egymást.

Eredményeink után a határ mentén a románok nagyobb fúrási tevékenységbe kezdtek és Keresztúr község határában földgázelfordulást találtak.

4. táblázat. A ferencszállási fúrások földtani adatai.

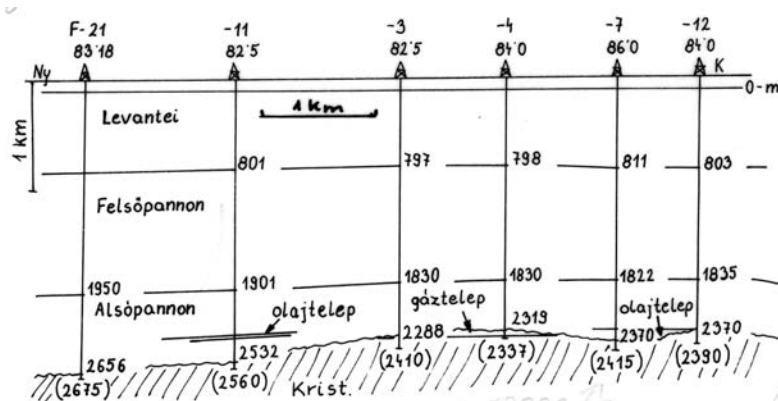
fúrás	fa.	Q	L	Fp	Ap	Krist.	Megjegyzés
F-1	83.1	470	770	1980	(2573)		
-2	85.1	417	810	1863	2476	(2502.5)	
-3	82.5	406	797	1830	2288	(2410)	gázterm.
-4	84.0	415	798	1830	2319	(2337)	gázterm.
-5	84.0	415	792	1829	2417	(2435)	gázterm.
-6	84.5	442	806	1833	2377	(2420)	gázterm.
-7	86.0	415	811	1822	2370	(2415)	olaj-gáz
-8	84.0	410	814	1900	2532	(2555)	víz
-9	84.0	402	809	1823	2397	(2416)	gázterm.
-10	82.5	400	794	1874	2536	(2586)	olajterm.
-11	82.5	412	801	1901	2532	(2560)	olajterm.
-12	84.0	424	803	1835	2370	(2390)	olaj.
-13	83.5	420	784	1868	2550	(2580)	olajnyom
-14	83.08			1837	2471	(2493)	olaj.
-15	83.61			1881	2476	(2503.5)	olaj.
-16	83.95			1854	2397	(2430)	vizes
-17	83.84			1879	2597	(2620)	olaj
-18	85.11			1962	2357	(2376)	olaj
-19	82.86			1931	2608	(2661)	olaj+víz
-20	82.58			1880	2511	(2530)	gázterm.
-21	83.18			1750	2656	(2675)	vizes
-22	82.64			1940	2638	(2650)	vizes
-23	83.85			1990	2491	(2532)	vizes
-24-30							nem fúrták le
F-31-től F-71-ig mélyült fúrások közül csak néhány érte el az alaphegységet, ezek a következők:							
F-32	83.05	277	677	1895	2399	(2415)	olaj
-35	83.71		663	1897	2332	(2365)	olaj
-48	82.76			2080	2335	(2390)	gáz
-49	82.91			2062	2523	(2530)	olaj
-52	85.5			2115	2433	(2437)	gáz
-58	83.75		690	1904	2323	(2365)	olaj

## Rétegsor

Negyvedidőszaki agyag, homok. Felsőpliocén folyami, ártéri és tavi homok, kékesszürke agyagrétegekkel, homokos agyag lignites homokcsíkokkal, agyagos homokkő kavicsos homok betelepülésekkel, márgagumók. Operculum, *Vallonia*, *Planorbis*, *Pisidium*, Halfogak és csonttöredékek, növénymaradványok. Felsőpannon kékes-zöldesszürke agyag, agyagmárga, világosszürke márgás finomhomokkő, mészkonkréciók, agyagos homok és homokos agyag sűrűn váltakozva, mészmárga és kemény homokkőpadok, pirit-markazitsomók. *Viviparus sadleri*, *Hydrobia*, *Melanopsis*, *Pisidium*, *Dreissensia*, *Theodoxus*, *Planorbis*, *Bithynia*, *Unio atavus*, ostracoda fajokkal. Az alsó részén homokkőpadok vannak növényi maradványokkal. Alsópannon világos- és sötétszürke vastagabb agyagmárga váltakozik finomszemű homok, csillámos homok rétegekkel (homokpados agyagmárga). A homok átlagosan 0.2 mm szemcseméretű, vékony réteglemezei felfelé finomodva agyag-agyagmárgába mennek át, vékonyritmusos üledék jellegű. A homokrétegek alatt (Szolnoki Formáció) sötétszürke agyagmárga (Nagykörű Formáció) és alatta átmegy sárgás-barnásszürke mészmárgába (Tótkomlói Formáció). Végül alapkonglomerátum következik, kristályos pala durva törmelékkel (a Békési Konglomerátum Formációnak megfelelő szint). Az alapkonglomerátum transzgressziós törmelék, márga-mészmárga kötőanyaggal és közbetelepülésekkel. Az alján 20–30 cm-es metamorfizált kőzetgörgöttek vannak, ezen 2–3 cm átmérőjű konglomerátum, fölfelé osztályozottabb, koptatottabb, majd 20 % karbonátot tartalmazó homokkőbe megy át, végül az említett alsópannon mészmárgában folytatódik.

Ösmeradványai *Limnocardium abichi*, *L. lenzi*, *Congeria banatica*, *C. partschi*, *Valenciennesia*, halpikkelyek, ostracodák, növényi maradványok.

Diszkordancia után a kristályos alaphegység következik. Ennek kifejlődése változatos: csillámpala, csillámos kvarcit, gneisz, gránitgneisz, migmatitok, gránit, granodiorit (ortoklász-mikroklingránit, albit, oligoklász, plagioklász kristályokkal, biotittal és muszkovittal). A csillámpala (F-7-ben) szürke, kemény, repedezett, világos és sötét sávokkal, kvarcerekkel, benne kvarc, földpát, muszkovit, biotit, klorit és ércek figyelhetők meg. A csillámpalák föltevés szerint egy fiatalabb orogén szakaszban gránitosodtak és ennek különböző átalakulási fokozatai vannak jelen.



9. ábra. Földtani szelvény ferencszállási fúrásokon. Kör: olajat talált kutatófúrás. Kör és nyíl: gázt talált kutatófúrás

## Szerkezeti viszonyok

A ferencszállási szerkezet az algyői ÉÉNY–DDK irányú kristályos pala magas rögvonulatnak a déli folytatása, mely keletre, Kiszombor felé kiszélesedik. Délfelé átnyúlik az országhatáron és a kikindai szerkezetben folytatódik.

A kristályos alaphegység a kifejlődés tanúsága szerint közel K–NY irányban húzódik a Duna–Tisza közén át a Madaras–Tomba területéről Szeged vidékére. A közel K–NY irányú ősi szerkezeti vonulatok a neogén előtt, valószínűleg már az ausztriai mozgások idején, de még a harmadidőszakban is mozogva közel É–D irányú magas és mély rögvonulatokra tagolódtak. Egyik ilyen közel É–D irányú kristályos rögsorozat az Algyő – Ferencszállás magas rögvonulat, mely a balkáni, morava-völgyi irányok folytatásának tűnik.

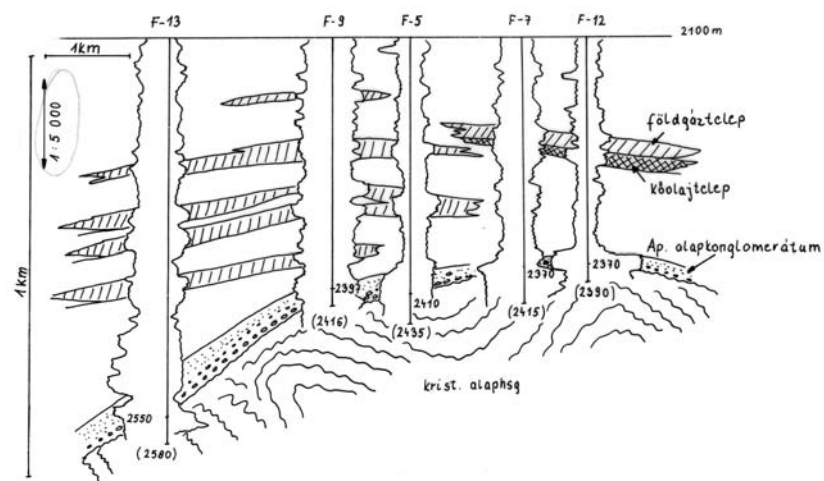
A neogén süllyedés a kárpáti emelet elején indult meg, de a ferencszállási kristályos rögöt csak az alsópannon elején érte el a beltenger. A kristályos alaphegységre alapkonglomerátummal települ az alsópannon. A homokos agyagmárga homokrétegei K-felé elmárgásodnak, kiékelődnek. Ez, és a

felsőpannon egy része deltaszerkezetű, fokozatos kiédesedés, tavi mocsári, ártéri üledékképződés után szárazföldi, eolikus üledékek képződtek. A harmadidőszaki üledékek a deltaszerkezet mellett települt boltozatként fedik a medencealjzat kiemelkedését. Benne kőolaj- és földgáz felhalmozódására alkalmas csapdák alakultak ki.

#### Kőolajföldtani eredmények

Az F-1 fúrás (1942–43) szerkezeti helyzete a kitűzéskor bizonytalan volt. Később tapasztaltuk, hogy a magas rögvonulat É-i oldalán, mélyebb helyzetben van, ezért csak gázos vizet szolgáltatott.

Az újabb és részletesebb geofizikai mérések után az F-2 fúrást az országhatár közelébe telepítettük, hogy siker esetén a felfedezés előnyeit bírjuk, de ez a fúrás is csak gázos vizet talált, több rétegből nem volt beáramlás. Az F-3 fúrás talált először az alsópannon homokrétegekben ipari értékű párlatdús földgáztelepeket. Itt 2337 – 2214 m között alsópannon (Szolnoki Homok Formációnak megfelelő) lencses kifejlődésű homokrétegekben 1969 szept. 17 – 1970 máj. 1 között végzett 22 db rétegvizsgálat alkalmával voltak eredmények is.



10. ábra. Rétegonosítás a ferencszállási olajmezőn, a földgáz és kőolajtelepek feltüntetésével.

Az első kőolajtelepet talált fúrás az F-6. Itt egy alsópannon homokkőből 2221–2226 m-ből 6 mm-es fúvókán kezdetben napi 99,6 m<sup>3</sup> olajat és gázt találtunk. Ezután több fúrás vált olaj- és gáztermelővé, ezért 1982-ig 71 db kutató és termelőfúrás mélyült.

Végeredményben az alsópannon homokrétegekben gazdag földgáz és kisebb kőolajtelepeket, a felsőpannonban csak kisebb földgáztelepeket sikerült felkutatni. Tárolórétegek: a kristályos alaphegység mállott, repedezett felszíne, és a vele hidrodinamikai egységben levő alsópannon alapkonglomerátum, az alsópannon homokkővek és lencsék, és a felsőpannonban 5 homokréteg tárol kevés gázt (F-9, -11).

5. táblázat. A ferencszállási kőolaj és földgáz összetétele.

földgáz	F-5 2303-2309	Alapkongl. átlaga	Alsópannon átlag	Felsőpannon átlag
metán	88.22	83.83	86.94	78.25
etán	7.39	6.40	4.34	6.57
nehézebb CH		5.04	4.42	12.26
CO <sub>2</sub>	3.20	3.80	3.0	1.3
N <sub>2</sub>	1.19	0.93	1.29	1.62

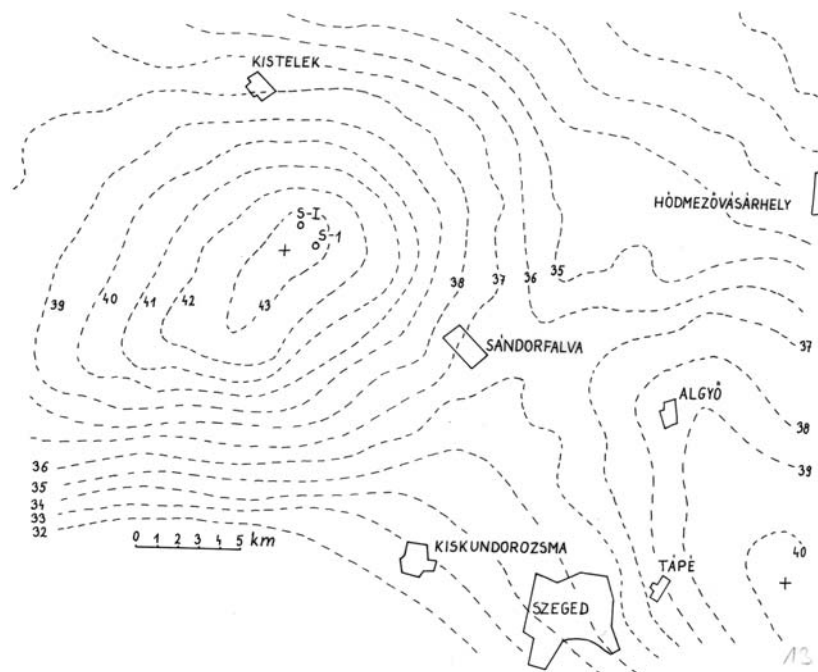
kőolaj	F-6 2221-26.5 m
fajsúly 20 °C	0.8097
viszkozitás St/38 °C	3.43
viszkozitás St/50 °C	2.7
dermedéspont °C	+18
jellege	paraffin

benzintartalom s%	26.74
petróleumtartalom s%	20.92
nehezebb s%	51.32
vesztesség s%	1.02

Ferencszálláson a kutatás befejezettnek tekinthető, ÉK-felé a Makói-árok irányában lehetne kiékelődő rétegeket keresni, K-re a Ferencszállás-Kelet kutatási területen folytattuk a kutatást 1973-tól.

### 3. Sándorfalva

Ferencszállással majdnem egyidőben indult a Sándorfalva–1 kutatófúrás. Mélyföldtani felépítésére az első adatokat a Geofizikai Intézet Eötvös-ingás mérései adták, a ferencszállási és az algyői kutatási területekkel együtt. Az Intézet 1941. évi mérései határozott maximumként ábrázolják a területet, a Ferencszállás–Algyő szerkezet ÉNY-i folytatásában (7. és 8. ábra). 1941 októberében a Seismos graviméteres méréseket is végzett, és 1941–42 telén ugyancsak a Seismos szeizmikus reflexiók méréseket a Manát részére. A nyert reflexiók kb. 2000 m mélyséig voltak használhatók és gyenge emelkedést jeleztek, DNY-felé záródó kiemelkedés nem volt kimutatható. Készült 6 db refrakciós szelvény is, ezek 1700–4500 m/s terjedési sebességeket jeleztek, a medencealjzat várható 6000 m/s értékeit nem észlelték, ez a geofizikusok szerint 3000 m alatt lehetett. Ezt az értelmezést az 1974-ben mélyült S–I alapfúrás igazolta, mely a neogén talpát 3728 m-ben találta. A Seismos 2. szeizmikus csoportja 1942 aug.-szept. havában is mért Sándorfalva–Bugac–Kecskemét vonalában, felderítő jelleggel. Ezek a mérések háborús sietséggel készültek, 1–2 szelvény mentén, de így is olyan jó eredménnyel, amit utánuk sok évig nem tudtunk teljesíteni.



11. ábra. Sándorfalva Eötvös-ingás rendellenesség, a Geofizikai Intézet 1941. évi mérései szerint.

#### Mélyfúrási tevékenység

Meglehetősen bizonytalan geofizikai mérésanyag alapján tűzte ki Dr. FORCHE főgeológus az S–I fúrást 1941 év végén, Szeged Felsőközpont, Szirtos-dűlő 56080/56083 sz. parcellára. A fúrás lemélyítője a Wintershall A. G. (Wiag) német vállalat, Nr. 25. berendezése. 1942 aug. 21 – 1943 jan. 6 között, háborús sietséggel 1995,2 m mélységet ért el. Üzemi geológus Dr. KÖRÖSSY L. Elérve az alsópannon felső részét, jan. 8-án megszorult és 36 m-nél elszakadt a 3 1/2 colos fúrócső, amit hosszadalmas munkával sikerült 1549,6 m-ig lecsavarni és 1533,6 m-től elferdítve 1556,5 m-ig melléfúrni. Itt újabb műszaki nehézség miatt

kilátástalanná vált a 3000 m alatt várt alaphegység elérése, ezért a fúrást beszüntették. Mivel csak gyenge gáznyom jelentkezett, a berendezés a sikeresebb Alsólendvára költözött.

Így a kutatás befejeztlén, de Dr. KERTAI Gy. ellenzése miatt a háború után sem folytathattuk (L. Ferencszállás, Algyő).

#### Újabb geofizikai mérések

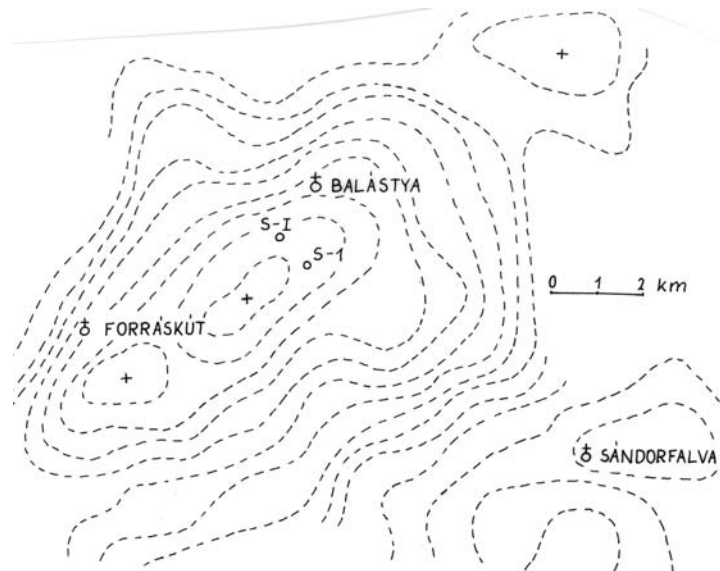
A kutatás folytatására csak 1961-ben került sor. A Geofizikai Intézet 1961–62 évi gravitációs mérései megerősítették a régebbi eredményeket. Az 1970–71 évi maradékanómia-számítások szerint a nagy maximum tetővidékén két kiemelkedés jelentkezett: Balástya mellett a régi Sándorfalva és NY-felé Forráskút mellett (a GKÜ–G–6 jelentés 4. melléklete).

Mágneses méréseket 1951–62 között végzett a Geofizikai Intézet, ezek szerint +10, +20 gammás értékek jellemzők, záródó rendellenesség nincs. Újabb szeizmikus mérések több ízben érintették a területet. 1962-ben (SzÜ 68. jel.) záródó kiemelkedést nem találtak a maximum területén. 1968-ban a SzÜ analóg mágneses, 1971–72-ben és 1973–74-ben digitális méréseket végzett. Végeredményben Sándorfalva, Forráskút, Üllés között, DNY-felé emelkedő gerinc bontakozott ki, kisebb, gyöngé záródásokkal (GKÜ–112 sz. jel.).

E geofizikai adatok felhasználásával tűztük ki a S–I fúrást, 5000 m mélységtervezéssel, a Balástya vasútállomás mellett.

6. táblázat. A sándorfalvi fúrások földtani adatai.

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Bád.	T <sub>1</sub>	Krist.	Megjegyzés
S-1	89	520	980	1694	(1995.2)				sikertelen
S-I	95.37	450	745	2130	3686	3728	3852	(4015)	földgáznyom



12. ábra. Sándorfalva-Forráskút környékének gravitációs maradékanómia térképe Rez. M-4 alkalmazásával.

#### Rétegsor

Negyedidőszaki futóhomok, fent meszes homokkőpadokkal, finomhomokos iszap, az alján vastag homokkőpadokkal, fölfelé finomodó üledékciklusokban. Felsőpliocén kvarchomok, kavicsos homok, agyagos homok, világosszürke homok, agyagos homokrétegekkel, lignitesíkokkal, borsónagyságú kavicsokkal. Márgás gumók. Lent 5 m vastag homokkőpad, fölfelé finomodó üledékciklusok. *Unio*, stb. héjtöredékek. Felsőpannon egyes vastagabb homokpad váltakozva finomhomokos szürke homokos agyaggal, agyagmárgával, és agyagos homokrétegekkel, néhány márgapaddal, lignitcsíkos homok, agyagos homokrétegekkel. Növényi maradványok, *Planorbis*, *Hydrobia*, *Melanopsis*, *Theodoxus*, *Pisidium* vázak, operculumok, ostracodák. Az alsópannon felső része homokpados szürke agyagmárga, márga, szenes

növényi maradványok, *Limnocardium abichi*, Ostracoda sp.. Alatta finomszemű csillámos homok váltakozik szürke, sötétszürke agyagmárgával, vékony rétegekben. majd sötétszürke agyagmárga és világosabb szürke márga, mészmárga. 2350–3300 m közt homokkő van agyagmárga csikokkal, bazalttal és bazalt-törmelékekkel. A bazaltnak Sándorfalván van üde része, melynek alapanyaga mikroholokristályos, szövete porfiros, folyós. Főleg apró plagioklász-lécekből áll, az üveges rész keves. A porfiros elegyrész főleg albit-oligoklász, alárendelten labradorit, bytownit összetételű plagioklász. Kevés szerpentinesedett olivin is előfordul. Mandulaüregekben kristályos kalcit, kalcedon kitöltés van.

A szarmata jelenlétét nem sikerült kimutatni.

Bádeni rétegsor finomszemű szürke homokos agyagmárga, finomszemű agyagos-csillámos homokrétegekkel, bádeni tengeri mikrofaunával.

Alatta diszkordánsan alsótriász kemény, vörös, finomszemű homokkő, szürke, szericites kovás, palás agyag és palás agyagmárga csikokkal váltakozó kvarchomokkő következik. Az S–I fúrásban 3809–3945 m között szürke kvarcit és szericite, kovás agyagpala van, alatta metaarkóza, mely szürke, szürkésfehér, kovás, szilánkos törésű kőzet, fehér kvarcit és szürke aleurolitpala betelepülésekkel. Ásványi összetétel: kvarc, ortoklász, plagioklász, kloritosodott, kifakult biotit, muszkovit, apatit és cirkon. Ezeket ópaleozoós kőzeteknek tartják. Előfordulnak még a Forráskút–2, –3, Üllés–15, Kiskunmajsa–Dél–1 fúrásokban.

Az előbbi alatt diszkordánsan paragneisz következik, zöldesszürke, kemény kőzet és szürke kvarcit, szericites, kovás agyagpala, metaarkóza, mely szürkésfehér, fehér kvarcit és szürke aleurolitpala betelepülésekkel váltakozik.

#### *Szerkezeti viszonyok*

Egy befejezetlen és egy alaphegységet ért fúrás a rétegsort és mélységviszonyokat ismertette, de a szerkezeti viszonyokra, a geofizikai ismeretekhez már nem sokkal járult hozzá. Újabb szeizmikus mérések szerint az S–1, –I fúrások a forráskúti kiemelkedés ÉK-i oldalán helyezkednek el, ahol záródó szerkezet nincs.

#### *Kőolajföldtani eredmények*

A két fúrás csak gyenge gáznyomokat talált. nagyobb felhalmozódás a mai ismeretünk szerint nincsen. Az S–I fúrás talált kis földgáz-felhalmozódást az alsótriász vörös homokkőben 3814–3827 m mélységben. Összetétele kedvező, nem égható tartalma csak 17,5 %.

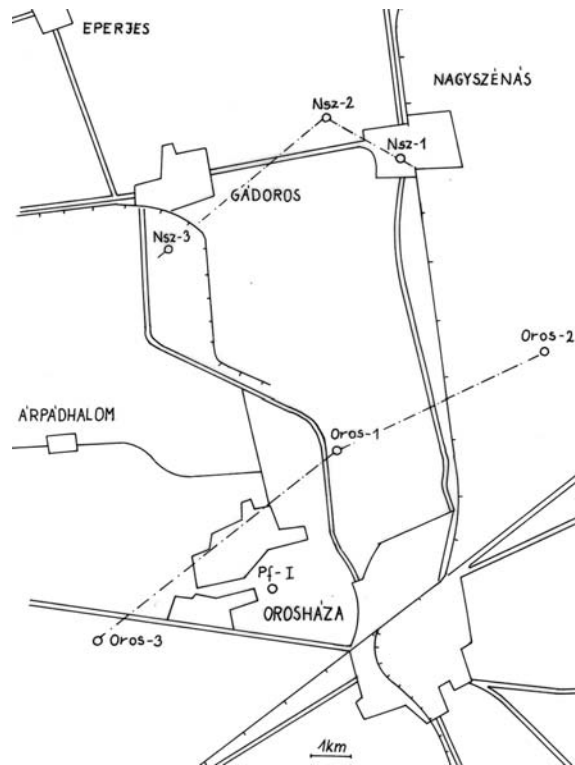
További kutatás esetleg még indokolható, mert az alaphegységet elért egyetlen fúrás a terület végleges minősítéséhez nem elegendő.

## 4. Nagyszénás

Hosszabb szünet után Nagyszénáson folytattuk a Délkelet-Alföld kutatását, mert berendezéseink Biharnagybajomban és Mezökeresztesen kőolaj- és földgázmezőkön voltak elfoglalva.

A Nagyszénás kutatási terület a Battonya-Tótkomlós magas rögvonulat irányába esik, mely elválasztja a Békési- és a Makói nagymélységű medencereszeket. A mélyföldtani viszonyokra az első gyér adatokat az 1941–43 években végzett gravitációs mérések szolgáltatták, amelyeket a Manát részére végzett a Geofizikai Intézet és a Seismos vállalat. Ezek által bizonyítalanul jelentkező magasabb gravitációs értékeket ismertünk meg.

Az első szeizmikus mérésekről VÁRNAI L. és UJFALUSSY A (1954) számoltak be, regionális mérések eredményeként. A regionális szelvényeken itt viszonylag nagy mélység mutatkozik, a gravitációs térképen jelentkező és kiemelkedésként is értékelhető területre telepítettük az első fúrást, célja a regionális szelvény jobb értelmezhetősége, és a tótkomlói olaj- és földgáz északi folytatásának kutatása.



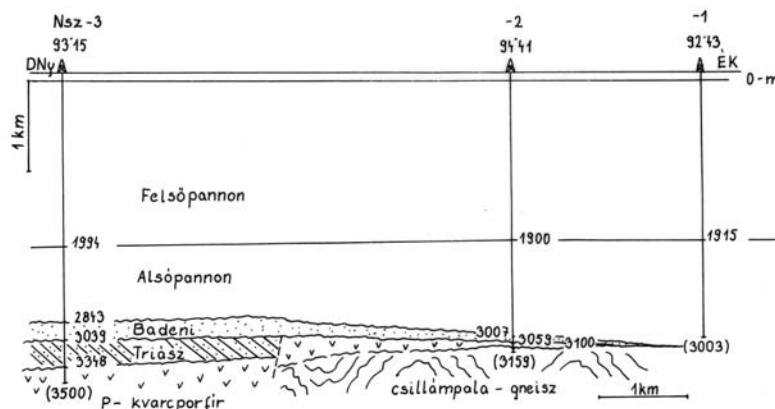
13. ábra. Nagyszénás, Orosháza és Pustaföldvár-I fúrások térképvázlata.

*Fúrési munkálatok*

Az Nsz-1 fúrás földtani alapfúrás jellegű, de a sokféle követelmény és előírás mellőzésével mélyült 1953 jan. 23 - 1954 febr. 14 között, Nagyszénás község belterületén, de így is 56 magot fúrtunk 700-3009 m közt, és nagymértékben hozzájárult a terület megismeréséhez. Megemlítjük, hogy 1981-82 évben még lemélyült a Nsz-2 és -3 fúrás is. A Nsz-2 fúrást egy újabban megismert szeizmikus kiemelkedésre telepítették 1982 évben, a Nsz-3 fúrás a medencealjzat egy gerincszerű kiemelkedő alakulatán és az alsópannonon összletben feltételezhető, záródó szeizmikus kiemelkedés tetővidékén mélyült, 1981 évben.

7. táblázat. A nagyszénási fúrások földtani adatai.

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Bád.	T <sub>1</sub>	P	Krist	Megjegyzés
Nsz-1	92.43		511	1915	(3009)					
Nsz-2	94.41		350	1900	3007	3059		3100	(3159)	vizes
Nsz-3	93.16		350	1994	2843	3039	3348	(3500)		vizes



14. ábra. Földtani szelvény a nagyszénási fúrásokon keresztül.



## Rétegsor

Negyedidőszaki üledék futóhomok, agyagos lösz, tavi, ártéri homok, iszap, aprókavics, agyag. Pliocén folyami, ártéri homok, aprókavics, kékesszürke agyag, mészkonkréciós agyag, tarka (sárga-barna-vörhenyes), szürke agyag, homokos agyag, lignitcsíkos rétegek, puhatestű héjtörmelékekkel (Nagyalföldi Formáció). Felsőpannoniai homokos agyag, agyagos homokrétegek és lencsék sűrűn váltakozva, felső részén néhány vastagabb homokréteg (a Nsz-1 fúrásban 1425 m-ig). Alatta szürke, kékesszürke, homokos agyag, agyagmárga, vastagabb homokkőpadokkal (Törteli Formáció). Alsópannon szürke, homokos agyagmárga gyér faunával, 2400 m-ig, alatta finomszemű csillámos homokkő, sötétszürke agyagmárga-rétegekkel (Szolnoki Formáció). Alatta sötétszürke agyagmárga, itt a szokásosnál vastagabb, finomszemű homokrétegekkel. Alatta a Nsz-1 fúrásban sötétszürke, palás agyagmárga, szürke, meszes agyagkő van, amiben régebben szétnyomott *Rhynchonella amalthei*, *Posidomya cf. bronni*, *Pecten liassicus* faunát véltek felismerni (VADÁSZ E., SCHRÉTER Z.), de később ugyanezeket *Limnocardiumnak* helyesbítették (STRAUSZ L.), és az alsópannonba sorolták. Mivel liásként belekerültek földtani irodalmunkba, szükséges a helyesbítés.

Későbbi fúrások a pannon alatt bádeni faunás mészmárga és mészkő, tufa és agyagmárga rétegeket fúrtak át. A Nsz-2 fúrás 3009-3018 m-ből származó magmintája sötétszürke márga, melyben világoszöld tufacsíkok vannak, és barnásszürke, mészalgás mészkő van, mely gazdag bádeni faunát tartalmazott. Alatta kvarcporfir következett. A Nsz-3 fúrásban a bádeni faunás rétegsor homokkőcsíkos, sötétszürke márga, biogén mészkő, homokkő és kvarcit, gneiszkavicsos konglomerátum, agyagos kötőanyagban. Feküje alsótriász homokkő.

Az alsótriász, kemény, vörhenyes homokkő, metamorf kőzet- és gránit-törmelékéből áll, mélyebben gránit-konglomerátum, lilásbarna, kovás agyagkő vékony kvarcerekkel, mélyebben repedezett, breccsás, saját kőzettöredékének kötőanyagában, melyben radiolariák, szivacsstűk ismerhetők fel. Mélyebben gneisz eredetű milonit következik, mely vörösseszürke, préselt kőzet, csúszási felületekkel.

A triászba sorolható üledékösszlet diszkordánsan kvarcporfirra és kvarcporfir-agglomerátumra telepszik, mely bontott-elváltozott kőzet, szürkészöld, barna foltos, gyengén palás, helyenként szétmorzsol. Benne fehér, rózsaszíne földpát, töredezett kvarc ismerhető fel, amorf, fekete, szervesanyag lencsékkel. Föltételezés szerint perm korú.

Alatta gneisz következik, mely szürke, palás, enyhén gyűrt, kvarclencsés és fehér, zúzott, katalázos-milonitos. CSEREPESNÉ részletes vizsgálata szerint szericit és kvarc pásztákat tartalmaz.

## Szerkezeti viszonyok

A szerkezeti viszonyokat pontosan nem ismerjük. A fúrások a Békési-medence nyugati szélének még mély részére vallanak, ahol a szeizmika szerint a medencealjzat felszínén kisebb kiemelkedések vannak. A fúrások lapos, közel vízszintes szerkezeti formákra utalnak. Felhalmozódásra alkalmas csapadék jelenléte bizonytalan.

## Kőolajföldtani eredmények

A három fúrás mélyítéskor és rétegvizsgálatokkor csak kevés földgáznyomot észleltünk. Összetételük kedvező.

8a. táblázat. A nagyszénási földgáz összetétele.

földgáz	Nsz-2 2822-3500	Nsz-3 2808-3150
metán	79.50 %	88.23 %
etán	3.42	2.05
nehézebb CH	4.36	0.71
CO <sub>2</sub>	4.63	2.84
N <sub>2</sub>	8.09	6.17

8b. táblázat. A nagyszénási fúrások geotermikus adatai.

fúrás	mélység m	hőmérséklet °C	geotermikus gradiens m/°C
Nsz-2	2890	154	20.06
Nsz-2	2911	162	19.15
Nsz-3	2922	138	21.17

A mélyebb rétegekből általában nem jelentkezett beáramlás, ezek a nagy rétegterhelés miatt gyakorlatilag nem áteresztők. Az alsópannonból jelentkeztek gáznymok. A Nsz-3 fúrás gáza 1.41 g/m<sup>3</sup> olajpárlatot tartalmaz.

#### Geotermikus adatok

Nsz-2 fúrás	2890 m-ben	254 °C	20.06 m/°C
Nsz-2 fúrás	2911 m-ben	162 °C	19.15 m/°C
Nsz-3 fúrás	2922 m-ben	138 °C	21.17 m/°C

A mélységi hőmérséklet adatok alapján az alsópannon alján már főként csak földgáz lenne várható.

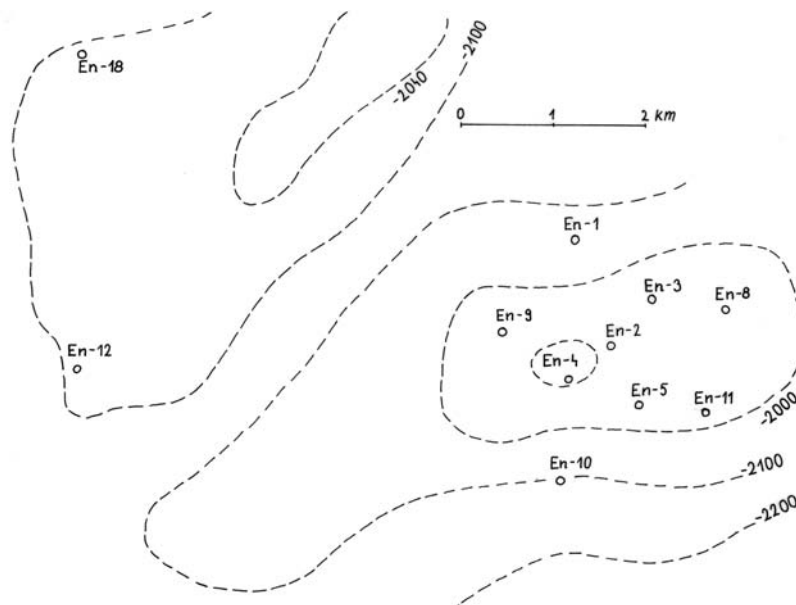
A nagyszénási kutatási terület jelen ismereteink szerint szénhidrogén-tápterület lehet, felhalmozódási övet nem találtunk. Itt csapda jelente, záródás kétséges. A szénhidrogének az eltemetett alaphegységi rögök felett (Pusztaföldvár, Tótkomlós, Battonya) délfelé vándorolhatott és kis mennyiségben felhalmozódott. A kutatás folytatása Nagyszénáson jelenleg nem indokolt, esetleg kedvezőbb geofizikai mérési eredmények indokolhatják.

## 5. Endrőd

Endrőd és Szarvas kutatási területen jórészt együtt végezték el a geofizikai méréseket, amelyek nagy nehézségekkel küzdöttek a sok vízjárta mocsaras, rizsföldes területen. Ezért a geofizikai ismeretek lassan fejlődtek, többféle térkép készült, többféle magyarázattal.

Az 1959 óta készülő gravitációs méréseredményeket jól összefoglalja KOVÁCS Ferenc és VARGA Imre (1975) szűrt térképe, mely DNY-ÉK tengelyirányú anomália-sorozatot mutat, Szarvas, Endrőd, Endrőd-Észak kutatási területekkel.

A gravitációs mérésekkel párhuzamosan készült szeizmikus felvételek Endrődtől NY-ra 3-4 km-rel kiemelkedést találtak, feltételezésünk szerint a medencealjzat felszínén, 1900-2200 m mélyen.

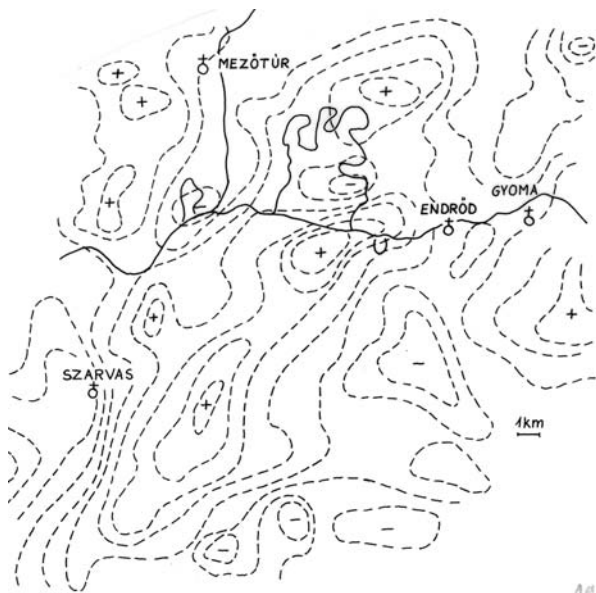


15. ábra. Endrőd környékének szeizmikus térképvázlata. Szeizmikus mélységvonal a medencealjzat felszínéhez közel.

#### Fúrási tevékenység

Ezt az akkor még töredékesen ismert szeizmikus kiemelkedést kutatófúrásokkal megvizsgálni 1958 okt. 25-én kezdtük el, az En-1 kutatófúrás mélyítésével és megszakításokkal, közben újabb geofizikai mérésekkel, 1983-ig 68 db kutató és termelőfúrás létesült. Az En-1 fúrást az 1958-59 évi szeizmikus

mérések eredményei alapján tűztük ki, mely jó olaj-gáznyomokat talált. A szerkezet pontosabb ismeretére 1966-ban újabb szeizmikus mérések folytak, ekkor a szerkezet tetővidékeként az En-1-től délebbre eső terület mutatkozott. Itt mélyült az En-2, mely a kristályos alaphegységet valóban magasabban találta, és az alsópannonban néhány jó gáztelepet talált. Az En-3, -5 fúrások további földgáztelepeket, és olajnyomokat találtak az alsópannon felső részén, a bádeni rétegekben és a kristályos alaphegység felső, mállott részében.



16. ábra. Endrőd-Szarvas környékének térképvázlata a gravitációs tér szűrésének eredményeivel.

Dr Kovács Ferenc és Varga Imre szerint.

1972-73 években részletező szeizmikus mérések folytak mágneses analóg módszerrel. Később újabb korszerű szeizmikus mérések az Endrőd területtől ÉK-re jelentős kiemelt területet találtak, ezen mélyültek az En-É jelű eredményes fúrások.

A fúrási tevékenységgel velejáró műszaki nehézségek itt is előfordultak. Az En-8 fúrásnál, 1860 m-es talpmélységnél, a 9 5/8 "-es béléscső alja lecsúszott, és az így támadt csövezetlen szakaszból a fúrószerszám kilépett és 1484 m-től új fűrőlyuk mélyült. Közben 1484-2650 m között 177° irányban elferdült és 117 m-re eltért a felszínen kitűzött ponttól. Az En-15 fúrás szintén elferdült és 162° irányban 32,8 m-rel eltért a kitűzött ponttól.

Az üzemi geológus minkában Dr. MAIER Istvan, Dr. KURUCZ Béla, CSICSELY György, MAGYAR László, HEGEDÜS B. Ferenc, FÁBIÁN Béla stb. váltották egymást.

A fúrások fontosabb földtani adatait a 9. táblázat tartalmazza.

A fúrási tevékenység későbbi szakasza volt En-É jelű fúrások mélyítése. 1978-83 években a 10. táblázat fúrásai mélyültek.

9. táblázat. Az endrődi fúrások földtani adatai.

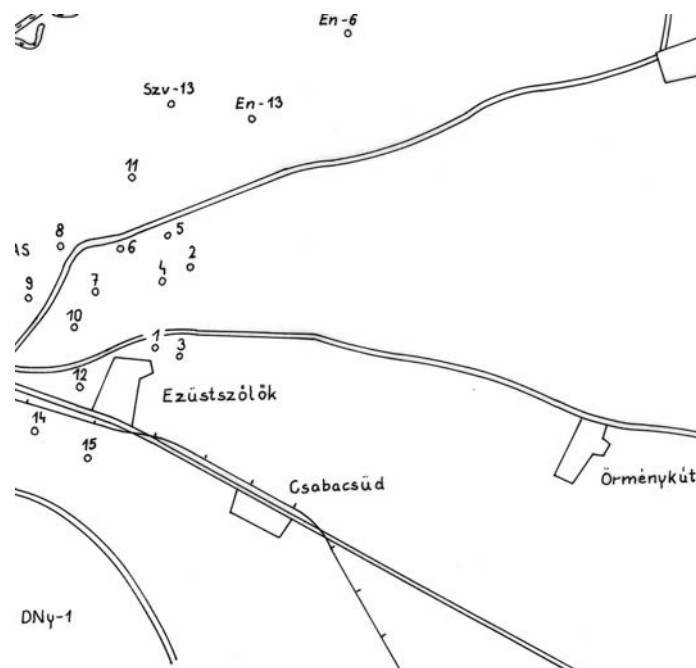
fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Bád.	Kárp.	Mz	Krist.	Megj.
En-1	88.30	252	745	1724	2622	2778	2845		(2941)	víz
-2	90.53	292	932	1854	2388				(2425)	ol-gáz
-3	89.0	305	956	1742	1513		2590		(2692)	fg.
-4	89.7	291	940	1826	2452				(2514.5)	fg.
-5	90.17	320	750	1860	2595	2607			(2660)	ol.-fg.
-6	87.54			1788	2703	2745			(2765)	fg.
-7	87.64	395	918	1940	2732	2804		(3219)		fg-ny. víz
-8	89.24	312	1013	1820	2541	2620			(2659)	víz
-9	91.20	305	890	1739	2464				(2659)	
-10	87.32	286	527	1789	2724	2819			(2943)	víz
-11	90.10	600	950	1885	2736				(2772)	víz
-12	90.09	355	535	1779	2680	2754			(2833)	víz
-13	88.40	380	710	1920	2873	2876		2893	(2936)	víz
-14	88.74	294	752	1744	2576	2618			(2663)	fg.

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Bád.	Kárp.	Mz	Krist.	Megj.
-15	90.38	305	842	1737	2658	2700			(2735)	fg.
-16	87.31	230	413	1815	2663	(2795)				fg.
-17	88.8	335	529	1782	(2550)					fg.
-18	87.96	325	528	1759	2647	(2838)				víz
-19	86.99	282	556	1775	(2600)					víz
-20	86.58	320	495	1786	(2650)					fg.

En-21 - 72 fúrások az alsópannonban megállt lehatároló-termelő fúrások

10. táblázat. Az Endrőd-Észak kutatási terület fúrásainak földtani adatai.

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Bád.	Kárp.	J <sub>1-2</sub>	Krist.	Megj.
En-É-1	90.08	140	583	1744	1861	(2862)				víz
En-É-2	89.75	170		1930	2848	2883	3068	(3230)		víz
En-É-3	89.24	130		1740	2802	2794	(2806)			
En-É-4	90.5	170		1605	3014				(3425)	gáz
En-É-5	83.23	175	423	1792	2840	2869			(2950)	olaj



17. ábra. Endrőd és Szarvas kőolajkutatási terület térképázlata.

