

kapcsolatban. Az összlet homoktartalmának eloszlására viszont a polarizálhatóság ad kvalitatív információt.

A kutatásba bevont szeizmikus mérések kísérleti jelleggel történtek. Megfelelő mérési és feldolgozási rendszerrel (40 Hz-es geofon, 12×100% fedés, 9 tagú lineáris vonalmenti geofoncsoport) a terület rétegszerkezete pontosan kirajzolódott. Tekintettel arra, hogy a szelvények csak a rétegek geometriáját és nem minőségi összetételét adják, ezek bármilyen értékesek is, a vízkutatás közvetlen céljaihoz nem járulnak hozzá a mérések magas költségeivel arányosan. Jelentős előrelépést egy speciális programrendszer kidolgozásától várunk, ami az üledékes összletek homok—agyag arányának meghatározását elősegítheti.

#### 1.4.2 A Rába-terasz és hordalékkúp geofizikai kutatása\*

1982-ben folytattuk a Rába-terasz és hordalékkúp 1981-ben megkezdett geofizikai vizsgálatát. A kétéves program keretében a felszínközeli víznyerési lehetőségek (terasz képződmények) meghatározására mérnökgeofizikai szondázásokat (MGS), az ennél mélyebb részek megismerésére pedig áttekintő VES és GP méréseket végeztünk a Rábapaty—Nick—Kenyeri—Lánkapuszta helységek által határolt területen. Vizsgálatainkat a későbbiekben felhasználjuk az 1982-ben megindított kisalföldi regionális kutatásban. A területen VES és GP mérések alapján több kutató—értelmező fúrást mélyítettek. Az MGS mérések a fúrások környezetében történtek. A fúrásokban a rutin karotázs vizsgálatokon kívül — módszerfejlesztési céllal — GP lyukszelvényezést is végeztünk.

Az előzetes földtani és fúrási adatok alapján a területen a felső pannóniai képződményekben 50—150 m-es mélységekben várhatók regionális kiterjedésű 10—30 m-es vastagságú, finom- és közepes szemcsés homokrétegek; vékonyabb agyagcsíkok, agyagos közbetelepülések között. A felső pannonra települt ferde- és keresztarétegzett homokösszlet (hordalékkúp) és az erre települt folyóvízi (terasz) kavics, homok és finomszemcsés üledékanyag pedig a pliocén végén végbement nagyarányú anyagáthalmazódás és a negyedkori szerkezeti mozgások eredménye.

A terület D-i feléről kapott geofizikai paramétereket és az ezekből levont következtetéseket előzetes jelentésben kiadtuk, illetve az 1981. Évi Jelentésben ismertettük. A terület É-i részén végzett geofizikai mérések alapján megállapítható, hogy az előző évi geofizikai—vízföldtani következtetéseink az egész kutatási területre érvényesek. Helyességüket a fúrások igazolták.

A geofizikai mérések — a bonyolult települési viszonyok ellenére — a terü-

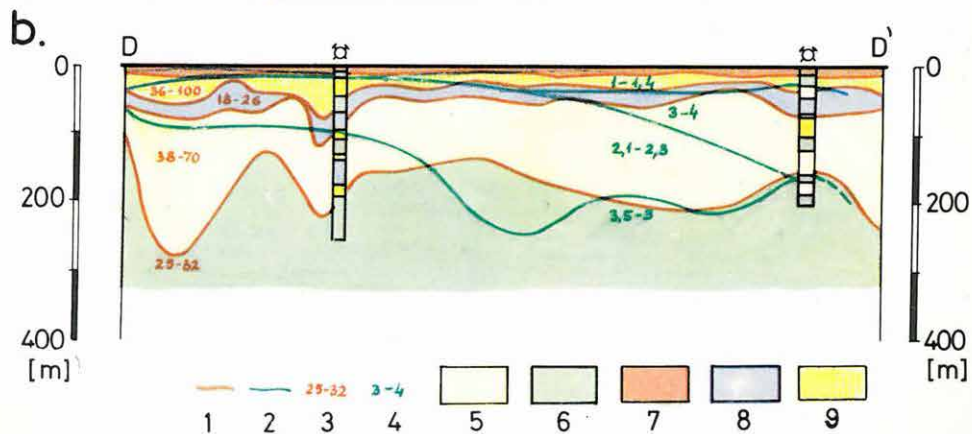