### Rétegsor

Negyedidőszaki üledék felső része sárgásszürke homok, lösz, mélyebben folyami, ártéri, mocsári homok, agyag. Kékesszürke agyag, homokos agyag váltakozik vastagabb homokkőrétegekkel. Mélyebb részén mocsári, lignitcsíkos üledék van, helyenként sok gömbös pirit kiválással. Bizonytalanul határolódik el a pliocén (levantei) üledéktől (Nagyalföldi Tarkaagyag Formáció) mely itt kékesszürke agyag, sárgásbarna csikokkal, foltokkal, mészkonkréciós, homokos kék agyag és vastagabb édesvíztároló homokpadok, növénymaradványos homokrétegek váltakozásával. Felsőpannoniai szürke homokos agyag, meszes agyag, márga, agyagos-márgás homokrétegek sűrű váltakozása, felső részén lignitcsíkokkal (Zagyvai Formáció). Mélyebben vastagabb homokpadok (Törteli Formáció). Az alsópannon felső része finomszemű, csillámos homokkőpados szürke agyagmárga (Algyői Formáció), mélyebben csillámos, finomszemű homokkő, vékonyabb, szürke agyagmárga rétegekkel (Szolnoki Formáció), alatta sötétszürke agyagmárga vékony csillámos-finomhomokos lemezekkel (Nagykörüi Formáció), végül világosszürke-barnásszürke mészmárga következik, piritgumókkal (Tótkomlói Formáció).

A szarmata jelenlétére hiányos adataink vannak. Az En-4 és -7 fúrásokban van márga és metamorf közettörmeléből álló breccsa, amely gyér felsősvízi faunát tartalmaz: *Elphidium*, *Articulina*, azonban ez lehet a bádani felső része is. A bádani rétegsor szürke homokos márga, agyagmárga, finomszemű, riolituffás

rétegek, zöldesszürke, finomszemű riolittufa, és homokkő, bádeni faunával. Alatta ősmaradvánnyal nem bizonyított, föltételezeten kárpáti homokkő, tufás homokkő, konglomerátum, 1—6 cm-es kvarcitkavicsokkal, breccsás kristályos pala törmelékkel.

A fenti neogén rétegek helyenként diszkordánsan mezozoós kőzetmaradványokra, legtöbbször kristályos palára települnek.

A mezozoikum csak néhol fordul elő, lepusztulási maradványként, vagy törések mentén mélyebbre került helyzetben, az alaphegység törésvonalainál. Az En-7 fúrásban SZALAY Á., SZENTGYÖRGYI K., SZŐTS A. (1978) megkülönböztetett 2821-2950 m közt alsókréta fekete, kvarctörmelékes mészpalát, breccsát, mészkövet, echinusos mészpalát, 2950-2987 m között felsőjúra sötétszürke, kovás, breccsás mészkövet, 2387-3104 m közt felsőjúra fekete-szürke calpionellás mészkövet, szivacsstűs márgát. Ezek csuszamlásos, repedezett kőzetek. 3104-3144 m közt alsójúra breccsás homokkő, 3144-3175 m közt alsójúra kőszenes agyagkő, echinusos palás agyag, végül 3175-(3219) m közt középsőtriász breccsásodott dolomit következik.

Az En-13 fúrásban alsótriász és talán perm (?) homokkő, kvarcit fordul elő. Az Endrőd-Észak területén (En-É-2 fúrásban) a középső- és alsójúrához hasonló kőzetek vannak: mészmárga és mészkő.

Az első kutatófúrások elérték a kristályos alaphegységet. Ez a különböző fúrásokban: csillámkvarcit, plagioklászos epigneisz, plagioklászos amfibolit, kloritpala, breccsás diaforit kifejlődésű. az En-3 fúrásban milonitot, máshol gneisz-breccsát, milonitot, csillámpalát, kvarcitlencsét, gránit-gneiszeket említene. Az En-É-4 fúrásban gneisz, breccsás gneisz, diaforit, az En-É-5 fúrásban csillámpala, gneisz és amfibol-breccsa van.

#### *Szerkezeti viszonyok*

Az endrődi kutatási területen a kristályos alaphegység kiemelkedik, és ebben fiatal, legújabb törésvonalak is szerepet játszottak. Az alaphegység szerkezete és kőzettani kifejlődése bonyolult, változatos. Breccsásodás, milonitosodás nagyobb szerkezeti mozgásokra utal. Ezen a vidéken húzódik az a regionális szerkezeti vonal a Körös folyók mentén, amelytől délre a közel É-D irányú árkok és teknők váltakoznak (Makói-árok, Battonya-Tótkomlói magas rögsor, Békési süllyedék) és amelytől északra a közel K-NY irányok jellemzőek.

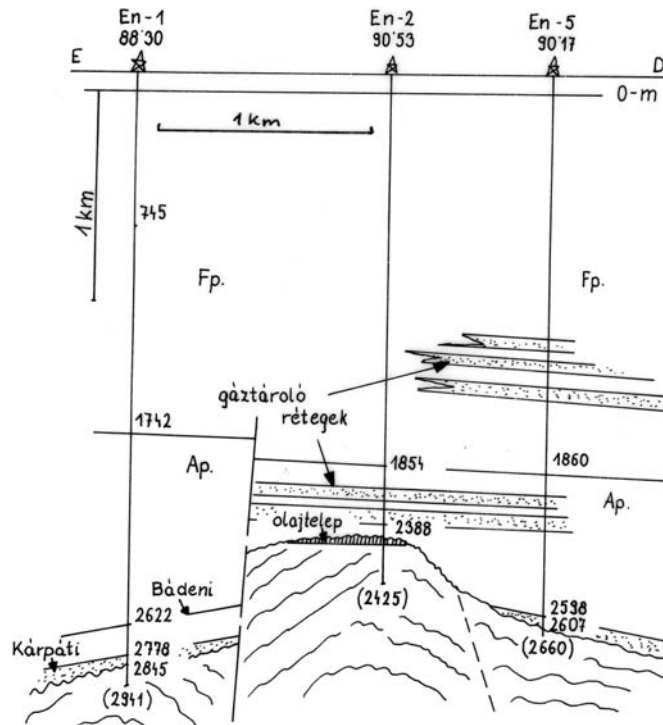
Az alaphegységet törésvonalak szabdalják, és a törések mentén mélyebben maradt rögökön megmaradtak a mezozoós lepusztulási maradványok, így tanúsítják a hajdani általános elterjedésüket.

Mélyreható pusztulás után a kárpáti emelet idején kezdődött a miocén tengeri transzgrazsió. A kárpáti és bádeni üledék közé települt finomszemű vulkáni tufák távoli riolit-dácit vulkanizmusra utalnak. A szarmata jelenlétére nincs bizonyíték, föltételezhető, hogy az alsópannon rövid üledékképződési szünet után transzgredált az idősebb képződményekre.

Kőolaj és földgáz felhalmozódására alkalmas záródások, kiékelődések vannak, és a mélyebb környezetből kiemelkedő helyzet alkalmas volt arra, hogy a tápterületről ide vándoroljon az olaj és főleg a földgáz.

#### *Kőolajföldtani eredmények*

Endrődön a kristályos alaphegységnek a környezetéből kiemelkedő felszínén kőolaj (En-2), az alsó- és felsőpannon homokrétegekben, lencsékben nagyobb földgáz-felhalmozódások jöttek létre. Tárolónak bizonyult az alsópannon repedezett mészmárga, bádeni márga és mészkő, főleg pedig az alsópannon Szolnoki Homok Formáció középső és felső része, valamint a felsőpannon alsó és középső homokrétegei. Az alsópannonban megkülönböztetik a I—XII telepeket, ez a tizenkét homoktároló egymáshoz hasonló összetételű földgázt tartalmaz. A felsőpannon földgáztelepeket B-H-ig az ABC betűvel jelölték. Azonkívül a gázzal könnyű olajpárlat és kevés olaj felhalmozódását is sikerült felkutatnunk. A földgáz és kőolaj összetételét a 11. táblázat tartalmazza.



18. ábra. Földtani szelvény az endrődi fúrásokon keresztül.

11a. táblázat. Az endrődi földgáz összetétele.

földgáztelep	metán	etán	nehezebb CH	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Alsópannon I-telep	77.82	5.81	7.88	4.62	3.87
Alsópannon XII-telep	82.64	4.88	5.95	3.53	2.94
Felsőpannon B-telep	98.05	0.15	0.10	0.84	0.86
Felsőpannon H-telep	94.17	0.81	ny.	0.12	4.90

11b. táblázat. Az endrődi gáztelepek olajpárlatának és a kőolajnak összetétele.

telep	fs.	benzín s%	petróleum s%	maradék s%	veszteség s%	jelleg
Gáztelepek olajpárlata						
Ap. I-telep	0.765	69.62	23.25	6.28	0.85	paraffin
Ap. II-telep	0.762	74.83	15.21	9.83	0.13	paraffin
Kőolaj						
En-2 fúrás	0.8309	24.78	17.36	57.06	0.8	paraffin
En-5 fúrás	0.8807	12.89	13.66	73.33	0.12	intermedier

További kutatás Endrőd távolabbi környékén lehetséges. Megjegyezzük azonban, hogy északra már lemélyültek a gyomai, bucsai, kondorosi, délnyugatra a fábiánsebestyéni, nyugatra az öcsödi és martfői fúrások, ezért csak ezek közt a területek között vannak kisebb kutatási lehetőségek.

## 6. Pusztaföldvár

A pusztaföldvári kutatási területen a régebbi geofizikai mérések azonosak a Tótkomlós és környékén végzetekkel, amelyeket a Geofizikai Intézet és a Seismos vállalat végzett. Újabb mérések 1953-ban kezdődtek, amikor a GKÜ szeizmikus méréseivel fény derült a pusztaföldvári szeizmikus kiemelkedésre (7. jelentés), amelynek tetővidéke 1600 m körül van.

Ezt a szeizmikus kiemelkedést 1957-58 évben részletes szeizmikus mérésekkel vizsgáltuk (Pusztaföldvár-Orosháza, 35. sz. szeizmikus jel.), és 1958-ban refrakciós méréseket végeztünk, s még ugyanebben az évben megkezdtük a kutatófúrással való feltárást.

A környéken Csanádpalota-Makó vidékén folytak szeizmikus mérések (68./a jelentés), és 1965-ben újraértékelték a geofizikusaink az eddig végzett méréseket és egyeztetették a közben lemélyült fúrásokkal (80.

sz. jelentés.). Mindezek régebbi módszerekkel történtek. újabb mágneses jelrögzítésű mérésekre 1966-73 években került sor (118. sz. jel.).

A geofizika szerint a medencealjzat kiemelkedik és rajta a neogén üledék laposan felboltozódik, amit a fúrások is bizonyítottak.

12. táblázat. A pusztaföldvári fúrások földtani adatai.

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Krist.	Megj.
Pf-1	96.23	80	700	1220	1682	/1704/	gáztermelő
-2	96.83	90	800	1320	/1726/		gáztermelő
-3	96.09	85	780	1360	1717	/1734/	gáztermelő
-4	96.22	90	780	1235	1703	/1729/	gáztermelő
-5	95.28	47	720	1362	1736	/1768/	gáztermelő
-6	97.76	78	693	1358	1808	/1834/	víz
-7	96.95	90	740	1206	1680	/1781/	gáztermelő
-8	96.49	60	700	1353	1836	/1855.2/	gáztermelő
-9	96.15	90	750	1347	1805	/1820/	olaj
-10	95.86	90	700	1210	1748	/1770.5/	gáz
-11	93.62	90	700	1250	1754	/1802/	olaj-gáz
-12	95.70	90	800	1332	1731	/1745/	gáz
-13	97.89	90	704	1230	1750	/1825/	olaj
-14	95.75	103	800	1381	1793	/1817/	olaj
-15	96.0	90	730	1368	1804	/1826/	vizes
-16	96.9	90	770	1245	1830	/1845/	vizes
-17	95.5	90	706	1402	1887	/1905/	vizes
-18	96.59	90	642	1379	1764	/1777/	
-19	95.93	70	800	1252	1768	/1779.5/	
-20	98.81	90	756	1266	1814	/1829/	vizes
stb.							
Pf-231	96.83			1316	1673	/1770/	gáz
Pf-Ny-1	96.4	477	715	1397	1962	/1963/	víz

### Fúrási tevékenység

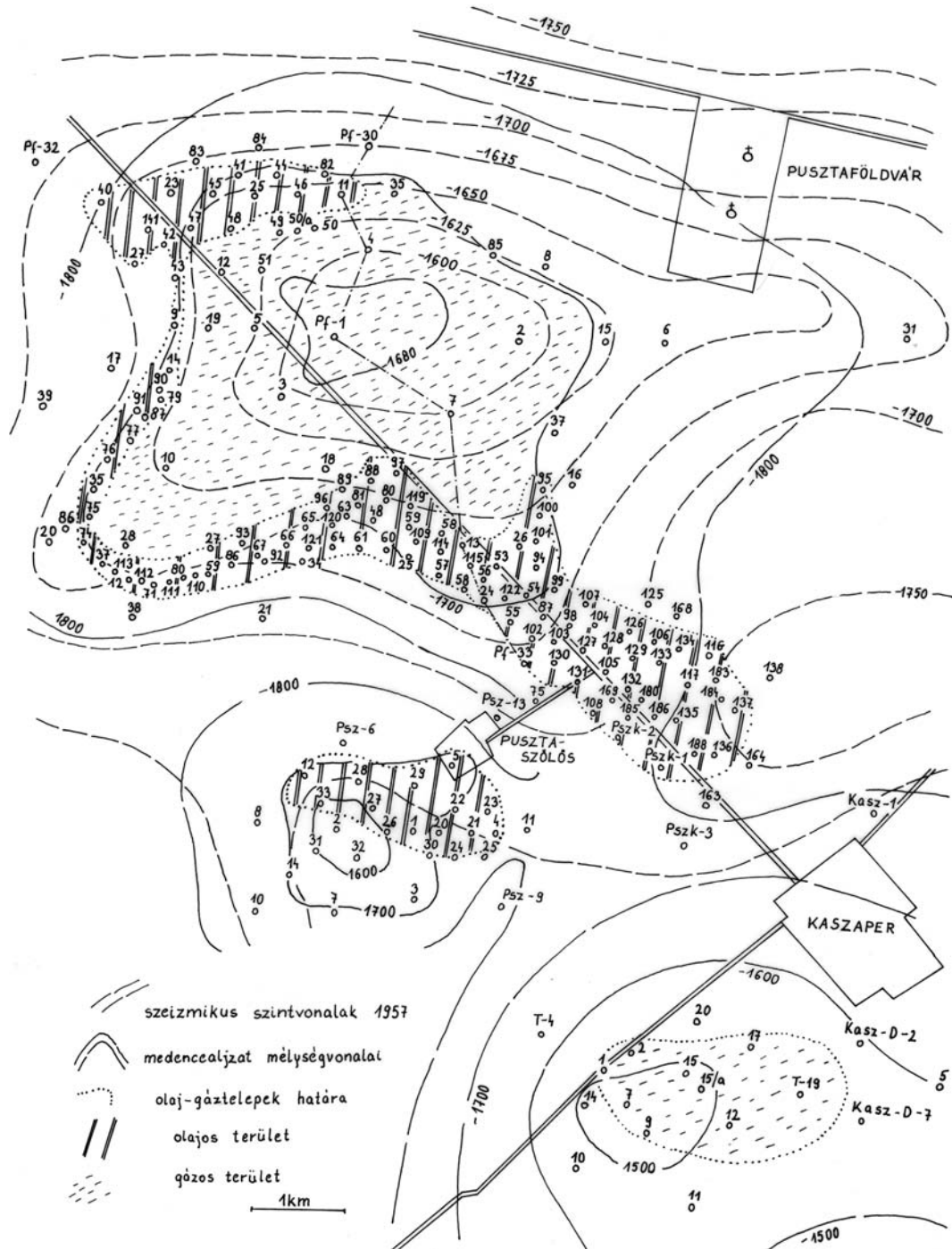
A Pf-1 fúrást 1958 szept. 9 és nov. 2 között mélyítettük le. Már az első fúrás eredményes volt, az alsópannon alapkonglomerátumban és egy alsópannon homokkőben jó termelőképességű gáztelepet talált. A tetővidéken mélyült további kutatófúrások szintén gáztelepeket találtak, ezért megkíséreltük a szárnyakon, mélyebb szerkezeti helyeken, a nagy gázspkához tartozó olajtelepek felkutatását, ami végül sikerült is. A kedvező eredmény után 1980-ig összesen 231 db Pf-, és 1986-ban egy Pf-NY-1 jelű kutató és termelőfúrás létesült, és nagy gazdasági jelentőségű olaj- és gázmezőt sikerült lehatárolni. A földtani munkát KURUCZ Béla, T. KOVÁCS Gábor, PAP Sándor, KISS László végezték, mint üzemi geológusok.

A fontosabb kutatófúrások földtani eredményeit a 12. táblázat tartalmazza.

### Rétegsor

Negyedidőszaki sárga, barna, mészkonkréciós agyag, durvaszemű homok. Pliocén (levantei) kékesszürke, homokos-csillámos agyag, agyagmárga, agyagos homok és sárga-barna eres-foltos, világosszürke és vörhenyes, mészkonkréciós, homokos agyag, világosszürke homokrétegekkel, szenes növényi lenyomatokkal, gyéren puhatestű vázmaradványokkal. Felsőpannon homokos agyag, agyagmárga és agyagos homokrétegek és lencsék sűrűn váltakozva (Zagyvai Formáció). Az alsó részen vastagabb homokrétegek (Törteli Formáció). Ennek egyes homokrétegeiben halmozódtak fel a "Pusztá" gáztelepek, változatos homokkő, felső részén száraz gázteleppel. Alsópannon szürke agyagmárga, homokkőpadokkal (Algyői Formáció). Finomszemű, csillámos homokrétegek, szürke agyagmárga padokkal. Sötétszürke agyagmárga, lefelé átmegy világosszürke, barnás mészmárgába. Végül konglomerátum, breccsa, homokkő kevés márga kötőanyagban, főleg triász mészkőkavicsokból, mélyebben kristályospala kavicsokkal.

Az alsópannon alatt 2-80 m vastag törmelékes teresztrikum következik (Pf-13, -26, -27 stb.). Színe vörhenyesbarna, szürke, zöldesszürke, alig kopottott csillámpala, kvarcit, fillit törmelék, agyag és limonit finomtörmelék kötőanyagban. Fedője az alsópannon alapkonglomerátum, mely ennél kopottabb. Ebben a törmelékes rétegösszetben van a legnagyobb pusztaföldvári olaj-gázfelhalmozódás, a "Békés" szint.



19. ábra Pusztaföldvár és Pusztaszőlős kutatási terület térképvázlata szeizmikus szintvonalakkal és a medencealjzat szintvonaláival.

A medencealjzat kristályospalákból épül fel. Ezekkel összefoglalóan először SZEPESHÁZY K. (1960, 1976) foglalkozott, gyűrű, palás szerkezetű, lepidoblasztos, porfiroblasztos szövetű csillámpalák a legelterjedtebbek. Az epizóna legmélyebb, vagy a mezozóna legfelső részéről származnak. Talán kétszeresen átalakult kőzetek. A csillámpalák porfiroblasztjai között gyakoriak az 1-3 mm-es gránátkristályok, alapanyag főleg kvarc kristályhalmaz, kevés más ásvány is előfordul. A terület D-i és DNY-i részén földpátos, muszkovitos csillámpala és csillámkvarcit van, és a Pf-16, -25 fúrásoktól DK-re finomszemű, a fillitekhez közelálló, szericites, muszkovitos csillámpala fordul elő. A Pf-27 fúrás eruptív eredetű alkáli-porfiroidot talált, a többi metamorfit üledékes eredetű. A metamorf kőzeteket kvarcporfir telérek járják át (Pf-3, -8, -15), amely nem metamorfizálódott, fiatalabb kőzet. A Pf-80 fúrásban gránitaplit, helyenként kvarcporfir, gránitporfir van jelen. T. KOVÁCS G. Es KURUCZ B. szerint (1978) muszkovit-biotit



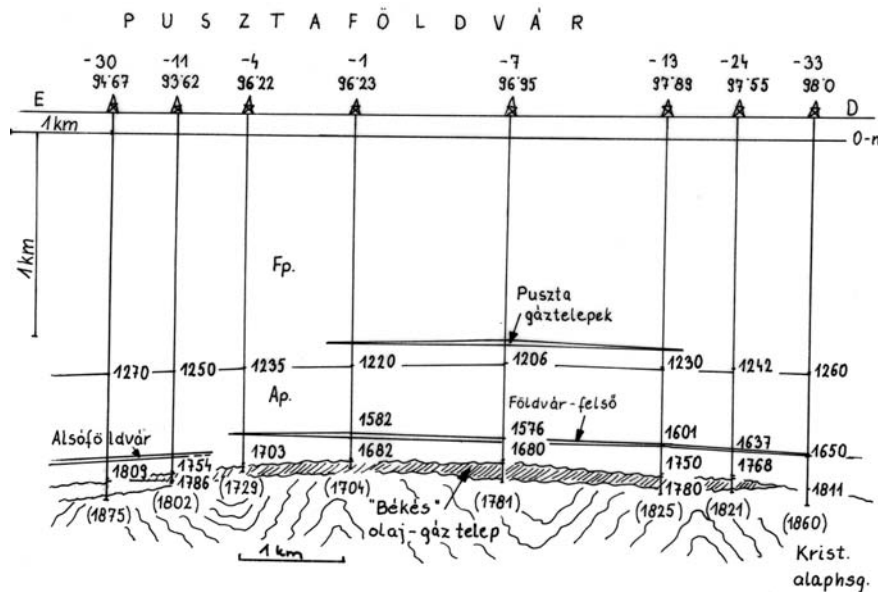
csillámpala, fillitek, kvarcfillitek fordulnak elő.

A Pf-22 fúrás csillámpalája  $385 \pm 10$  millió éves (STEGENA L., 1967), a Pf-161 fillitje pedig  $315 \pm 20$  millió év Rb/Sr korú (KOVÁCS Á., 1968).

A pusztaföldvári kristályos palák újabb részletes ismertetését NUSSZER A. (1985) dolgozata tartalmazza, aki Pusztaföldvári Csillámpala Formáció néven foglalja össze. Nagy szerkezeti összefoglalásában SZEDERKÉNYI T. (1983) Dél-Magyarországi Takaróöv metamorf kőzetei közé sorolja és a Kodru takarórendszer folytatásának tartja.

#### Szerkezeti viszonyok

A geofizikai mérésekkel egyezően a kutatási terület a kristályos alaphegység kiemelkedése. Ennek magas részét üledékhiánnyal, diszkordánsan az alsópannon fedi. Az alaphegység kiemelkedése fölött a neogén rétegek laposan fölboltozódnak, és ez a szerkezet alkalmas volt kőolaj és földgáz felhalmozódásra, mind az alsópannon zárótakarója alatt, mind a felboltozódó pannon rétegekben. A felhalmozódás kora a pannonnál nem idősebb, mert akkor alakult ki a csapdának alkalmas szerkezet.



20. ábra. Pusztaföldvár olajmező földtani szelvénye.

#### Kőolajföldtani eredmények

A szeizmikus kiemelkedés tetővidékén mélyült első fúrás gazdag földgáztelepeket tárt fel. Ennek következményeképp a lemélyült több, mint kétszáz fúrás a telepeket lehatárolta, termelőfúrásokkal behálózta, és a szükséges termelési segédfúrásokat elkészítette.

Végeredményben megállapíthatjuk, hogy a legnagyobb termelő szint az alsópannon márga-mésmárga repedezett része, az alatta levő alapkonglomerátum és a kristályos alaphegységen levő repedezett, mállott zónában alakult ki, amelyet az alsópannon márgák zárnak le. Ezt "Békés-szint"-nek nevezték el. Az alsópannonban a Szolnoki Homok Formáció és az Algyői Homokpados-agyagmárga Formáció néhány szintjében alakult ki a "Földvár-alsó" és a "Földvár-felső" telepcsoport, és az alsó-felsőpannon határa közelében a Törteli Homok Formáció alsó részén alakult ki a "Pusztaföldgáztelep".

A "Békési-telep" kevert gázt tartalmaz, nagy gázsapka az egész felboltozódás területén, kis, keskeny olajszegéllyel a telep alsó szegélyén a peremvíz és a gázsapka között. A szerkezet ÉK-i részén az olajszegély hiányzik (Pf-6, -8, -25, -35, -38 fúrások), viszont ÉNY-on és DK-en kiszélesedik (21. ábra). A tárolóréteg főleg konglomerátum, breccsa, homokkő, közben márgarétegekkel. Vastagsága 5,5-77,5 m közt változik, D-en vastag. A telep fedője alsópannon mésmárga. Az olaj-gáz határ 1586 és 1690 m között helyezkedik el, míg az olaj-víz határ DK-en a legmélyebb, ahol 1690, míg DNY-on 1680-1685 m között van. Az olaj-víz határ tehát ferde, ami valószínűleg arra vall, hogy a talpi víz mozgásban van, és felszíne az áramlás irányában dől. Számítás szerint az áramlás a talpvízben 20,4 cm/év (TILESCH L. 1964). A konglomerátum átlagporozitása 7 %, a homokkőé 21 %. Az átteresztőképesség 5-540 mD között változik. A rétegvíz 10-18 g/l sótartalmú. Az olaj paraffinos jellegű, kevés benzin és petróleum-tartalommal (13.

táblázat). A gáz kevert összetételű (táblázat), a kezdeti rétegyomás az olaj-gáz határon 180,6 atm. A talphőmérséklet +125 °C. A telepben a gáz 10,5-ször nagyobb térfogatot foglal el mint a kőolaj. Az olajtelep 60-80 %-a víz-, 40-50 %-a gázkiszorításosan dolgozik.

13a. táblázat. A pusztaföldvári kőolaj összetétele.

kőolaj átlag összetétel	Békés-telep	Földvár-alsó-telep
fajsúly 20 °C	0.8867	0.8735
dermedéspont °C	+37	+10
viszkózitás cSt/20 °C		
viszkózitás cSt/38 °C		20.99
viszkózitás cSt/50 °C	22.56	
viszkózitás cSt/60 °C	15.14	
jelleg	paraffin	intermedier
benzin s%	2.95	11.22
petróleum s%	8.20	18.75
nehezebb s%	88.85	69.88
veszteség		0.15

olaj intermedier jellegű (13. táblázat). A gáz összetétele kedvező.

A Földvár-alsó telep négy alsópannon homokrétégben fejlődött ki (Szolnoki Homok Formáció), a terület É-i és ÉNY-i részén, a felboltozódás oldalain, olaj- és nedvesgáz-tároló 1640 és 1740 m mélységben. Kőzetkifejlődéssel befolyásolt rétegtelepek, oldalról részleges víz utánáramlással. A porozitás átlag 20 %, áteresztőképesség 5-32 mD. A talpnyomás 177 atm (1620 m-ben). A réteghőmérséklet ugyanott 122 °C. Az

13b. táblázat. A pusztaföldvári földgáz összetétele.

földgáz átlagos összetétel	Békés-telep	Földvár-alsó-telep	Földvár-felső-telep	Pusztá-telep
metán	30.50	79.72	80.964	97.0
nehezebb CH		10.96	8.697	
CO <sub>2</sub>	66.0	1.59	2.407	1.5
N <sub>2</sub>	3.5	7.73	7.932	1.5

Földvár-felső telep az alsópannon homokos agyagmárga (Algyői Formáció) 6-8 homokrétégében kialakult könnyű olajpárlatos gáztelepek. A szerkezet középső és D-i részén fejlődtek ki, É felé kiékelődtek. A tárolóközet aprószemű, csillámos homokkő, 10-20 % CaCO<sub>3</sub> tartalommal. A homokrétégek helyenként összefüggenek. Átlagos porozitás 23 %, áteresztőképesség 50-450 md. A kezdeti telepnyomás 167 atm/1620 m. Telephőmérséklet +115 °C. A teleptető 1475 m, a gáz-víz határ 1543-1545 m.

Pusztá-telep a szerkezet tetőrézén tartalmaz földgázt, az alsó-felsőpannon határán lerakódott homokrétégekben fejlődött ki, főként a Törteli Homok Formáció néhány homokrétégében. A tárolóközet változékony-lencsés kifejlődésű, 900 m és 1250 m között vannak a telepek. A magas részén száraz gázt tartalmaz. Lapos településű, az átlagos rétegdőlés 1°-nál kisebb. Átlagos porozitása 25 %, áteresztőképessége nagy, 1 Darcy körül van. Gázának összetétele kedvező (13. táblázat).

A termelőfúrások mélyítése alkalmával, 1961 júl. 15 - aug. 5 közt mélyült Pf-50 fúrás beléscső- és cementpalást hibájának következtében a Békés-telepből gáz-átfejtődés történt a 300 m körüli mélységben fekvő negyedidőszaki homokkőrétegekbe. A közeli Pf-158 és -175 fúrások 1965-66 években mélyültek, és 328-370 m között észlelték az elgázosodást.

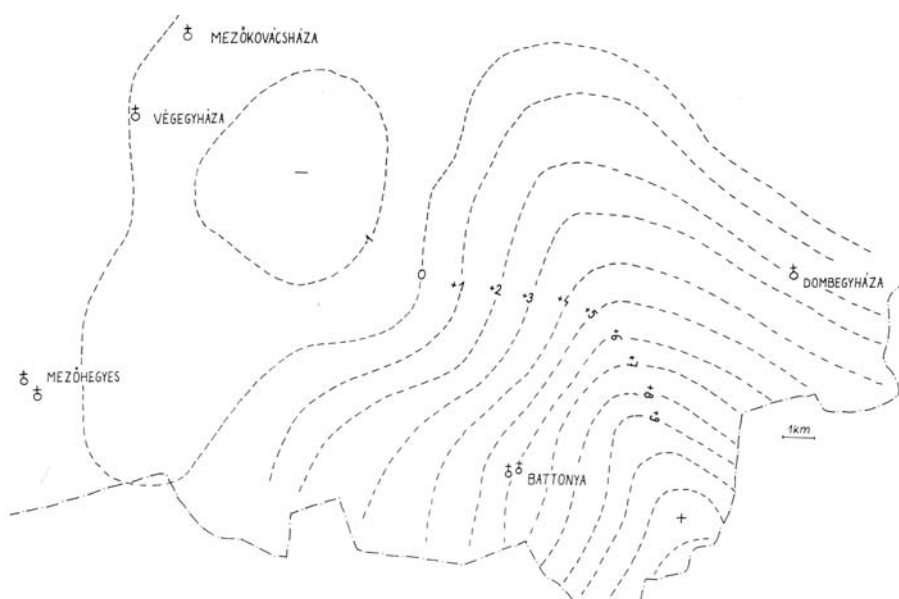
SZALÓKI István (1965) becslése szerint a Békés-telepből 1962-1964 febr. 27-ig napi kb. 1 millió m<sup>3</sup> gáz fejtődött át a levantei rétegekbe, és 1964 nov. 19-ig további napi 160.000 m<sup>3</sup>. Ezután a Pf-50 kútba folyamatos vízbesajtolással gyakorlatilag megszüntették az átfejtődést. Az átfejtődött gáz a levantei homokrétégekben 2-4 atm túlnyomást okozott, mely rövid idő alatt elszorult. Az elgázosodott felső rétegekből gázt termelő kutak rövid idő alatt elvizesedtek. Az átfejtődés hatása jól észlelhető volt a Pf-49 fúrásban, melyből 367 m-ből napi 29.500 m<sup>3</sup> gáz volt termelhető, és a nyomás 38 atm-ra emelkedett. Ez a gáz 64,5 % CO<sub>2</sub>-t tartalmazott, mely a Békés-telepből való származásra utalt. A környező artézi kutak vízhozama megsokszorozódott és szénsavas vizet kezdtek el termelni. Az elgázosodás vizsgálatára Orosházán mélyült Pf-I jelű fúrás 1967-ben (termelési segédűrés) elgázosodást már nem észlelt. Az átfejtődött gáz a lapos településű homokrétégekben hamar széteszlott, vízben oldódott, szétszóródott.

Pusztaföldváron az olaj- és gáztelepeket a fúrások lehatárolták, termelő fúrás-hálózatot hoztak létre (24. ábra), jelenleg további kutatási lehetőség legfeljebb a távoli környéken lehetséges.

## 7. Battonya

Battonyán és Tótkomlóson együtt, 1940-ben folytatott a Geofizikai Intézet Eötvös-ingás méréseket. Ekkor vált ismertté a Battonya-Tótkomlós között húzódo pozitív rendellenesség, amit a környezetéből kiemelkedő medencealjzatként értelmeztek. A magyar Kincstár és a Manát közt 1940 aug. 26-án megkötött szerződés alapján ez a terület az utóbbi kutatási területévé vált, amely további geofizikai méréseket végeztetett (lásd Tótkomlós). Mindezekkel Tótkomlóstól Battonyáig enyhén emelkedő medencealjzatú, gerincszerű területet ismertünk meg.

A Maszolaj szeizmikus üzeme 1952-ben mért, de a gravitációs és szeizmikus mérések közt ellentmondás merült fel, ezért a Szeizmikus Kutatási üzem 1957-59 években részletes méréseket végzett, ugyanakkor a Geofizikai Intézet megbízásunkból részletes Heiland-graviméteres méréseket hajtott végre. Az eredmény két önálló záródó alaphegységi kiemelkedés, közel K-NY-i tengelyirányban.



21. ábra Battonya környékének gravitációs izoanomália vonalai, az 1958 évi Heiland graviméter mérés szerint.

### Kutatófúrási tevékenység

A kutatófúrással való feltárást az 1957 okt. 25-én kitézött Bat-1 fúrással kívántuk megkezdeni, de az időközben változó geofizikai méréseredmények miatt a kitézést 1958 okt. 8-án megismételtük más helyen és a fúrást csak 1959 jan. 16-án kezdtük mélyíteni. A kitézés alapjául GROHOLY T. és VÁRNAI L. (1958 szept. 10-i keltezésű) "Szintvonalas térkép a battonyai területről" című térképét használtuk fel, és az elsőnek kitézött helyre a Bat-3 fúrás került. Mindkét fúrás eredményes volt.

Az eredményes fúrások után folytattuk a lehatároló és termelő fúrások mélyítését Battonya és Battonya-Kelet területen és 1974-ig összesen 80 Bat és 1985-ig 162 Bat-K jelű fúrás mélyült (illetve valamivel kevesebb, mert néhány kimaradt).

Mélyült még 1982-84 években Battonya-Észak néven hat fúrás, az eredmény kevés földgáz. A fontosabb kutatófúrások adatait a 14. táblázat tartalmazza.

14. táblázat. A battonyai fúrások földtani adatai.

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Krist.	Megj.
Bat-1	105.52	280	450	702	1055	/1075/	gáztermelő
-2	105.91	250	470	746	1094	/1117.5/	vizes
-3	105.81	260	450	712	1083	/1100/	ol-fg.
-4	105.44	190	450	706	1023	/1045/	fg.
-5	104.4	270	490	748	1105	/1051/	fg.
-6	106.5	280	520	715	1024	/1043/	fg.

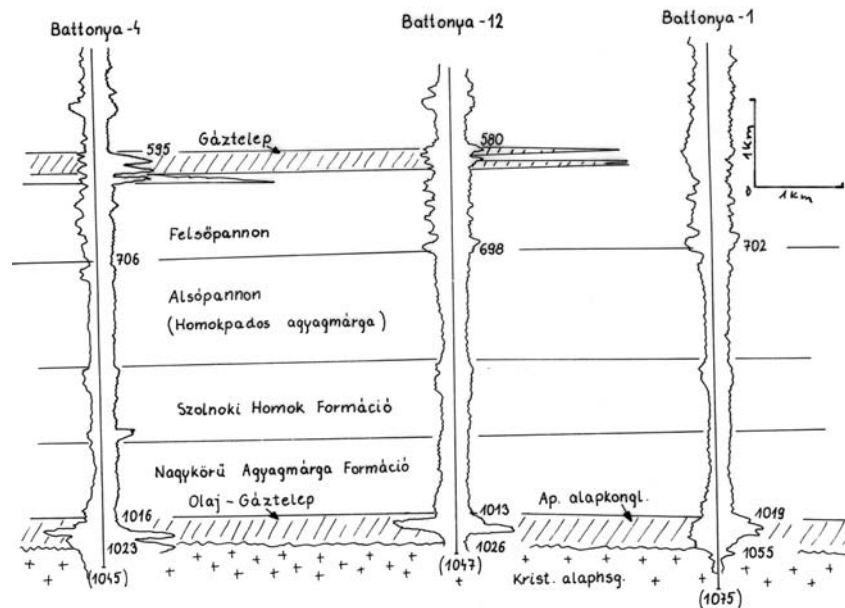
fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Krist.	Megj.
-7	104.89	310	520	708	1047	/1060/	fg.
-8	107.2	300	480	706	1000	/1012/	fg.
-9	106.0	320	460	712	1027	/1041.5/	fg.
-10	105.3	310	450	720	1070	/1073/	ol.
-11	105.26	260	470	760	1058	/1067/	ol-fg.
-12	104.55	340	450	698	1026	/1047/	fg.
-13	106.19	350	500	705	1054	/1066/	ol-fg.
-14	106.2	320	530	710	1050	/1060/	
-15	105.8	300	450	708	1074	/1088/	ol-fg.
-16	107.3	200	480	754	997	/1022/	
-17	104.7	330	540	702	1035	/1047.5/	
-18	105.4	330	490	695	1008	/1021.5/	
-19	107.23	230	490	767	1030	/1036/	
-20	108.04	205	520	750	1111	/1123/	
-21	105.7	90	505	760	1036	/1056/	
-22	105.0	80	500	732	995	/1008/	
-23	108.9	80	455	772	1045	/1056/	
-24	106.06	80	480	727	1010	/1035/	
-25	108.01	110	470	773	1033	/1042/	
Bat-K-1	104.68	90	450	778	1078	/1095/	fg.
-2	104.97	165	440	752	1068	/1085/	víz
-3	103.38	100	554	726	1124	/1140/	víz
-4	103.44	110	412	816	1143	/1160/	víz
-5	105.26	110	430	736	1111	/1130/	víz
-6	104.20	128	426	770	1029	/1029.5/	olaj
-7	104.3	153	420	765	1047	/1091/	víz
-8	105.19	135	393	815	1066	/1114/	víz
-9	104.97	181	445	657	1035	/1060/	olaj
-10	104.86	117	427	731	1063	/1083/	olaj
-11	106.21	142	435	760	1030	/1050/	fg.
-12	107.0	174	460	675	1077	/1090/	víz
-13	104.57	193	452	688	1063	/1080/	víz
-14	106.0	210	485	815	1050	/1077/	fg.
-15	104.8	140	405	685	1061	/1083/	olaj
-16	105.4	240	490	754	1045	/1072/	olaj
-17	104.0	255	488	720	1052	/1075/	olaj
-18	105.5	250	490	700	1064	/1090/	olaj
-19	106.5	190	460	729	1031	/1054/	olaj
-20	104.57	134	411	688	1038	/1067/	olaj
-21	104.5	116	406	692	1061	/1085/	olaj
Bat-K-22 - 30-ig nincs fúrás							
Bat-K-31	106.4	230	422	800	/1010/		olajtermelő
-32	105.31		425	770	/1010/		olajtermelő
-33	104.33		480	745	/1007/		olajtermelő
-34	105.09		510	740	/1010/		olajtermelő
-35	104.59		480	740	/1007/		olajtermelő
Bat-É-1	100.2	113	414	707	/850/		
-2	102.9		380	712	1059	/1100/	vizes
-3	103.0		445	798	/850/		
-4	104.9	220	383	708	1095	/1125/	gáztermelő
-5	103.7	220	480	700	1207	/1237/	vizes
-6	105.3	210	415	720	1103	/1180/	vizes



-20, -25, -30, -38, -39, -46 stb és a szomszédos Pitvaros-1 és -2 fúrásokban van meg. A kutatási terület K-i részén hólyagos-üreges, elvékonyodott és helyenként csak kisebb lepusztulási maradékai vannak meg. A kőzet általában ibolyás-barnás színű, néhol zöldesszürke, kemény és porfiros szövetű. Beágyazásként kvarc, földpát, és kevés biotit van benne. A földpát ortoklász (szanidin) és savanyú plagioklász, de ezek gyakran átalakultak: szericitesedtek, kalcitosodtak. A biotit is gyakran átalakult: magnetit, limonit és kalcit ásványhalmazokká. Az alapanyaga felzites.

A vulkáni működést törmelékszórás is kísérte, horzsaköves tufa is előfordul. Kora valószínűleg alsóperm.

STEGENA L. szerint a csillámpala K/Ar kora  $386 \pm 10$  millió éves, valószínűnek tartja, hogy a breton orogén fázisnak felel meg.



23.ábra. Földtani szelvény Battonya CH-telepein keresztül.

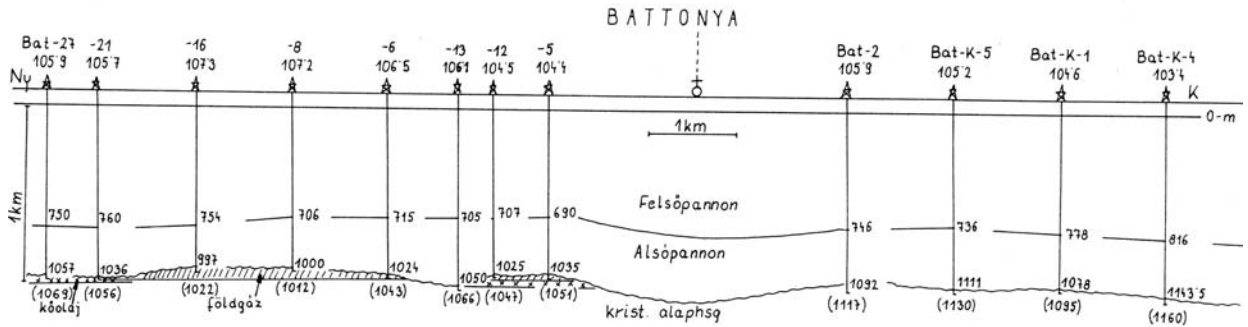
#### Szerkezeti és fejlődéstörténeti viszonyok

A kristályos alaphegység szerkezete bonyolult, nem ismerjük jól. Rajta az alsópermbe helyezett kvarcporfir van, mely lakkolit szerkezetűnek látszik, mint nyúlósan folyó savanyú magmatermék.

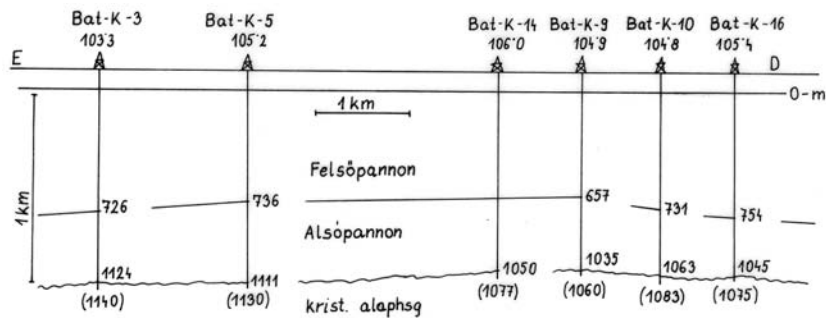
Mindezek az alsópannon lerakódásáig erősen lekoptak. Mezozoikumot nem ismerünk a területről, mindössze a Bat-K-5 fúrásban fordul elő csillámpalával összegyúrt dolomitosodott karbonátos kőzet, ami talán a lepusztulásból megmaradt triász nyoma.

Az alsópannon beltenger elöntést transzgressziós alapkonglomerátum képződése vezette be, mely a kristályos alaphegység törmelékéből képződött. A szerkezet tetővidékéről hiányzik. Az alsópannon rétegsor többi része (a mészmárga, agyagmárga, homokréteges szint stb.) kifejlődését tekintve hasonló a más területekről ismerttel, de itt vékonyabb. A fiatalabb üledékek ugyancsak vékonyabbak. A pannóniai medenceüledékek a medencét feltöltő delta szerkezetűek, és a medencealjzat lapos kiemelkedésén nagyon lapos települt boltozatot formálnak (26., 29. és 30. ábra).

Ez a szerkezet alkalmas volt földgáz és kőolaj felhalmozódására, amely az alsó- és felsőpannon folyamán következett be, miután a csapda létrejött.



24. ábra K-NY irányú szelvény Battonya olajmezőn keresztül.



25. ábra É-D irányú szelvény Battonya-Kelet olajmezőn keresztül.

### Kőolajföldtani eredmények

A battonyai szerkezeten értékes kőolaj- és földgáztelepeket kutattunk fel. Az első fúrás találta meg az alsópannon alapkonglomerátumban kialakult telepet, a "Battonya" szintet. A Bat-K területen az első fúrás földgázelőfordulást talált 1961-ben, az olajat csak a Bat-K-6 fúrás találta meg, 1970 évben.

A további kutató és lehatároló fúrások végeredményben feltárták a Battonya-szintet, a szerkezet tetővidékén, mely főleg földgázt tartalmaz (15. táblázat) és kevesebb paraffinos olajat tárol. Keleten az alsópannon középső részén levő vékony homokkőben gáztelepet, az ÉNY-i területen az alsópannon felső részén, a Bat-44, -47, -48, -53 fúrások közti területen nagyobb kiterjedésű gáztároló homokrétegeket, végül a felsőpannonban több gáztároló homokréteget sikerült felkutatni. A Bat-K-34 fúrás egy pliocén (levantei) homokrétegben talált kisebb földgáztelepet. Battonyán a termelés 1959 áprilisában kezdődött, az első termelő kutak: Bat-1, -10, -15, -17, -21, -25, -32, -42, -54, -63 voltak

További kutatásra a Bat-, Bat-K területen jelenleg nincs lehetőség. A Battonya-Pusztaföldvár gerinc oldalain még indokolt lehet a kutatás folytatása.

15a. táblázat. A battonyai kőolaj összetétele.

kőolaj	Bat-33 1027-29 m	Bat-K. átlag
fajsúly 20 Co	0.8382	0.8155
viszkozitás cSt/38 °C	8.21	3.25
viszkozitás cSt/50 °C		2.77
dermedéspont °C		+13
jelleg	paraffin	paraffin
benzintartalom s%	10.27	20.58
petróleumtartalom s%	17.68	29.22
nehézebb s%	70.39	49.90
vesztesség	1.66	0.30

15b. táblázat. A battonyai földgáz összetétele.

földgáz	Battonya-telep átlag	Battonya-Kelet	Battonya-felső
metán t%	48.76	52.0	97.0
etán	1.91		
nehezebb CH	3.16		
CO <sub>2</sub>	42.56	44.6	1.16
N <sub>2</sub>	3.61	3.4	1.84

## 8. Kaszaper

A kaszaperi kutatási terület Tótkomlóstól közvetlenül ÉK-re fekszik. Kiterjedtek ide az 1957-58 évi szeizmikus és 1958-59 évi gravitációs mérések, amelyek kiemelkedést jeleztek a medencealjzatban, amit több fúrásban feltártunk.

### Fúrási tevékenység

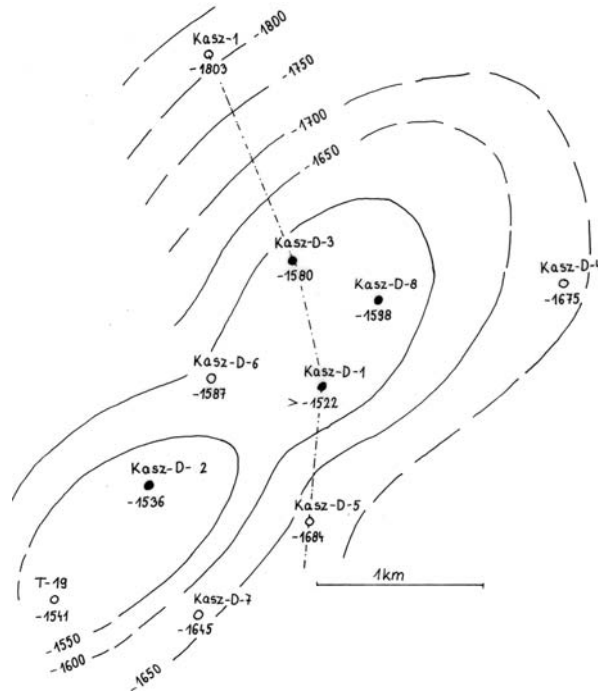
A fúrási tevékenység 1959 jan. 25-én kezdődött a Kasz-1 fúrással, amely a tótkomlói fúrásoknál mélyebb szerkezeti helyzetű. Az 1967 és 1969 évi mágneses jelrögzítésű szeizmikus mérések szerint D felé emelkedés és több kisebb kiemelkedés várható. Ezért 1971 okt. 1-én megkezdtük a Kasz-1-től D-re, a tótkomlói terület felé terjeszkedő kutatást, ezek a Kasz-D jelű fúrások. A Kasz-D-1 kedvezően magas szerkezeti helyzetben kőolajat és gázt talált, aminek a továbbfejlesztésére, lehatárolására nagyobb fúrási tevékenység indult. 1984-ig 27 db Kasz-D jelű lehatároló és termelő fúrás mélyült.

Üzemi geológus T. KOVÁCS G., később HEGEDÜS F. voltak. A fúrások főbb földtani adatait a 16. táblázat tartalmazza.

16. táblázat. A kaszaperi fúrások földtani adatai.

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	T	Megj.
Kasz-1	98.87	180	667	1210	1902	/1907/	vizes
Kasz-D-1	98.12		726	1159	/1620/		ol-fg.
-2	97.62		699	1208	1634	/1715/	ol-fg.
-3	97.82		738	1200	1678	/1768/	ol-fg.
-4	98.71		735	1265	1774	/1826/	víz
-5	97.65		718	1237	1782	/1820/	víz
-6	97.57		735	1224	1684	/1800/	víz
-7	97.97	340	690	1217	1790	/1950/	víz
-8	98.58		723	1188	1696	/1729/	ol-fg.
-9	97.56		750	1120	/1624/		víz
-10	96.98	253	710	1190	1715	/1750/	víz
-11	96.72	230	730	1245	/1400/		víz
/Kasz-D-12-től 20-ig tervezett termelőfúrások nem mélyültek le/							
-21	99.72	210	710	1198	1637	/1641/	
-22	99.76	240	730	1184	/1690/		
-23	100.0	240	734	1200	/1684/		
-24	99.91	240	735	1182	/1701/		
-25	99.76	220	710	1195	/1615/		olajtermelő
-26	99.78	345	740	1231	1633	/1637/	olajtermelő
-27	99.50	220	725	1185	/1650/		olajtermelő





26. ábra. Kaszaper kutatási terület térképvázlata a triász medencealjzat felszínével.  
Pont: olajat talált kutatófúrás. Kör: meddő kutatófúrás.

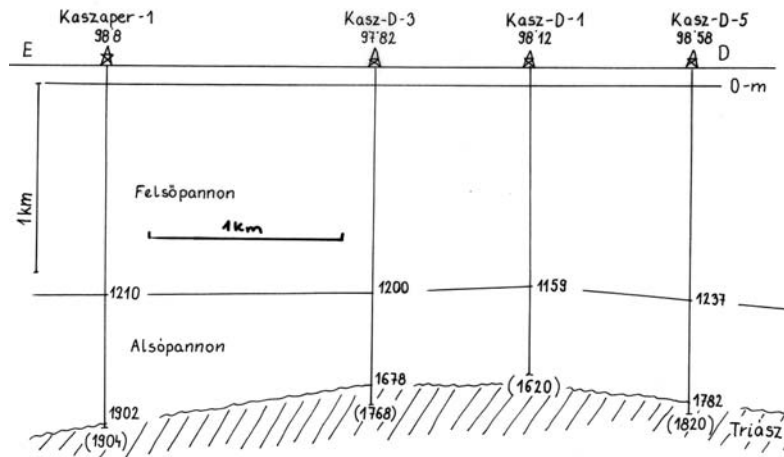
### Rétegsor

A negyedidőszaki, pliocén, felső- és alsópannon azonos a szomszédos tótkomlósi rétegsorral. A szarmata és bádani rétegek előfordulására nincs bizonyítékunk. Az alsópannon rétegsorban kb. csak 200 m vastag a szürke homokpados agyagmárga (Algyői Formáció), alatta 80 m a homokos, csillámos rétegsor (Szolnoki Formáció), kb. 50 m a szürke agyagmárga (Nagykörü Formáció), és 50-100 m a mészmárga (Tótkomlósi Formáció) és az alapkonglomerátum. Az alapkonglomerátum törmelékében uralkodik a triász dolomit és mészkő, kevesebb a jura agyagos mészkő, mészkőbreccsa és a gneiszkavics.

A medencealjzat itt triász, főleg breccsás dolomit, és mészkő. A Kasz-D-6 fúrásban a breccsás mészkő alatt kemény, zöld agyagkő van. A dolomit is mm-es zöldesszürke, meszes agyagkő-csíkokat tartalmaz helyenként.

### Szerkezeti viszonyok

A szeizmikus mérések szerint Kasz-D-1 fúrás körül 1300 m-ig emelkedik a medencealjzat. Fúrásadatok szerint valójában a Kasz-D-2 fúrásnál van a legmagasabban az alaphegység felszíne, ahol 1536 m. Innen ÉK-DNY tengelyirányú kiemelkedés rajzolódik ki, mely É-felé a Kasz-1 fúrásig, 1803 m-ig lejt. Az alaphegység lepusztult felszínét a pannon rétegek lapos boltozata fedi. A szerkezeti viszonyok alkalmasak kisebb kőolaj- és földgáz felhalmozódásra.



27. ábra. Földtani szelvény Kaszaperen keresztül.

### Kőolajföldtani eredmények

A Kaszaper-Dél területen kőolaj- és földgáz található az alsópannon mészmárgában és alapkonglomerátumban, ill. a triász medencealjzat karsztosodott-repedezett, breccsás felső részén. Kisebb telepek vannak az alsópannon és felsőpannon homokrétegekben és lencsékben. A földgáz az alsópannon és triász medencealjzat határán CO<sub>2</sub>-ben dús és kevés olajjal is összefügg. A magasabb alsó- és felsőpannon homokrétegeiben a földgáz összetétele kedvezőbb (17. táblázat).

17a. táblázat. A kaszaperi földgáz összetétele.

földgáz	Kasz-D-1 1595-1613	Kasz-D-1 1038-1041	Kasz-D-1 910-912	Kasz-D-2 1570-1605	Kasz-D-3 1643-1645
metán t%	15.16	93.80	96.45	30.44	96.01
etán	6.27	3.78	1.99	4.79	1.59
nehezebb CH		1.28	0.76	4.38	0.98
CO <sub>2</sub>	74.61	0.40	0.20	59.00	0.30
N <sub>2</sub>	3.96	0.74	0.60	1.39	1.12

17b. táblázat. A kaszaperi kőolaj összetétele.

kőolaj	Kasz-D-1 1595-1613	Kasz-D-1 1570-1605	Kasz-D-3 1051-1053
fajsúly 20 °C	0.8561	0.8595	0.8511
viszkozitás cSt/38 °C	14.4	12.17	7.54
viszkozitás cSt/50 °C	7.78	8.29	5.36
dermedéspont °C	+30	+29.5	+25
benzin s%	6.20	5.54	6.00
petróleum s%	13.46	12.39	23.29
gázolaj s%			13.78
maradék	80.02	81.95	56.81
veszteség	0.32	0.12	0.12

A Kasz-1 fúrás csak vizes rétegeket talált, mély szerkezeti helyzetének megfelelően (31., 32. ábra). A Kasz-D-1 fúrás az előbbinél magasabb helyzetben több olaj és gáztelepet talált. A felsőpannon homokrétegekben több, és kedvezőbb összetételű a földgáz: 1059-1061 m-ben, felsőpannon homokból 6 mm fűvőkán napi 32.100 m<sup>3</sup>, 1038-1041,5 m szakaszból 6 mm fűvőkán napi 46.900 m<sup>3</sup> gáz jelentkezett, 1007-1017 m-ből 8 mm-es fűvőkán napi 80.600 m<sup>3</sup> gáz és 910-912 m-ből 6 mm-es fűvőkán napi 38.000 m<sup>3</sup> gáz jelentkezett. Összesen 19 réteget vizsgáltak meg és több gáztárolónak bizonyult. A Kasz-D-2 fúrás az alsópannon alján 1570-1605 m-ben, kezdetben napi 105 m<sup>3</sup> olajat és CO<sub>2</sub>-dús gázt, a felsőpannonban napi 40.640 m<sup>3</sup> kedvező összetételű olajpárlat-dús gázt termelt.

További kutatás a szomszédos területeken esetleg lehetségessé válhat.

## 9. Mezőhegyes

A mezőhegyesi kutatási terület a battonyainak ÉNY-i folytatása. A geofizikai mérések azonosak a battonya-tótkomlóiakkal. A mélyfúrásokat az 1957-59 évi GKÜ mérések indokolták (56. sz. jelentés), mely az itteni Állami Gazdaság 57.-dik majorjától közvetlenül É-ra, 1000-1051 m-ben záródó kiemelkedést talált, az alsópannon aljának szintjében.

### Fúrási tevékenység

A battonyai olajmező szomszédságában talált kiemelkedés feltárását 1960 máj. 4-én kezdtük. Mivel az első fúrás gázt talált, ezt továbbfejleszthető, lehatároló fúrások követték, 1972-ig 20 db Mh-jelű és egy Mh-K jelű fúrás mélyült. Utóbbit az indokolta, hogy az itteni kőolajelőfordulástól ÉK-felé gerincszerű emelkedés volt várható az alaphegység felszínén, amelyet szeizmikus mérések jeleztek, és esetleg felhalmozódásra kedvező lehetett.

Üzemi geológus T. KOVÁCS G. volt.

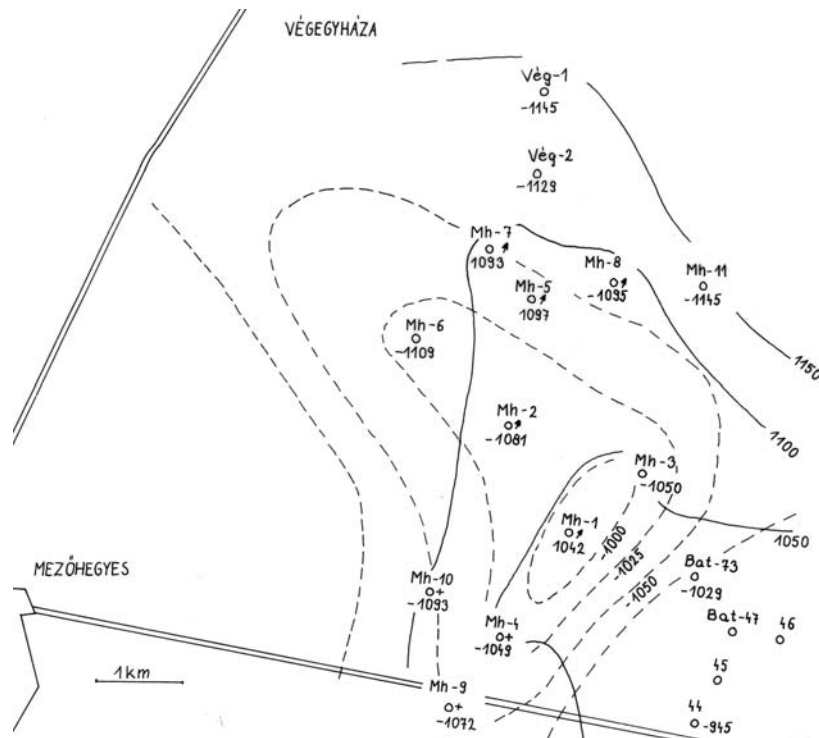
18a. táblázat. A mezőhegyesi fúrások földtani adatai.

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Krist.	Megj.
Mh-1	103.67	80	530	810	1148	/1168/	gáztermelő
-2	103.46	120	516	802	1184	/1202/	gáztermelő
-3	103.72	190	510	804	1164	/1189/	gáztermelő
-4	107.59	78	540	806	1156	/1170/	vizes
-5	102.61	115	405	790	1201	/1215/	gáz
-6	102.79	205	500	804	1212	/1227/	gáz
-7	102.17	225	550	775	1195	/1210/	ol-fg.
-8	101.88	235	500	798	1197	/1213/	gáz
-9	105.7	247	410	855	1186	/1200/	rv. nem volt
-10	106.71	240	420	824	1133	/1245/	rv. nem volt
-11	101.66	200	400	803	1247	/1265/	gázny.
-12	102.05	124	553	795	1194	/1214/	ol-gáz
-13	101.76	107	446	940	1182	/1200/	ol-gáz
-14	102.01	120	445	935	1190	/1207/	ol-gáz
-15	101.5	155	409	931	1195	/1210/	víz
-16	101.41	120	417	953	1177	/1200/	gáz
-17	101.1	120	538	954	1211	/1226/	olaj
-18	102.53	155	653	875	1200	/1220.8/	olaj
-19	103.7	120	603	880	1178	/1201.5/	olaj
-20	103.23	117	472	790	1170	/1200/	gáz
Mh-K-1	101.43	255	520	820	1306	/1330/	víz

### Rétegsor

A battonyaihoz hasonlóan a negyedidőszaki üledék agyag, homok, folyami kavics. A pliocén tarka, mészkonkréciós, homokos agyag, homok, kavicsos homok váltakozása. A felsőpannon homokos agyag, agyagos homok sűrű váltakozása, lignites, homokos agyagsíkok, homokpadok találhatóak, elég gazdag felsőpannon faunával. Az alsópannon 320-500 m vastag szürke, homokpados agyagmárga, finom homok, homokkőrétegek, vékony szürke agyagmárga-lemezekkel, alatta sötétszürke agyagmárga, világosabb sárgásszürke mészmárga, *Limnocardium*, *Congerina*, *Valenciennesia*, *Silicoplacentina*, ostracoda stb. faunával. Az alsópannon legalján homok és alapkonglomerátum van, a kristályos alaphegységtől törmelékéből, mely átmegy a szálbanálló hegységbe.

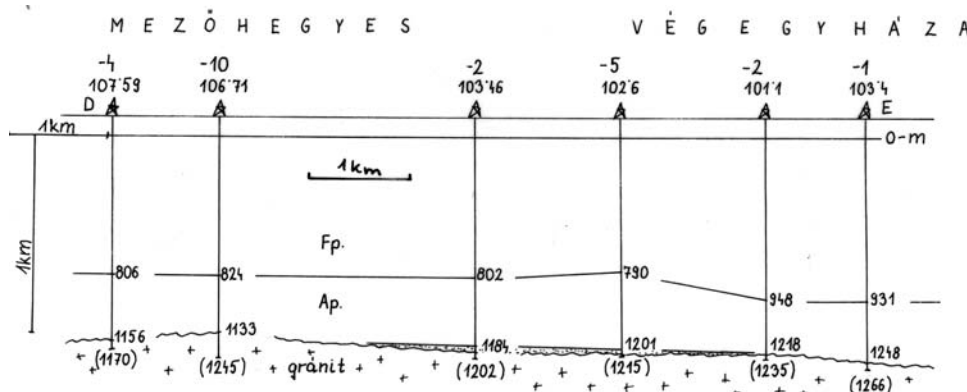
A neogén rétegsor diszkordánsan közvetlenül a kristályos alaphegységre települ, mely itt gránit. A mezőhegyesi gránit a battonyaihoz hasonló, kissé durvább szemű, középszemű, porfirosbá hajló, biotitos-muszkovitos mikroklingránit. Világoszürke, benne víztiszta földpát (ortoklász, plagioklász és mikroklin) táblák, fényes fekete biotitkristályok, csomók, gumók vannak. A battonyainál illókban gazdagabb magmából kikristályosodott szegélyfáciesnek tartják. Utólag repedezett, töredezett kőzet.



28. ábra. Mezöhegyes és Végegyszáza kutatási terület térképvázlata szeizmikus szintvonalakkal és a kristályos alaphegység felszínével.

#### Szerkezeti viszonyok

A kristályos alaphegység bonyolult szerkezetű, törésekkel szabdalta, egyenetlenül lepusztult kiemelkedés, melynek felszínére nagy üledékhézaggal közvetlenül az alsópannon és fiatalabb rétegsor telepszik. A neogén rétegek lapos települt boltozatként fedik az alaphegységet, ilyen módon kőolaj- és földgázfelhalmozódásra alkalmas a kutatóterület szerkezete.



29. ábra. Földtani szelvény Mezöhegyes és Végegyszáza fúrások között.

#### Kőolajföldtani viszonyok

A mezöhegyesi kutatás eredményeként három szinten fordul elő kőolaj és földgáztelep.

1. Az alsópannon alján levő homokkő és konglomerátum tárolóban, a szomszédos Battonya-telepekhez hasonló felhalmozódás alakult ki. A Mh-5 és -7 fúrások találták meg. Az Mh-5 fúrás 1194-1197 m mélységből napi 29.940 m<sup>3</sup> gázt és 162 m<sup>3</sup> olajos vizet adott, 10 mm-es fűvőkán. A víz olajtartalma 3-5 %. Az 1187-1189 m közötti szakasz napi 96.280 m<sup>3</sup> gázt és 14,4 m<sup>3</sup> vizes olajat termelt és 1183,5-1185 m-ből napi 58.820 m<sup>3</sup> gázt és 25,44 m<sup>3</sup> kőolajat nyertünk kezdetben. Az Mh-7 fúrás 1191-1192,5 m mélységből 8

mm fűvókán napi 12.900 m<sup>3</sup> és 79 m<sup>3</sup> olajat termelt.

Ez a szint az Mh-6 fűrásban mély szerkezetű és már vizet tartalmaz, K és ÉK felé elmárgásodik, és az Mh-8 fűrásban kedvező szerkezeti helyzetben is csak olajnyomokat adott. D-felé a homokkő kiékelődik. A telepnek talpvize és gázspakája van, a rétegyomás 3-4 %-kal nagyobb a hidrosztatikai nyomásnál, a talphőmérséklet 88 °C.

2. Az alsópannon közepén levő homokkőcsoportban az Mh-1 stb. fűrás több földgáztároló homokot talált, melyek DK felé kiékelődnek.

3. Az alsópannon felső részén van több gáztároló homoklencse, ezek É felé elmárgásodnak, K és D felé mélyebb helyzetűek és vizet tárolnak.

4. A felsőpannonban az Mh-3 és -8 fűrás talált négy gáztároló homoklencsét.

Mindezek készlete kicsi, gazdasági jelentőségük kevés. A kőolaj és földgáz-összetételüket a 18. táblázat tartalmazza.

Jelenlegi ismereteink szerint a további kutatás nem indokolható.

18b. táblázat. A mezőhegyesi földgáz összetétele.

földgáz	Mh. Békés-telep átlag	Mh-1 1016-18	Mh-2 664.5-667	Mh-20 738-742
metán	37.4-41.1	95.87	96.29	97.74
etán és nehezebb			0.14	
CO <sub>2</sub>	50-53.6	1.07		0.93
N <sub>2</sub>	2.75-5.27	3.06	3.57	1.33

18c. táblázat. A mezőhegyesi kőolaj tulajdonságai.

kőolaj	Békési-telep
fajsúly 20 °C	0.8425
viszkózitás rétegvízviszonyok között cP	0.55
dermedéspont °C	+26-29
jelleg	paraffin
benzin s%	5.82-11.86
petróleum s%	15.4-15.68
nehezebb	78.78-72.46

## 10. Pusztaszőlős

A pusztaszőlősi kutatási terület Tótkomlós és Pusztaföldvár között, e kettővel azonos geofizikai mérésekkel vált ismertté, mint Tótkomlós felől Pusztaföldvár felé nyúló szeizmikus szerkezet (1958 évi 56. sz. jelentés). Erre a szeizmikus nyúlványra települt a Psz-1 fűrás és olajat talált.

### Kutatófűrési tevékenység

Az 1960 aug. 17 és okt. 25 között 2361 m-ig lefűrt Psz-1 fűrás az alsópannon konglomerátumban és a mezozoikum felső részén olajat talált, ezért lehatároló és termelő fűrésok mélyítése indult. Ennek során 1985-ig 39 db Psz és 3 db Psz-K jelű fűrás mélyült, amelyek adatait a 19. táblázat tartalmazza.

19. táblázat. A pusztaszőlősi fűrésok földtani adatai.

fűrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	T ? kongl.	Cr <sub>1</sub>	J <sub>3</sub>	Megj.
Psz-1	96.6	80	744	1200	1692	1811	2077	/2361/	rendellenes rétegsor ol-gáz
-2	97.17	108	810	1207	1680		/2140/		gáz
-3	97.3	120	770	1224	1780		/2161/		ol.nyom
-4	96.7	120	740	1225	1772	1894	/1930/		olaj
-5	97.03			1215	1745	1783	/1920/		olaj
-6	97.6			1225	1780	1813		/1831/	ol-fg.
-7	96.42			1225	1767	1792	/1818/		gázny.
-8	98.2			1245	1767	1820		/2140/	gázny.
-9	96.3			1260	1780	1915	/1925/		víz
-10	97.84			1285	1793	1818	/1848/		

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	T ? kongl.	Cr <sub>1</sub>	J <sub>3</sub>	Megj.
-11	96.40		740	1245	1813	1832	/1905/		gáz
-12	97.57	100	760	1241	1768			/1818/	olaj, ap.
-13	97.15		800	1320	1941			/1955/	
-14	97.32		750	1240	1727			/1800/	gáz
/Psz-15-től 19-ig nincs fúrás/									
-20	96.3	98	700	1270	1743	/1835/			gáz
-21	96.38	85	810	1250	1792	/1800/			gáz
-22	96.74	110	740	1308	1727		/1800.5/		olaj
-23	96.3	100	742	1235	1761		/1800/		olaj
-24	96.22	95	736	1229	1786		/1800/		gáz
-25	96.38	91	662	1232	/1800/				gáz
-26	96.88	90	620	1232	1665	/1671/			gázkitörés 1666 m-ből
-27	96.38	90	700	1320	1660		/1800/		fg.
-28	96.81	88	760	1240	1706	/1800/			olaj
-29	96.62	140	700	1360	1675		/1800/		olaj
-30	96.45		680	1210	1749		/1850/		olaj
-31	96.51	100	720	1224	1691		/1789/		fg.
-32	96.71	110	844	1308	1740		/1800/		olaj
/Psz-33-tól 39-ig az alsópannonban befejezett termelőfúrások/									
Psz-K-1	97.45		730	1292	1911		/1990/		fg.
-2	97.36	75	724	1266	1939		/2000/		olaj
-3	97.49	76	725	1310	1973		/2000/		víz

### Rétegsor

Negyedidőszaki sárga, szürke, homokos, meszes agyag, homok, kavicsos homok. Pliocén folyami homok, kavicsos homok, ártéri sárga, eres-foltos, barnás-vörhenyes agyag, iszap, növényi maradványokkal. Felsőpannon homokos agyag és agyagos homok, vékony rétegek és lencsék sűrűn váltakozva (Zagyvai Formáció). Vastagabb homokpadok, szürke agyag, agyagmárga rétegekkel (Törteli Formáció) gáztelepekkel (Komlós szint). Alsópannon szürke agyagmárga homokkő padokkal (Algyői Formáció) alatta finomhomokos-csillámos homok, vékonyabb szürke agyagmárga rétegekkel, gáztároló homokrétegekkel (Szolnoki Formáció). Alatta sötétszürke agyagmárga, mélyebben márga és mészmárga, végül alsópannon alapkonglomerátum, olajtelepekkel. Mészke és dolomit törmelék.

A szarmata és a bádai rétegek jelenlétét itt sem sikerült bizonyítani, a Battonya-Pusztaföldvár gerincről hiányzik ez az üledék.

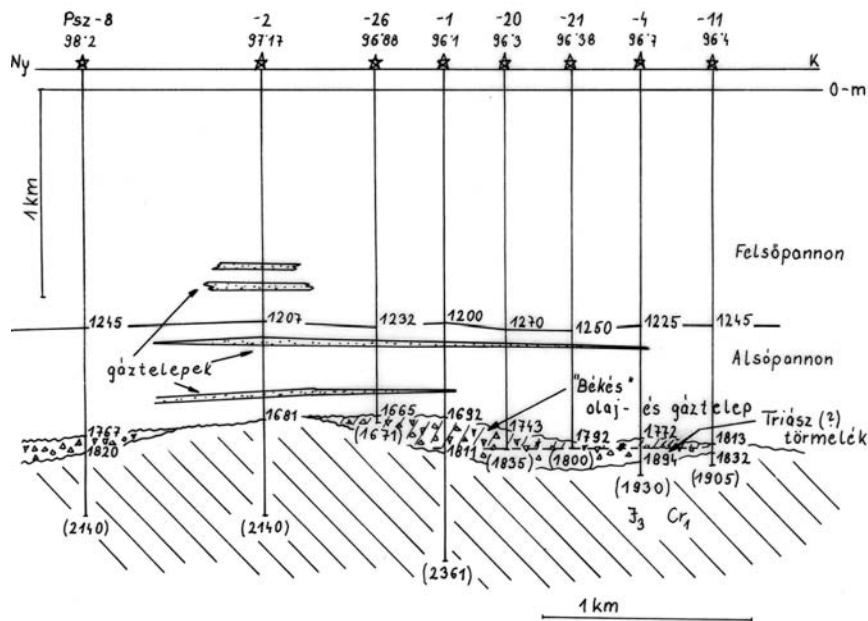
A neogén rétegek alatt feltételezik újabban, hogy rendellenes mezozoós rétegsor következik. Triász dolomitból álló törmelék, konglomerátum és breccsa következik, mely eléri a 135 m vastagságot. Anyaga triász törmelék, mely régebbi elgondolás szerint a délen magasabb helyzetű triászról pusztult le és került ide. Újabban J. A. GROW és társai (1989) alsókréta és felsőjúra rétegekre rátaloltak Aranys- (Ariešeni-) takarónak feltételezik, kőzete szürke és világosszürke dolomitbreccsa, melyből őslény nem került elő. A konglomerátum és breccsa 1-20 mm-es törmelék, felső részén főleg mezozoós mészkő kavicsok, kvarc, kvarcit homokszemek vannak benne, lejjebb főleg dolomit, kissé koptatott konglomerátum, breccsa karbonátos kötőanyagban, melyben *Cytherea* sp. osztrakóda és puhatestű törmelék van, tehát feltehetően alsópannon. Lejjebb a kötőanyag kevesebb, aprószemű dolomittörmelék, jól osztályozott, sárgásfehér, széteső, repedezett dolomitbreccsa következik.

A fenti dolomitbreccsa alatt alsókréta-felsőjúra korú szürke, sötétszürke, néhol vörhenyes-barnás palás agyag, homokos, palás agyag, márga, mészmárga van, mely helyenként homokkővel váltakozik. Rétegdőlés 10-70° között változik. Helyenként kalciteres. Ezt a rétegsort újabb fúrások (T-I) alapján a Fenes-takaróval azonosítják és az itteni kifejlődését Pusztaszőlősi Márga Formációnak nevezték el (GROW et al., 1989). A Psz-1 fúrás 550 m-t fűrt bele és még nem fűrt át. Ennek a fúrásnak a kőzete préselt, gyüredezett, kalciteres, palás agyag, 10-70° rétegdőléssel, *Calpionella alpina*, *C. elliptica* stb. felsőjúra faunával. A Psz-3 fúrásban 1783-2161 m között mészmárga, márgabreccsa, palás agyagmárga, márgapala rétegeket találtak, melyek 20-30° rétegdőléssel telepszene, és *Oligostegina*, *Dentalina*, *Tintinopsella*, felsőjúra-alsókréta faunát tartalmaznak. Az ennek megfelelő rétegsort a Kodru takarórendszer Fenes takarójában flisnek, flisoidnak nevezik. Pusztaszőlősen gyenge metamorfózis jeleit mutatja, amiről felteszik, hogy a triász rátalolásakor keletkezett.

### Szerkezeti viszonyok

A fúrások igazolták a szerkezeti mérések értelmezését: a neogén medence aljzata -1800 m mély környezetből -1600 m fölé emelkedik, ezt a kiemelkedést az alsópannon és fiatalabb rétegsor lapos boltozata fedi. Ez a szerkezet alkalmas volt kőolaj- és földgáz fölhalmozására a pannon és annál fiatalabb időkben, miután az akkumulációra alkalmas csapda kialakult.

A környéken mélyült újabb fúrások és korszerű geofizikai mérések alapján J. A. GROW stb. (1989) feltételezik, hogy a medencealjzat mezozoós képződményei rendellenes rétegsorúak: a triász breccsa nem ráhordott anyagként települ az felsőjúra-alsókréta rétegsorra, hanem ennek váltakozásait leegyszerűsítve, rátolódott takaróként. Megkülönböztethetünk alsó-középsőtriász Tótkomlói-takarót, valamint felsőjúra-alsókréta Pusztaszőlősi-takarót. A fúrásadatok ennél bonyolultabb és még nagyrészt ismeretlen mélyszerkezetre is utalhatnak a mezozoós képződményekben.



30. ábra. Földtani szelvény Pusztaszőlős olaj-gázmezőn.

### Kőolajföldtani eredmények

A pusztaszőlősi területen a szomszédos pusztaföldvárihoz hasonló kőolaj- és földgáztelepeket sikerült felkutatni, de kisebb területen.

A Psz-1 fúrás a mezozoikum felső részén 1808-1810 m-ben olaj- és gáztelepet talált. További kutató és lehatároló fúrások az alsó- és felsőpannonban is találtak telepeket. Végeredményben az alábbi telepeket ismertük meg:

1. Az alsópannon alapkonglomerátumban és a triász dolomitbreccsa felső részén, 1692-1812 m közt kialakult telepek: Szőlős-szint.

2. Az alsópannon alsó részén, 1532-1557 m közt levő homokkölencsékben kialakult kőolajtelepek.

3. Az alsópannon felső részén, 1230-1250 m közt levő homokkőrétegekben kialakult földgáztelepek: Csanád-szint.

4. A felsőpannon alsó részén, 850-1270 m közt 16 db gáztároló homokkölencse: Komlós-szint.

A tároló homokrétegek átlagos porozitása 28 %, átteresztőképessége átlag 520 mD.

A Psz-K jelű kutatófúrások tulajdonképpen a Pusztaföldvári olajmező DK-i szélén mélyültek. A Pusztaszőlősi olaj összetétele:

20a. táblázat. A pusztaszőlősi kőolaj összetétele.

kőolaj	Psz-1 2692 m	Psz-1 1808-10 m
fajsúly 20 °C	0.876	0.8768
viszkózitás cSt/50 °C	13.9	21.95
dermedéspont °C	+30	
jelleg	paraffin	
benzintartalom s%	0.0	2.28
petróleumtartalom s%	11.5	11.10
maradék	88.28	86.43
veszteség	0.22	0.19

20b. táblázat. A pusztaszőlősi földgáz összetétele.

földgáz	Psz-1 2692 m	Psz-2 1557-1559	Psz-2 1246-1248	Psz-2 1004-1048	Psz-1 1808-1810
metán t%	53.62	90.46	92.06	97.74	83.89
etán	1.34	2.19	2.13	0.27	3.08
nehézebb CH	0.0	1.88	1.06	0.0	1.01
CO <sub>2</sub>	38.92	1.29	0.63	0.10	0.40
N <sub>2</sub>	6.12	4.18	4.12	1.89	11.62

Pusztaszőlősen további kutatási lehetőség nincs, esetleg a távolabbi környéken még lehetővé válik.

## 11. Végegyháza

Végegyháza és Mezőkovácsháza kutatási terület a Battonya-Tótkomlói medencealjzati gerinc keleti oldalán lévő, ÉÉK-felé kiágazó mellékgerinc. Itt Végegyházától K-re az 1957-58 évi szeizmikus mérések találtak meg az É-felé mélyülő gerincszerű alakulatot. Ennek vizsgálatára és a MH-1 stb. fúrásokban talált olaj- és földgáznyomok vizsgálatára kutatófúrásokat terveztünk.

### Kutatófúrási tevékenység

A Vég-1 fúrás lemélyítése 1960 okt. 31-én indult, mély szerkezeti helyzetűnek bizonyult. A Vég-2 fúrást 1961 aug. 26-án kezdtük meg, ez 805-808 m mélységben felsőpannon rétegekben gázt, 1205 m mélységben alsópannoniai kis kőolajelőfordulást talált. 1972 jan. 8 és febr. 8 közt létesült a Vég-K-1 kutatófúrás, meddő maradt. Később, 1985 évben mélyültek a Vég-NY-1 és -2 fúrások; szintén eredménytelenek (33—36. ábra).

21. ábra. A végegyházi fúrások földtani adatai.

fúrás	F.a	Q	L	Fp	Ap	T	Krist.	Megj.
Vég-1	103.38	196	475	931	1248		/1266/	vizes
-2	101.08	100	460	948	1218		/1235/	olaj-gáz
Vég-K-1	100.66			1016	1288		/1300/	víz
Vég-Ny-1	100.15	280	735	1085	1488	/2000/		víz
-2	103.83	300	610	1190	/1300/			

### Rétegsor

A negyedidőszaki üledék, a pliocén, felső- és alsópannon hasonlóan homok-agyag, agyagmárga kifejlődésű, mint a szomszédos Mezőhegyes, Battonya kutatási területeken. Az alsópannon alján homokos dolomit és mészkőbreccsa van, amelyben több ízben olajfoltok fordulnak elő. Az alaphegységben itt a Vég-NY-1 és -2 fúrásban megjelent a tótkomlói fúrásokból ismert dolomitbreccsa és dolomitos mészkő triász rétegsora. A Vég-NY-1 fúrásban az alsópannon alatt perm korú kvarcporfir, és ez alatt gránit fordul elő. A kvarcporfir itt szürkészöld, kissé karbonátosodott, finomszemcsés alapanyagú, melyben beágyazásként kvarc, bontott, karbonátosodott ortoklász és kevés kifakult biotit van. Mélyebb részein zúzott, breccsás a kőzet. A többi itteni fúrás az alsópannon alatt a kristályos alaphegységben állt meg, mely a Vég-1 fúrásban kvarcitos csillámpala, zöldesszürke, kemény kőzet, kvarcit rétegeket, lencsékert tartalmaz, kvarcban gazdag: kb. 70 %. A többi ásványi elegyrész ortoklász, plagioklász, muszkovit és biotit, néhol kevés epidot.



Gyengén palás, elválási lapok figyelhetők meg. A Vég-2 és Vég-K-1 fúrások gránitban álltak meg. Ez a kőzet itt kevés mikroklin, több plagioklász (anortit) és szintelen ortoklász tartalmaz. A kvarc víztiszta és unduláló. Kevés szericit és zoizit is előfordul benne. A mélyebb magmintákban zúzott, kataklázos a kőzet és savanyú magmaradékból keletkezett telérek tartalmaz. A finomszemcsés telérkőzetben a sávós biotit-felhalmozódások palás-slíres jellegűek. A Vég-K-1 fúrásban a gránit aprószemű, fehéresszürke, halvány rózsaszínes, foltokban szericitesedett, benne ortoklász, kevés mikroklin és plagioklász, kvarc, kifakult biotit, kevés muszkovit és néhol magnetit látható.

#### Szerkezeti viszonyok

A fúrások Végegyházán nem találtak záródó kiemelkedést. Itt folytatódik a Battonyán megismert gránit és ennek kristályos pala szegélye. NY-felé a Tótkomlós és környékének triász medencealjzata jelentkezik. A szerkezeti viszonyok nagyobb kőolaj- és földgáz-felhalmozódásra kevésbé alkalmasak, D-felé bizonytalan a záródás. A D-felé Mezőhegyeshez csatlakozó területen a Vég-2 és Mh-fúrások környékének szerkezete volt alkalmas kevés CH felhalmozódásra.

#### Kőolajföldtani eredmények

A fúrási lemélyítése idején többször észlelhető volt az alsópannon homokkő, alapkonglomerátum olajfoltos volta, de a rétegvizsgálatok alkalmával csak 1-10 % olajtartalmú víz jelentkezett. A Vég-2 fúrás a felsőpannonban talált kedvező összetételű, de csak kisebb készletű gáztelepet, 12 mm-es fűvőkán napi 121.520 m<sup>3</sup> gáz jelentkezett.

A végegyházi kőolaj és földgáz:

22a. táblázat. A végegyházi kőolaj tulajdonságai.

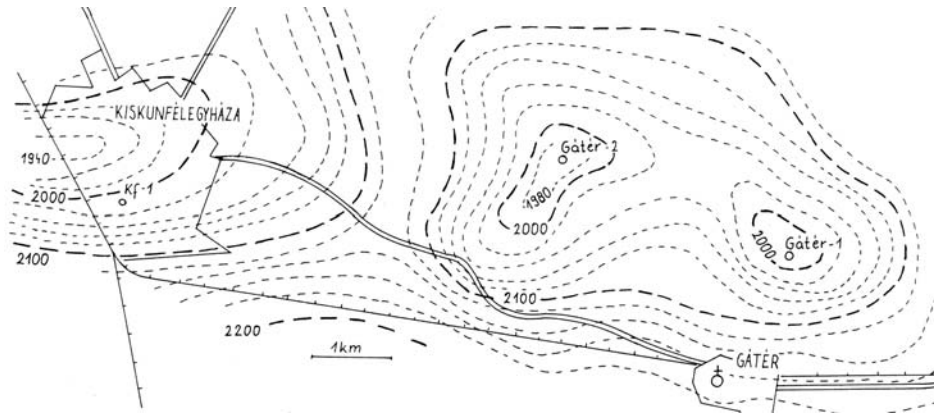
kőolaj	Vég-1 1246-47	Vég-1 1243-45	Vég-2 1209-11	Vég-2 1205-07
fajsúly 20 °C	0.8758	0.8706	0.8406	0.8393
viszkózitás cSt/30 °C			10.5	
viszkózitás cSt/50 °C	27.45	20.39	6.3	7.3
viszkózitás cSt/75 °C	9.46	7.44		3.84
dermedéspont °C	+34	+36	+31	+27
benzintartalom s%	0.64	2.18	11.59	13.17
petróleum	9.61	10.10	17.10	15.68
gázolaj	22.85			
híg kenőolaj	17.09			
maradék	49.45	87.59	71.03	70.14
vesztesség	0.36	0.13	0.28	1.01

22b. táblázat. A végegyházi földgáz összetétele.

földgáz	Vég-2 805-808 m
metán t%	94.38
etán	0.31
nehezebb CH	0.20
CO <sub>2</sub>	0.01
N <sub>2</sub>	5.10

## 12. Kiskunfélegyháza

Kiskunfélegyházán alapfúrás jellegű kutatófúrás mélyült. Célja a rétegsor megismerése, a Szank-Pálmonostora és Kunszállás-Bugac magas rögvonulatokkal határolt mély Tisza árok felderítése volt. Kitérésre a helyi szerkezeti viszonyokat nem ismertük jól, közrejátszott a város melegvíz-igénye, amit a fúrás helyének megválasztása is tükröz: a városi fürdő előtti parkban mélyült.



31. ábra. Kiskunfélegyháza és Gátér kutatási terület szeizmikus térképe.

### Fúrási tevékenység

A KF-1 fúrás 1960 dec. 2 és 1961 márc. 23 közt mélyült. A 9 5/8 hüvelykes béléscsővet a tervezett 1600 m helyett csak 566 m-ig sikerült beépíteni, mert 450 m-ben megszorult. Üzemi geológus T. KOVÁCS G.

### Rétegsor

A fúrás 104,87 m forgatóasztal magasság alatt kb. 82 m-ig negyedidőszaki, laza homok-kavicsos homok és képlékeny agygrétegeket, kb. 723 m-ig pliocén, homok, mészkonkréciós és szürkés-kék agyag rétegeket harántolt. Alatta élesen el nem választható felsőpannon homokos agyag, agyagos homok rétegeket sűrűn váltakozva, alsó részén pedig vastagabb homokrétegeket fűrt át 1532 m-ig. Az alsópannon 2539 m-ig számítható, felső részén homokpados, szürke, kékesszürke agyagmárga, amelyben a homokrétegek uralkodnak, alatta laza, finomszemű, csillámos homokrétegek, melyek vékony, sötétszürke agyagmárga rétegekkel váltakoznak. Mélyebben sötétszürke agyagmárga és homokos agyagmárga következik, mely lefelé sárgás-barnászürke márgába, mészmárgába megy át.

Szarmata rétegek jelenlétére nincsenek adatok.

Az alsópannon alatt 2539-2616 m között homokkő és mészkőkavicsos konglomerátum következik, feltételezzük, hogy kora bádeni és kárpáti. Alatta a 2775 m-es talpmélységig homokkő, kavicsos homokkő van, melynek kora bizonytalan. Eredetileg feltételeztük, hogy a Szolnok környéki és a bánsági flis közötti összeköttetést találtuk meg. A törmelékközetekből *Tintinopsella carpatica* alsókréta ősmaradvány néhány példányát említette MAJZON, ami a flis mellett szólt. A homokkősorozat felső részének repedéseiben zöld-szürkészöld agyag van, melyben gyengén koptatott kvarckavicsok és kevés metamorf közettörmelék van, néha mészkőkavicsok, melyek kevés alsókréta faunát tartalmaznak. Föltételeztük, hogy alsókréta lepusztulási anyagot tartalmazó paleogén flishez tartozó üledéket találtunk. Újabban feltételezik a kréta kort, de mindez bizonytalan. A szomszédos fúrások rétegsorát figyelembe vevő szelvények szerint (38. ábra) miocén kréta átmenet is lehet.

### Szerkezeti viszonyok

Egyetlen fúrás a helyi szerkezeti viszonyok ismeretéhez a rétegsor és mélységviszonyok adataival járulhat hozzá. Az 1985-85 évben a Geofizikai Intézet végzett korszerű szeizmikus méréseket az olajipar részére (1985. évi jelentés p. 53-56), mely a szerkezeti ismereteket bővítette. Az új gravitációs maradékanómália-térkép szerint a Kf-1 fúrás mélyebb medenceterületre esik a Bugac-Kunszállási fúrásokkal bizonyított kiemelkedés és a gátéri kettős maximum között. Ugyanezt jelezték a szeizmikus mérések. A bugaci medencealjzati rögön a Bugac-1 fúrás a miocén alatt, 1614 m-ben elérte az alsójúrárt, a rög oldalain alsókréta is van (Lásd Duna-Tisza köze: KÖRÖSSY, 1992, 85. ábra). A Bugactól K-re a Tisza-árok szélén lévő Kf-1 fúrás még a kérdése kárpáti-bádeni rétegekben végződött, és az innen 7 km-vel K-re lévő Gátér-2 fúrás 3600 m-ben felsókrétában, a Gátér-1 3600 m-ben még bádeni rétegekben állt meg. A geofizikai mérések szerint itt a preneogén medencealjzat 4000 m körül várható. Az adatok itt a Tisza-árok mélyre süllyedt neogén szerkezeti övére derítenek fényt. A Kf-1 fúrástól É-ra lévő újabb alpári fúrások is bizonyítják a Tisza-árok nagy mélységét (Alpár-1 fúrás 5305 m-ben liász agyagmárgában állt meg. Az Alp-1

és Alp-2, valamint a Kec-D fúrások kréta diabázban végződtek. A diabáz helyzetét a földmágneses térkép és az 1984 évi szeizmikus szelvények jelzik: a jászkarajenői nagy mágneses maximummal egyezően DNY-ÉK irányra itt K-NY-ra hajlik el.)

A Kf-1 fúrás mély szerkezeti helyzete nem alkalmas olaj-földgáz felhalmozódására.

#### *Kőolajföldtani eredmények*

A Kf-1 fúrásban figyelemreméltó olaj-gáznyomok nem fordultak elő. Az elvégzett rétegvizsgálatok 2500-2775 m-ből napi 27 m<sup>3</sup> sósvizet, 2340-2359 m-ből 56 m<sup>3</sup> gáznyomos sósvizet, 1405-1430 m-ből napi 259 m<sup>3</sup> és 1310-1335 m-ből napi 576 m<sup>3</sup> gáznyomos sósvizet adtak.

Továbbkutatási lehetőség a Bugac felé emelkedő medencealjzaton volna indokolt, ha a részletes geofizikai mérések alátámasztanák. Az 1984-85 évi szeizmikus mérések alapján mélyült alpári fúrások értékes földtani ismereteket hoztak, de kőolajföldtani eredménnyel nem jártak. A K-felé szomszédos területet a Gátér, Felgyő fúrások tárták fel.

### 13. Szarvas

Szarvas környékén az 1959-62 években végzett szeizmikus szelvényezés alkalmával ÉK-ről (Endrőd felől) DNY-ra (Szarvas-Csabacsüd felé) mélyülő gerincszerű alakulat mutatkozott 2350-2600 m mélységben levő visszaverő felületen, megerősítve az 1958-59 évi gravitációs mérések hasonló értelmezését. A gravitációs maradékanómália-térképen pedig ezen a gerincen záródások is jelentkeznek.

#### *Fúrási tevékenység*

Az első fúrások a kutatási területen az artézi kutak. ZSIGMONDY Béla artézi fúrása 1890-ben mélyült a szarvasi Kossuth téren. Ennek faunáját először HALAVÁTS Gy. (1900) ismertette és ezt KROLOPP (1976) korszerűsítette. Figyelemreméltó földtani eredmények származtak a Szarvas-I jelű állami földtani alapfúrásból, mely a város NY-i szélén az Arborétum mellett mélyült 1972-73 években, 1000 m-ig, folyamatos magfúrással. A földtani és ásványtani adatait G. RAJETZKY Mária (1976) foglalta össze.

Az első olajkutató fúrás a Szv-1 1961 máj. 27 és dec. 3 közt mélyült a szeizmikus térképen jelentkező terasz-szerű pihenőn, mely -3150 m körüli mélységben tűnik fel legkifejezettebben. A Szv-DNY-1 fúrás a szerkezet DDNY-i részére települt, 1966-67 évben, miután az En-1 fúrás kristályos palában végződött. Innen DNY-ra a szeizmikus mérések (59. jelentés) gerincszerű alakzatot találtak, DNY-felé egyre mélyülve. Ezen záródó kiemelkedésre lehetett következtetni a Szarvas és Fábiansébestyén olaj-gáznyomos területek között. Ennek vizsgálatára mélyítettük.

Az olajkutató fúrások nagy megszakításokkal, gyakori üzemzavarokkal folytak, 1982-ig. Pl. a Szv-6 fúrásban a 7 hüvelykes bélésű 1454 m-ben összeroppan, ezért a 2397-2154 m közt levő gáztároló rétegeket nem lehetett megvizsgálni, a fúrást fel kellett számolni. A további fúrásokat az újabb geofizikai mérések és az endrődi fúrások eredményeinek figyelembevételével lehetett kitzúzni.

Az üzemi geológus munkájában VADÁSZ Gy., KURUCZ B., CSICSELY Gy., FÁBIÁN B. és PAP S. váltották egymást.

A szarvasi fúrások főbb földtani eredményei:

23. táblázat. A szarvasi fúrások földtani adatai.

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Bád.	Mz	Krist	Megj.
Szv-1	87.64	290	790	1685	/2400/				gázkút
-2	88.72	210	698	1651	/2570/				CO <sub>2</sub>
-3	87.82	216	696	1702	/2451/				gáz-víz
-4	89.04	448	920	1877	2806			/2845/	CO <sub>2</sub>
-5	86.67	356	580	1880	/2870/				gáz
-6	89.77	495	644	1777	2935	3020		/3150/	hibás
-7	88.38	205	696	1822	/2420/				gáz
-8	nem fűrt								
-9	87.71	133	613	1948	/2600/				gáz
-10	90.07	110	648	1893	/2600/				gáz
-11	89.92		700	1810	/2510/				
-12	92.48	200	710	1850	/2530/				

fúrás	Fa.	Q	L	Fp	Ap	Bád.	Mz	Krist	Megj.
-13	88.94		700	1815	/2561/				
-14	88.7		765	2045	/2273/				
-15	87.41		830	1960	/2605/				vizes
-16	89.02		869	1940	2679			/2740/	vizes
-17	88.09		800	1960	3043			/3195/	
-18	88.81		738	2011	/2600/				
-19	88.41		822	1956	/2550/				gáz
-20	88.74		788	1964	/2527/				vizes
-21	92.85		814	1973	/2513/				
-22	92.2		800	1865	/2481/				
Szv-DNY-1	87.87	229	952	2182	3439		/3479/		víz

### Rétegsor

Negyedidőszaki képződményekre legtöbb adatot az említett artézi fúrások és az állami Szv-I alapfúrás szolgáltatott. KROLOPP E. (1976) újraj vizsgálata szerint a pleisztocén fauna folyóvízi, a Szv-I fúrásban szerinte 582 m-ben még pleisztocén, 639 m-ben pliocén (levantei) fauna van. A rétegsor sárga és kékesszürke agyag, vastagabb szürke homokrétegekkel. A Szv-I fúrás szerint a pleisztocén alja mocsári, lignites üledék, feltételezik, hogy a hajdan helyenként kiemelkedő felsőpannóniai üledék areális eróziójával került a mélyebb fekvésű pleisztocén medencerészekbe, pangóvízi üledékként, baktérium-hatásra keletkezett gyakori pirit-kiválással. RAJETZKY M. (1976) ásványtani és MIHÁLTZ I.-né pollenvizsgálatai szerint nagyjából két övet lehet elkülöníteni, egy gránát epidot társulást, mélyebben disztén, turmalin, zöldamfiból jellemző és egy hasonló, de nagy pirittartalmú zónát. Az ásvány-pollenvizsgálatokkal nyomonkövethető az üledékképződés fejlődésmenete.

A pliocén üledék kékesszürke agyag, tarka (vörös, barnás) agyag, mészkonkréciós agyag, növényi maradványos, homok-agyag és vastagabb édesvízi homokrétegek váltakozása. A negyedidőszaki és pliocén képződmények elhatárolása bizonytalan. Az Szv-I fúrásban mélyebbre helyezik, mint az olajkutató fúrásokban. A magfúrással mélyült Szv-I fúrásban a pliocén üledék ciklikus. KRETZOI M. (1984) a gerincesfaunát vizsgálta, mely gazdag, de rossz megtartású, 20 m mélységből az utolsó eljegesedésre utaló maradványokat, 287-290 m-ből alsó-bihari korú és 658 m-ből pliocén (csarnótai) pocokmaradványokat említ.

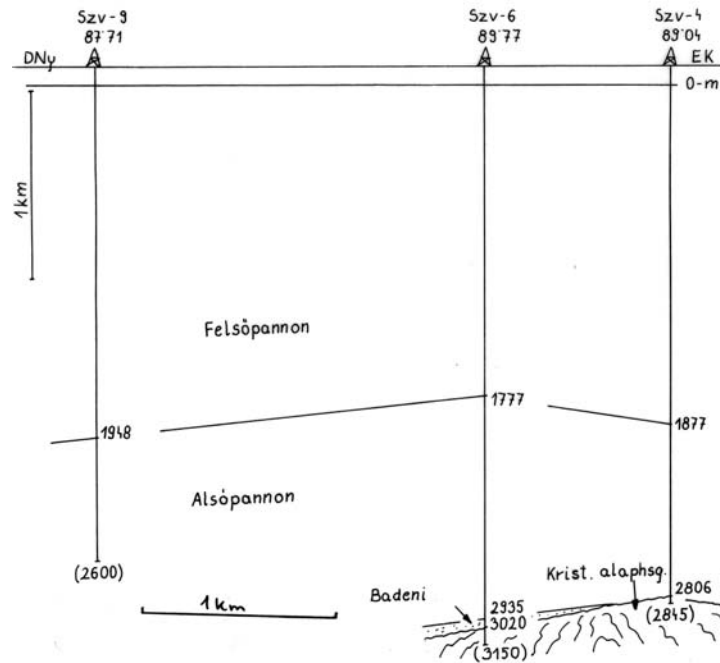
A felsőpannóniai homokos agyagmárga, márga, pirités márga, agyagos, finomszemű homok lignites csíkokkal, az alsó részen vastagabb homokpadokkal (Törteli Formáció). A folytonos magfúrással mélyült Szv-I fúrásban ciklusosságot állapítottak meg: fölfelé finomodó üledékciklusok vannak. Pollenvizsgálat szerint vízparti és vízi növényzet volt jelen. Vulkáni terület lehordási anyaga is előfordul.

A legtöbb fúrás az alsópannonban állt meg. Ennek felső része finomszemű homokpadokkal váltakozó szürke agyagmárga, homokos, növénylenyomatos agyagmárga. Felső elhatárolása bizonytalan, homokos rétegekkel megy át a felsőpannonban. Lejjebb finomszemű, csillámos homokrétegek, vékonyabb, sötétszürke agyagmárga rétegek váltakoznak (Szolnoki Formáció), ezek közt gáztároló rétegek vannak. Mélyebben a homokosság gyérül, főleg sötétszürke agyagmárga (Nagykörüi Formáció) és alatta világosszürke, sárgásszürke márga, mészmárga következik (Tótkomlói Formáció). A közeli En-1 fúrásban a közetrétegtani szintek jobban felismerhetők, elkülöníthetők.

A szarmata rétegek jelenlétére bizonyító adatok nincsenek, de a rétegsor folyamatosnak látszik az alsópannon-bádeni között. Bádeni rétegsornak tartjuk a néhány fúrásban feltárt homokos agyagmárga, tufás-meszes homokkő, konglomerátum-breccsa rétegeket, ezek Endrődön bádeni faunát tartalmaznak. A vulkáni tufa szürkészöld, távolabbi kitörésből származó, finomszemű, bontott, bentonitos, agyagosodott. A homokkő és a konglomerátum metamorf közettörmelékéből áll.

A Szv-DNY-1 fúrás 3456 m-ben világosszürke, erősen repedezett, kalciteres mészkőbe és mészhomokkőbe ért, amit mezozoósnak tartunk. Minta nagyon kevés, mert az iszapcirkuláció megszűnt, az iszap elnyelődött, a fúrást be kellett fejezni.

A bádeni breccsa több fúrásban kristályospala törmelékbe megy át. A Szv-6 fúrás 3047-3051 m-ből nyert magmintája CSEREPESNÉ szerint metahomokkő, világosszürke, enyhén palás. A főleg kvarc, zöldesfehér plagioklász, biotit, szericit szemcsékből álló alapanyagában nagyobb porfiroblasztok: hullámos kioltású kvarcit, kvarc, bontott ortoklász van. Mélyebben csillámos gneisz, világosszürke, palásan elváló porfiroblasztos szövetű kőzet következik. Csiszolatban ikerlemezes plagioklász, ortoklász, kevés kvarc és sok muszkovit látható. A Szv-4 fúrásból is zöldesszürke, repedezett, préselt gneisz került a felszínre.



32. ábra. Földtani szelvény a szarvasi fúrásokon keresztül.

#### Szerkezeti viszonyok

A geofizikai mérések szerint Endrőd felől ÉK-DNY irányú gerinceszerű alakzat van jelen, mely DNY felé mélyül. A szarvasi fúrások közül csak néhány fúrta át a neogént, ezek közül a DNY-i Svz-DNY-1 preneogén felszíne a legmélyebb, -3351 m, és az ÉK-en levő Svz-4 és -6 fúrás a legmagasabb, -2717, ill. -2846 m. Újabb szeizmikus értelmezés (I-26 jelentés) törésvonalakat is feltételez. A pannóniai üledék csaknem vízszintes, ill. nagyon enyhén boltozott, amiben kiemelkedő homoktestek: gáztárolók.

A szerkezeti viszonyok a kis rétegdőlések miatt nagyobb CH mennyiség tárolására nem alkalmasak.

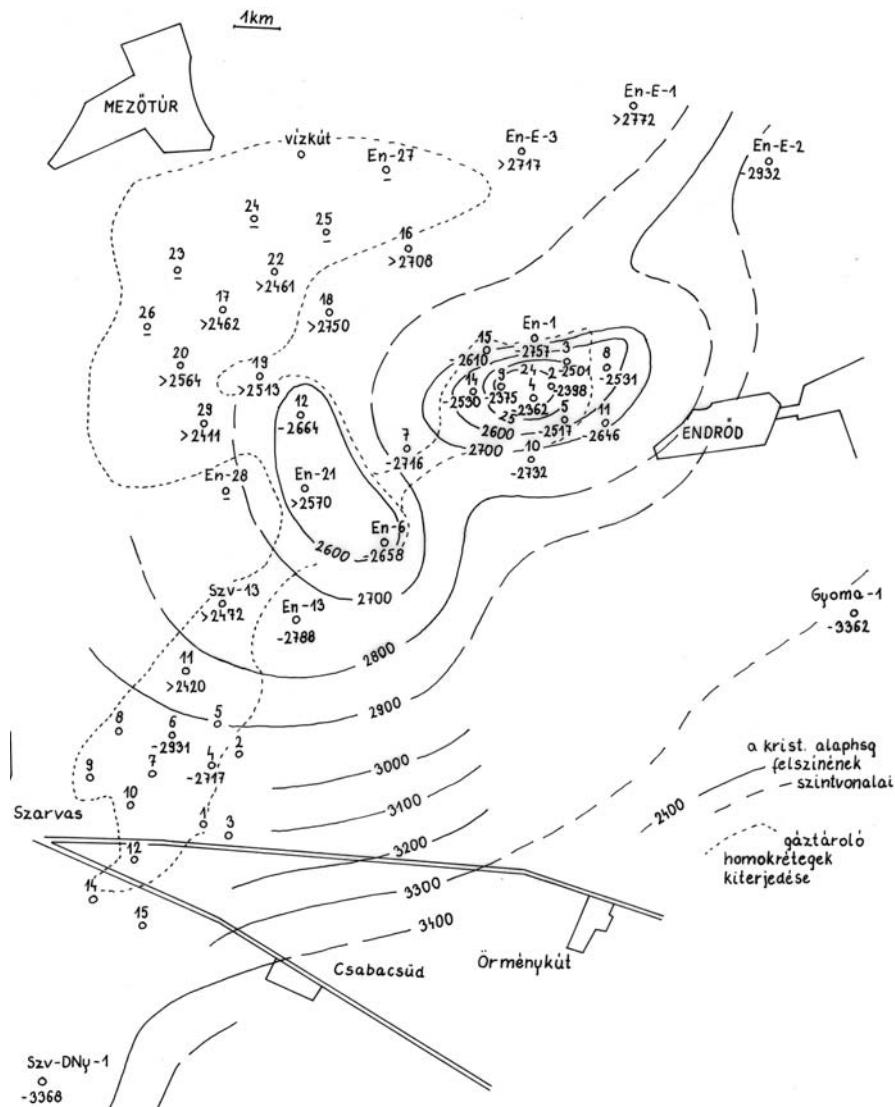
#### Kőolajföldtani eredmények

A szarvasi alsópannon homokrétegek közt vannak gáztároló, kiemelkedő rétegek, lencsék. A Svz-1 fúrás 2358,5-2361,5 m közötti homokrétegből 10 mm-es fűvókán napi 74.460 m<sup>3</sup> gázt és 52,8 m<sup>3</sup> vizet adott, 2310,5-2314 m-ből pedig 5594 m<sup>3</sup> gázt és 29,12 m<sup>3</sup> vizet. Továbbá 2203,5-220,5 m-ből napi 89.480 m<sup>3</sup> gázt és 92 m<sup>3</sup> vizet, 2169-2173 m-ből 83.710 m<sup>3</sup> gázt és 38 m<sup>3</sup> vizet nyertünk. A gáz nem kedvező összetételű, nagy CO<sub>2</sub>-tartalmú.

A Svz-2 fúrásban 16 réteget vizsgáltunk meg, az előbbihez hasonló, CO<sub>2</sub>-dús gázt és vizet nyertünk. A Svz-3 fúrás 2399—2402 m-ből 96,85 % CO<sub>2</sub>-tartalmú gázt adott. A Svz-4 fúrás magasabb alsópannon homokkőből kedvezőbb összetételű gázt adott.

A gázzal több-kevesebb párlat is járt.

A szarvasi kutatási területen további kutatási lehetőség jelenleg nincs. Távolabbi környékén új geofizikai mérések indokolhatják.



33. ábra. Endrőd és Szarvas földgázelfordulások térképe a kristályos alaphegység felszínének mélységvonalival(-----).  
Gáztároló homokrtegek kiterjedése: ..... Olaj-gáztelepek határa: - - - - -. Olajos terület: // // // // . Gázos terület: // // // //

24a. táblázat. A szarvasi földgáz összetétele.

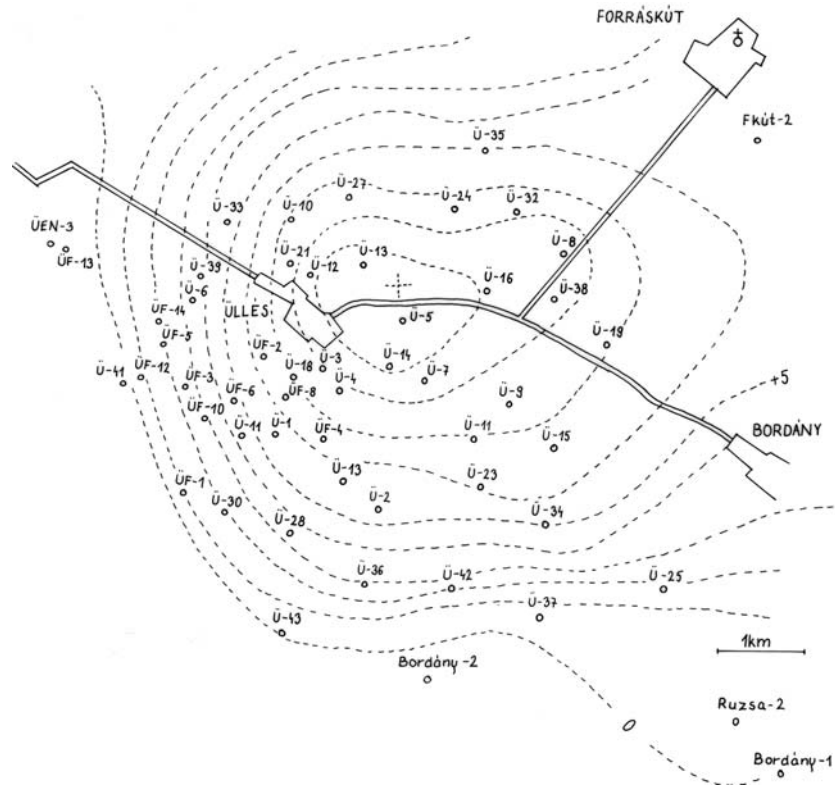
földgáz	Szv-1 2203-2207	Szv-1 2310-2314	Szv-5 2070-2073	Szv-7 2211-2214	Szv-9 2250-2264	Szv-11 2284-2292
metán t%	21.08	22.33	87.76	86.75	84.43	64.06
etán t%	1.84	1.84	3.44	2.77	2.89	2.58
nehézebb CH	2.31	1.08	3.80	3.09	3.66	3.76
CO <sub>2</sub>	73.06	74.06	3.20	5.13	7.07	27.61
N <sub>2</sub>	1.71	0.69	1.80	2.26	1.96	1.99

24b. táblázat. A szarvasi párlat összetétele.

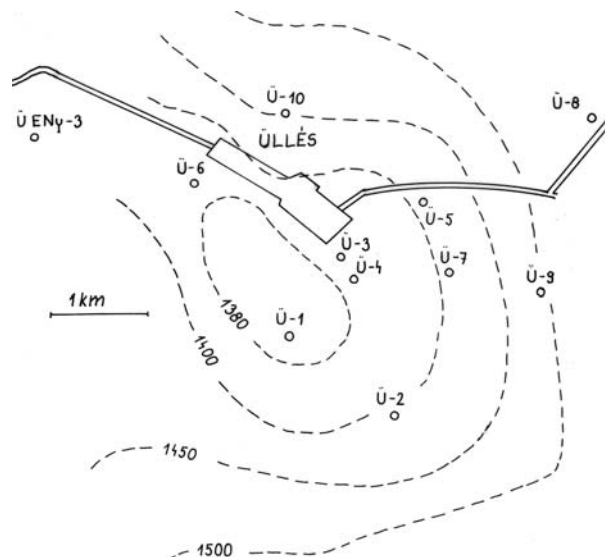
párlat	Szv-7 2280-86	Szv-10 2386-93	Szv-11 2308-14	Szv-12 2288-95
fajsúly 20 °C	0.8000	0.7651	0.8522	0.7687
dermedéspont °C	-13.50	-21	+17	-30 alatt
jelleg	intermedier	paraffin	naftén	paraffin
benzintartalom s%	40.70	65.03	19.48	61.43
petróleum	17.20	23.19	32.61	31.61
gázolaj	10.50			
maradék	31.30	11.08	47.28	6.83
veszteség	0.3	0.70	0.40	0.13

## 14. Üllés

Az üllési kutatási területről az első mélyföldtani adatokat a Geofizikai Intézet 1941 évi Eötvös-ingás mérései szolgáltatták. Sándorfalvától DNY-ra a Madaras-Tompa magas rögvonulat folytatásában DK-felé emelkedő medencealjzatot jeleztek. A környék régebbi átnézetes geofizikai méréseit Ferencszállás, Sándorfalva területeknél ismertették. Az üllési alaphegység kiemelkedést határozottan jelezték a SzKÜ 1959-62 évi felderítő jellegű szeizmikus mérései, amelyeket 1962-ben részletesebb mérésekkel egészítettek ki. Ennek alapján tűztük ki az Ü-1 mélyfúrást, az akkor ismert szeizmikus kiemelkedés tetővidékére, a 2/62 szeizmikus csoportnak ZSITVAY Szilárd által szerkesztett "előzetes szeizmikus térképe" szerint.



34. ábra. Üllés gravitációs maradékanómia-térképe.



35. ábra. Üllés előzetes szeizmikus térképe az első tíz kutatófúrással. Szerkesztette Zsitvai Sz., 1961 VII.

*Mélyfúrási tevékenység*

Az Ü-1 mélyfúrást 1962 máj. 18-án kezdtük mélyíteni, és a 2197-2201 m közötti bádani konglomerátumrétegek vizsgálatakor napi 4,4 m<sup>3</sup> dugattyúzható kőolajat termelt, kevés gázzal. Később az 1164-1166,5 m-ben levő felsőpannon homokkőből 6 mm-es fűvőkán napi 73 m<sup>3</sup> kőolaj és 11.000 m<sup>3</sup> gáz jelentkezett. Ezzel megindult a felderítő és lehatároló kutatófúrási tevékenység.

Az Ü-2 fúrás az előbbtől DK-re mélyült, 1400 m-re, mely a bádani rétegek felszínét mélyebben találta és csak vizet adott. Az Ü-3 fúrás az Ü-1-től ÉK-re, 1 km-rel a szeizmika alapján vártnál magasabb helyzetben érte el a bádani rétegeket, ahonnan 1963 jan. 3-án olyan olaj-gáz-melegvíz kitörés jelentkezett, hogy a fúrás tönkrement. Az Ü-4 fúrás az Ü-3 helyett, tőle DK-re 300 m-rel mélyült, de 2000 m-ben elérve a bádani rétegeket, ugyanúgy járt, mint az Ü-3 fúrás, a gázos-olajnyomos vízbetörés miatt föl kellett számolni. Az alsópannon márga, mészmárga jól záródó rétegei alatt 60 %-os túlnyomás jelentkezett, ez okozta a két fúrásnál a vadkitörést.

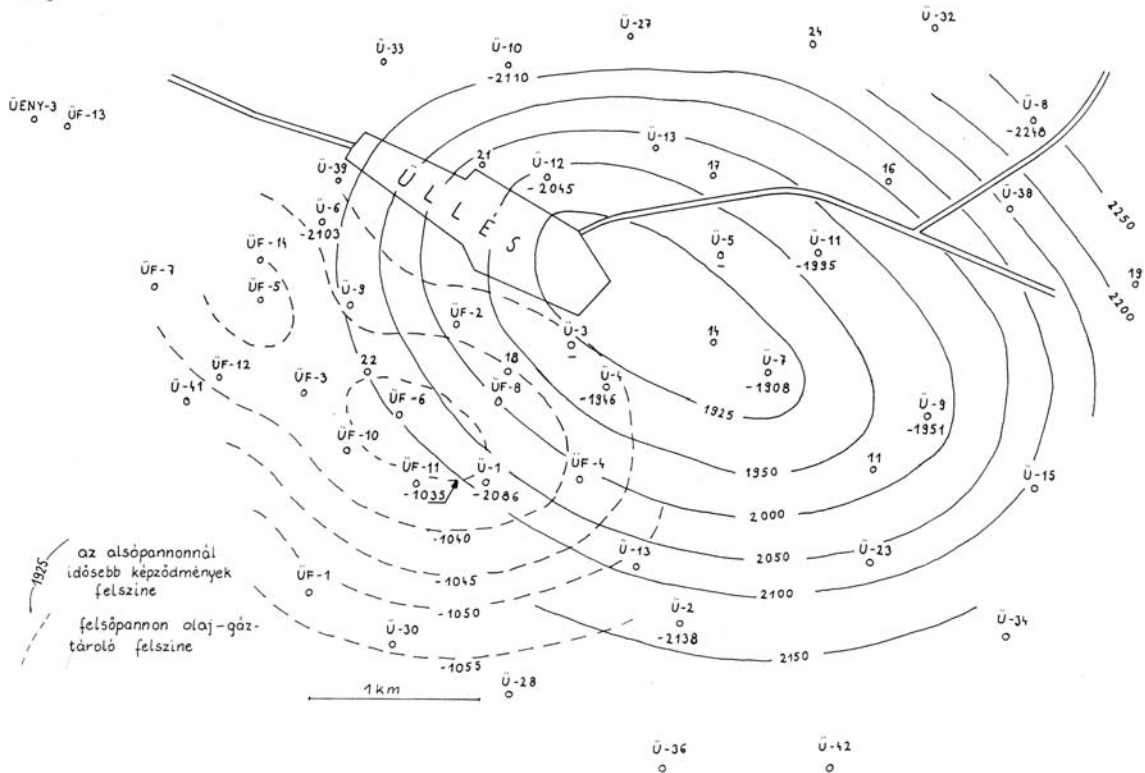
A fúrásadatok szerint nyilvánvalóvá vált, hogy a szerkezet tetővidéke a szeizmikus kiemelkedéshez képest ÉÉK-felé eltolódott. Ennek megfelelően az Ü-5 fúrást az előbbtől 1000 m-rel ÜK-re tűztük ki. Ez a fúrás az alsópannonban 1823-24 m-ben 182,8 atm nyomású (és 118° hőmérsékletű) gáztelepet talált, ezért nem mélyítettük tovább. Rétegvizsgálathoz 6 mm-es fűvőkán napi 66.000 m<sup>3</sup> gázt és párlatot adott ebből az újonnan megismert telepből. Az Ü-6 a kutatási terület ÉNY-i részén a feltételezett csapásirányban mélyült. A bádani tetőt az Ü-1 fúrástól kissé mélyebben helyzetben találta és csak olaj-gáznyomos vizet adott. Az Ü-7 fúrás az Ü-4-től K-re 1 km-rel magas szerkezeti helyzetben a bádani rétegsorban gázt talált, 10 mm-es fűvőkán napi 73.000 m<sup>3</sup> túlnyomásos gázt és párlatot termelt. Az Ü-8 fúrás az Ü-5-től 2 km-rel K-re mély helyzetben meddő lett.

Már az első kutatófúrások feltárták a felsőpannon alján levő *Üllés-Felső* (ÜF)-nek elnevezett földgázelőfordulást. További fúrások szerint az ÜF és az alsópannon-bádani telepek nem fedik egymást, hanem az előbbi DNY-ra eltolódott az utóbbihoz képest (36. ábra). Ezért *ÜF-néven* külön 14 db kutatófúrás mélyült a felsőpannon gáztelepekre.

Az első kutatási szakaszban az Ü-fúrások a bádani-kárpáti vastag durvatörmelékkes összletben álltak meg, amely még CH-tároló, tehát a kutatás nem volt befejezettnek tekinthető, nem fűrtük át a tárolásra alkalmas rétegeket teljesen. A bádani rétegek felső részén jelentkező nagy túlnyomás gátolta a kutatófúrásokat, és a fűróberendezésekre nagyobb szükség volt Algyőn. Később tapasztaltuk, hogy az egyes gáztelepekből kitermelt gáz mennyisége meghaladja a hézagterefogat alapján számított volumetrikus készlet nagyságát, lényeges nyomásesés nélkül, ami a mélyebb gáztárolókból való utánpótlódást bizonyította. Így az Ü-7 kút 1966 májusától 1974 végéig 156 millió m<sup>3</sup> gázt termelt, lényeges nyomáscsökkenés nélkül, holott számított készlete csak 144 millió m<sup>3</sup> volt. Ezért 1971—72 években végzett részletes szeizmikus mérések után 1975-ben kezdődött a mélyebbre hatoló kutatás *Üllés-Mély* (ÜM) néven. Először az Ü-14 fúrás érte el a középsőtriász medencealjzatot.

Az 1983 év végéig összesen 68 fúrás mélyült. Üzemi geológusok BALLA Kálmán, T. KOVÁCS Gábor, PIKÓ József, MAGYAR László váltották egymást. Az üllési fúrások földtani adatait a 25. táblázat tartalmazza.





36. ábra. Úllés kőolaj-földgázmező térképe.

25. táblázat. Az üllési fúrások földtani adatai.

Fúrás	Fa.	Q.	L.	Fp.	Ap.	Bádeni	Triász	Krist.	Megjegyzés
Ü-1	109,5		480	1314	2195	(2273)	-	-	ol. fg.
-2	106,9		486	1350	2245	(2535)			víz
-3	108	306	460	1300	(2066)				gázkitörés
-4	106,3	305	468	1305	2052	(2090)			"
-5	105,78	318	480	1343	(1824)				gáztermelő
-6	108,38	297	486	1313	2211	(2300)			víz (olajny.)
-7	105,78	315	472	1324	2014	(2016)			gáz
-8	101,5	360	515	1519	2349	(2500)			víz
-9	103,63	322	481	1381	2055	(2250)			
-10	104,84	110	315	1455	2215	(2236)			
-11	105,85			1409	2101	(2273)			
-12	105,64	102	490	1360	2151	(2280)			
-13	108,5								
-14		107,14	128	487	1411	1985	2229	(2238)	
-15	103,53			1480	2228	2616	2693	(2826)	
-16	103,94	132	554	1482	2172	2255	2445	(2591)	
-17	105,58			1412	2074	2490	2707	(2861)	gáz
-18	103,21			1556	2143	2519	2934	(3020)	olaj
-19	100,94			1560	2328	2852	-	(2950)	"
-20	108,25		474	1400	2098	2376	2673	(2943)	gáz
-21	107,28		438	1412	2171	2495	(2888)		olaj
-22	109,91		370	1500	2232	2898	3143	(3204)	
-23	100,09		522	1420	2164	2449	2694	(2900)	
-24	104,9			1533	2271	2435	(2900)		olaj
-25		370		1688	2560	3011	-	(3270)	
-26	106,89			1439	2127	2522	2934	(2953)	
-27	106,14			1455	2268	2765	3221	(3300)	
-28	108,53			1416	2341	2990	3340	(3400)	
-29		111,46			1422	2295	3050	(3314)	
-30		111,50			1454	2395	(3469)		

### Rétegsor

Negyedidőszaki képlékeny homokos agyag, homok, aprókavicsos homok, sárga-barna, limonitos eres-foltos, mészkonkréciós rétegek. Felső részén homokos mészkő, mészhomokkő padok vannak. Pliocén puha, szívós kék agyag, finomszemű homok, mészkonkréciókkal, aprószemű kavicsos lencsékkel. Felsőpannon elhatárolása bizonytalan (a kavicsos betelepülések megszűntétől számítják), homokos mészkonkréciós agyag, finomszemű homokrétegek sűrűn váltakozva, lignites, növényi lenyomatos csíkok. Az alján márgás homokkő és agyagmárga, finomszemű homokkő rétegek, ezek közt olaj- és gáztárolók vannak. Az alsópannon felső része szürke homokpados agyagmárga, mélyebben márgás homokkő csíkokat-lencséket tartalmaz (Szolnoki Formációnak megfelelő rétegek). Alatta 200–300 m vastag sötétszürke agyagmárga (Nagykőrüi Formáció), alsó részén világosabb sárgásszürke márga-mészmárga, homokkő csíkokkal (az Ű-5 fúrásban gáztároló.). Az alsópannon alján bazaltagglomerátum és tufa rétegek vannak, mészmárga közbetelepülésekkel (Ű-36).

Az alsópannon alatt diszkordánsan bádeni agyag, agyagmárga, homokkő és konglomerátum következik. Főleg kvarckavicsok, csillámpala törmelék, sötétszürke kvarc, kevés vörhenyes dolomit és szürkésvörös homokkő gyengén osztályozott törmeléke, néhol alig koptatott, breccsaszerű. Néhol a kavicszemek ritkulásával homokkőbe megy át. Mélyebb részén zöldesszürke agyag, agyagmárga rétegek vannak. Előfordul a rétegsorban tufás-breccsás konglomerátum is. Az alján vörhenyes és sötétszürke agyagos breccsa fordul elő. A márga zavart településű, sok csuszamlási lappal, 30–50°-os rétegdőlésűekkel. Felső része gazdag tengeri bádeni faunát tartalmaz, alsó része már kárpáti is lehet. Régebben a rétegsor alsó, őslénymentes részét flisnek is véltük, főleg tektonizáltsága, a kiskunfélegyházi fúrás hasonló rétegsorával párhuzamosítás és néhány bizonytalan, paleogénnak vélt őslény alapján.

A bádeni-kárpáti rétegsor alatt diszkordánsan triász rétegek következnek. Vastagsága kb. 460 m. A felső része valószínűleg ladini tarka agyagkő, mészmárga és dolomitmárga, vörhenyes, sötétszürke mészkővel. Alatta feltételezhetően anizuszi sötétszürke breccsásodott dolomit, fekete és vörös palás agyagkő, valamint zöldesszürke dolomitmárga váltakozik. Korjelző fauna nem került elő.

Mindezek alatt alsótriászba helyezett vörös homokkő, rózsaszínű, lilásvörös, zöld és fehér kavicsos, durvaszemű homokkő, felső része agyagos-palás zöldesszürke dolomitmárga réteges. A feltárt vastagsága 87 m.

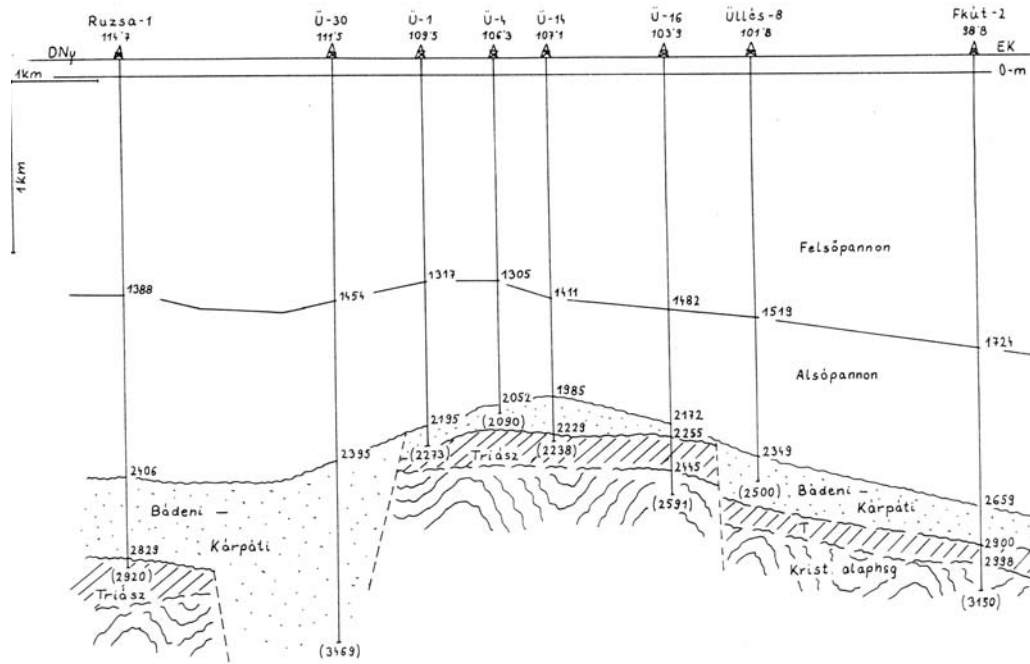
Újabb diszkordancia után metamorf közettörmeléket tartalmazó fekete agyagpalák következnek, amit hasonlóság és SZEPESHÁZY után karbon korinak véltünk.

Végül diszkordancia után prekambrium-ópaleozoós korú átalakulást szenvedett gneisz-csillámpala sorozat következik, melyben vékonycsiszolatban látható, hogy a plagioklász szericitesedett, a biotit kloritosodott, a kőzetet gyenge zöldpalás retrográd átalakulás érte, milonitosodással. Milonit, ultramilonit, fillonit keletkezett. Utóbbiban kovapásztás, szericites, palás alapanyagban kvarcorsók vannak (MESZÉNA B.).

### Szerkezeti viszonyok

Az üllési kutatási terület a Ny-felé magasabb medencealjzati rögvonalat: Tompa, Pusztamérges, Öttömös és a szegedi mély süllyedék között K-re lejtő medencealjzaton magasabban megmaradt rög. Itt két, K-re mélyülő gerincszerű vonulat van, az egyik Üllés–Forráskút, Sándorfalva irányában húzódik, a másik Üllés–Délkelet, Dorozsma és Szeged medencealjzati mélyvonulat. E kettő találkozásánál viszonylag legmagasabban van az üllési medencealjzati rög.

Az üllési rög nagyon igénybevett, bonyolult szerkezetű prekambriumi-ópaleozoós *kristályos* képződményekből áll, lepusztult felszínén kevés, *karbonba* helyezett lepusztulási maradékként sötét agyagpalák, breccsák vannak. Ez a *permben* kiemelkedett és lepusztult. Az *alsótriászban* fokozatosan elöntötte a tenger: először még vörös, sivatagi folyami homokkő, tarka agyagok, majd dolomitmárgák keletkeztek, később uralkodóvá vált a tengeri mészkő és dolomit. A *középsőtriászban* az előnyomuló tenger üledékeit találjuk, először anizuszi tarka palák, agyagkő, dolomitmárga, majd dolomit. Ezen valószínűleg már *ladini* mészkő, dolomitmárga, tarka agyagkő, regresszív rétegsor következik. A *felsőtriász*, *jura* és *kréta* képződményeit ezen a környéken nem ismerjük, kiemelkedő terület lehetett.



37. ábra. Földtani szelvény üllési fúrásokon keresztül.

Újabb nagy diszkordancia után telepszik a *neogén* vastag durva, majd sekélytengeri *kárpáti-bádén*i törmelékes üledéke, távolabbi vulkáni működés finomszemű szórt anyagával keveredve. A kárpáti-bádén i üledék helyenkénti nagy vastagsága, az árokszerű süllyedések nagy mértékét bizonyítja.

A *szarmata* emelet idején a terület rövidebb időre kiemelkedett és lepusztult. Az idősebb képződményeket diszkordánsan takarják az *alsó-* és *felsőpannon* beltengeri, majd kiédesedő medencefeltöltő *delta* és *tavi* üledékei, a pliocén tavi, folyami, végül a negyedidőszaki folyami, szárazföldi *eolikus* üledékei.

A triász képződményeket fedő neogén üledék a medencealjzat kiemelkedő rögét laposan települt boltozatként fedi. Figyelemre méltó az alsó- és felsőpannon közötti enyhe diszkordancia, amelynek folyamán a felsőpannonban a neogén medencealjzatának a kiemelkedésétől DNY-ra kisebb lapos felboltozódás keletkezett. Az egymástól eltolódott helyzetű felboltozódásokat a szeizmikus mérések jelezték.

A szerkezeti viszonyok alkalmasak voltak nagyobb kőolaj- és földgázfelhalmozódások létrejöttére a pannon-pliocén folyamán, miután a csapdák kialakultak.

#### *Kőolajföldtani eredmények*

Üllésen az első fúrással 1962 évben fölfedezett kőolaj- és földgázelőfordulás végeredményben öt telepcsoportra oszlik, ezek a következők:

1. Felsőpannon homok tárolórétegekben kőolaj- és földgáztelepek, *Üllés-Felső* telepcsoport.
2. Alsópannon homokkőben földgáztelep.
3. Bádén i homokkő-konglomerátumban gázsapkás kőolajtelep és szabad gáztelep.
4. Triász dolomitbreccsában és homokkőben lévő telep.
5. Prekambriumi és ópaleozoós repedezett kristályos palában szabad gáztelep.

Az *Üllés-Felső* telepeket (ÜF) 1963 novemberben ismertük meg, az Ü-1 fúrásnak 1164–1166,5 m-ben végzett rétegvizsgálatával. (A felsőpannon homokkő olajat és gázt termelt, mint említettük.) Mivel a telepet tartalmazó felsőpannon homokkő lapos felboltozódása DNY-felé eltolódott helyzetű, az alaphegység és a többi olajos, gázos szinttel nincsenek fedésben. ÜF-néven összesen 14 fúrás mélyült erre a szintre. Ezek a fúrások három olajos és négy gázos lencsét találtak.

Az *alsópannon* alján az Ü-5 fúrás talált gáztároló finomszemű csillámos homokkőrétegeket, 1810–1817,5 m közt. A telep kis kiterjedésű, a homok elmárgásodott. Kevés kőolaj, oldott gáz és szabad gáz tartalmú.

A *bádén i* homokkő-konglomerátumban az Ü-1 fúrás talált nagyobb kőolaj- és földgázelőfordulást. Ez a szint 60 %-os túlnyomásos (az Ü-7 fúrásban 2002 m-ben 322 atm nyomást és

134 °C hőfokot mértek). Ezt a szintet több fúrás föltárta és termeli, kőolajat, oldott gázt és szabad gázt tartalmaz.

Az Üllés-Mély kutatással föltárt *triász* dolomitbreccsában és a *kristályos palák* felső repedezett-mállott részén kőolaj, olajban oldott- és szabad földgáz tekintélyes mennyisége halmozódott fel.

Az üllési kőolaj- és földgáz összetétele kedvező (26. táblázat).

További kutatási lehetőség jelenleg nincs, a szerkezetet föltárták a fúrások a kristályos alaphegység felső részéig, a környező kutatófúrások a lelőhely környékét is felderítették, mint: Üllés-ÉNY, Üllés-DK, Ruzsa stb. néven.

26a. táblázat. Az üllési kőolaj és földgáz összetétele.

	Ü-1	Ü-5	Ü-7	Preneogén
Földgáz	(Bádeni)	(alsópannon)		telepek
	2197-2201 m	1823-24 m	2009-16,5 m	
Metánádeni	85,64	89,04	80,61	79,17
Etán	2,68	7,91	1,50	3,72
Nehezebb CH	4,28	3,11	6,55	6,11
CO <sub>2</sub>	3,92	2,42	7,80	8,57
N <sub>2</sub>	3,48	2,52	3,54	2,43

Kőolaj	Ü-1 (Bád)	Ü-17 (Bád)	Ü-26	Párlat	Ü-1 (ÜF)	Ü-6 (ÜF)
	2197-2201 m	2164-71 m	2360-68 m		1164-66 m	1165-66 m
Fajsúly 20 °C-on	0,8565	0,8394	0,8352		0,745	0,740
Viszk. cSt/38 °C	10,7	-	-			
" /50 °C	7,4	6,35	4,94			
" /60 °C	-	4,74	4,11			
Dermedéspont °C	+22	+15	+32			
Jelleg	int.	par.	par.		par.	par.
Benzin tart. s. %	14,81	23,67	11,83		73,79	73,61
Petroleum s. %	16,40	18,69	15,35		16,05	16,91
Maradék s. %	68,68	57,47	72,66		9,72	9,0
Veszteség s. %	0,11	0,17	0,16		0,44	0,48

26b. táblázat. Üllési geotermikus adatok.

Fúrás	Mélység	Hőmérséklet	
	m	°C	m/°C
Ü-1	2050	125	17,82
-5	1823	118	16,87
-7	1998	129	16,78
-7	2002	134	14,14

## 15. Üllés-ÉNY

Üllés környékének a kutatásával folytatjuk, mert időben összefonódtak. A régebbi *gravitációs* mérések Ülléssel azonosak. Üllés kutatásának keretében említett 1959–1961 évi GKÜ átnézetes *szeizmikus* szelvény szerint a visszaverő felületek ÉNY-felé emelkednek (68/B jelentés). Ennek vizsgálatára mélyült az Ü-ÉNY-1 fúrás. Újabb szeizmikus mérés szerint (81. jelentés) az első fúrás egy DK-felé süllyedő, pihenő jellegű terület oldalára esik, melynek magasabb része ettől a fúrástól 3 km-rel NY-DNY-ra van. Itt a pannonnál idősebb felszín 250–300 m-rel magasabban várható. Ennek vizsgálatára mélyült az Ü-ÉNY-2 fúrás.

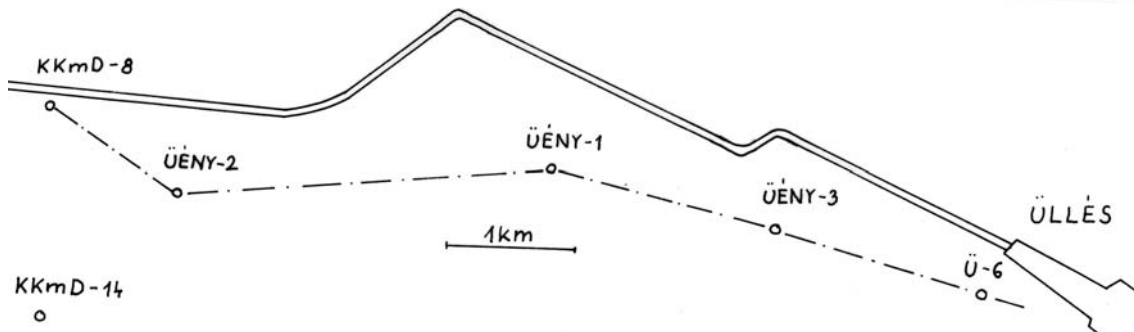
### Fúrási tevékenység

Az Ü-ÉNY-1 fúrás 1965 április 10 és július 19 közt 2400 m-ig mélyült, a bádeni rétegekben állt meg. Mivel a bádeni rétegeket reménytelenül mélyen találta, ezért befejeztük. Az Ü-ÉNY-2 fúrás 1969 június 5 és szeptember 15 közt 2160 m-t ért el, amfibolitban állt meg. Az Ü-ÉNY-3 fúrás 1979–80

években, 3500 m-ben, gránitban végződött. Üzemi geológus VADÁSZ Ernő és dr. MAIER István voltak. A fúrások főbb földtani adatait a 27. táblázat tartalmazza.

27. táblázat. Az Ü-ÉNY terület főbb földtani adatai.

Fúrás	Fa.	Q.	L.	Fp.	Ap.	Bad.	Cr <sub>3</sub>	Krist.	Megjegyzés
Ü-ÉNY-1	110,	133	460	1260	2294	(2400)			gázny.
-2	117,4	121	480	1222	2000	2030	2138	(2160)	"
-3	111,1	298	645	1407	2330	3005	3395	(3500)	



38. ábra. Üllés-Északnyugat fúrások térképvázlata.

### Rétegsor

A negyedidőszaki, a pliocén és a felsőpannon azonos az üllésivel. Az alsópannonban elkülöníthető kőzetrétegtani szintek az Ü-ÉNY-2 fúrásban: 370 m vastag homokpados agyagmárga (Algyői Formáció), alatta a Szolnoki Homok Formáció, a Nagykörű Agyagmárga Formáció, mely itt 250 m vastag és lefelé átmegy a Tótkomlósi Mész márgába.

Az alsópannon diszkordánsan bádeni rétegekre települ. Ennek felső része szürke agyagmárga, mészmárga, gazdag tengeri faunával, mélyebben karbonátos kötőanyagú homokkő, konglomerátum következik.

Nagy diszkordancia után itt az Ü-ÉNY-2 fúrásban megvan a felsőkréta márga, ez barnásszürke, kemény, helyenként kőzetlisztes. Mélyebben homokkőbe megy át, mely karbonátos kötőanyagú, rétegetlen és finomszemű. A márgás rétegek gazdag felsőkréta foraminifera faunát tartalmaznak: *Globotruncana arca*, *Verneuilina bronni*, *Anomalina complanata*, *Eponides karreri*, *Gaudryina rugosa* stb. Az Ü-ÉNY-3 fúrásban a kréta felső része homoklisztes agyagmárga és homokkő, alsó része 230 m vastag polimikt alapkonglomerátum, főként kristályos pala törmelékből. SZENTGYÖRGYI K. (1982) a *turon* emeletbe helyezi.

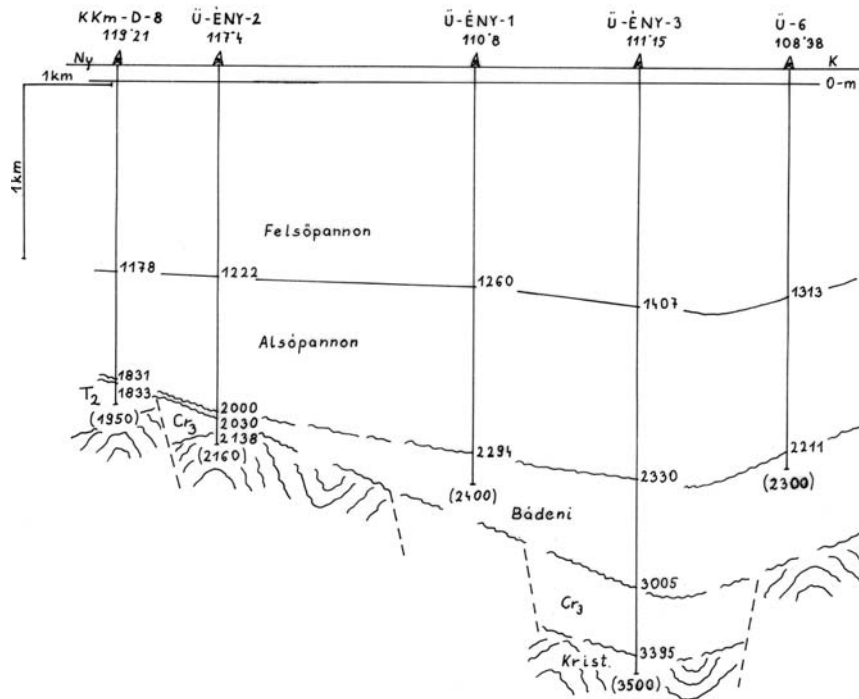
A felsőkréta alatt diszkordánsan a kristályos alaphegységet találjuk. Az Ü-ÉNY-2 fúrásban amfibolit van, kemény, sötét zöldesszürke kőzet, kevés porfiroblasztos beágyazással. Csiszolatban amfibol kristályszövedékben földpát, szericites plagioklász, biotit, epidot és kalcitkristályok látszanak. Amfibolitot ismerünk még Miske, Szank, Öttömös és Kiskunhalas kutatóterületekről is.

Az amfibolit felett csillámpala van, palás szövetű, csiszolatban kvarc, muszkovit, biotit és kevés földpát található, blasztomilonitos részekkel. Az Ü-ÉNY-3 gránit-gneiszben állt meg.

### Szerkezeti viszonyok

A fúrási adatok szerint az alsópannon medencealjzata az Ü-ÉNY-1 fúrásban a legmagasabb helyzetű, ahol már a Kiskunmajsa-Dél szerkezet délkeleti szárnya kezdődik. Innen DK-felé süllyed az alsópannon fekvő felszíne, aztán kezdődik az üllési kiemelkedés. Így a fúrási adatok szerint Üllés-ÉNY-területen bemélyedést találunk az Üllés- és Kiskunmajsa-D kiemelkedések közt. A mélyedést felsőkréta és bádeni üledék tölti ki (39. ábra).

Ez a szerkezeti helyzet kedvezőtlen olaj és földgáz felhalmozódásra.



39. ábra. Földtani szelvény Kiskunmajsza-D, Üllés-ÉNY és üllési fúrásokon keresztül.

#### Kőolajföldtani eredmények

A kedvezőtlen szerkezeti helyzetnek megfelelően csak gyenge gáznyomok jelentkeztek. A gáz összetétele kedvező:

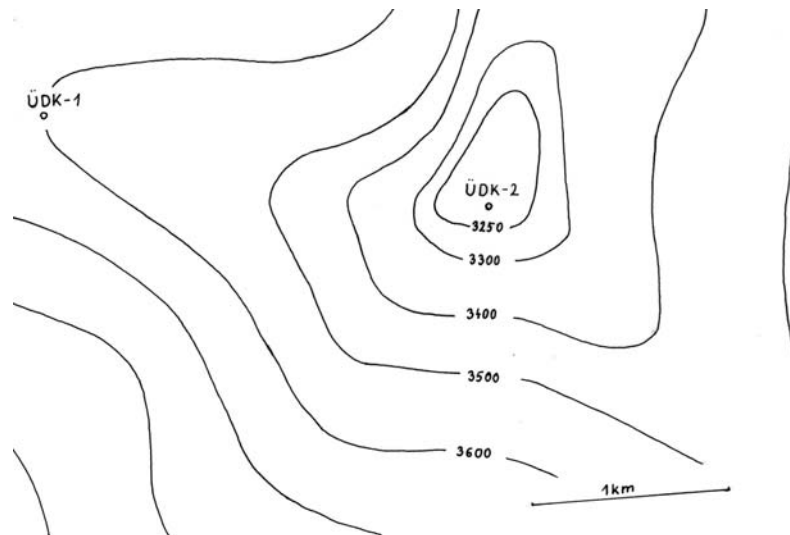
Metán	97,74 t%
Etán	0,45
Nehezebb CH	0,14
CO <sub>2</sub>	0,50
N <sub>2</sub>	1,17
Összesen	100,00

Kőolajnyomokat csak az Ü-ÉNY-2 fúrás 896–899,5 m közti felsőpannon homokrétegében találtunk.

A kutatás folytatása jelenleg nem indokolt. A környéken sok fúrás mélyült Kiskunmajsza-D, Ruzsa, Üllés, Bordány néven, és ezek a lehetőségeket tisztázták.

## 16. Üllés-DK

A régebbi geofizikai mérések ugyanazok, mint Sándorfalva, Üllés, Kiskundorozsma környékén. A Geofizikai Intézet *gravitációs* mérésein itt nem jelentkezik maximum. Az 1959–62 évi *szeizmikus* mérések szerint Ülléstől DK-felé lejtő gerincszerű medencealjzati magas rögvonulat húzódik Dorozsma irányában. Itt egy-egy magas rög és a felette felboltozódó fiatalabb rétegsor alkalmas lehet olaj és gáz felhalmozódásra, ezt a lehetőséget kutattuk. Az 1971–72 évi szeizmikus mérések Do MS-16 jelű szelvényén kiemelkedés jelentkezett, amit 1974-ben részletesebben vizsgáltak, és az alaphegység felszínéről, meg a bádénai valószínű felszínéről mélységterképet szerkesztettek. Ezt a környezetéből kiemelkedő gerincet neveztük Ü-DK-területnek.



40. ábra. Üllés-Délkelet szeizmikus térképe a GKÜ. I-31 jelentés alapján.

### Fúrási tevékenység

A környéken már több fúrás mélyült, 1962-től az üllési, 1964-től a dorozsmai eredményes fúrások adatait ismertük. Az Ü-DK-1 kutatófúrást 1967 ápr. 26-án tűztük ki a rögvonulat egy magasabbnak vélt pontján, 3800 m-re terveztük, 1970 márc. 8 és jún. 20 közt 3703 m-ig mélyítettük. Tíz réteget vizsgáltunk meg, közülük 2532–36 m közötti alsópannon homokkő vizsgálatakor kb. 1 % olajat tartalmazó vizet kaptunk.

Az olajnyomos fúrás pontosabb szerkezeti helyzetének vizsgálatára 1974-ben végzett újabb szeizmikus mérések szerint az első fúrástól 2,3 km-re van a medencealjzat legmagasabb része (40. ábra). Üzemi geológusok VADÁSZ E. és MAGYAR L. voltak. A fúrások adatait a 28. táblázat tartalmazza.

28. táblázat. Az Üllés-DK terület földtani adatai.

Fúrás	Fa.	Q.	L.	Fp.	Ap.	Bad.	Krist.	Megjegyzés
Ü-DK-1	97,44	130	593	1754	3298	3482	(3703)	víz, 1 % olaj
-2	96,70	139	600	1857	3123	3188	(3274)	ol-fg nyom

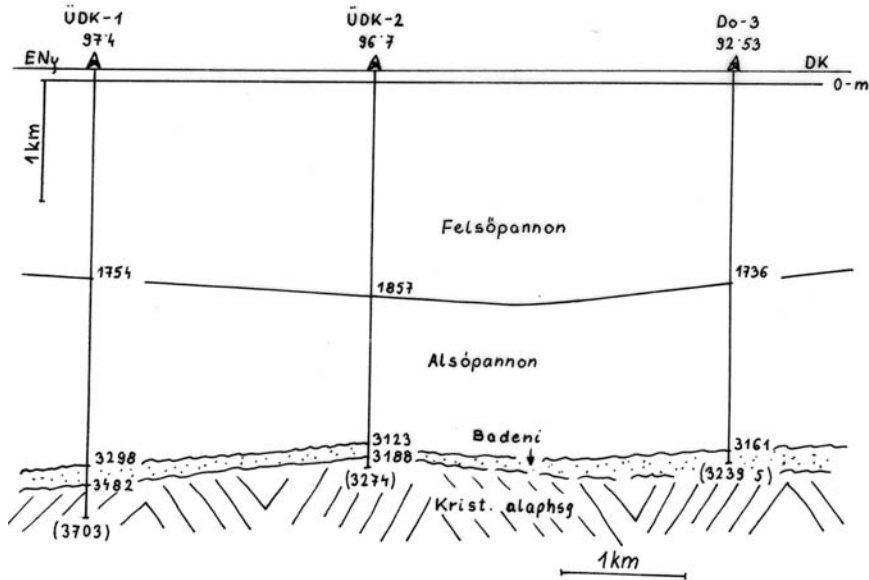
### Rétegsor

Üllés-DK-en a pannóniai és fiatalabb rétegsor azonos az Üllésen és Kiskundorozsmán ismerttetettel. A szarmata jelenlétét bizonyító adat nincs. A bádeni rétegsor préselt kalciteres agyagmárga, kovás agyagkő, kemény rétegzetlen meszes homokkő kissé koptatott kvarckavicsokkal, növényi lenyomatokkal. Csiszolatban metamorf kvarc, csillámpala és gneisz törmelék, muszkovitos klorit ismerhető fel. Gazdag tengeri mikrofaunát tartalmaz. Az alsó része alapkonglomerátum, kvarcit, metamorf kőzet, kevés mezozoós mészkő és dolomit törmelékből. Ennek egy része talán kárpáti.

Diszkordancia után kristályos pala következik, mely az Ü-DK-1 fúrásban aprószemű paragneisz, zöldesszürke, gyengén palás, töredezett kőzet. Csiszolatban ortoklász, mikroklin, muszkovit és biotit, kevesebb klorit ismerhető fel. Alatta kvarcit van, melynek lencsés, orsós, milonitos kvarchalmazai közt kevés szericit van. Végül gneisz, mely sötétbarna, zöldesen sávozott, csiszolatban földpát, kvarc, muszkovit és biotit látható. A kristályos kőzetek fölött világosszürke szericites kvarcit és ennek breccsás törmeléke következik, ami a szálbanálló kőzet elhatárolását megnehezíti. Az Ü-DK-2 fúrás csillámos milonitos gneiszben ért véget, zöldesszürke, kissé palás, zúzott kőzet, repedéseiben kloritot tartalmaz. Csiszolatban főleg finomszemű, szericites-karbonátos anyagban szericitzárványos ortoklász, kvarc csomók, biotit, klorit, sok apró gránát, néhány staurolit és ércek figyelhetők meg (CSONGRÁDINÉ szerint).

### Szerkezeti viszonyok

A két fúrás szerint az átfúrt fiatalabb rétegek DK-re dőlnek, de az alsópannon alja és az ennél mélyebb képződmények kiemelkednek a szeizmikusan kimutatott kiemelkedés tetővidékén, tehát ez a mélyebb szintben valóban megvan. Ez a kiemelt helyzet alkalmas lenne kőolaj és földgáz felhalmozódásra, de a tárolóközet kedvezőtlen, tömött, porozitása, áteresztőképessége csekély. A fiatalabb rétegek szerint magasabb helyzetű Ü-DK-1 fúrás a kiékelődéssel, elmárgásodással záródó alsópannon rétegben talált figyelemreméltó olajnyomokat.



41. ábra. Földtani szelvény Üllés-Délkelet és Dorozsma-3 fúrásokon keresztül.

### Kőolajföldtani eredmények

Az Ü-DK-1 fúrás alsópannon homokkővéből 2532–2536 m mélységből napi 1 m<sup>3</sup> víz volt dugattyúzható, ennek 1 %-a olaj. A kevés beáramlás a nagy mélység és a rétegterhelés okozta kis áteresztőképesség következménye. A kedvezőbb szerkezeti helyzetű Ü-DK-2 fúrás 3239–3246 m-ből, metamorf breccsából dugattyúzással napi 3 m<sup>3</sup>, kb. 20 % olajtartalmú vizet adott, kevés gázzal. A 3211–3216,5 m-es szakaszból kevés éghető gázos olaj jelentkezett. Itt 3065,5 m-ben a termelőcső beszakadt, kimentése nem sikerült, a béléscső is megsérült. A följből végzett rétegvizsgálatok csak kevés sósvizet adtak. Az olajnyomok összetétele a 29. táblázatban szerepel.

29. táblázat. Az Üllés-DK-i olajnyomok összetétele.

Kőolaj	Ü-DK-1	Ü-DK-2	Földgáz	Ü-DK-2
m	2532-36	2239-46		3232-46
Fajsúly 20 °C-on	0,8296	0,8056	Metán	57,08 t%
Viszk. E°/38 °C	1,44	cSt/38 °C 2,85	Etán	6,48
Viszk. E°/50 °C	1,32	cSt/50 °C 2,35	Nehezebb CH	7,78
Dermedéspont °C	+23	+25	CO <sub>2</sub>	24,30
Benzin s%	12,0	21,28	N <sub>2</sub>	4,36
Petroleum	26,14	34,06		100,00
Nehezebb alk.	61,75	44,50		
Veszteség	0,11	0,16		
	100,00	100,00		

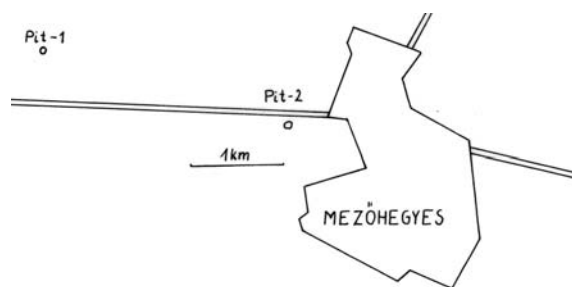
A kőolajföldtani kutatási eredmény tehát kevés, de nem tekinthető befejezettnek. A fúrások bizonyítják, hogy a szegedi mély medence felől Ny-ra határos Madaras–Tomba–Öttömös környéki magasan kiemelkedő medencealjzat felé kiékelődő rétegekben és a magasabb rögök felett felhalmozódási



őv lehetséges. A fúrások mély helyzete miatt a rétegerhelés csökkentette annyira az agyagfrakciót tartalmazó rétegek porozitását, áteresztőképességét, hogy tárolóképességük kedvezőtlen. További kutatás a jelenlegi eszközökkel nem látszik kedvezőnek, de tökéletesítésükkel gazdaságossá válhat.

## 17. Pitvaros

Az üllési kutatások évében került sor a mezőhegyesi olaj- és gáz előfordulás Ny-felé való továbbkutatására, az 1957–58 évi szeizmikus mérések alapján (56. jelentés). Itt gyengén jelentkező gerincszerű alakulaton mélyült két felderítő kutatófúrás 1962 szept. 15 és 1963 jan. 20 között. Később 1980-ban *Pit-D-1* néven mélyítették még egy fúrást. A fúrások földtani adatait a 30. táblázat tartalmazza.



42. ábra. Pitvaros kutatófúrások helyszínrajza.

30. táblázat. A pitvarosi fúrások főbb földtani adatai.

Fúrás	Fa.	Q.	L.	Fp.	Ap.	Bádeni	Krist. alap	Megjegyzés
Pit-1	97,8	117	372	1143	1862	-	(1875)	vizes
Pit-2	102,0	133	385	1184	1603	-	(1620)	"
Pit-D-1	90,1	105	610	1418	2557	2604	(2690)	"

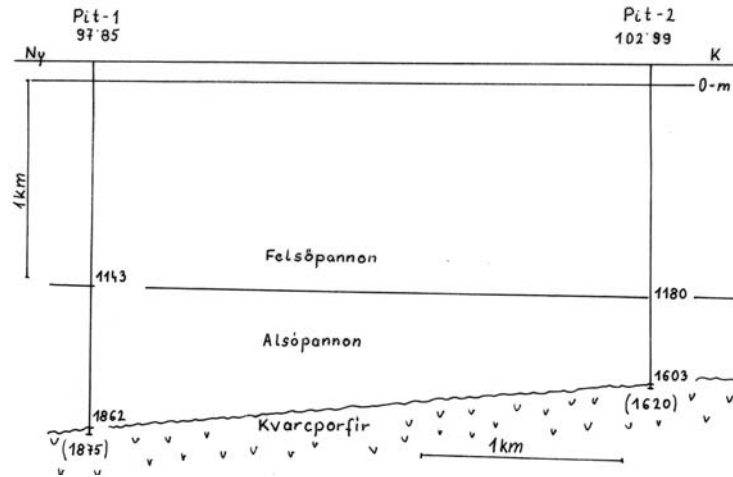
### Rétegsor

A negyedidőszaki, a pliocén és a pannóniai rétegsor csaknem azonos a K-re szomszédos mezőhegyesivel, de vastagabb kifejlődésű és Ny-felé vastagodó. A rétegsorba újabb homokrétegek kapcsolódnak be, melyek K-felé, a battonya-tótkomlói magas rögvonulat oldalán kiemelkednek. Főleg a *Pit-1* fúrás harántolt az alsópannonban több kedvező porozitású és áteresztőlépességű homokréteget, de ezek vizet tartalmaznak.

Az alsópannon rétegek vagy alapkonglomerátummal közvetlenül a kristályos alaphegység lepusztult felszínére, vagy bádeni rétegekre (*Pit-D-1*) települtek. A bádeni kifejlődése itt oolitos mészkő, agyagmárga, márga és homokkő-konglomerátum.

A kristályos alaphegység a Pit-1 és -2 fúrásban kvarcporfir. Ez itt szürke, zöldesszürke vagy ibolyásszürke kemény kőzet, porfiros szövetű: hipokristályos alapanyagban kvarc, földpát és csillámkristályok ágyazódtak. A kőzet utólag hasadékos, töredezett.

A Pit-D-1 fúrásban gránit, gránitgneisz fordul elő, mely a battonyaival azonosítható. A kőzet szürke, egyenletes durvább szemű, benne földpát, kvarc, biotit, muszkovit ismerhető fel.



43. ábra. Földtani szelvény Pitvaros-1 és Pitvaros-2 fúrásokon keresztül.

#### *Szerkezeti viszonyok*

Pitvaros kutatási terület a Battonya–Tótkomlós magas rögvonulat Ny-i oldala, Ny-ra dőlő és vastagodó neogén rétegsorral, melyben K-felé kiékelődő homokrétegek vannak. A medencealjzat Ny-ra mélyülő, belső szerkezete bonyolult és ismeretlen.

A kiékelődő áteresztőképes rétegek alkalmasak lehetnek olaj és gáz tárolásra.

#### *Kőolajföldtani eredmények*

A kutatófúrások csak gyenge földgáznyomokat találtak. További kutatás a mainál hatékonyabb módszer alkalmazásával gazdaságos lehet.

## 18. Mindszent

Mindszenti “paraméter” fúrás tulajdonképpen nem olajkutató, a kutatási terveinkben nem szerepelt. Kitzézésekor a gravitációs mérések 1962 évi kiegészítése állt rendelkezésre, a helyi szerkezeti viszonyok ismeretlenek voltak. Létesítését csak távoli eredményekkel indokolták (Üllés, Szank stb.), a valódi cél hévíz termelés volt, az akkoriban szokásos felsőbb utasításra.

#### *Fúrási tevékenység*

A Mindszent–1 fúrás a mindszenti templomtól 130° irányban 2900 m és a Szegvár templomtól 194° irányban 8700 m-re helyezkedik el. A helyét nem geológusok jelölték ki. Lemélyítése 1964 nov. 11 és 1965 jan. 15 közt történt, 2555 m-ig, az alsópannonban hagyták abba. Az üzemi geológus munkát KURUCZ Béla látta el.

#### *Rétegsor*

Negyedidőszaki 212 m-ig, mely vastag homok, kavics, kavicsos homok, kék, sárga agyag. Pliocén 890 m-ig, tarka agyag, sárgacsíkos, lignites, barnás, vörhenyes agyag, agyagmárga, meszes konkréciók és világosszürke homokpadok. Felsőpannon 2255 m-ig, homokos agyag és agyagmárga, agyagos homok, sűrűn váltakozó rétegek. Alatta vastagabb homokrétegek, szürke, kékesszürke agyagmárga rétegekkel váltakozva. Alsópannon 2555 m elért mélységig, szürke, sötétszürke agyagmárga rétegek, világosabb szürke homokrétegekkel.

#### *Szerkezeti viszonyok*

A helyi szerkezeti helyzetet az egyetlen és befejezetlen fúrás nem tisztázta. A fúrás környéke a makó–hódmezővásárhelyi árok É-i szélé, nagymélységű medenceterület. Erre utal az átfúrt felsőpannon

nagy vastagsága, mely itt 1425 m. Alatta szintén vastag bádeni üledék várható, amelyet itt nem harántoltak.

#### Kőolajföldtani eredmények

Az ismeretlen helyi szerkezeti viszonyok kőolaj- és földgáz felhalmozódásra nem bizonyultak alkalmasnak. Több homokréteget megvizsgáltunk, de a mély rétegek – a fedőrétegek nagy rétegyomása következtében – tömöttek, áteresztőképességük csekély. Legfeljebb napi  $720 \text{ m}^3$   $93^\circ\text{C}$ -os vízbeáramlást adtak. A réteghőmérséklet 2472 m-ben  $107^\circ\text{C}$ , ami  $25,5 \text{ m}/^\circ\text{C}$  gradiensnek felel meg. A rétegvizsgálatokkor maximálisan  $396 \text{ m}^3/\text{nap}$  éghető gáznym jelentkezett.

*Továbbkutatásra* a környező terület alkalmas, de a kutatófúrások kitűzéséhez korszerű, részletes szeizmikus mérésekre van szükség. Valószínű azonban, hogy a mély neogén árok a szénhidrogének vándorlási tápterületének tekinthető, mintsem nagyobb tömegű felhalmozódási övezetnek.

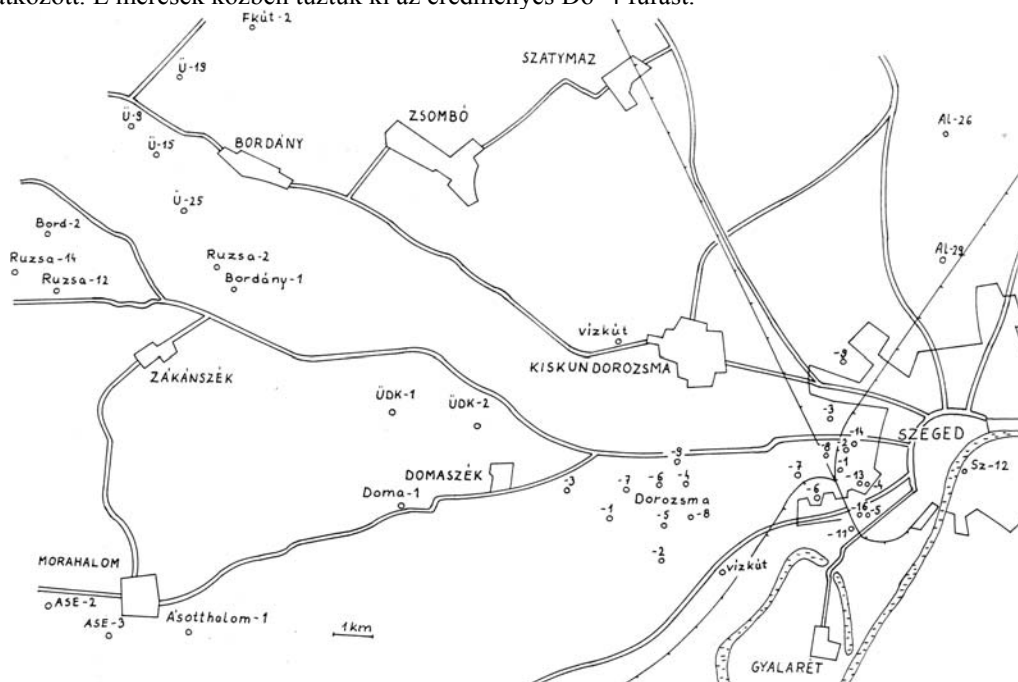
Megjegyezzük, hogy a község szélén lemélyült két fúrás állandó magmintavétellel a Földtani Intézet számára: a Mindszent–1 1968 okt. 22 és 1969 ápr. 11 közt 500 m mély, a Mindszent–2 1962 jún.5 és 1970 márc.11 közt 1500 m-t ért el a felsőpannon rétegekben. Ezek nagyon részletes, korszerű vizsgálatát az Intézet szakemberei végezték el.

### 19. Kiskundorozsma

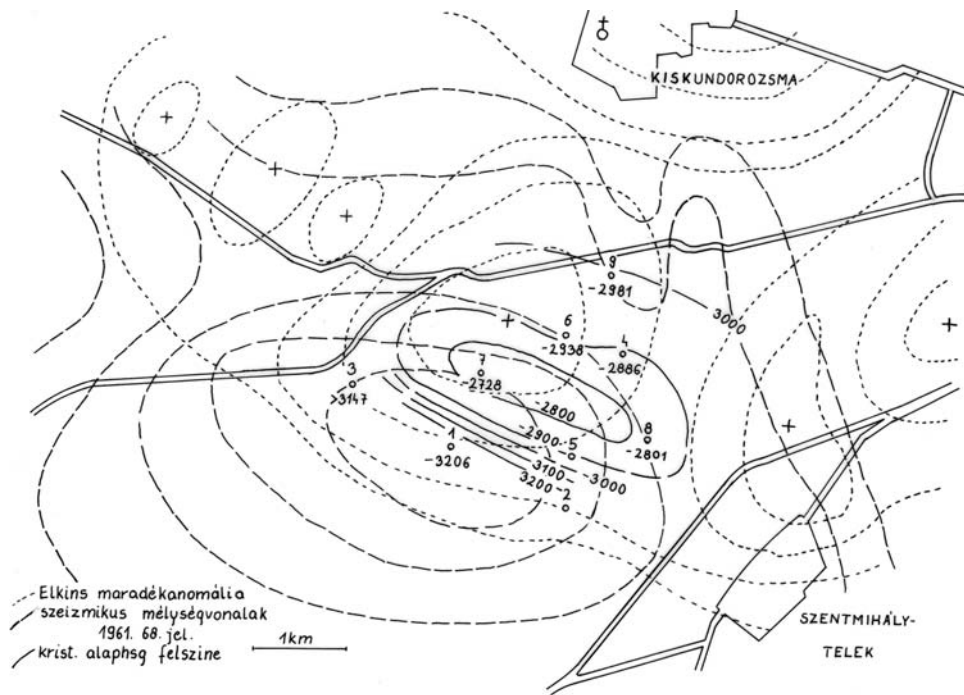
Az első mélyföldtani adatokat az 1941–42 évben a Manát megbízásából a Geofizikai Intézet *Eötvösingás* mérései szolgáltatták. Dorozsmától É-ra a nagy sándorfalvi gravitációs maximumot találjuk, majd DK-felé az Algyő–Ferencszállás maximum vonulatban folytatódik. A Kiskundorozsma–Horgos közötti nagy minimum terület felől emelkednek az értékek Sándorfalva felé, és ezen a Geofizikai Intézet Elkins-féle számításai szerint másodlagos maradékanomáliaként maximum volt kimutatható.

Az SzKÜ 1958–61 és 1968–69 években Kistelek–Ferencszállás közötti területeken végzett *szeizmikus* méréseket, és Dorozsmától D-re kiemelkedést talált a feltételezett alaphegység felszínén (68. jelentés). A szeizmikus kiemelkedés tetővidéke a gravitációs maradékanomáliától D-re, mintegy 1,5 km-rel eltolódva jelentkezett (44. ábra).

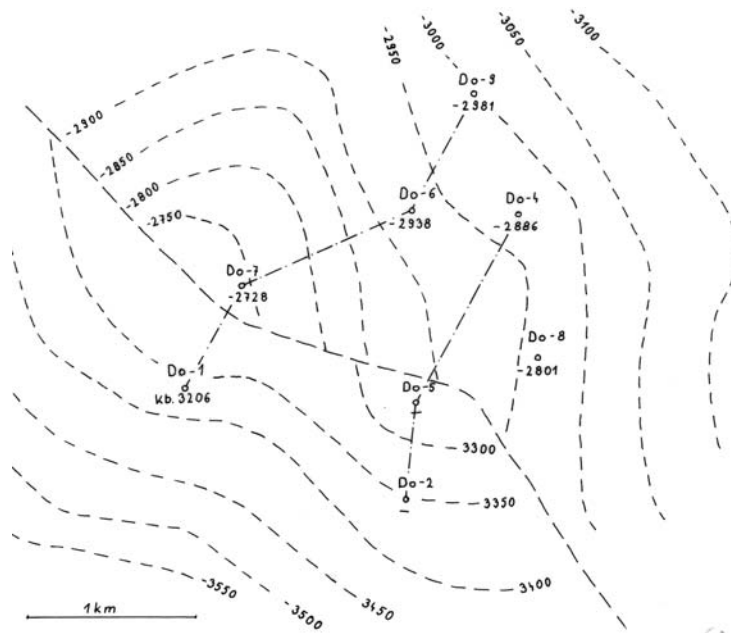
A geofizikai adatok ellentmondásának tisztázására 1971-ben a GKÜ gravitációs (G–5. jelentés) és új reflexiós szeizmikus méréseket végzett CDP módszerrel, hatszoros fedéssel (106. jelentés), ennek -2350 és -2375 m-ben záródó kiemelkedése és a gravitációs anomália csaknem azonos helyen mutatkozott. E mérések közben tüztük ki az eredményes Do–4 fúrást.



44. ábra. Térkép a Kiskundorozsma, Szeged és Algyő kutatási területeiről.



45. ábra. Kiskundorozsma térképázlata.



46. ábra. Kiskundorozsmai kutatófúrások térképázlata a kristályos alaphegység felszínének közelében levő visszaverő színtről, Nagy Zoltánné, 1974 után.

### Fúrási tevékenység

A geofizikai mérések alapján várható felboltozódáson 1963 márc. 27-én tüztük ki a Do-1, -2 és -3 fúrásokat, az 1961 évi szeizmikus eredmények alapján. Terepi nehézségek miatt először a Do-2 fúrást mélyítettük 1964 dec. 11–1965 márc. 24 közt, 2391 m-ig, ahol még az alsópannonban fűrésztörés és sikertelen mentés után be kellett fejeznünk a fúrás továbbmélyítését. Az 1631–32 m-ben lévő felsópannon homokrétegben vizes olaj- és gáztelepet talált. Üzemi geológus T. KOVÁCS G.

A Do-1 fúrást 2900 m mélyre terveztük, de itt még alsópannonban járt, ezért tovább fűrtük 3480 m-ig, ahol bádeni vagy kárpáti emeletbe sorolt, de kristályos alaphegység törmelékét bőven tartalmazó

konglomerátumban fejeztük be. Olaj- és gáznymok nem fordultak elő, amit a bizonytalanul ismert helyi szerkezeten mély helyzetével lehetett magyarázni. Üzemi geológus VADÁSZ E., később GYÉMÁNT Piroska volt.

A Do-3 fúrás a szerkezet Ny-i részén szintén mély helyzetű, olaj- és gáztelepet nem talált. A Do-4 fúrás a szerkezet É-i oldalán nem jól elhatárolható miocén konglomerátumban, ill. a kristályos alaphegység mállott, repedezett felszínén megtalálta az egyik olajtelepet. A kezdeti olajtermelés 4 mm-es fűvőkán napi 49,2 m<sup>3</sup> olaj és 6700 m<sup>3</sup> földgáz. A nyomás zárt állapotban 3023 m-ben 353 atm-ra emelkedett (51 atm túlnyomás), a hőmérséklet 3023 m-ben 162,5 °C, vagyis 19,822 m/°C.

Az eredményes kutatófúrások után részletező szeizmikus méréseket és további fúrásokat végeztünk. A Do-10, -12 fúrások 1982–84 évben, a Do-31, -34 termelőfúrások 1983 évben mélyültek. A fúrások földtani adatait a 31. táblázat tartalmazza.

31. táblázat. A kiskundorozsmai fúrások földtani adatai.

Fúrás	Fa.	Q.	L.	Fp.	Ap.	Bádeni	Krist. alap	Megjegyzés
Do-1	90,13	620	1018	1880	3113	3296	(3480)	vizes
-2	88,16	410	833	1749	(2391)			olaj-gáz
-3	92,53	440	1004	1736	3169	(3239,5)		gázos víz
-4	86,77	463	983	1779	2709	2975	(3101)	olaj
-5	86,6	425	900	1755	(1800)			Fp-kutató, vizes
-6	87,27	630	873	1805	2672	3025	(3147)	ol.
-7	89,5	600	878	1840	2817	-	(3188)	ol.
-8	87,92	552	882	1800	2686	2889	(3070)	ol.
-9	87,0	640	897	1835	2820	3068	(3179)	vizes
-10	88,98	417	678	1838	2681	3143	(3210)	ol.
-11	92,62	598		1816	2828	2874	(3100)	ol.
-12						3118	(3150)	vizes

#### Rétegsor

Kiskundorozsma környéke fiatal süllyedő terület volt, a pusztamérges-tázlár-nagykőrösi diszlokációs vonaltól K-re kialakult Tisza-árok területén, ahol különösen vastag negyedidőszaki-felsőpannon üledék keletkezett.

A negyedidőszaki üledék 410–640 m vastag, kékesszürke agyag, meszes agyag, folyami homok. A pliocén 500–600 m vastag szürke és tarka (szürkészöld, sárga-barna, vörhenyes, szürke) agyag, homokos agyag, mészkonkréciós meszes agyag és homokrétegek. Felsőpannon homok, homokos agyag, márga, sűrűn váltakozva, alsó részén vastagabb homokpadokkal. Az alsópannon főleg szürke, sötétszürke, finomhomokos, csillámos agyagmárga. Az alsó részét itt *Dorozsmai Márga Formációnak*, középső részét *Vásárhelyi Márga Formációnak* nevezték el (GAJDOS I. stb. 1983). Alsó részén konglomerátum rétegek fordulnak elő, benne márga-mésmárga padok, a Tótkomlói Mésmárga Formációhoz hasonló mésmárga. Kőzetrétegtani szintjei több fúrásban elmosódottan jelentkeznek, ezekre vezették be a Dorozsmai és Vásárhelyi Formáció elnevezést, de pl. a Do-9 fúrásban jól elhatárolhatóan 1831–2120 m közt találjuk a homokpados agyagmárgákat (Algyői Formáció), 2120–2600 m közt a Szolnoki Formációt, mely itt a megszokottnál vastagabb, amit bizonyára a mélyebb medencerész gyorsabb és több durvább anyagot tartalmazó deltaüledék képződése okoz. A 2600–2730 m között szürke agyagmárga néhol igen vékony csillámos homokos lemezekkel hasonló a Nagyköri Agyagmárga Formációhoz, végül 2730–2820 m közt a Tótkomlói Mésmárga Formációval azonosítható üledékek következnek, Hystrichospheridea, *Peridinea* és ostracoda maradványokkal.

A *szarmata* rétegek jelenlétét nem sikerült bizonyítani.

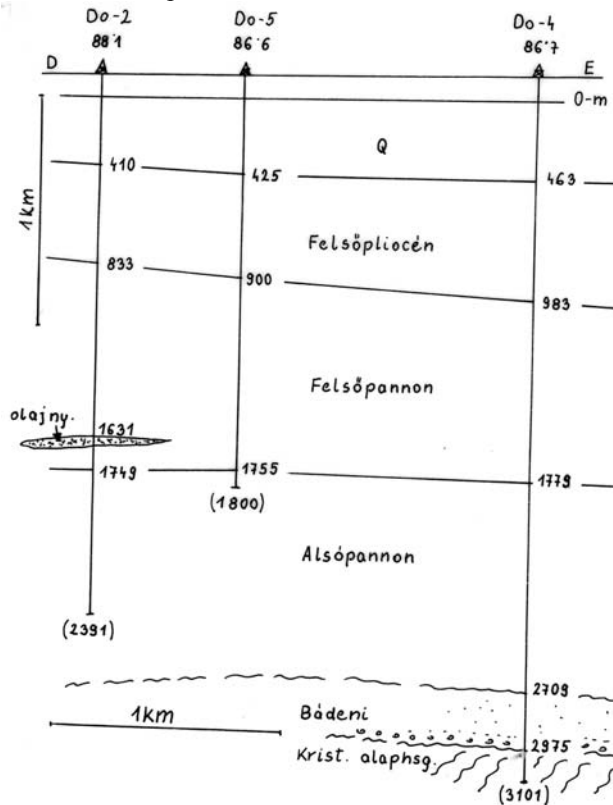
A bádeni alján homokkő, aprókavics, melynek kötőanyaga homokos agyag és szürke agyagmárga, váltakozva szürke márga, mésmárga padokkal. A felső része márga, homokkő, gazdag bádeni tengeri mikrofaunával. Porozitása 13 % körüli, áteresztőképesség 100 mD. Rétegdőlés 25–30°. A durvább törmelék polimikt konglomerátum, főleg metamorf közettörmelék, de van triász(?) dolomit, vörhenyes (Jakabhegyi?) homokkő is. Vastagsága változó: a szerkezet tetővidékén hiányzik, az oldalán vastagabb, a Do-1-ben 183 m, a Do-9-ben 292 m.

BALOGH K. (1973) részletesen vizsgálta a rétegfelületek üledékjegyeit, és az üledékképződés folyamatára pontos következtetéseket tesz. Az alsópannon alján többek közt flázeres szerkezeteket, homokhullámokat, a turbulens zagyáram energiájának fokozatos csökkenését, terhelési zsebeket és lángszerkezeteket, üledékrogyás, suvadás okozta gyüredezettséget, mikrotöréseket, továbbá áramlási barázdákat, konvolúciós besüllyedt szerkezeteket stb. állapított meg. Ezeket az üledékképződési jegyeket

régóta észleltük, de hazai vizsgálatuk, rendszerezésük csak BALOGH K. 1971, 1973, SZÓNOKY M. 1978, RÉVÉSZ I. 1980 stb. munkáiból ismeretes.

A *bádeni* alján előforduló breccsa vagy *kárpáti*, vagy az előnyomuló bádeni tenger első nyoma. Durvaszemű, 5–12 cm-es közettörmelék. A bádeni réteglapok felületi jegyei BALOGH K. szerint turbulens vízáramlásokra valló kimosási üregek, hálószerű örvényhengerek, a már lerakódott üledék újbóli felkavarodását bizonyítják. Feljebb osztályozódási rétegződés, sekélyvízi turbiditek, majd a partvonal távolabbra kerülésével finomszemű homokkő, sötétszürke márgák fordulnak elő. BALOGH K. nagy érdeme a jó magyar szakkifejezések meghonosítása is.

A bádeni rétegek alatt nagy üledékhiány, diszkordancia után itt változatos metamorf kőzetek következnek: gneisz, gránitgneisz, csillámpala, biotitos csillámpala, csillám-kvarcit, szürkészöld finomszemű amfibolit és márvány (Do-7, -8 és -12 fúrás). Az egyik első tüzetes vizsgálójuk SZEPESHÁZY K. (1968) három csoportot különít el: (1) epidot-amfibolit fáciesű csillámpala, gneisz, amfibolit, (2) zöldpala fáciesű kloritpalákat és (3) piroxénszaruszirt fáciesű szaruszirteket, mész-szilikát szaruszirteket, márványt tartalmazó csoportot.



47. ábra. Földtani szelvény a Kiskundorozsma-2, -5 és -4 fúrásokon keresztül.

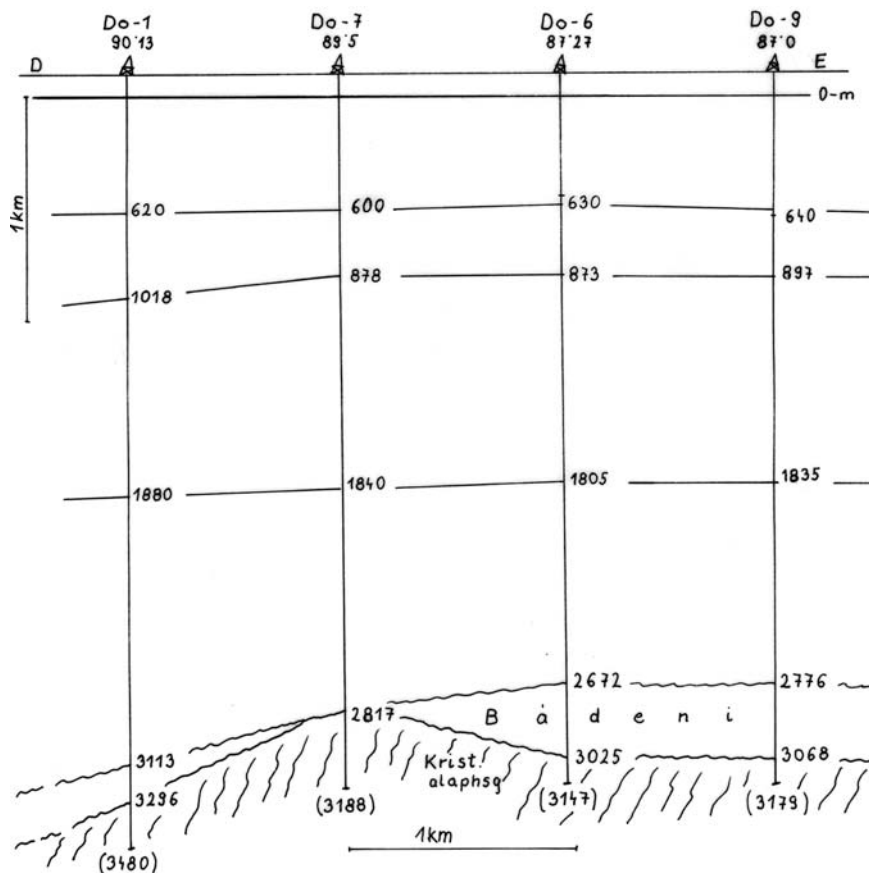
#### Szerkezeti viszonyok

A dorozsmai kutatási terület és kőolaj- földgázlelőhely a geofizikai adatok szerint 5,5 km hosszú Ny-ÉNy-KDK tengelyirányú felboltozódás, mely szeizmikus mérésekkel különböző mélységekben észlelhető. Gravitációs maradékanómia térképen É-felé eltolódva jelentkezik. A geofizikai adatok szerint a dorozsmai szerkezet csak egy Ny-i nyúlványa a Szeged alatti kiemelkedésnek. Az 1974-ig végzett geofizikai mérések és fúrások szerint NAGY Zoltánné foglalta össze az ismereteket (46. ábra), itt ÉNy-DK irányú törésvonal jelentkezik, az ÉK-i rész mintegy 550 m-rel magasabb a DNy-i résznél. A fúrási adatok szerint a kristályos alaphegység felszínéről szerkeszthető mélységtérképen a legmagasabb terület a Do-7, -8 fúrások közé esik, D-i oldala meredekebb (44. ábra).

A kristályos alaphegység felszíne sokáig lepusztuló felület volt, az azt eredetileg fedő perm, triász és jura képződmények is egészen lepusztultak a magasabb részekről. A szomszédos Szeged kutatási területen megvan a mezozoikum, Dorozsmán csak a bádeni konglomerátumban van meg a törmeléke.

Az alaphegységet borító kárpáti-bádeni törmelékes üledék a szerkezet tetővidékén elvékonyodik, kiékelődik (47. ábra). Valószínű, hogy ki nem mutatható szarmata emelet idején pusztult le

a kimagasló részokról. Az alaphegység kiemelkedését lapos boltozatként vastag alsópannon üledék fedi. A helyi szerkezeti viszonyok alkalmasak voltak a pannon-pliocén folyamán szénhidrogének felhalmozódására.



48. ábra. Földtani szelvény a Kiskundorozsma-1, -6, 7- és -9 fúrásokon keresztül.

### Kőolajföldtani eredmények

Mint a fúrási tevékenységgel említettük, az először lefúrt Do-2 fúrás vizes kőolaj- és földgáztelepet talált a felsőpannonban, az 1631,5–1632 m-ben talált reményteljes réteg pedig 10 mm-es fűvőkán napi 28 m<sup>3</sup> olajat termelt 36,3 m<sup>3</sup> vízzel és földgázzal. A rétegnyomás 1628 m-ben 136,6 atm, a hőmérséklet ugyanitt 93 °C, vagyis 19,61 m/°C.

Újabb geofizikai értelmezés után a második (mélyebb) olajtelepet a Do-4 fúrás találta meg, mely 3018–3028 m-ből 4 mm-es fűvőkán napi 49,2 m<sup>3</sup> kezdeti olajtermelést adott, zárt állapotban 171 atm-ra emelkedő nyomás és 161 °C hőmérséklet mellett.

Végeredményben Dorozsmán két olaj- és gáztelep van, a felső az alsópannonban homok tárolóban, és az alsó a miocén alapkonglomerátumban és repedezett metamorf kőzetek felső részén, ez halmaztelep, működési rendszere a rugalmas kiterjedés és az oldott gázos termelés (32. táblázat).

32. táblázat. A kiskundorozsmai kőolaj- és földgáz összetétele.

Kőolaj	Do-2	Do-4	Do-6	Do-7	Do-8
m	1631-32	3018-28	3062-76	2821-29	2909-14
Fajsúly 20 °C-on	0,8340	0,8043	0,8387	0,8254	0,8305
Viszk. cSt/38 °C	5,8	3,81	6,45	4,32	4,90
cSt/50 °C	4,14	2,34	-	-	-
cSt/60 °C	3,6	-	-	-	-
Dermedéspont °C	+20	+18	+27	+8	+22
Jelleg	paraf.	paraf.	paraf.	paraf.	paraf.
Benzin s%	22,02	32,95	17,2	24,63	24,41

Kőolaj	Do-2	Do-4	Do-6	Do-7	Do-8
Petroleum	17,25	17,71	23,67	20,90	21,13
Nehezebb CH	60,53	49,01	58,80	54,18	54,18
Veszteség	0,20	0,33	0,33	0,40	0,28
<i>Földgáz</i>					
Metán t%	77,4	70,19	78,93	-	70,92
Nehezebb CH	19,08	24,34	9,44	-	23,78
CO <sub>2</sub>	2,4	4,50	5,62	-	2,68
N <sub>2</sub>	1,12	0,97	6,01	-	2,62

## 20. Algyő

Algyő környékéről az első földtani adatok az *artézi fúrásokból* származnak. A hazánk területén mélyült *első fúrások*: Budapest, Orczy ház udvarán 1830, Csór (Fejér megye) 1832, Hódmezővásárhely 1879–80, ugyanitt Nagy András János kútja, 252 m mély 1883–84. Az 1887 évben a szegedi artézi fúrás, majd ugyanitt a Rókusi-pályaudvaron 1888 évben (HALAVÁTS Gy. 1891). Utóbbiak pleisztocén-miocén agyag, homokrétegeket tártak fel.

A még *mélyebb* szerkezeti viszonyokra először br. EÖTVÖS L. 1903 évi Szabadka–Újvidék és 1908 évi Szeged–Makó, 1911 évi Szeged–Hódmezővásárhely környéki szórványos és átnézetes mérésekből lehetett következtetni (PEKÁR D. 1930). Részletes *Eötvösingás* méréseket 1941-től végzett a Geofizikai Intézet a Manát megbízásából (FEKETE J. 1942). E mérésekkel Sándorfalva–Algyő–Ferencszállás között nagy, ÉNy-DK irányú gravitációs maximumot találtak. Ezen két helyi maximum jelentkezett, DK-en 42 mg-os algyő–ferencszállási és ennek ÉNy-i folytatásában 43 mg-os maximum, Sándorfalva és Kistelek között (7. és 13. ábra). Ezek az első mélyföldtani adatok az algyői szerkezetről.

Még az 1941 év őszén átnézetes *szeizmikus* méréseket végeztetett a Manát (Dr. FORCHE F. főgeológus) a Seismos válalattal elsősorban a gravitációs rendellenesség tetővidékét vizsgálták két párhuzamos DNy-ÉK irányú szelvényvel és öt refrakcióssal, meglehetősen bizonytalan eredménnyel. LÜCKERATH és WENDT (1943) geofizikusok jelentése szerint: "Immerhin erbrachten auch die bisher vorliegenden seismische Ergebnisse bereits den Nachweis, das Schweremaximum einer Struktur entspricht, und dass diese Struktur in ihrer Form mit derjenigen des Schwerehochs im Grossen und Ganzen übereinstimmt." Vagyis a nehézségi maximum a szeizmikus szerkezettel egyezik. Ugyanezt feltételezi Dr. F. FORCHE és SZUROVY térképe 1943-ban (8. ábra). A bizonytalan szeizmikus eredményekre tekintettel az első kutatófúrást (Ferencszállás-1) a gravitációs méréseredményekhez igazodva tűztük ki, és az ÉNy-1 maximum K-i részére *Sándorfalva-1* néven. A sándorfalvi szerkezettrészt 1941–42 telén két reflexiós szelvény vizsgálta meg. Ezek kb. 2000 m-ig jó visszaverődéseket észleltek, nagyon lankás emelkedéssel DNy-felé, de szerkezeti záródás eddig a mélységig nem jelentkezett. Egyidejűleg hat refrakciós szelvényt is mértek az alaphegység felderítésére, de ezek csak 1700–4500 m/s rengés-terjedési sebességeket észleltek. Ez a sebesség nem utal medencealjzatra, amit 3000 m-nél mélyebben tételeztünk fel (LÜCKERATH, 1943). Erre a mélységre terveztük a F-1 és S-1 fúrásokat.

További geofizikai méréseket a Maszovol, Maszolaj vállalatok keretében végeztünk. 1952 évben a magyar–szovjet szakértőkből álló bizottság vizsgálta a kutatási eredményeket és feladatokat, tagjai VADÁSZ E. akadémikus, KERTAI Gy., SÜMEGHY J., KÖRÖSSY L. geológusok, RENNER János, DOMBAI Tibor geofizikusok, M. I. VARENCOV akadémikus, KUCOV az olajföldtan egyetemi tanára (Baku), T. A. KRATOVICS stb. geológus. A bizottság 8 regionális szeizmikus szelvény felvételét javasolta. Ezek közül az AR-III jelű szelvény 35<sup>00</sup>–120<sup>00</sup> pontok közt lapos kiemelkedésekkel jelzi az algyői szerkezetet (TOLMÁR Gy. 1956).

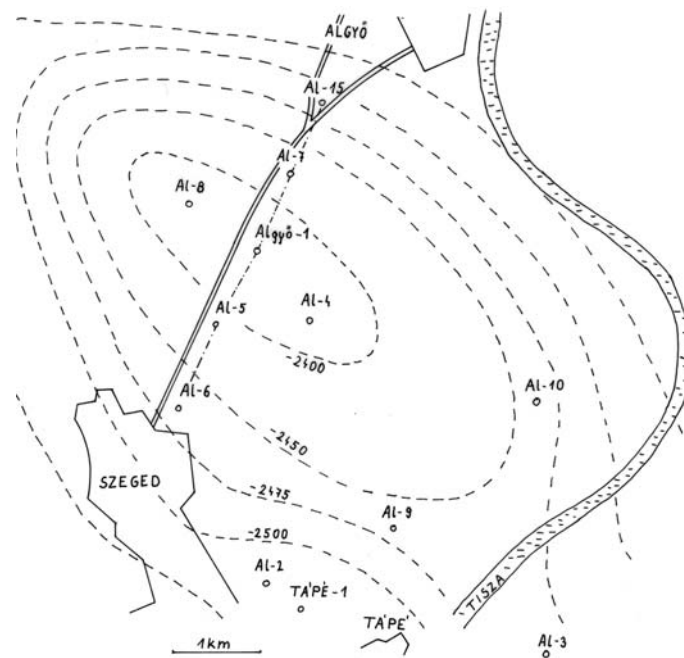
Az olajkutatási terveink szerint a Szegedi-medence szeizmikus kutatására KERTAI Gy. kedvezőtlen véleménye szerint csak 1958-ban került sor. A GKÜ 2/58 és 6/58 szeizmikus csoportját követően a 2/59, 2/60, 2/61 és 2/62 csoportok végeztek méréseket, amikről a 68 és 68/b jelentések számolnak be, VARGA E. et al. (1962) és VÁRNAI L. (1963). A mérések szerint Ferencszállásnál az alaphegység -2800, -3000 m mélységben van, 6300 m/s terjedési sebességű réteg jelentkezésével, Algyőn a közeli Tor-4 szelvényen 6200 m/s réteg ilyen mélységű. A reflexiós szelvényeken gyengén jelentkeznek az algyői kiemelkedés, egy követhető visszaverő felület -2400 m-ig emelkedik. Erre tűztük ki az Algyő-1 kutatófúrást (48. ábra).

Újabb, részletesebb *graviméteres* méréseket végzett a Geofizikai Intézet, 1958–59 és 1961–62 években, Heiland graviméterrel. Ezek igazolták és pontosították a régebbi ismereteket, főleg a



maradékanómia térképről lehetett új részleteket leolvasni. FACSINAY L. az Algyő és környező gravitációs értékkülönbségek egyrészt a medencealjzat domborzatával, másrészt [kőzettani változásokkal] magyarázhatók. A gravitációs ható mélységére vonatkozó számítások Sándorfalván -3,5 km, Ferencszálláson -3,2 km mélységet adtak.

Mágneses méréseket a Geofizikai Intézet 1951–61 években végzett HAÁZ I. irányításával. A gravitációs maximumnak megfelelően +160 gamma mágneses anomália jelentkezett, mely *három helyi maximumból* tevődik össze: Szeged Alsóvárosnál +115, Algyőnél +140 és Deszknél +160 gamma legnagyobb értékkel. A mágneses rendellenességet POZSGAY K. (1962) a metamorf kőzetek hatásának tulajdonította. SCHEFFER V. (1957) értelmezése a Manátnak a Nagykikinda, Becse, Nagybecskerek stb. méréseiből a *nagykikindai szerkezet* vonulatának folytatását tételezte fel, ami azért vált fontossá a számunkra, mert az ott mélyült -3 sz. fúrás 1685–1705 m-ben, a pannon alján és repedezett kristályos alaphegységben gazdag olaj- és földgáztelepeket talált, 1959 évben. Nagykikinda a Délalföld legnagyobb előfordulása.



49. ábra. Algyő kutatási terület (É-i rész) szeizmikus térképe az 1959-1962 mérések szerint (68. jelentés) az első fúrásokkal.

#### Kutatófúrási tevékenység

A ferencszállási és sándorfalvi fúrások előtt 1919-ben mélyült 1000 mély *szegedi artézi kút* volt az egyik legmélyebb a környéken, később még több artézi fúrás mélyült, mindezek a pannon rétegekben fejeződtek be. A Ferencszállás-1 és Sándorfalva-1 olajkutató mélyfúrások befejezetlenek maradtak, tervezett mélységet a háborús nehézségek miatti rossz anyagellátás és sietség miatt nem érték el. Más területeken mutatkozó kedvezőbb eredmények miatt a fúróberendezések elköltöztek.

A háború befejeztével a Szeged–Algyő környékén való kutatás szüneteltetését dokumentálja KERTAI Gy. 1946 febr. 13-án kelt levele, mely a KÖRÖSSY L. által kidolgozott Maszovol kutatási terv (in NÉMETH A., 1964. II. kötet pp. 307–314) megváltoztatását kéri, aminek következtében hosszabb ideig szünetelt itt a munka (SZUROVY G. 1990, 1993). A geofizikai mérések alapján feltételezett nagy mélységek miatt a környező magasabb területeken kezdtük el újra a kutatást: Üllésen 1962-ben, Dorozsmán 1964-ben. Algyőn az 1963 évben kidolgozott 1964 évi kutatási terven szerepeltettük az első kutatófúrást, de újabb szeizmika alapján várható nagy mélység és az üllési, szanki stb. fúrásokban észlelt nagy túlnyomás és gázkitorrés miatt meg kellett várni, amíg kellő biztonságú nagynyomású zárószerkezet és nagymélységű fúrássra alkalmas berendezést kap az üzem a Bányaműszaki Felügyelőség elrendelése szerint. Így csak 1964 dec. 9-én tűzte ki DANK V., KÖRÖSSY L., CSIKY G., SCHEFFER V. és VÖLGYI L. geológusokból alakult bizottság az első fúrást a KÖRÖSSY L. által kidolgozott "Magyarország 1964 évi kutatási terve" alapján, amit KERTAI Gy. vezérigazgató helyettes hagyott jóvá. A fúrás megkezdésére

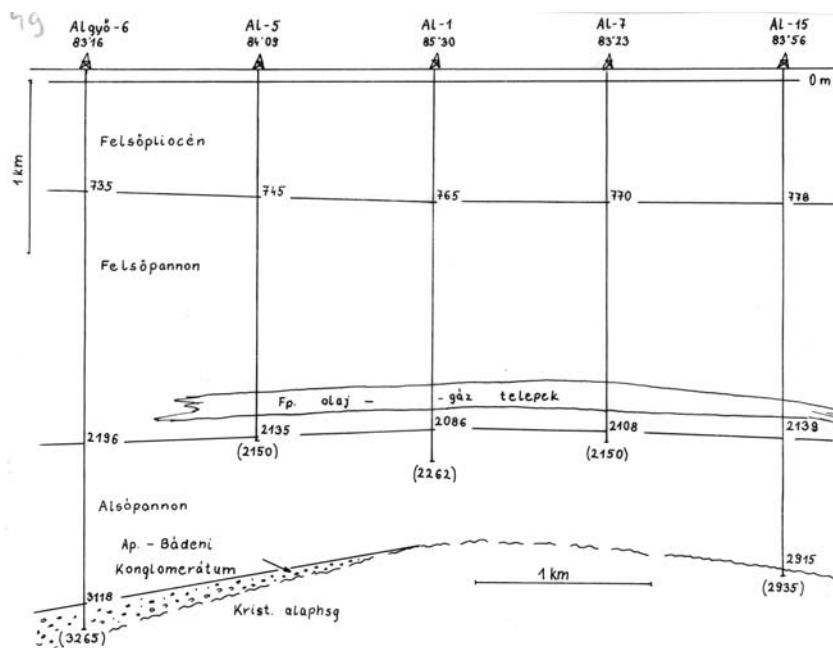
csak az 1965 évi terv szerint jún. 20-án került sor. Üzemi geológusok T. KOVÁCS G. és VADÁSZ E. voltak.

Mialatt a nagy berendezés felszerelésének nehézségei miatt az Al-1 fúrás 1456 m-ig jutott, addig a szerkezet DNy-i szárnyán, az előbbtől 4,5 km-re lemélyült a *Tápé-1* jelű vízkutató fúrás (amit az Országos Vízkutató és Fúró Vállalat, ceglédi fúróüzeme mélyített KISS Klára, SOMLAI F. és URBANCSEK J. geológusok közreműködésével, a Tiszatáj Tsz. részére, hévíz hasznosítása céljából). Ez a fúrás 1965 febr. 26 és júl. 7 közt 2007 m-ig jutott, és az 1953–1962,5 m közötti nagy ellenállású réteg, valamint az 1940–49 m, 1923–30 m és 1906–11 m közötti víztároló rétegek együttes megnyitásakor olajos víz, majd tiszta olaj tört fel a kútból, melyet felkészületlenül, megfelelő zárókészülék nélkül lezárni nem tudtak, és vad kitörés keletkezett. Ezt végül az OKGT Alföldi Kőolajfúrasi Üzemének mentőcsapata, MAJERSZKY B. területi főmérnök, HINGLI J. üzemvezető mérnök, BUDA E. főmérnök, ÚJVÁRI B. főfűrómester és csapatának stb. 22 órás nehéz munkájával sikerült lezárni, 1965 jún. 8-án (Csath B. 1975).

A szerkezetünkön olajat talált termálfúrást az OKGT állományába vettük, megfelelően kiképeztük és a vizes rétegek kizárása után 20 mm-es fűvókán 30 atm nyomással napi 90 t olajat termelő kúttá alakítottuk.

Az időközben lemélyült Al-1 fúrásban üzemi geológusaink megfigyelése szerint 1826–2244 m közt több olaj- és gáztároló réteg van, a tápéi hévízfúrásnál kedvezőbb szerkezeti helyzetben. Az elektromos szelvénynek CZEGLÉDI I., HORVÁTH R. és SZILÁGYI E. értelmezése szerint 13 biztos CH-tároló rétege van 43 m összvastagságban, ezenkívül 15 réteg feltételezhetően olajtároló 20 m, és 17 réteg bizonytalanul tároló 30 m összvastagságban.

Az első készletbecslést 1965 szept. 7–20 közt KASSAI Lajos és munkatársai készítették el, a Tápé-1 vízfúrás hidrodinamikai vizsgálatai alapján. A 91 órás termeltetés alatt a megcsapolási sugár terjedése közben fázishatárt okozó vetőt, kiékelődést nem észleltek. A réteg minimális kőolajkészletét 4,4 millió m<sup>3</sup>-nek számították  $\pm 20$  %-os hibával. Valamivel később, már az Al-1 adatainak ismeretében, a szerkezet kiterjedésének és a tárolórétegek összvastagságának figyelembevételével dr. DANK V. tájékoztató készletbecslése szerint, mintegy 22 millió m<sup>3</sup> ipari értékű kőolaj és 18 milliárd m<sup>3</sup> földgázvagyron volt feltételezhető. Ezt az első tájékoztatót, mely a kutatás fellendítése érdekében volt szükséges, fényesen felülmúlta a később megismert valóság: hazánk legnagyobb kőolaj- és földgázélefordulását sikerült felkutatni.



50. ábra. Földtani szelvény Algyő első fúrásaival.

Az Al-1 fúrásban megvizsgált 26 réteg szerint a szerkezet a tetővidéken főleg gázt és párlatot tárol. A mélyebb szerkezeti helyen az Al-2 fúrás 1965 okt. 8-án termelt először kőolajat, 1980,5–1983,5 m-ben levő homokrétegből, és pedig 10 mm-es fűvókán napi 105 m<sup>3</sup>-t.

A fúrási tevékenység felgyorsulva folyt. Kisebbségek előfordultak, pl. a béléscső megszorult, nem ment le a tervezet mélységig stb. Vagy megszorult, és le kellett csavarni, újra

összeállítva beépíteni (A1–21). Előfordult, hogy a fűrőcső megszorult és elszakadt, ezek mindennapos küzdelmeink. Nagyobb zavart az A1–168 fúrás okozott. Ez a fúrás termelésre kiképzett állapotban volt, 1927–47 m közt az Algyő–2 termelő szint és 1917–1921 m közt a Szeged–1 szint volt megnyitva. A kettő közé tömitőt helyeztek el, kettős kútkiképzés céljából: az Algyő–2 telep olaj-víz határába vízbesajtolásra, és a Szeged–1 telepből termelésre való kiképzésre. De 1968 dec. 19-én szerelés közben a bélésűcsőköz 2"-os tolózárat leszakította a nyomás, és a közben keletkezett szikra meggyújtotta az olajat és gázt. A fúrótorony egy óra alatt annyira áttüzesedett, hogy meglágyult és eldőlt. A kutat égő olaj tüztenger vette körül, az olajat nagy mennyiségben termelte a kút. Az égő olaj szétáradása ellen 1,5–2 m magas gátat emeltek, melyben a vállalat földgépeit a honvédség harckocsijai támogatták. Az áttüzesedett izzó acél gépalkatrészeket kihozták a tűzből, víztározókat építettek 10–12 ezer m<sup>3</sup> vízre és nehéz iszapot készítettek a kút elfojtására. Dec. 21–22-én megkísérelték a tűzoltást, de újra gyulladt. Dec. 26-án nehéz gépkocsira szerelt turboreaktorral, 4 db vízágyúval, 30 m<sup>3</sup>/perc vízsugarakkal 14 óra 20 perckor sikerült a tüzet eloltani.

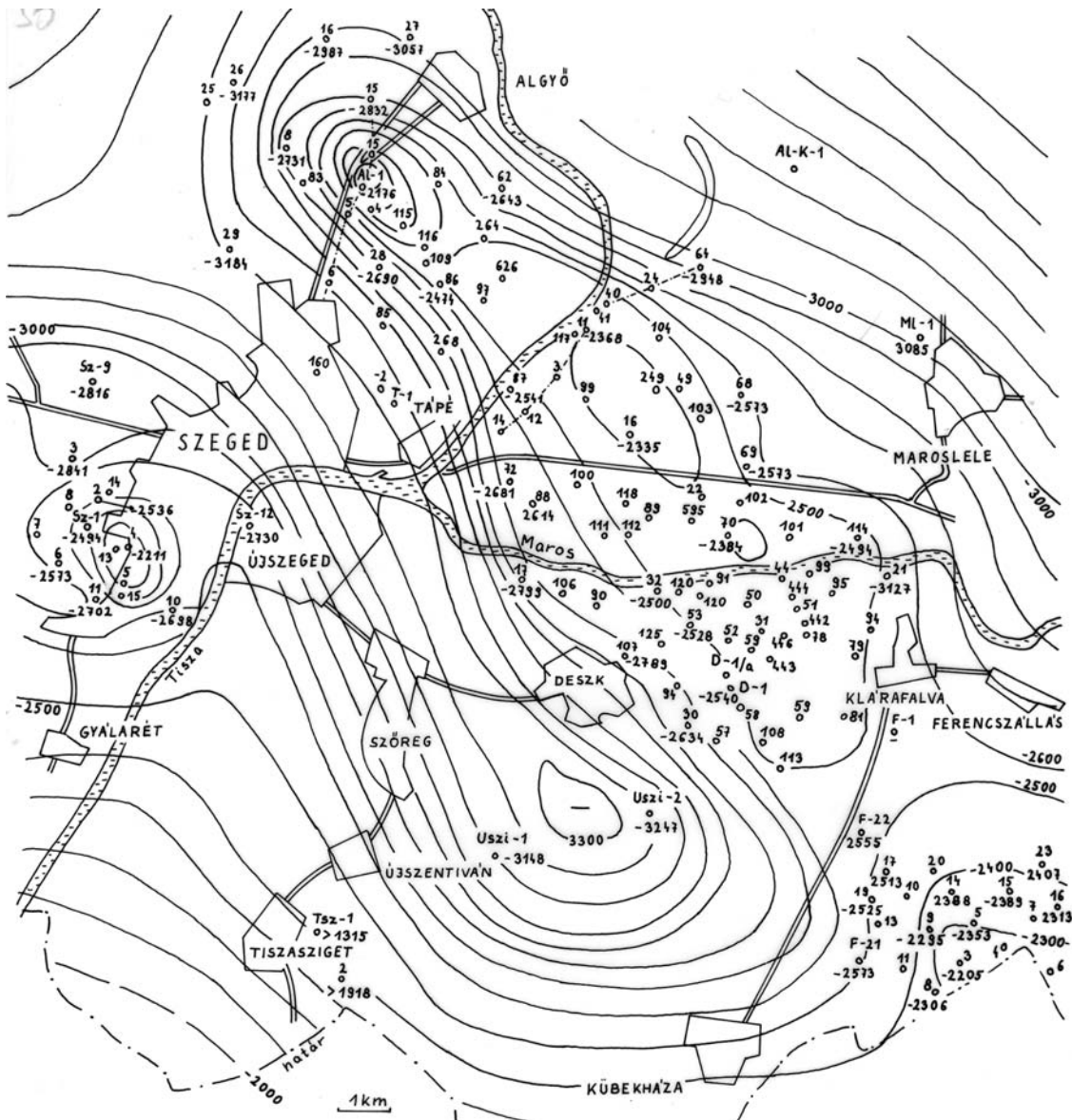
A kút ekkor kb. napi 1000 m<sup>3</sup> olajat és 500.000 m<sup>3</sup> gázt termelt, ami nagyon megnehezítette a kút és az akna megközelítését. Az olaj dermedéspontja +14 °C, a levegő hőfoka -5, -10 °C volt, a kocsonyásra dermedt kőolaj nagy tömege gátolta a kút megközelítését és az új kitörésgátló felszerelését. Olaj-elszállító vezetékrendszer kiépítés, útépítés a kúthoz, 110 m<sup>3</sup> 1,3 fajsúlyú iszapkészítés folyt lázas sietséggel. Végül 1969 jan. 8-án sikerült az új kitörésgátlót felszerelni és lezárni, a kimerült embereknek megpihenni. A mentés vezetői dr. BÀN Ákos vezérigazgató, BUDA Ernő, HINGLI József stb. mérnökök voltak.

A kutató-, termelő-, termelési segéd-fúrások (víz- és gázbesajtoló, megfigyelő stb. kutak) száma 1988-ig több, mint 800 db. Ezek közül a legtöbb megállt a pannonban. A kristályos alaphegységet elérő fontosabb kutatófúrások földtani adatait a 33. táblázat tartalmazza.

A helyszíni földtani munkát és a rétegsor első leírását T. KOVÁCS G., VADÁSZ E. és SZÜCS L. geológusok végezték. A későbbi nagyobb szervezet főgeológusa SOMFAI A., geológusok: dr. MAIER I., TENKEI S., DIKÓ F., DÓCZI A., LELKES Á., KÖVÉR Z., PAP S., PIKÓ J., RÉVÉSZ I., SZILÁGYI K. és TAKÁCS J. voltak, egymást váltva.

### Rétegsor

A negyedidőszaki homok-agyag üledék a Szegedi-medence fiatal, mély süllyedékében 200–300 m vastag, futóhomok, lösz, folyami ártéri iszap, homok, agyag. Benne *Lithoglyphus* sp. operculum, *Pisidium*, *Limnaea*, *Bulimus* őslénymaradványok jellemzők. A pliocén szintén vastag, 500–600 m, folyóvízi-tavi agyag, homok, kavicsos homok, amfibol és piroxén nehézásványokkal, tarka agyagrétegek, meszes konkréciók, lignites csíkok gyakoriak. Elhatárolása bizonytalan. A felsőpannon itt 1300–1800 m vastag, finomszemű homok, agyag, agyagmárga, agyagos homok és homokos agyag sűrű váltakozása. Folyami, tavi deltaüledék, alsó részén lignitcsíkokkal. Ritkábban agyagmárga padok és meszes konkréciók fordulnak elő. Főleg metamorf eredetű nehézásványokat tartalmaz. Faunája gazdagabb: *Dreissensia serbica*, *Limnocardium complanatum*, *L. apertum*, *L. simplex*, *L. steindachneri*, sok *Theodoxus*, *Planorbis*, *Melanopsis*, *Hidrobia* fajok, szivacstűk, ostracodák, hal-úszótüskék gyakoriak. Pollenvizsgálatok szerint melegt kedvelő lombos (mediterrán, néhol szubtrópusi) növények uralkodtak. A felsőpannon alján vastagabb homokpadok vannak (Törteli Form.), mely laza, meszes kötőanyagú, finom- és aprószemű, növényi maradványokkal és lignites csíkokkal. Főleg kvarchomok. A kvarc részben egyenes kioltású, zárványos, vulkáni eredetű, részben hullámos kioltású, zárványmentes, metamorf eredetű, ritkán magmás eredetű telérkvarc. Kevés káliföldpát és alárendelt plagioklász tartalmú. A nehézásvány főleg klorit. Nagyjából metamorf, alárendelten magmás lepusztulási termék. A homokrétegeket finomhomokos agyag, agyagmárga választja el, mely a magasabb részekben uralkodóvá válik.



51. ábra. Algyő és Szeged kőolajelőfordulás térképe az alsópanonnál idősebb felszín mélységvonalival.

33. táblázat. Az algyői fúrások földtani adatai.

Fúrás	Fa.	Q.	L.	Fp.	Ap.	Bádeni	Krist.	Megjegyzés
Algyő-1	85,3	170	765	2086	(2262)			gáztermelő
-2	84,0	200	600	2127	(2200)			olaj
-3	88,2	215	725	2055	(2150)			"
-4	84,7	235	665	2057	2675	-	(2705)	gáz
-5	84,0	230	745	2135	(2150)			olaj
-6	83,16	205	735	2150	3118	(3265)		vizes
-7	83,2	175	770	2108	(2150)			olaj
-8	84,0	205	763	2114	2822	-	(2839)	"
-9	84,3	190	660	2102	(2150)			"
-10	82,4	225	780	2022	(2150)			"
-11	81,9	212	775	2035	2452	-	(2601)	"
-12	81,48	200	725	2070	(2150)			"
-13	81,77	360	730	2047	(2155)			"
-14	82,5	215	625	2085	2895	-	(3041)	"
-15	83,5	210	778	2139	2915	2923	(2935)	gáz
-16	81,4	214	796	2034	2475	2517	(2590)	olaj
-17	83,4	170	785	2048	2880	-	(2901)	"

Fúrás	Fa.	Q.	L.	Fp.	Ap.	Bádeni	Krist.	Megjegyzés
-18	82,9	209	813	2174	3055	(3092,5)		"
-19	83,3	205	760	2238	3075	-	(3089)	vizes
-20	82,7	218	807	2140	(2200)			"
-21	83,4	200	804	2169	(3300)			olaj
-22	83,47	190	780	2050	2509	-	(2560)	"
-23	81,3	220	780	2065	(2150)			"
-24	81,3	230	682	2133	(2150)			vizes
-25			827	2222	(2300)			olaj
-26	84,9	220	804	2215	3262	3400	(3420)	
-27	84,3	210	790	2177	3141	-	(3160)	
-28	83,90	217	741	2155	2774	-	(2795)	
-29	84,0	200	670	2164	3268	(3631)		vizes
-30	83,9	188	654	1892	2718	-	(2725,5)	
-31	84,1	233	800	2058	2508	-	(2570)	gáz
-32	82,5	220	700	1975	2582	-	(2590)	
Az alábbiakban csak az alaphegységet elért fúrásokat soroljuk fel.								
Algyő-40	81,6	226	760	2035	2659	-	(2673)	olaj
-50	81,6	207	808	2017	2529	-	(2570)	
-51	83,4	170	600	1938	2482	-	(2574)	olaj-gáz
-52	81,2	235	791	2027	2512	-	(2565,5)	gáz
-53	82,2	185	750	1883	2610	-	(2642)	
-54	84,1	226	720	2093	2678	-	(2702)	olaj
-55	81,6	219	827	2063	2510	-	(2570)	gáz
-56	83,4	144	698	1858	2518	-	(2570)	"
-57	84,7	214	733	2141	2641	-	(2663)	"
-58	81,7	220	640	1859	2544	-	(2570)	
-59	93,7	210	833	1977	2563	-	(2582,5)	"
-60	84,0	200	770	2111	(2150)			"
stb.								

Az alsópannon 455–650 m vastag, a szárnyakon (Al–21, –27 fúrások) eléri az 1000 m-t is. Tavi, beltengeri, deltaüledék, agyag, agyagmárga, kevés finomszemű homokkő. Karbonáttartalma 20–30 %. A közetrétegtani szintek a legtöbb fúrásban nem különíthetők el jól, leginkább csak a szárnyakon, az alsópannon vastagabb kifejlődési helyein ismerhetők fel. Felső része az "Algyői Homokpados Agyagmárga Formáció", melyben finomszemű csillámos homok és sötétszürke agyagmárga váltakozik, ez az egész kutatási területen felismerhető, a medencealjzat kiemelkedésein vékonyabb, a szárnyakon vastagabb deltaüledék. Alatta a Szolnoki Homokkő Formáció, főleg a szárnyakon ismerhető fel, pl. Al–6, –17, –54 stb. fúrásokban. A tetővidék felé elvékonyodik vagy kiékelődik. Alatta a Nagykörtői Agyagmárga Formáció, sötétszürke agyagmárga kifejlődésű, némely fúrásban jól felismerhető. A Tótkomlói Mészmárga Formáció Algyőn típusos kifejlődésben nem ismerhető fel, itt foltonként fordul elő mészmárga (helyi néven "barna márga") az alapkonglomerátum felett, nem összefüggően követhető szint. A Békési Konglomerátum Formáció, itt sokszor Deszki-szint helyi néven szerepel, itt is előfordul, de összeolvad a bádeni-kárpáti konglomerátummal, breccsákkal.

Az alsópannonban gyakori *nehézsárvány* a klorit, kevés, de jellemző az amfibolok és piroxének jelenléte. Jellemző *ősmaradvány* a *Limnocardium abichi*, *L. lenzi*, *L. desertum*, a rétegsor alján a *L. praeponticum*, továbbá *Congeria czjzeki*, *C. banatica*, *C. partschi*, *Valenciennesia reussi*, *Silicoplaentina*, szivacsstűk, Ostracodák, halúsótűskék.

Az alsópannon alapkonglomerátum: durva homokkő és konglomerátum, kvarcit és metamorf kőzetek 1,5–2 cm-es kavicsaiból, karbonátos-márgás kötőanyagban, melynek karbonáttartalma 6–25 %. A pannóniai alapkonglomerátum és az alatta következő bádeni tengeri faunás rétegek között valószínű a rövid lepusztulási időszak és a *szarmata* hiánya, amely után az alsópannon fokozatosan transzgradált, ennek alapkonglomerátuma helyenként közvetlenül a kristályos alaphegységen fekszik. A pannonnak tartott alapkonglomerátum durvaszemű metamorf törmelék, karbonátos homokkő kötőanyaggal és rétegekkel. Ez fölfelé barnásszürke márgába, *mészmárgába* megy át. őslényeket csak a konglomerátum felső részéből és a mészmárgából ismerünk, ezek pannon koriak. BÉRCZI I. beható közettani vizsgálati szerint éretlen-féligérett üledék, laguna, folyódelta csendesvízi rétegeivel, ahol az agyagos frakció kimosódása nem ment végbe, a durvább törmelék nem osztályozódott. A medence felé ez finomabb

üledékbe megy át. A bádeni konglomerátum karbonáttartalma jóval nagyobb az alsópannonénál, a kavicsok szemcsemérete is nagyobb. Az alsópannon klorit, a bádenit illit-montmorillonit agyagásványok jellemzik. Csökkentsósvízi lagunás és kiédesedő vízi üledékre utal.

Az alsópannon rétegek porozitása a rétegsor felső részén eléri a 23 %-ot, a mélységgel csökken átlag 7 %-ig. Az átérésztőképesség szintén csökken a mélységgel.

Szarmata üledék jelenlétére általában nincsenek adatok. Az Al-29 fúrásban említenek bizonytalan szarmata faunát. Ugyanígy az Al-28 fúrásból is a konglomerátum közé települt homokos márgából, ami azonban lehet a bádeni kiédesedő felső része is. Az Al-6 fúrás 3137–3263 m-ben talált sötét homokos mészmárga felsős fajokat is tartalmazó rétegeit (*Elphidium*) említették szarmatának. Ha van szarmata, akkor is nagyon kevés lepusztulási maradék.

A bádeni üledék főként szintén konglomerátum, kristályos pala kavicsokból és homokkő, kevesebb a szürke homokos agyag, vulkáni tufa és márga-mészmárga. Az Al-6 és -21 fúrásokból, a szerkezet ÉNy-i részéről bádeni tengeri *mikrofauna* került elő: *Borelis melo*, *Amphistegina*, *Cibicides*, Bryozoa, echinoidea túske, *Serpula* stb. fajok.

Az Al-16, -21 stb. fúrásokból, a bádeni rétegek aljából, szárazföldi vörös agyag, agyagos kötőanyagú konglomerátum került felszínre. ÉNy-on a konglomerátum kavicsai közt vörös homokkő, dolomit, mészkő és márga törmelék fordult elő, ami triász lepusztulási terület közelségét sejteti.

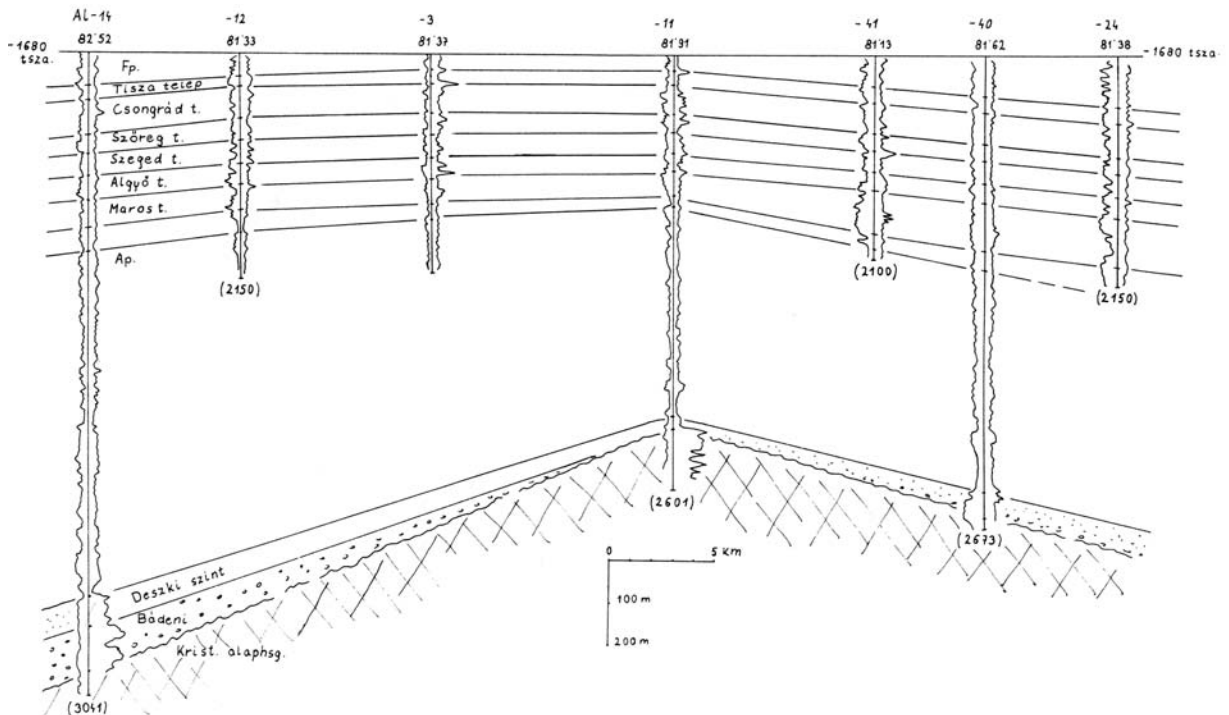
A kárpáti jelenléte ősmaradványokkal nem bizonyítható, de tudjuk, hogy a környéken a miocén üledékciklus a kárpáti transzgresszióval indult. Valószínűen itt is a kárpátiban indult meg az alapkonglomerátum keletkezése. Esetleg az említett szárazföldi üledék, a medencealjzatra települő durva osztályozatlan breccsa és konglomerátum ide sorolható.

Perm, karbon(?) az idős kristályos palák lepusztult felszínén, a szerkezet Ny-i részén az Al-14, -17, -105 stb. fúrások és néhány környező területen anchimetamorf breccsa, metakonglomerátum, fillit, továbbá gránitpegmatit, gránitporfir telérokzetek vannak. Főként SZEPESHÁZY K. megfigyelései szerint, aki ezeket részben az idősebb kőzetek lepusztulási anyagainak tekinti, melyek epizódus zöldpalás átalakulást szenvedtek, részben variszkuszi magmatevékenység és orogenezis, metamorfózis nyomainak. Szerinte valószínű, hogy ezek az Erdélyi Középhegység Hegyes-takarójának *Paizs* (Pajuseni) formációjával párhuzamosíthatók, bár annak K/Ar kora 113–123 millió év, ezért alpi hatás is lehet. A környező területen *perm* kvarcporfir gyakori nyomai is jelen vannak.

A neogén üledék alatt a legtöbb helyen közvetlenül a kristályos alaphegység környezetéből kiemelkedő, lepusztult felszínű tömege következik. Kőzeteivel többen foglalkoztak: csillámpala, paragneisz, gránit, migmatit, a terület ÉNy-i részén főleg gneisz van, középen főleg csillámpalába átmenő kvarcitos gneisz és DK-en gránitgneisz. A *gneiszben* uralkodik a kvarc és földpát, utóbbi főként ortoklász és mikroklin. Gyakori a kevés gránátot, biotitot, kloritot is tartalmazó paragneisz, mely vagy gránitgneiszbe, gránitba megy át, melyben újrakristályosodott földpát, kvarc és csillám az uralkodó, vagy csillámpalába, mely kvarc, muszkovit, szericit ásványokból áll, földpát nincs, vagy kevés savanyú plagioklász és ritkán mikroklin. A színes elegyrészekkel biotit és klorit is előfordul.

SZALAY Á. (1969, 1971) csillámpala, csillámkvarcit, gneisz-csillámpala átmenet, gránit, granodiorit, kloritpala, fillit jelenlétét említi, a sokasodó fúrásokkal részletesebben megismert alaphegységben. Föltételezi, hogy proterozói üledék variszkuszi átalakulása történt, alpi (felsőjura) gránitosodással. SZEPESHÁZY szerint a gránitosodás kréta kori lehet, és a variszkuszi metamorfózis mellett prekambriumi átalakulás is szerepelt. A metamorfózis mezozónás és gyengébb.

Későbbi fúrások még amfibolitot is találtak és bázisos magmatitok átalakult kőzeteit. SZEDERKÉNYI T. szerint Algyő a délmagyarországi kristályos takaróöv területén van, melyre főleg csillámpala a jellemző, kevés amfibolittal. A K/Ar-kor adatok KOVÁCH A. (1972) szerint az algyői kristályos palákra  $132 \pm 50$  és  $250 \pm 60$  millió évet adtak. Ezek valószínűleg alpi szerkezeti hatásokat jelentenek, a kőzetek bizonyosan idősebbek.



52. ábra. Földtani szelvény az Algyő-14, -12, -3, -11, -41, -40 és -24 fúrásokon keresztül.

### Szerkezeti viszonyok

Algyő környékének szerkezete regionális vonatkozásában felderítettnek tekinthető. Az olajkutatás régebbi regionális szerkezeti összefoglalása a területet "Szatymaz–Algyő rögvonulatként" említi, és térképen ábrázolja (KÖRÖSSY L. 1962). Meg kell különböztetnünk a mélyebb és magasabb tektonikai elemeket, mint amelyek szerkezete különböző, és nagy diszkordancia felületek választják el őket.

Itt az *első szerkezeti emelet* az algyői kristályos medencealjzat, mely a Mecsek környékétől követhető K-ÉK-felé. Metamorf magmás és migmatitos kőzetek építik fel. Az ősi csapást harántirányú törések taglalják, ilyen az ÉNy-DK csapású algyői kristályos magasrög is. *Második szerkezeti emeletként* az újpaleozoós-mezozoós képződmények lepusztult maradványai találhatóak. A két szerkezeti emelet a kréta végén kiemelkedett és nagyon erősen lepusztult, miközben többféle szerkezeti hatás érte: a vonulatok rögökre tagolódtak. Algyő környékére jellemző É-i és ÉÉNy-i szerkezetirányok különböznek az ország többi részén általános ÉK-DNy-i irányoktól, és itt délen a Krassó-Szörényi-hegység és Morava folyó völgyének É-D szerkezeti vonulataihoz csatlakoznak, amelyeket kraisztida, vardarida szerkezetnek neveztek el (nálunk SCHEFFER V. 1963). A terület a *neogénben* résztvett az Alföld általános süllyedésében. Ennek folytán a medencealjzat töréseivel határolt mélyebb medencerészeiben vastagabb, a magasabb rögök és rögvonulatok felett vékonyabb neogén üledék, a medencét feltöltő delták tengeri, tavi, szárazföldi üledéke rakódott le, a *kárpáti* emelettel kezdődően.

Az algyői kristályos rög a paleogén, neogén elején kiemelkedő, lepusztuló terület volt, a kárpáti és a bádani tenger üledéke csak a mélyebb részein található. ÉK-en a mély miocén *Makói-árok*, DNy-on az *Újszentiváni-árok* vastag bádani üledékekkel telt területe határolja, utóbbi Szőreg–Kübekháza irányában. Az algyői rögvonulat bádani idején viszonylag vékonyabb tengeri üledék keletkezett, ez is csak a mélyebb részekben. De már a *szarmata* emelet üledékei nem mutathatók ki, csak legfeljebb kis foltokban. Valószínűen rövid kiemelkedés, lepusztulás előzte meg az *alsópannoniai* általános nagy medencesüllyedést és a *beltengeri deltaképződést*. Az alsó- és felsőpannon határán a deltaképződésben változás, diszkordancia, ferde rétegződés mutatható ki (rodáni mozgás), helyenként kavics, dolomittörmelék, tufa darabok jelennek meg a delta szerkezet üledékében.

Az algyői kristályos-mezozoós magas rögvonulat két kiemelkedés van, a magasabb az AL-11 fúrásnál a tengerszint alatt -2370 m-ig, a mélyebb Deszk község mellett -2424 m-ig emelkedik, és innen minden irányban lejt az alaphegység felszíne, K-re a Makói-árokban -4782 m-ben találta meg a Makó-2 fúrás, míg a Hód-1 fúrás a tengerszint alatt -5756 m-ben még nem érte el. A szintkülönbség nagyobb

3386 m-nél. A medencealjzat felszínét tehát 3000–4000 m szintkülönbségű magas hegyvonulatok és mély szakadékvölgyek taglalják.

A fiatal üledék deltaszerkezete mellett kompakciós *települt boltozatot* is formál. A települt boltozat tetővidékének tengelyiránya megegyezik a medencealjzati rögvonulat ÉÉNy-DDK tengelyirányával.

A neogén üledékképződés földtani, szerkezeti fejlődéstörténete alkalmas volt kiemelkedő litológiai- és hajlított rétegtelepekben való kőolaj- valamint földgáz felhalmozódására. A környező nagymélységű tápterületekkel körülvett, felhalmozódásra alkalmas kiemelt vonulatok kedvezőek voltak nagyobb mennyiségű kőolaj- és földgáz akkumulációjára.

#### *Kőolajföldtani eredmények*

Az algyői kutatási terület az Al-1, illetve -2 fúrásoknak termelésre való kiképzésével vált olaj- és gáztermelő mezővé az 1965 év végén. Az első termelési adat az Al-2 kutatófúrás 1965. okt. 8-án perforált 1980,5–1983,5 m közötti szakaszából származik, ahonnan 6 mm-es fűvőkán napi 48 m<sup>3</sup> olaj volt termelhető, és amely rétegre az első kísérleti termelésre rendezkedtünk be. Ez a kút a fenti réteg termelésre való kiképzése után 10 mm-es fűvőkán napi 105 m<sup>3</sup> olajat adott, miközben a talpnyomás 1973 m-ben 194 atm, a hőmérséklet 120 °C volt. Az első termelt algyői olaj tulajdonságait a 34. táblázat tartalmazza.

Több kutatófúrás lemélyítése után *termelő szinteket* (rétegcsoportokat), és a szinteken belül *hidrodinamikai egységeket, telepeket* lehetett elkülöníteni (35. táblázat). A 36. táblázat a fontosabb telepek átlagos kőolaj- és földgáz összetételét tartalmazza. Mint a táblázatból kitűnik, a földgáz és kőolaj összetétele nagyon kedvező, a külföldről vásárolt olaj kedvezőtlenebb ennél.

Az algyői kőolaj *eredetére* SAJGÓ Cs. (1975) megállapította, hogy a harmadidőszaki kőzetek nagy része gyttyja fáciesű, kisebb része szapropelit. A kőolaj nagy része 1700–1900 m közötti alsópannon rétegekből származhat, kisebb része felsőpannon eredetű. A felhalmozódásban rövid távú migráció szerepelt.

PETHŐ A. és társai (1963) a vanádium és nikkeltartalmat vizsgálva azt találták, hogy az olaj nehezebb alkatrészei tartalmazzák ezeket a fémeket nagyobb mennyiségben. Lentről fölfelé való migrációra következtetnek, és szerintük az anyakőzet közvetlenül a telep alatt keresendő.

A környező terület földtani szerkezete szerint az algyői magas rögöket, amelyek területén a felhalmozódás történt, nagymélységű medenceterületek, árkok veszik körül, mint a Makói-árok, Újszentiváni-árok, Tisza-árok, Kiskun-depresszió stb. névvel illetett mély területek, amelyek alkalmasak a migráció tápterületéül. A pannóniai üledék képződés évmilliói alatt az *árkokból, mély területekből való vándorlás* és az alkalmas *kiemelt szerkezetekben való felhalmozódás* nem tekinthető távolinak. Az ilyen tömegben való olaj- és földgáz felhalmozódás nem történhet *közvetlen* a telepek alatti rétegekből, hanem a mély medencék *gyűjtőterületéről* való laterális migrációt is föl kell tételezni.

A felhalmozódás *kora* nem lehet a pannonnál idősebb, mert a csapdák csak a pannonban alakultak ki.

A *tárolókőzet* homokkő, általában agyagos homokkő. Gyakori agyagásvány a montmorillonit, mely vízzel duzzadó, az áteresztőképességet csökkenti. Vízelárasztásos másodlagos termeléskor kedvezőtlen hatású lehet. A tárolókőzetekre és telepekre vonatkozó részletes adatokat megtaláljuk dr. VÖLGYI L. és társai (1970) munkájában.

Az algyői kutatási területnek a termelésre alkalmas kutatófúrásait átvette a *Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalatnak* az 1966. aug. 1-én megalakult *Szegedi Üzeme*. Vezetője JURATOVICS Aladár. A kutatófúrások nyomán mind nagyobb jelentőségű kőolaj- és földgázmező bontakozott ki, míg végül az ország legnagyobb kőolaj- és legnagyobb földgázfelőfordulásnak bizonyult. A felfedezését követő harmadik évben már több, mint félmillió tonna kőolajat termelt. Az 1970. évtől évi 1–1,5 millió t kőolajat, és 2–3 milliárd m<sup>3</sup> földgázt termelt. Részletes kőolajföldtani adatait több tudományos munka tartalmazza (Irodalomjegyzék).

Algyő jelentőségét JURATOVICS A. (1988) összefoglalása alapján az alábbi adatok jellemzik. 1965-től 1988-ig Algyőn és közvetlen környékén 25,1 millió tonna kőolajat és 54,7 milliárd m<sup>3</sup> földgázt termeltek, a gázból 5,8 millió tonna gázolint és 1,4 millió tonna propán-bután gázt nyertek, valamint 415 ezer tonna pentánt állítottak elő.

A végső kizozatal növelése érdekében 64,7 millió m<sup>3</sup> vizet sajtoltak vissza a telepekbe. A kompresszortelep 17 db Ganz-Mávag, Ingersoll kompresszora napi 4 millió m<sup>3</sup> földgázt képes komprimálni a felhasználáshoz szükséges nyomásra.



Megállapítható, hogy harmadlagos műveléssel, etándús gáznak a termelő rétegekbe sajtolásával, még 5–6 %-kal növelhető a végső kihozatal.

A Szeged-környéki olajmezőkön a termelési önköltség 5–6 \$ barrelenként, míg a most alacsony világpiaci olajár 18 \$/barrel (1988), tehát termeltetése nagyon gazdaságos. Az algyői kőolaj- és földgáz termelése nagymértékben hozzájárul ahhoz, hogy az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt évi 90–100 milliárd Ft-tal járul hozzá az ország bevételéhez.

34. táblázat. Az első termelt algyői olaj tulajdonságai.

Kőolaj	Al-2
	1980,5-83,5 m
Fajsúly 20 °C-on	0,8408
Viszk. cSt/38 °C	6,65
Viszk. cSt/50 °C	4,55
Dermedéspont °C	+20
Jelleg	parafin
Benzin s%	23,78
Petroleum	15,74
Nehezebb maradék	60,48

35. táblázat. Az algyői termelő szintek és telepek.

Geol. kor	Szint	telep	tároló jellege	Megjegyzés
Felső-pannon	Tisza	2	oldott gázos olajtelep	Lencsés homok
		1	szabad gáztelep	
	Csongrád-É	2	szabad gáztelep	Változékony homok
		1	szabad gáztelep	
	Csongrád-D	2	gázsapkás olajtelep	
		1	gázsapkás olajtelep	
	Szőreg	2	szabad gáztelep	
		1	gázsapkás olajtelep	
	Szeged	3	gázsapkás olajtelep	
		2	szabad gáztelep	
		1	gázsapkás olajtelep	
	Algyő	2	gázsapkás olajtelep	
		1	gázsapkás olajtelep	
Alsó-pannon	Maros	17 telep	Gázsapkás kis olajtelepek, gázos lencsék.	Lencsés homok
Ap. és idősebb	Deszki szint		Gáztelepek kis olajszegéllyel	Konglomerátum tulyomásos telepek

36. táblázat. A fontosabb algyői telepek átlagos kőolaj- és földgáz összetétele.

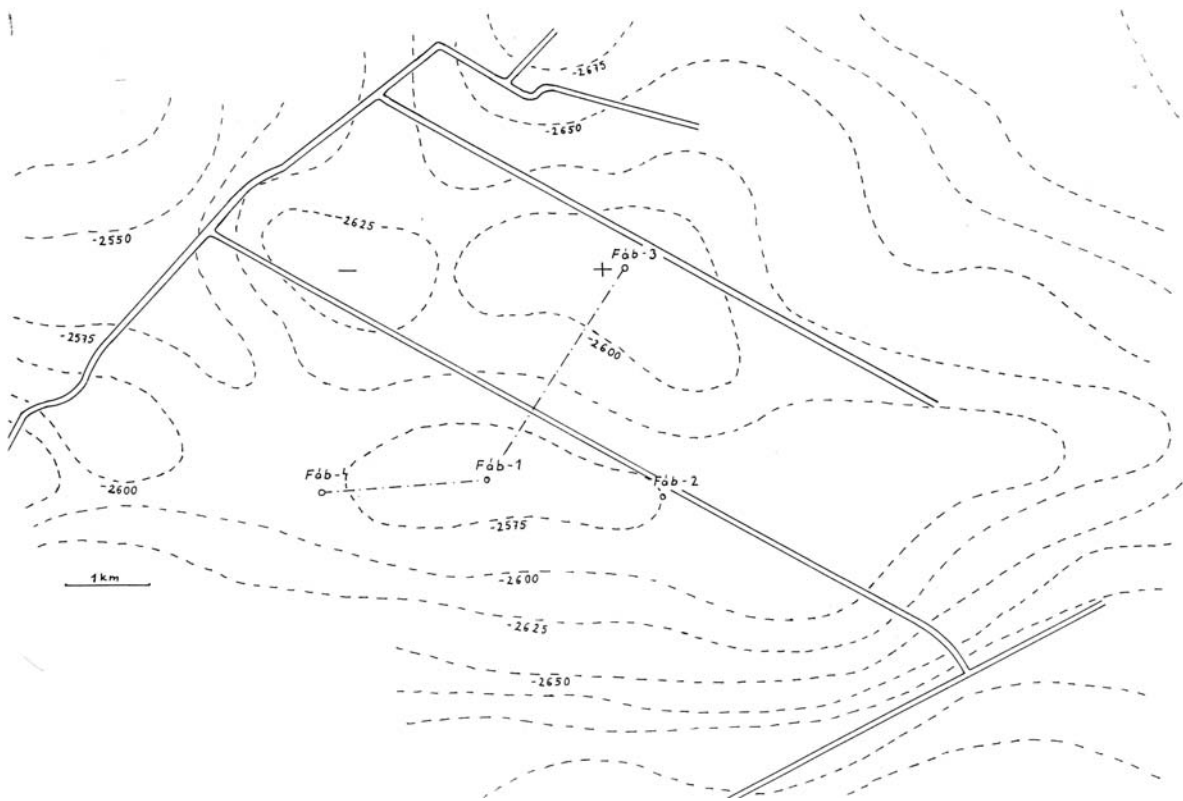
Szint	Telep	Földgáz					Kőolaj			
		Metán	Etán	Nehezebb CH	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Fajsúly	Benzin	Petroleum	Nehezebb alk.
Tisza	2	85,35	7,25	6,0	0,5	0,9	0,824	16,72	18,07	64,69
	1	83,60	4,23	9,07	2,20	0,9	0,8107	28,58	21,79	49,26
Csongrád-É	2	84,28	4,71	9,63	0,48	0,90	-			
	1	83,43	5,81	8,41	0,61	1,74	-			
Csongrád-D	2	63,85	9,48	24,15	1,0	1,52	-			
	1	81,85	4,93	9,99	1,1	2,13	0,7985	39,03	19,20	41,31
Szőreg	2	85,34	4,08	9,08	0,68	0,82	-			
	1	85,04	4,67	8,46	0,83	1,0	0,7942	40,93	17,90	40,07
Szeged	3	83,07	6,55	7,81	0,71	1,86	0,8065	37,03	17,61	44,81
	2	85,74	4,98	8,20	1,08	1,30	-			
	1	86,50	5,17	7,03	1,03	0,88	0,8085	53,43	18,27	47,53

Szint	Telep	Metán	Etán	Nehezebb CH	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Fajsúly	Benzin	Petroleum	Nehezebb alk.
Algyő	2	86,56	3,73	9,70	0,96	0,95	0,8291	26,05	17,54	55,90
	1	89,32	1,69	8,20	0,99	0,44	0,838	25,49	17,02	57,00
Maros	1	88,42	2,88	6,88	1,19	0,63				
	2	88,11	4,08	6,90	0,48	0,43				
	3	87,52	3,87	7,08	0,93	0,60				
	4	88,35	3,71	6,01	1,27	0,66				

Megjegyzés: az olaj összetétellel a párolgási veszteséget nem tüntettük fel.

## 21. Fábiansibestyén

Algyővel egy évben indult meg a fábiansibestyéni kutatás. A *gravitációs* térképeinken nagy területű, de kis értékű gravitációs rendellenesség mutatkozott, Nagymágócs községtől É-ra a Szegedi- és Békési-mély medencéket elválasztó, viszonylag magasabb medencealjzat területén. A *szeizmikus* méréseredményeket az 1964 évben készült 63/a jelentés tartalmazza, amelyben itt kb. 20x8 km terjedelmű helyi kiemelkedés van az alaphegység felszínén, a VÁRNAI László által szerkesztett szintvonalas térképen (1964 máj. 1.). Egy alsópannon szintről készült térképen is több lapos kiemelkedés jelentkezik. A D-i kiemelkedésen mélyült a Fáb-1, -2, az É-in a Fáb-3 kutatófúrás. A szeizmikus mérések adatai szerint a kristályos medencealjzatot kb. 5200 m-ben lehetett feltételezni, felette 4000 m-ig mezozoikum, 3200 m-ig miocén és pannon volt várható.



53. ábra. Fábiansibestyén környékének térképvázlata.

### Fúrasi tevékenység

A fábiansibestyéni szeizmikus kiemelkedésen 1965 márc. 5 és 1968 jún. 16 közt három felderítő kutatófúrás mélyült, és 1985-ben egy 4400 m-re tervezett, mely első volt a világbanki hitelből mélyültek közül.

A *Fáb-1* fúrás 1965 márc. 5 és nov 3 közt 3342 m-et ért el. A rétegvizsgálatok alkalmával a termelőcső elszakadt és a 2319 m alatti rész lent maradt. További vizsgálatokkor a perforátor szorult meg

a fúrásban, amit szétmarással kellett eltávolítani. Ilyen nehézségekkel 18 rétegvizsgálatra került sor. A *Fáb-2* az előbbtől 2050 m-rel K-re mélyült, 1965 dec. 26 és 1966 júl. 21 közt, és 14 réteget vizsgált meg. Végül a *Fáb-3 fúrás* 1967 nov. 2 és 1968 ápr. 18 közt 3600 m-t ért el.

Újabb szeizmikus mérések alapján, az előbbinél kedvezőbbnek vélt helyen, az alsópannonban mutatkozó kiemelkedésen, a Világbanktól vett kölcsönpenzén mélyült a *Fáb-4 fúrás*. A szeizmika szerint feltételezhető, hogy a kristályos alaphegység és a mezozoikum zavart településű, töredezett, sőt pikkelyes felboltozódások is lehetségesek. A fúrás közben 1985 dec. 16-án 4239 m-ben gázkitörés következett be, a nyomást 710–720 bárba becsülték, mely szétfeszítette a kitörésgátlót. A szétrepülő acél alkatrészek megsértették KISS Sándor főfúró mestert, aki a mentőkocsiban elhunyt. Kénhidrogénes gáz tört a felszínre, amit 160 °C-os forróvíz, ill. gőz követett. A Világbank javaslatára a mentésbe bevonták a Red Adair céget (amely eddig mintegy 2500 kitörést fékezett meg). A fúróberendezést elvontatták, a sérült kitörésgátlót leszerelték, és új Cameron zárókészüléket szereltek fel. A kút feltöltésére az OTIS-cég zsilipelő berendezéssel törekedett, de a gumitömítések nem bírták a nyomást és a 160 °C hőmérsékletet, ezért a hagyományos magyar módszerrel nyomták el a kutat, és 74 napi küzdelem után, 1986 febr.1-én lezárták.

A fúrások geológiai munkáját PAP Sándor és KÖVÉR Zoltán látták el. A fábiánsebestyéni fúrások földtani adatait a 37. táblázat tartalmazza.

37. táblázat. A fábiánsebestyéni fúrások földtani adatai.

Fúrás	Fa.	Q.	L.	Fp.	Ap.	Bádeni	Cr.	T.	Megjegyzés
Fáb-1	87,65	215	917	2197	3079	(3342)			
-2	86,99	208	889	2207	3041	(3259)			
-3	87,45	220	750	2280	3538	(3600)			
-4	89,9	390	1083	2113	2960	3153	3750	(4239)	gáz-gőz kitörés

### Rétegsor

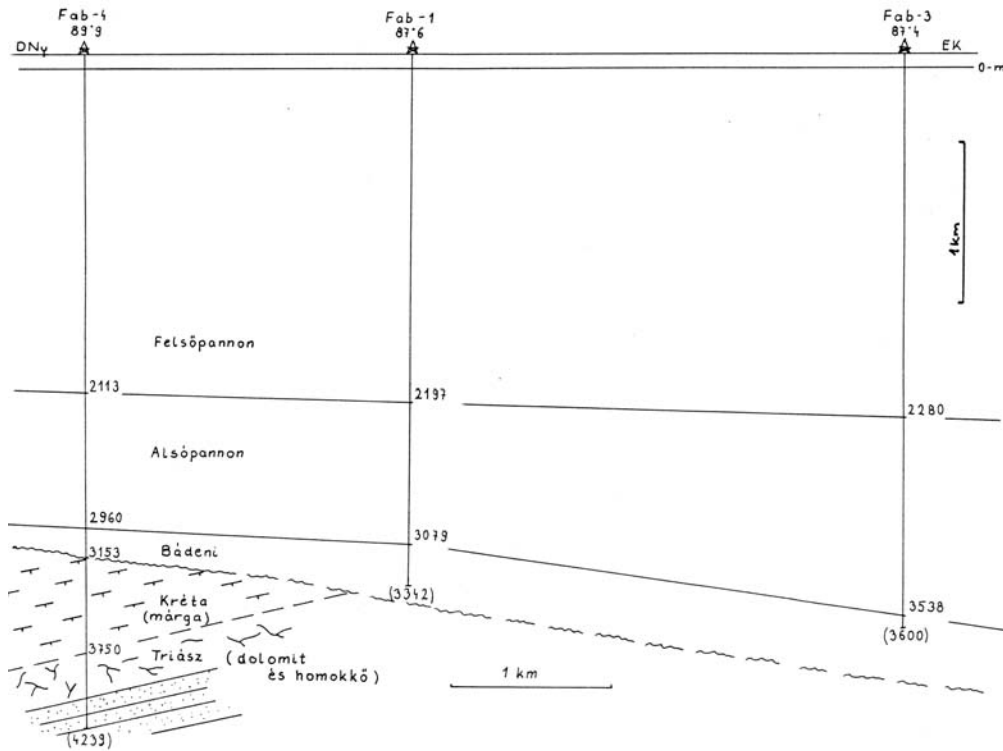
Fábiánsebestyénen a negyedidőszaki és felsőpliocén rétegsor más területekhez képest vastagabb: a környék fiatal süllyedék. A rétegsor agyag, homokos agyag, kékesszürke mészkonkréciós agyag, lignitcsíkos rétegek, sárgás-szürkés vörhenyes részeket tartalmazó homokos agyagok. Elhatárolásuk furadékminták alapján bizonytalan, ezért különböző mélységben megvont képződményhatárokkal találkozunk.

A felsőpannon homok, agyagos homok, homokos agyag és agyagmárga, márga rétegek sűrű váltakozása, világosszürke homokrétégekkel, lencsékkel. Belőle felsőpannonra jellemző mikroflóra és *Limnocardium ochetophorum* került felszínre. Helyenként lignites rétegek és mélyebben vastagabb homokrétégek fordulnak elő. Az alsópannon szürke homokpados agyagmárga, világosszürke finomszemű csillámos homokrétégek és vékony szürke agyagmárga rétegek váltakozása. *Limnocardium abichi* stb. fauna.

Az alsópannon észlelhető diszkordancia nélkül, de a *szarmata* hiányával megy át a bádeni rétegekbe. Ez szürke, kissé zöldesszürke homokos agyag, márga, mészmárga, meszes homokkő, agyagos riódacit vulkáni tufás rétegsor, mélyebben durvahomok és aprószemű konglomerátum betelepülésekkel. A kvarckavicsok eléri a 4 mm átmérőt, részben hullámos kioltású metamorf kvarc és telérkvarc, jóval kevesebb plagioklász és részben bontott ortoklász, kevés biotit, muszkovit, klorit, ritkán dolomit, nehézsavány és bakteriopirit fordul elő. Kevés ősmaradvány is előkerült: *Lucina incrassata*, *Cardium paucicostatum*, *Corbula carinata*, *Rotalia beccarii*, halfogak, gazdag foraminifera faunák, *Lithothamnium* törmelék stb.

A neogén rétegsor porozitása a mélység növekedésével csökken: 2500 m felett még 20 %-os is előfordul, 3300 m körül ez lecsökken átlag 7,8 %-ra. Ugyanígy az áteresztőképesség is.

Megemlítjük, hogy az 1985-ben fúrt *Fáb-4* fúrás a miocén alatt kréta kori szürke, kemény agyagmárgát talált. Mélyebben triász van, töredezett breccsás dolomit és kemény kavicsos homokkő.



54. ábra. Földtani szelvény a fábiánsebestyéni fúrásokon keresztül.

#### Szerkezeti viszonyok

A geofizikai mérések nem bizonyították határozott helyi kiemelkedés jelenlétét, ugyanígy a fúrásadatok sem. Az alsópannon talpát minden fúrás elérte. Ennek alapján szerkeszthető térképen a *Fáb-1* és *-2* közel azonos szerkezeti helyzetű, a szeizmika szerint mélyebb különálló kiemelkedésen mélyült *Fáb-3* valóban mélyebb helyzetű az előbbinél. A fúrásadatok szerint a *Fáb-4* mélyült a legmagasabb szerkezeti helyzetben. A további kutatást ebben az irányban kell folytatni.

A fúrások bizonyítják a Makói-árok és Békési-medence közti területen viszonylag magasabb medencealjzat jelenlétét, mely kréta-triász rétegekből épül fel és a tótkomlói gerinc ellaposodott, mélybeli folytatásának tekinthető.

#### Kőolajföldtani eredmények

A *Fáb-1* fúrás mélyítésekor több bizonytalan olaj- és gázyom jelentkezett 2500 m alatt, de különösen 3130–36 m-nél. A rétegvizsgálatokat műszaki nehézségek kísérték (termelőcső elszakadt, a perforátor beszorult, szét kellett marni, miközben a béléscső megsérülhetett, mert a később lebecsátott perforátor 3220 m-ben felült, nem ment lejjebb, és a kezelése közben elsült, ami miatt a béléscső rossz helyen perforálódott stb.). Mindezek nehéz, hosszadalmas mentési munkát igényeltek. Végül is 18 réteget sikerült megvizsgálni, amelyek közül többit nem származott rétegtartalom beáramlás. A fúrást az 1930–42 m közti szakaszból hévíz termelésre képeztük ki, ahonnan napi 430 m<sup>3</sup> 70 °C-os víz jelentkezett.

A *Fáb-2* fúrásban 14 réteget sikerült megvizsgálni. A mélyebb szintekből nem volt beáramlás vagy csak kevés víz jelentkezett. Az 1798 m mélységből napi 96 m<sup>3</sup> hévíz jött felszínre. A *Fáb-3* fúrás hasonló eredményű. A *Fáb-4* fúrásból 4239 m-ből feltörő hévíz és gőz mennyisége kezdetben 150 l/s, később 60–70 l/s-ra csökkent. A víz sótartalma 27,2–32,32 g/l, ebből 25 g/l NaCl, a többi kalcium-klorid és kalcium-hidrokarbonát. Nagy a vízkő kiválás, bizonyára ez okozza a hozamcsökkenést.

További kutatási lehetőségek a *Fáb-4* fúrás irányában emelkedő alaphegység vidékén volna lehetséges, kellő geofizikai mérések után.

## Irodalom

- Alföldön működő kőolajkutató szervezetek: Földtani napijelentések befejező jelentések. Kézirat.
- ALLIQUANDER Ö. (1978): Nagymélységű szénhidrogéntelegek felkutatása és termelése. – Magyar Tudományos Akadémia X. osztály Közleményei 11/3–4, 185–201.
- ÁRKAI, P., NAGY, G., DOBOSI, G. (1985): Polymetamorphic evolution of the South–Hungarian crystalline basement, Pannonian Basin: geothermometric and geobarometric data. – *Acta Geologica* 28/3–4, 165–190.
- BALÁZS E., MESZÉNA B., NUSSZER A., SZILI Gy-né (1984): Az Alföld prekambriumi, paleozoi, triász, jura és kréta korú képződményeinek összefoglaló áttekintése a mezozoi és idősebb összletek szénhidrogén prognózisa szempontjainak megfelelően. Kézirat.
- BALÁZS E., CSEREPESNÉ MESZÉNA B., SZILI Gy-né, NUSSZER A. (1985): Kísérlet az Alföld metamorf képződményeinek az Erdélyi Középhegységgel való azonosítására. – *Általános Földtani Szemle* 21, 223–231.
- BALÁZS E., NUSSZER A. (1987): Magyarország medenceterületeinek alsópannoniai vulkanizmusa. – *MÁFI Évkönyv* 69, 95–104.
- BALLA K. (1965): Az illési kutatási terület mélyföldtani ismertetése. – *Földtani Közöny* 95/2, 190–197.
- BALLA K., TENKESI S. (1987): Szénhidrogén prognózis készítése és jelentősége a kutatási perspektívák megalapozásában. – *Kőolaj és Földgáz* 20/3, 70–73.
- BALOGH Kad., ÁRVÁNÉ SÓS E., PÉCSKAY Z. (1984): A Nagyalföld kristályos alaphegységéből származó kőzetminták K/Ar kormeghatározása. Kézirat, MÁFI.
- BALOGH Kad., JÁMBOR Á. (1987): A magyarországi kunsági (pannonian s. str.) emeletbeli képződmények időbeli helyzetének meghatározása. – *MÁFI Évk.* 69, 27–36.
- BALOGH K. et al. (1966): Szeged környéki neogén medencerész földtani fejlődéstörténete (1966. évi anyagvizsgálatok). Kézirat.
- BALOGH K. (1973): A dél-alföldi neogén transzgressziós rétegsorok üledékjegyei. – *Földtani Közöny* 103, 251–269.
- BÁN Á. (1967): Az algyői mező jelentősége szénhidrogén termelésünkben és a termelés megkezdésének problémái. – *Bányászati és Kohászati Lapok* 1967, 697–702.
- BÉRCZI I. (1967): Az Algyő-1, -2, -4, -5 olajkutató fúrások felsőpannoniai homokköveinek nehézasvány vizsgálata. Kézirat.
- BÉRCZI I. (1969): Az algyői felsőpannon homokkőösszetétel üledékföldtani vizsgálata. – *Földtani Közöny* 99/4, 337–350.
- BÉRCZI I., VICZIÁN I. (1973): Üledékes kőzettani vizsgálatok a dél-alföldi neogénben. – *Földtani Közöny* 103, 319–339.
- BÉRCZI I., MARKÓ L. (1977): Szeged-Móraváros tároló rezervoárgéológiai viszonyai. – *Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium Műszaki-Tudományos Közleményei* 13, 157–166.
- BÉRCZI I., GRÓNAI I-né (1982): A vegyes porozitációs tárolókőzetek vizsgálatának és géológiai értelmezésének módszertani kérdései. – *Kőolaj és Földgáz* 15/10, 304–
- BÉRCZI I. (1985): A szénhidrogén prognózis szedimentológiai háttere. – *Földtani Közöny* 115, 99–122.
- BÉRCZI I., PHILLIPS, R. L. (1985): Process and depositional environments within Neogene delatic-lacustrine sediments, Pannonian Basin, southeast Hungary, - *Geophysical Transactions* 31/1–3, 55–74.
- BÉRCZINÉ MAKK A. (1985): A Nagyalföld mezozoos kifejlődési típusai. – *Általános Földtani Szemle* 21, 3–47.
- BOGSCH L. (1950): Triászbeli daonellás rétegek az Alföld medencealjzatában. – *Földtani Közöny* 80, 189–191.
- BOHN P. et al. (1970–1986): Távlati földtani kutatás. MÁFI.
- BRUKNERNÉ WEIN Alice, VETŐ I. (1981): Szénhidrogénkeletkezés és -migráció a Duna–Tisza-köze DK-i részén. – *Földtani Közöny* 111, 98–118.
- BUDA E. (1981): A magyar kiterésgátlás műszaki fejlesztése a zsanai gázkitörés megfékezése után. – *Földtani Kutatás* 24/4, 84–90.
- BUDA E. (1984): Tapasztalatok hasznosítása néhány hazai és külföldi gázkitörés elhárításából. – *Földtani Kutatás* 27/2, 55–69.
- BUDA Gy. (1972): Magyarországi granitoid kőzetek genetikai és tektonikai csoportosítása, különös tekintettel a földpátok vizsgálatára. – *MTA X. Osztály Közleményei* 5, 21–25.
- CSATH B. (1975): 10 éve tört fel az olaj a tápéi termásvíz fúrásból. – *Kőolaj és Földgáz* 8/7, 207–214.
- CSEREPESNÉ MESZÉNA B. 1983. Migmatite belts in the basement complex of the region between Danube and Tisza. – *Anuarul Institutului de Geologie și Geofizică* 61, 23–29, București.
- CSEREPESNÉ MESZÉNA B. 1985. A Duna–Tisza-köze kristályos alaphegységének litosztratigráfiai felosztása. – *Általános Földtani Szemle* 21, 117–194.
- CSIKY G., FORCHE, F., KAPOUNEK, J., KÖTÖSSY, L., SZUROVY G. 1941–1944. A MANÁT nagyalföldi fúrásainak összefoglaló jelentései. Kézirat.
- CSIKY G., DANK V., ERDÉLYI K-né, KÖRÖSSY L. 1965. Jugoszláviával határos alföldi medenceterületek kutatásainak földtani eredményei. Kézirat.
- CSONGRÁDI B-né. 1961. A alföldi mélyfúrások kréta képződményei sztratigráfiai és kőzettani viszonyai. Kézirat.
- CSONGRÁDINÉ HAJDU Ilona 1966. Az illési mélyfúrások által feltárt képződmények. – *MÁFI Évi Jelentés* 1964-ről, 545–558.
- CSONGRÁDINÉ HAJDU Ilona 1966. Rétegtani és kőzettani adatok az algyői terület mélyföldtanához. – *Kőolaj- és*

- Földgázbányászati Műszaki Tudományos Laboratórium Közleményei 1966, 338—350.
- CSONGRÁDI BÉLÁNÉ 1975. A keceli kutatási terület mélyföldtani viszonyai. Kézirat.
- DANK V. 1962. Az új magyar földgázlefordulások földtani alkata. – Bányászati Lapok 11, 756—768.
- DANK V. 1964. Dél-alföldi kőolaj- és földgázkutaknak története, eredményei és kilátásai. – Bányászati Lapok 775—788.
- DANK V. 1965. Dél-alföldi neogén medencerészek mélyszerkezeti viszonyai és kapcsolatuk a dél-baranyai és jugoszláviai területekkel. – Földtani Közöny 95/2, 123—139.
- DANK V. 1965. A délföldi szénhidrogén kutatások legújabb eredményei. – Földtani Kutatás 8/4, 1—8.
- DANK V., BÁN Á. 1966. Az algyői kőolaj- és földgázlefordulás földtani viszonyai és termeltetésük elvei. – Földtani Kutatás 1966/különszám.
- DANK V. 1966. A Szeged környéki szénhidrogén kutatások és perspektívái. – Magyar Geofizika 7/2—3, 61—80.
- DANK V. 1975. Mezőhegyes-Végegyháza terület felderítő fúrásainak összefoglaló jelentése. Kézirat, 117 p.
- DANK V. 1983. Kőolajföldtan. Tankönyvkiadó, Budapest.
- DANK V. 1985. Hydrocarbon exploration in Hungary. – Neogene Mineral Resources in the Carpathian Basin. MÁFI, Budapest, pp. 107—213.
- DEDINSZKY J. 1968. Adatok a nagylengyeli kőolajtároló kőzetek repedezettségi-üregességi vizsgálatához. – Földtani Közöny 98/1, 91—97.
- DEDINSZKY J. 1972. Adatok a nagylengyeli karbonátos kőzetek tárolóképességéhez. – Kőolaj és Földgáz 5/5, 132—136.
- DERCSÉNYI L. 1975. Üledéksorok tagolása Markov-analízissel. – Kőolaj és Földgáz 8/5, 134—136.
- DOBOS I. 1965. Az Alföld levantei képződményeinek rétegtani vizsgálata és vízföldtani jelentősége. – Földtani Közöny 95/2, 230—239.
- ERDÉLYI M. 1979. A magyar medence hidrodinamikája. VITUKI Közlemények 18.
- ERDÉLYI M. 1981. A felszínalatti víz mozgásának vizsgálata a Magyar-medence példáján. – MTA X.oszt. Közleményei 14/1, 3—74.
- F. G. 1988. Tovább fokozza gazdasági eredményeit a KfV. – OKGT Központi Hírlap 1988/3, p. 3.
- FÁBIÁN Gy. 1975. A pusztaföldvári kőolaj- és földgázmező összefoglaló földtani kutatási zárójelentése. Kézirat, 1—2. kötet.
- FÁBIÁN Gy. Battonya mező "Battonya-felső szint" telepei kezdeti földtani és ipari földgáz készletének változása. Kézirat.
- FACSINAY L., TOLMÁR Gy., VARGA I. 1965. Déltiszántúli geológiai-geofizikai elemzése. – Földtani Kutatás 8/3, 23—31.
- FEKETE J. 1942. Jelentés Hódmezővásárhely, Makó, Szeged, Szabadka vidékén végzett torziós inga mérésekről. – Geofizikai Intézet 1941. évi jelentése, 7-
- FEKETE J. 1942. Jelentés 1941. évben Tótkomlós környékén a MANÁT megbízásából végzett földmágneses mérésekről. – Geofizikai Intézet 1941. évi jelentése 10—11.
- FORCHE, F. 1944. Die Aufschlusstätigkeiten der Ungarisch-Deutsche Erdölwerke GmbH bis Ende Dezember 1943. Kézirat.
- FRANYÓ F. 1977. A Magyar Állami Földtani Intézet 19\_\_-1975 között mélyített kutatófúrásai az Alföldön. – Földrajzi Közlemények 25 (101), 60—71.
- FRANYÓ F. 1981. A szarvasi Sz—1 számú alapfúrás földtani és vízföldtani eredményei. – MÁFI Évi Jelentés 1979-ről, 121—142.
- FÜLÖP J., BREZSNYÁNSZKY K., HAAS J. 1987. The new map of basin basement in Hungary. – Acta Geologica 30, 20—30.
- GAJDOS I., TATÁR A-né. 1974. Ferencszállás lehatároló kutatási fázis földtani zárójelentése. Kézirat.
- GAJDOS I., PAP S., SZENTGYÖRGYI K. 1982. Észak-Békés szénhidrogénkutatási eredményei és további lehetőségei. – Földtani Kutatás 25/2, 32—48.
- GAJDOS I., PAP S., SOMFAI A., Völgyi L. 1983. Az alföldi pannóniai (s.l.) képződmények litosztratigráfiai egységei. MÁFI alkalmi kiadvány 1—70.
- GEDEONNÉ RAJETZKY M. 1973. A mindszei és csongrádi kutató fúrások mikromineralógiai vizsgálata, különös tekintettel az anyagszállítás egykori irányára. – MÁFI Évi Jelentés 1971-ről, 169—182.
- GEDEONNÉ RAJETZKY M. 1976. Pliocénvégi-negyedkori üledékciklusok mikromineralógiai spektruma a Szarvas-1 fúrásban. – MÁFI Évi Jelentés 1974-ről, 171.
- GROHOLY T. 1966. Adatok a Nagyalföld geofizikai kutatási eredményeiről. A Dél-tiszántúli-medence szeizmikus anyagának újraértékelése. – Magyar Geofizika 7/2—3, 81—92.
- GROSZ, A. E., RÓNAI, A., LOPEZ, R. 1984. Contribution to the determination of the Plio-Pleistocene boundary in sediments of the Pannonian Basin. – Geophysical Transactions 31, 89—99.
- GROW, J. A., POGÁCSÁS Gy., BÉRCZINÉ MAKK A., VÁRNAI P., HAJDU D., VARGA E., PÉRO Cs. 1989. A Békési-medence tektonikai és szerkezeti viszonyai. – Magyar Geofizika 30/2—3, 63—97.
- HALAVÁTS Gy. 1889. A hódmező-vásárhelyi artézi kutak. – MÁFI Évkönyve 8/8
- HALAVÁTS Gy. 1891. A szegedi két artézi kút. – MÁFI Évkönyve 9/8.
- HALAVÁTS Gy. 1891. A csongrádmezei artézi kutak. – Természettudományi Közöny 1891/262.
- HALAVÁTS Gy. 1894. Az Alföld artézi kútjai. – Magyar Mérnök- és Építész Egyesület Közönye 28.
- HALAVÁTS Gy. 1896. A magyarországi artézi kutak története, terület szerinti eloszlása, mélységök, vizök, bőségek és hőfokának ismertetése. Földtani Intézet alkalmi kiadványa. A millenniumi kiállításra megjelent mű.
- HÁMOR N., MOLNÁR K., RUMPLER J., VARGA I. 1966. A nagyalföldi reflexiós szeizmikus mérések eredményei és problémái a földtani felépítés tükrében. – Magyar Geofizika 6/2—3, 93—105.
- HÁMOR G., BÉRCZI I. 1987. Neogene history of the Central Paratethys. – Giornale di Geologia, ser. 3, 48/1-2, 322—342, Bologna.

- HORVÁTH F., DÖVÉNYI P., LÁSZLÓ I. 1986. Geothermal effects of magmatism and its contribution to the maturation of organic matter in sedimentary basins. – *Lecture Notes in Earth Sciences* 5, 173—183.
- HORVÁTH I. 1987. A magyarországi nagy hozamú gáztermelő kutak lefűtése, kiképzése, termeltetése, különös tekintettel a kutak helyi környezetének vizsgálatára. – *Kőolaj és Földgáz* 20/2, 51.
- HUTTER B., KARÁCSONYI S. 1987. Rétegvizeink gázossága. – *Hidrológiai Közlöny* 62/3, 104—116.
- JÁMBOR Á. et al. 1987. A magyarországi kunsági emeltbeli képződmények földtani jellemzése. – *MÁFI Évkönyve* 69, 1—452.
- JÁMBOR Á. 1974. Magyarországi neogén karbonátos képződmények keletkezési körülményeinek alapvonásai. In: *Karbonátos képződmények keletkezésének vizsgálata és gazdasági jelentősége*. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 165—186.
- JÁMBOR Á. 1982. Ásványi nyersanyagok kutatása és teleptana. Műszaki Kiadó, Budapest, 308 p.
- JÁNOSSY D. 1979. A magyarországi pleisztocén tagolása gerinces faunák alapján. Akadémiai Kiadó, Budapest, 210 p.
- JASKÓ S. 1977. Neogén medencék az alpi-kárpáti hegységrendszerben. – *Földtani Közlöny* 107, 421—430.
- JUHÁSZ Á., CSONGRÁDI B-né. 1969. Magyarországi szénhidrogén kutató fúrások által feltárt felsőkréta képződmények. – *OGIL Műszaki-Tudományos Közlemények* 1969, 33—36.
- JUHÁSZ Gy., MOLENAAR, C. M., BÉRCZI I-né, RÉVÉSZ I., KOVÁCS A., SZANYI B. 1989. A Békési-medence pannóniai s.l. üledékösszetételének rétegtani viszonyai. – *Magyar Geofizika* 30/3—4, 129—145.
- JURATOVICS A. 1988. Készleteinkből még 20 évig termelhetünk. – *OKGT Központi Hírlap* 1988/3, p. 1.
- KÁDÁR J., BIDA V. 1959. OKGT Szeizmikus Üzem 56. sz. jelentése az 1958. évben Battonya, Tótkomlós, Nagyszénás, Ferencszállás kutatási területen végzett reflexiós és fáziskorrelációs refrakciós mérésekről. Kézirat.
- KAPOUNEK, J. 1943. Geologischer Endbericht über die Bohrung Ferencszállás—1. Kézirat, 1943. szept. 10.
- KAPOUNEK, J. 1943. Geologischer Endbericht über die Bohrung Sándorfalva—1. Kézirat, 1943. aug. 11.
- KARÁCSONYI S. 1983. Az alföldi rétegvizek metánosságának vízföldtani prognózisa. – *Hidrológiai Közlöny* 9, 405—414 és 10, 437—445.
- KARDOS I., SIMÁNDI B. 1986. A megzabolázott “tengervíz” (Fáb—4 kitörés). – *Magyar Vízgazdálkodás* 86/7, 11—12.
- KÁZMÉR M.: (2004): Az Általános Földtani Szemle régi-új arca. – *Általános Földtani Szemle* 28, 5—7.
- KERTAI Gy. 1960. A magyarországi szénhidrogén kutatás eredményei 1945—1960-ig. – *Földtani Közlöny* 90/4, 406—418.
- KERTAI Gy. 1962. A kőolaj- és földgáztelepek kialakulása és viszonya a földtani szerkezethez. Kézirat.
- KÉSMÁRKY I., POGÁCSÁS Gy., SZANYI B. 1982. Szeizmikus szelvények sztratigráfiai értelmezése keletmagyarországi neogén-kvarter depressziók példáján. – *Magyar Geofizika* 22/1—2, 20—30.
- KILÉNYI É., RUMPLER J. 1985. Pre-tertiary basement relief map of Hungary. – *Geofizikai Közlemények* 30/4, 425—428.
- KÓKAI J. 1965. Szénhidrogéntelemek megkutatásának művelési szempontjai. – *Földtani Közlöny* 95/2, 249—254.
- KORIM K. 1982. A Románia nyugati síksági határvidékén előforduló hévizek kutatása. – *Vizkutatás* 1982/5, p. 10.
- KOVÁCS F., VARGA I. 1975. Gravitációs tér szűrésének eredményei a Dunától K-re eső részeken. Kézirat.
- KÖHÁTI A. 1968. Fábiánsebestyén. Felderítő kutatási előzetes zárójelentés. Kézirat.
- KÖRÖSSY L. 1957. A környező államok kőolajkutatási eredményei és hazánkra vonatkozó tanulságai. – *Bányászati Lapok* 90/2, 130—136.
- KÖRÖSSY L. 1957. A Tiszántúl mélyföldtani és ösföldrajzi viszonyai és a kőolajkutatás kilátásai. – *Bányászati Lapok* 90/9, 491—503.
- KÖRÖSSY L. 1957. A kutatási terület földtani leírása és a mérések elé tűzött geológiai feladatok. (SzKÜ 2-6/58. sz. csoportjának 1958. évi terve, Tótkomlóstól a Tiszáig terjedő területre). Kézirat.
- KÖRÖSSY L. 1957. Kőolaj- és földgázkutatások Magyarországnak a Dunától keletre eső területén. In: SZUROVY Géza (szerk.): *A kőolajkutatás és feltárás módszerei Magyarországon*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 202—221.
- KÖRÖSSY L. 1958. A Tótkomlós—Algyő közötti kutatási terület geológiai leírása és a szeizmikus mérések elé tűzött földtani feladatok. (az OKGT SzÜ 6/58. sz. csoportjának műszaki tervéhez). Kézirat.
- KÖRÖSSY L. 1962. A Nagy Magyar Alföld mélyföldtani és kőolajföldtani viszonyai. Kandidátusi értékezés, kézirat. 209 p.
- KÖRÖSSY L. 1963. Magyarország medenceterületeinek összehasonlító földtani szerkezete. – *Földtani Közlöny* 93/2, 153—172.
- KÖRÖSSY L. 1964. A magyar kőolaj- és földgázelőfordulások törvényszerűségei. – *Bányászati Lapok* 97/2, 115—126.
- KÖRÖSSY L. 1966. Az Algyő környéki szénhidrogénkutatás és földtani eredményei. Kézirat.
- KÖRÖSSY L. 1966. A Mezőhegyes, Végegyháza és Pitvaros kőolaj- és földgázkutatás zárójelentése. Kézirat, 73 lap, 23 melléklet.
- KÖRÖSSY L. 1968. Entwicklungsgeschichte und paläogeographische Grundzüge des ungarischen Unterpannons. – *Acta Geologica* 12/14, 199—217.
- KÖRÖSSY L. 1968. A magyarországi kőolaj- és földgáztelepek elhelyezkedésének néhány törvényszerűsége. – *Földtani Közlöny* 98, 20—28.
- KÖRÖSSY L. 1971. A kőolaj- és földgáz migráció és akkumuláció lehetősége a magyarországi üledékes medencék földtani fejlődéstörténete folyamán. – *MTA X. Osztály Közleményei* 4/2—4, 269—279.
- KÖRÖSSY L. 1973. Magyarország regionális kőolaj- és földgáz migrációs és akkumulációs térképe és a nagy felhalmozódások lehetősége. – *MTA X. Osztály Közleményei* 6, 117—123.

- KÖRÖSSY L. 1976. A kőolajkutatás tervezésének földtani alapjairól. – Földtani Közlöny 106, 537—546.
- KÖRÖSSY L. (1987): A kisalföldi kőolaj- és földgázkutatás földtani eredményei. – Általános Földtani Szemle 22, 99—174.
- KÖRÖSSY L. (1988a): A zala-medencei kőolaj- és földgázkutatás földtani eredményei. – Általános Földtani Szemle 23, 3—162.
- KÖRÖSSY L. (1988b): Hibaigazítás A kisalföldi kőolaj- és földgázkutatás földtani eredményei c. cikkhez. – Általános Földtani Szemle 23, 221—222.
- KÖRÖSSY L. (1989): A dráva-medencei kőolaj- és földgázkutatás földtani eredményei. – Általános Földtani Szemle 24, 3—121.
- KÖRÖSSY L. (1990): A Délkelet-Dunántúl kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. – Általános Földtani Szemle 25, 3—53.
- KÖRÖSSY L. (1992): A Duna—Tisza-köze kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. – Általános Földtani Szemle 26, 3—162.
- KÖRÖSSY L. (2004): Az észak-magyarországi paleogén medence kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. – Általános Földtani Szemle 28, 9—121.
- KRETZOI M., KROLOPP E. 1972. Az Alföld harmadkor végi és negyedkori rétegtana az őslényti adatok alapján. – Földrajzi Értesítő 21, 133—158.
- KRETZOI M. 1984. Gerinces őslényti adatok medenceüledékeink ismeretéhez. – MÁFI Évi Jelentés 1982-ről, 173—184.
- KROLOPP E. 1970. Alföldi mélyfúrások Zsigmond-Halaváts-féle mollusca anyagának revíziója. – MÁFI Évi Jelentés 1973-ról, 195.
- KROLOPP E. 1983. A magyarországi pleszitocén képződmények malakológiai taglalása. Kandidátusi értekezés, kézirat.
- KUHN T., BENKŐ Z. 1984. A Szeged-Móraváros olajmező művelésének tervezése. – Kőolaj és Földgáz 9, 264—268.
- KURUCZ B. 1977. Pusztaföldvár-Battonya közötti terület medencelajzatának képződményei és hegyszerkezete. – Kézirat, Egyetemi doktori értekezés, JATE, Szeged.
- LACZÓ I. 1984. A magyarországi triász képződmények vitrintreflexió ( $R_0$ ) értékei és földtani jelentőségük. – MÁFI Évi Jelentés 1982-ről, 403—416.
- LELKES Á., RÉVÉSZ I. 1971. Az Algyő II. tárolószint üledélföldtani vizsgálata. Kézirat. ELőadás, MFT 1971. V. 21.
- LÓCZY L. 1934. Magyarország petroléum és földgáz lehetőségei. – Ásványolaj 1934/4.
- LÓCZY L. 1939. Csonka magyarországi só és szénhidrogén kutatások irányelvei és cálkitűzései. – MKFI Évi Jelentés 1933—35-ről I, 407—462.
- LÓCZY L. 1939. Geologisches Gutachten über die Kohlenwasserstoffmöglichkeiten des südöstlichen Teiles des Alföld in Rumpfungarn. – Kézirat, a Wintershall AG. részére.
- LÓCZY L. 1941. Über die Kohlenwasserstoffmöglichkeiten des südöstlichen Teiles des Alföld in Rumpfungarn. – MÁFI Évi jelentés 1936-38-ról, 191-208.
- LÓCZY L. 1941. A békésmegyei földgázos artézi kutak. – MÁFI Évi Jelentés 1936-1938, 137—163.
- LOVAS L., VITÁLIS Gy. 1958. A békéscsabai vizkutatási terület vízföldtani adottságai. – Hidrológiai Közlöny 38/2, 81—90.
- LÜCKERATH, WENDT. 1943. Bericht über die Ergebnisse des reflexionsseismische Messungen im Arbeitsgebiet Ferencszállás (Ungarn). Kézirat, 12 p., Hannover, 1943. I. 15.
- MAGYAR L., MUCSI, M. 1971. Az Algyő-111 sz. fúrás konglomerátumának vizsgálata. MFT előadás, 1971. III. 12.
- MAJZON L. 1966. Foraminifera vizsgálatok. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- MANÁT 1942. Ergebnisse der Schwerkraftmessungen im Koncessionsgebiet der Ungarisch-Deutsche Erdölwerke GmbH, bis I. II. 1942. Masstab 1:200 000.
- MANÁT 1941—1944. Monatsberichte der geophysikalischen Messungen. Kéziratok.
- MATTICK, R. E., PHILLIPS, R. L. & RUMPLER, J. 1985. Seismic stratigraphy and depositional framework of sedimentary rocks in the Pannonian Basin in southeastern Hungary. In: ROYDEN, L., HORVÁTH, F. (eds.): The Pannonian Basin – A Study in Basin Evolution. – AAPG Memoir 45, 117—156, TULSA.
- MIHÁLTZ I-né. 1980. Jelentés a Sikvidéki Osztály részére 1980-ban végzett palynológiai vizsgálatokról (Komádi, Jánosháza). Kézirat, MÁFI Adattár, T. 10477.
- MIHÁLTZNÉ FARAGÓ M. 1982. Tiszántúli alapfúrások palynológiai vizsgálata. – MÁFI Évi Jelentés 1980-ról. 103—119.
- MOLNÁR B. 1965. Ösföldrajzi vizsgálatok a Déltiszántúlon. – Hidrológiai Közlöny 1965/9, 397-403.
- MOLNÁR B. 1966. Lehordási területek és irányok változásai a Dél-Tiszántúlon a pliocénben és a pleszitocénben. – Hidrológiai Közlöny 46/3, 121—127.
- MOLNÁR B. 1970. Pliocene und Pleistocene Lithofacies of the Great Hungarian Plain. – Acta Geologica 14, 445—457.
- MUCSI M. 1973. A Dél-Alföld földtani fejlődéstörténete a neogénben. – Földtani Közlöny 103, 311—318.
- MUCSI M., RÉVÉSZ, I. 1975. Neogene evolution of the southeastern part of the Great Hungarian Plain on the basis of sedimentological investigations. – Acta Mineralogica-Petrographica 21/1, 25—49.
- MUCSI M. 1979. A Dél-Alföld földtani, fejlődéstörténeti és ösföldrajzi vázlat. – MTA Alföldi Tanulmányok 7-29.
- NEMECZ E. 1970. Agvagásvány vizsgálat szerepe és helyzete a kőolajgeológiában. Előadás, Szeged.
- NEMESI L. 1967. Tellurikus és kísérleti jellegű magnetotellurikus mérése az Alföldön (Szentes, Hódmezővásárhely). – MÁELGI 1966 Évi Jelentés 60.
- NEMESI L. 1968. Tellurikus mérések az Alföld DK-I részén. – MÁELGI 1967. Évi Jelentés 135—139.



- NEMESI L. 1969. Geoelektromos mérések DK Magyarországon. – MÁELGI 168. Évi jelentés 85—90.
- NEMESI L., MORVAI L. 1971. Geoelektromos mélyszerkezeti kutatások a Békési-medencében. – MÁELGI 1970 Évi Jelentés 53—57.
- NEMESI L. 1973. Geoelektromos mérések a Békési-medencében. – MÁELGI 1972. Évi Jelentés 45.
- NEMESI L., HOBOT J. 1981. A Tiszavidék és a Tiszántúl nélszerkezetének geoelektromos kutatása. – Geofizikai Közlemények 27, 3—98.
- NEMESI L., POLCZ I., SZEIDOVITZ Gy. 1984. Szerkezetkutató mérések Kecskemét D, Kiskunfélegyháza, Alpár környékén. – MÁELGI 1983. Évi Jelentés 45—51.
- NUSSZER A. 1985. A pusztaföldvári metamorf területi egység képződményei. – Általános Földtani Szemle 21, 49—78.
- OGIL. 1972. A szanki kőolaj- és földgáztelep részletes kőolajföldtani rezervoargeológiai elemzése. Kézirat.
- PAP S. et al. 1972. Ferencszállás felderítő kutatási zárójelentés. Kézirat, 63 p. és mellékletei.
- PAP S. 1987. Kelet-Magyarország 4500 m-nél mélyebb fúrásainak földtani eredményei. – Alföldi Tanulmányok 11, 7—45, Békéscsaba.
- PAP S. 1975. Endrőd-I felderítő kutatási fázis zárójelentése. Kézirat, I: 111 p., II: 171 p.
- PAP S., VÖLGYI L. 1975. Szeged lehatároló kutatási fázis földtani zárójelentése. Kézirat, 194 p.
- PAP S. 1975. Kaszaper-D, Tótkomlós-K lehatároló kutatási fázis zárójelentése. 107 + 145 p.
- PAP S. 1976. Komádi felderítő kutatási fázis földtani zárójelentése. Kézirat.
- PAP S. 1979. Sarkadkeresztúr felderítő kutatási fázis földtani zárójelentése. Kézirat, 84 p.
- PAP S. Alsópannoniai bazaltvulkanizmus Balástya, Üllés, Ruzsa, Zákányszék térségében. – Földtani Közöny 113, 163—170.
- PATSCH F. 1967. Az algyői szénhidrogéntermelő terület fúrásai problémái. – Bányászati Lapok 100, 708.
- PETHŐ A., PUNGOR F.-né. 1968. Algyői olajok és márgamagok vanádium és nikkeltartalmának vizsgálata. Kézirat.
- POGÁCSÁS Gy. 1980. Neogén sülyedékeink fejlődéstörténeti viszonyai felszíni geofizikai mérések tükrében. – Földtani Közöny 110, 485—497.
- POGÁCSÁS Gy. 1982. Kelet-magyarországi miocén képződmények szeizmikus kutatása. – Földtani Kutatás 25, 53—59.
- POGÁCSÁS Gy., VÖLGYI L. 1982. Pannon litosztratigráfiai és litogenetikai egységek szeizmikus reprezentációjának vizsgálata Kelet-Magyarországon. – Magyar Geofizika 23/3, 82—93.
- POGÁCSÁS Gy. 1984. A Pannon-medence mélydepresszióinak szeizmikus sztratigráfiai alapvonásai. – Magyar Geofizika 20/4, 151—166.
- POGÁCSÁS Gy., JÁMBOR Á. et al. 1989. A nagyalföldi neogén képződmények kronosztratigráfiai viszonyai szeizmikus és paleomégnes adatok összevetése alapján. – Magyar Geofizika 30/2—3, 41—62.
- POGÁCSÁS Gy., BÉRCZINÉ MAKK A. 1989. A Békési-medence tektonikai és szerkezeti viszonyai. – Magyar Geofizika 30/2—3, 53—57.
- POLCZ I., SZEIDOVITZ Gy. 1987. Szerkezetkutató szeizmikus mérések Kiskunfélegyháza, Gátér, Alpár, Jászszentlászló környékén. – MÁELGI 1986. Évi jelentése. 61—63.
- RÉVÉSZ I. 1982. Az algyői Maros, Szőreg szénhidrogén telepek üledékföldtani modellje – egy fosszilis delta fejlődéstörténete. – Kőolaj és Földgáz 15/6, 176—177.
- RÉVÉSZ I., BÉRCZI I. et al. 1989. A Békési-medence alsópannon üledékképződése. – Magyar Geofizika 30/2—3, 98—113.
- RÓNAI A. 1974. Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, Szeged-Gyula lap. MÁFI, 190 p.
- RÓNAI A., COOKE, H. B. S., HALL, J. M. 1979. Paleomagnetic sedimentary and climatic records from boreholes at Dévaványa and Vésztő, Hungary. – Acta Geologica 22, 89—109.
- RÓNAI A., KÖRÖSSY, L., SZÉLES, M., 1979. Az Alföld földtani atlasza, magyarázó. Szegedi lap, 9 p., 18 térképlap.
- RÓNAI I. st. 1981. Az Alföld földtani atlasza, magyarázó. Békéscsabai lap.
- RÓNAI A. 1983. A Körös-medence földtörténete a negyedkorban. – Földtani Közöny 113, 1—25.
- RÓNAI A. 1985. Az Alföld negyedidőszaki földtana. – Geologica Hungarica, series Geologica 21, 446 p.
- RUMPLER J., HORVÁTH F. 1984. Extenziós tektonika szeizmikus szelvényeken és ennek kőolajkutatási jelentősége a Pannon-medencében. – Földtani Kutatás 27/3, 49—61.
- SAJGÓ Cs. 1975. Complex geochemical investigation of the clastic sediments of the ALgyő structure. – Acta Geologica 19, 131—156.
- SAJGÓ Cs., HORVÁTH Z. 1979. Vitritvizsgálatok a Hód-I fúrásban. Kézirat.
- SCHOFFER V. 1963. Adatok a Vardaridák és a Bánáti-árok felszínalatti vonulatainak követéséhez a Kárpát-medencében. – Földtani Közöny 93/3, 286—303.
- SINKÓ K. 1988. Kiskundorozsma mező újabb kutatási eredményei. MFT előadás, 1988. III. 22.
- SOMFAI A. 1978. Az alföldi szénhidrogén kutatások eredményei és perspektívái. – Alföldi Tanulmányok 2, 7—19.
- SOMFAI A. 1980. A Nagyalföld medencéjzatát felépítő metamorfitek szénhidrogén-tárolási perspektívái, kutatásuk lehetőségei. – Kőolaj és Földgáz 3, 69—72.
- SOMFAI A. 1981. A nagyalföldi szénhidrogén kutatás és feltárás. – Kőolaj és Földgáz 14/9, 264-267.
- SOMFAI A. (2003): In memoriam dr. KÖRÖSSY László. – Magyar Geofizika 43/1, p. 58.
- SZALAY Á. 1977. Metamorphic granitogenic rocks of the basement of the Great Hungarian Plain, eastern Hungary. – Acta Mineralogica-Petrographica 23/1, 49—69, Szeged.
- SZALAY Á., SZENTGYÖRGYI K., SZÓTS A. 1978. A Nagyalföld mezozós képződményei. – Általános Földtani Szemle 11, 109—137.
- SZALAY Á., SZENTGYÖRGYI K. 1979. Adatok a szénhidrogénkutató fúrások által feltárt medencebeli pannon

- képződmények litológiai tagolásához trendanalízis alapján. – *Geonómia és Bányászat* 12/4, 401—425.
- SZALAY Á., KONCZ I. 1980. Szénhidrogén képződési és migrációs folyamatok a délkelet-alföldi és a Dráva-süllyedékben. – *Kőolaj és Földgáz* 1980/6, 177—186.
- SZALÓKI I. 1965. Másodlagos gázfelhalmozódás levantei rétegekben Pusztaföldváron. Kézirat.
- SZALÓKI I., FÁBIÁN Gy. 1975. Pusztaszőlősi szerkezet tárolásra kijelölt rétegeinek geológiai szakvéleményezése. Kézirat.
- SZANYI B., VARGA I., VÁNDOR B., ZSITVAY Sz. 1970. Szeizmikus mélyszerkezeti kutatások a Makói-árok területén. – *Magyar Geofizika* 11/4—5, 151—156.
- SZANYI B. 1976. Szarvasi kutatási területen végzett reflexiós mérések (I-36 sz. jel.) Kézirat.
- SZANYI B. 1980. A szarvasi kutatási területen 1979 évben végzett részletező reflexiós mérésekről. Kézirat.
- SZANYI B., UJFALUSY, A., VARGA E. 1982. Esettanulmány az endrődi antiklinális szeizmikus kutatásáról. – *Földtani Kutatás* 25/1, 19—28.
- SZEDERKÉNYI T., GRASSELLY Gy. 1981. A Dél-Dunántúl és a Nagyalföld kristályos képződményeinek litosztratigrafiái minősítése. Kézirat.
- SZEDERKÉNYI T. 1984. Az Alföld kréta-végi magmatizmusának vizsgálata. Kézirat.
- SZEDERKÉNYI T. 1984. Az Alföld kristályos aljzata és földtani kapcsolatai. MTA doktori értekezés tézisei, 16 p.
- SZÉLES M. 1962. Alsópannóniai medenceüledékek puhatestű faunája. – *FK* 92/1, 53—60.
- SZÉLES M. 1966. Adatok az algyői szénhidrogénkutatási terület földtani és öslénytani viszonyairól. Kézirat.
- SZENTGYÖRGYI K. 1978. The Sarmatian formations in the Tiszántúl area (east Hungary) and their stratigraphic position. – *Acta Mineralogica-Petrographica* 23/2, 279—297, Szeged.
- SZENTGYÖRGYI K. 1982. Az Alföld felsőkréta köztrétegtani egységei. – *Általános Földtani Szemle* 17, 115—144.
- SZENTGYÖRGYI K. 1984. Az alföldi felsőkréta képződmények rétegtani-faciális és ösföldrajzi kapcsolatai. – *Általános Földtani Szemle* 22, 3—25.
- SZENTGYÖRGYI K. 1984. Adatok az alföldi cenomán és turon képződmények ismeretéhez. – *Földtani Közlöny* 114, 49—60.
- SZENTGYÖRGYI K. 1985. Az alföldi epikontinentális szenon köztrétegtani egységei. – *Földtani Közlöny* 115, 133—148.
- SZEPESHÁZY K. 1960. Kőzettani adatok a pusztaföldvári terület mélyföldtanához. Kézirat, 33 p.
- SZEPESHÁZY K. 1961. Földtani adatok a battonyai terület mélyföldtanához. Kézirat, 52 p.
- SZEPESHÁZY K. 1967. A kristályos aljzat fontosabb kőzettípusai a Duna—Tisza-köze középső és déli részén. – *MÁFI Évi Jelentés 1966-ról*, 257—298.
- SZEPESHÁZY K. 1969. Kőzettani adatok a battonyai gránit ismeretéhez. – *MÁFI Évi jelentés 1967-ről*, 227—266.
- SZEPESHÁZY K. 1973. A Kárpátok és az Alföld metamorf képződményeinek kapcsolata. – *Általános Földtani Szemle* 3, 5—57.
- SZEPESHÁZY K.- 1979. A Tiszántúl és az Erdélyi-középhegység nagyszerkezeti és rétegtani kapcsolatai. – *Általános Földtani Szemle* 12, 121—198.
- SZILÁRD J., REMÉNYI Gy. jelentés az 1958 és 1959 években a Tiszántúl dái részén végzett graviméter mérésekről. Kézirat.
- SZILI Gy.-né. 1985. A tiszántúli Körös-Berettyó, Álmosdi egységek metamorf képződményeinek kőzettani jellemzése szénhidrogén kutató fúrások aklapján. – *Általános Földtani Szemle* 21, 79—115.
- SZÓNKY M. 1978. Felsőpannóniai medenceperemi és medencebelseji összletek kőzetszerkezetének összehasonlítása. – *Földtani Közlöny* 108/4, 476—498.
- SZUROVY G. 1948. A Nagy Magyar Alföld földtörténeti és hegyszerkezeti vázlata. – *Földtani Közlöny* 78, 206—215.
- SZUROVY G. 1949. A Nagy magyar Alföld déli részének földtani felépítése. Kézirat.
- SZUROVY G. 1986. Küzdelem a gázzal (Fáb-4). – *Élet és Tudomány* 86/11, 323—325.
- SZUROVY G. 1987. A Magyar-Német Ásványolajművek (MANÁT) tevékenysége 1940—44. – *Kőolaj és Földgáz* 20/11—12, 355—358.
- SZUROVY G. 1987. Egy fúróberendezés halála. (Hsz. 173). – *Élet és Tudomány* 1987/40, 1260—1261.
- TAKÁCS Gy., RÁDLER B., VARGA I., TOLMÁR Gy. 1961. OKFGT Szeizmikus Üzem 68. sz. jelentése az a1959-60-61. években Kistelek, Ferencszállás kutatási területen végzett reflexiós mérésekről. Kézirat.
- TAMÁSSY I. stb. 1979. Helyzetjelentés a Kiuskunmajsja-D területen folyó lehatároló fázisú kutatásról. Kézirat, MÁFI Adattár, T. 9377.
- TANÁCS J. 1970. A szegedi medence ásványtani szintézise (Algyő). Előadás, MFT. 1970. IV. 8.
- THAMÓNÉ BOZSÓ E. stb. 1984. A tótkomlósi T-I sz fúrás vizsgálati eredményeinek földtani értékelése, I—II. kézirat.,
- TILECH L. 1964. Pusztaföldvári szénhidrogéntelepek. – *Bányászati Lapok* 97/6, 426—436.
- T. KOVÁCS G. 1965. A battonyai terület mélyföldtani felépítése. – *Földtani Közlöny* 95/2, 183-193.
- T. KOVÁCS G. 1996. A Szeged alatti szénhidrogén-kutatás geofizikai, geológia lehetőségei, problémái és eredményei. – *Kőolaj és Földgáz* 9/7, 193—197.
- T. KOVÁCS G. 1977. A Dél-Alföld mezozoikum. – *Földtani Közlöny* 107/2, 150—167.
- T. KOVÁCS G. 1987. A kutatási modellek változásának gazdasági jelentősége és hatása a szénhidrogén kutatásra az újabb perspektívák előtt álló üllési példa alapján. – *MTA X. Osztály Közleményei* 11/3—4, 217—231.
- T. KOVÁCS G. 1978. Paleozoic and Precambrian formations of the Agyó, Ferencszállás and Kiskundorozsma area. – *Acta Mineralogica-Petrographica* 23/2, 267—278, Szeged.
- T. KOVÁCS G., KURUCZ B. 1987. A Délalföld mezozoikumnál idősebb képződményei. MÁFI alkalmi kiadvány.
- TOLMÁR Gy. stb. 1956. Jelentés az AR-III és III/a regionális vonalakon végzett átnézetes kutatómunkáról. Kézirat.

- TOMOR J. 1958. A magyarországi olajkutatás új eredményei és jelentősége. – Bányászati Lapok 91(10—11, 714—724.
- TORMÁSSY I. 1979. Helyzetjelentés a Kiskunmajsa-D területen folyó lehatároló fázisú kutatásról. Kézirat, 33 p.
- TRÓCSÁNYI G., VÖLGYI L., SUBA S., HOLLANDAY I., KÁPOSZTA J., KISS B., KISS L. 1972. Mezőhegyes és Végegyháza részletes fázis kutatási zárójelentése és az előfordulás lehatároló kutatásának kiegészítő programja. Kézirat, 75 p.
- UJFALUSSY A. 1973. I-16 sz. jelentés az endrődi kutatási területen 1973 évben végzett reflexiós mérésekről. Kézirat.
- UJFALUSSY A. 1976. I-48 sz. jelentés az Endrőd-É kutatási területen 1976 évben végzett reflexiós mérésekről. Kézirat.
- UJFALUSSY A. 1978. 143 sz. jelentés a Dévaványa-Köröstarcsa kutatási területen végzett reflexiós mérésekről. Kézirat.
- URBANCSEK J. 1965. Az Alföld negyedkori földtani képződményeinek mélyszerkezete. – Hidrológiai Közöny 45/3, 111—123.
- VADÁSZ E. 1935. A magyar olajkutatás kérdései és lehetőségei. Kézirat.
- VÁNDORFI R. 1968. Az alföldi szénhidrogénkutatás legújabb eredményei. – Földtani Közöny 98/1, 67—75.
- VARGA Z. 1980. 159. sz. jelentés a Kondoros-Örménykút területen 1979-80 években végzett szeizmikus reflexiós mérésekről. Kézirat.
- VARGA I., TOLMÁR Gy., TAKÁCS, Gy. 1961. Jelentés az 1959-60 években Kistelek-Ferencszállás kutatási területeken végzett átnézetes reflexiós mérésekről. Kézirat.
- VÁRNAI L., VARGA I., TOLMÁR Gy. 1963. Jelentés az 1962 évben Szeged, Üllés, Ferencszállás területen végzett kiegészítő reflexiós mérésekről. Kézirat.
- VÖLGYI L., SUBA S., BALLA K., CSALAGOVITS I. 1970. Algyő. Magyarország szénhidrogén telepei. OKGT kiadás, 423 p., 64 melléklet.
- VÖLGYI L. 1975. Battonya-K lehatároló kutatási fázisú földtani záró jelentése. Kézirat.
- VÖLGYI L., PAP S. 1975. Endrőd-I kutatási terület zárójelentése. Kézirat.
- VÖLGYI L., KÁPOSZTA J. 1979. Battonya-pusztaföldvári gerincvonulat Ny-I szárnyának felderítő fázisú kutatási programja. Kézirat.
- WEIN Gy. 1972. Magyarország neogén előtti szerkezetföldtani fejlődésének összefoglalása. – Földrajzi Közlemények 20/4, 302—328.

## Helynévmutató

- Félkövér** – a kutatási terület leírása  
*Dólt* – említés térképen vagy szelvényen  
 Antikva – említés szövegben
- Algyő 48, 57, 58, 60, 106, **111**, 112, 113, 115, 118
- Alpár 89
- Ambrózfalva 51
- Árpádhalom 63
- Ásotthalom 106
- Balástya 61, 61
- Bánhegyes 51
- Battonya 54, 65, **74**, 74, 76, 77, 78, 82, 83, 87, 104, 105
- Békéssámson 51
- Biharnagybajom 49, 57
- Bordány 94, 106
- Bugac 88, 89
- Csabacsüd 67, 93
- Csanádpalota 69
- Deszk 48, 115
- Dombegyháza 74
- Domaszék 106
- Endrőd **65**, 65, 66, 67, 69, 92, 93
- Eperjes 63
- Ezüstszőlők 67
- Fábiánsebestyém **121**, 123
- Ferencszállás 48, 49, **56**, 56, 58, 59, 115
- Forráskút 61, 62, 94, 97, 98, 106
- Gádos 63, 89
- Gátér 89
- Gyálarét 48, 106, 115
- Gyoma 66, 93
- Hódmezővásárhely 48, 60
- Kaszaper 53, 55, 71, **79**, 80, 81
- Kecskemét 90
- Keresztúr 57
- Kiskundorozsma 48, 60, 97, 101, 102, 103, 106, 107, 110
- Kiskunfélegyháza **88**, 89
- Kiskunhalas 100
- Kiskunmajsa 62, 100, 100, 101
- Kismarja 49
- Kistelek 60
- Kiszombor 48, 58
- Kláralfalva 48, 56, 115
- Körösszegapáti 49
- Kunszállás 88, 89
- Kübekháza 56, 115
- Madaras 94, 103
- Makó 48, 69
- Maroslele 48, 115
- Mezőhegyes 74, **82**, 83, 87, 104
- Mezőtúr 66, 93
- Mezőkovácsháza 51
- Reformátuskovácsháza 74, 100
- Mindszent **105**
- Mórahalom 106
- Nagykikinda 112
- Nagynágócs 121
- Nagymajlát 53
- Nagyszénás 54, **62**, 63

Ókeresztúr 48	Szarvas 65, 66, 67, <b>90</b> , 92, 93
Orosháza 54, 63	Szatymaz 106, 118
Ószentiván 48	Szeged 48, 60, 97, 106, 109, 112, 115
Örménykút 67, 93	Szentmihálytelek 107
Öttömös 97, 100, 103	Szóreg 48, 115
Pálmonostora 88	Tápé 48, 60, 112, 113, 115
Pitvaros 77, <b>104</b> , 105	Tiszasziget 48, 115
Porgány 56	Tompa 94, 97, 103
Pusztaföldvár 54, 65, <b>69</b> , 71, 72, 78, 84	Tótkomlós <b>49</b> , 49, 50, 51, 54, 65, 69, 84, 88, 105
Pusztamérges 97	Újszeged 115
Pusztaszőlős 71, <b>84</b> , 86	Újszentiván 48, 115
Püspöktele 48	Üllés 62, <b>94</b> , 94, 96, 99, 100, 101, 102, 103
Reformátuskovácsháza 51, 55	Végegyháza 53, 74, 83, <b>87</b>
Ruzsa 94, 98, 106	Zsombó 106
Sándorfalva 48, 49, 60, 60, 61, 94, 97, 101, 106	Zákányszék 106
Szank 88, 100	

## Fúrások rövidítése

Al	Algyő	Köt	Köröstarcsa
B	Békés	Med	Medgyesbodzás
Bat	Battonya	Mez	Mezőkovácsháza
Bat-É	Battonya-Észak	Mez-DK	Mezőkovácsháza
Bat-K	Battonya-Kelet	Mh	Mezőhegyes
Bés	Békéssámsón	Mh-K	Mezőhegyes-Kelet
Bihu	Biharugra	MI	Maroslele
Bihu-Ny	Biharugra-Nyugat	Nsz	Nagyszénás
Csa	Csanádapáca	Oros	Orosháza
Csap	Csanádapalota	Oros-Dny	Orosháza-Délnyugat
Do	Kiskundorozsma	Pf	Pusztaföldvár
Domb	Magyardombegyháza	Pit	Pitvaros
En	Endrőd	Pit-D	Pitvaros-Dél
En-É	Endrőd-Észak	Psz	Pusztaszőlős
F	Ferencszállás	Psz-K	Pusztaszőlős-K
Fáb	Fábiánsebestyén	S	Sándorfalva
FK	Ferencszállás-Kelet	Sark	Sarkadkeresztúr
Fkút	Forráskút	Sz	Szeged
Gér	Gátér	Szv	Szarvas
Hód	Hódmezővásárhely	Szv-DNy	Szarvas-Délnyugat
Kag	Kunágota	T	Tótkomlós
Kasz	Kaszaper	TK	Tótkomlós-Kelet
Kasz-D	Kaszaper-Dél	TÉ	Tótkomlós-Észak
Kasz-É	Kaszaper-Észak	Uszi	Újszentiván
Kev	Kevermes	Ü	Üllés
Kf	Kiskunfélegyháza	Ü-DK	Üllés-Délkelet
Kkm	Kiskunmajsa	Ü-Ény	Üllés-Északnyugat
Kkm-D	Kiskunmajsa-D	Vég	Végegyháza
Kom	Komádi	Vég-K	Végegyháza-Kelet
Kom-K	Komádi-Kelet	Vég-Ny	Végegyháza-Nyugat
Kond	Kondoros	Z	Kiszombor
Köm	Kömpöc	Zom	Kiszombor

## Rétegtani mutató

3 – felső  
 2 – középső  
 1 – alsó  
 Q – kvarter  
 L – levantei, pliocén

Fp – felsőpannon  
 Ap – alsópannon  
 Qporf. – kvarcporfir  
 Krist – kristályos alaphegység

Kutatási terület	Oldal	Q	L.	Fp	Ap.	Sz.	Bád.	Kárp.	Ng. vulk.	K	J	T	P	Q porf.	Krist	Gránit	Megj.
Algyó	111	+	+	+	+	+	+	+							+	+	o, g
Battonya	74	+	+	+	+									+	+	+	o, g
Endrőd	65	+	+	+	+	+	+	+	λ	1	321	21	+		+		o, g
Fábiánsebestyén	121	+	+	+	+		+			+		+					g
Ferencszállás	56	+	+	+	+										+		o, g
Kaszaper	79	+	+	+	+						+	+			+		o, g
Kiskundorozsma	106	+	+	+	+	+	+		+						+		o, g
Kiskunfélegyháza	88	+	+	+	+		+		+	1	3						gny.
Mezőhegyes	82	+	+	+	+											+	o, g
Mindszent	105	+	+	+	+												gnyom
Nagyszénás	62	+	+	+	+		+					1	+	+	+		
Pitvaros	104	+	+	+	+		+							+	+	+	
Pusztaföldvár	69	+	+	+	+									+	+	+	o, g
Pusztaszőlős	84	+	+	+	+					1	3	+					o, g
Sándorfalva	60	+	+	+	+		+	β				1			+		gnyom
Szarvas	90	+	+	+	+	+	+		+	Mz					+		g
Tótkomlós	49	+	+	+	+					1	31	321	+	+		+	o, g
Üllés	94	+	+	+	+		+	+	+			21			+		o, g
Üllés-Délkelet	101	+	+	+	+		+	+							+		nyom
Üllés-Északnyugat	99	+	+	+	+		+			3					+		gnyom
Végegyháza	87	+	+	+	+							+		+	+	+	o, g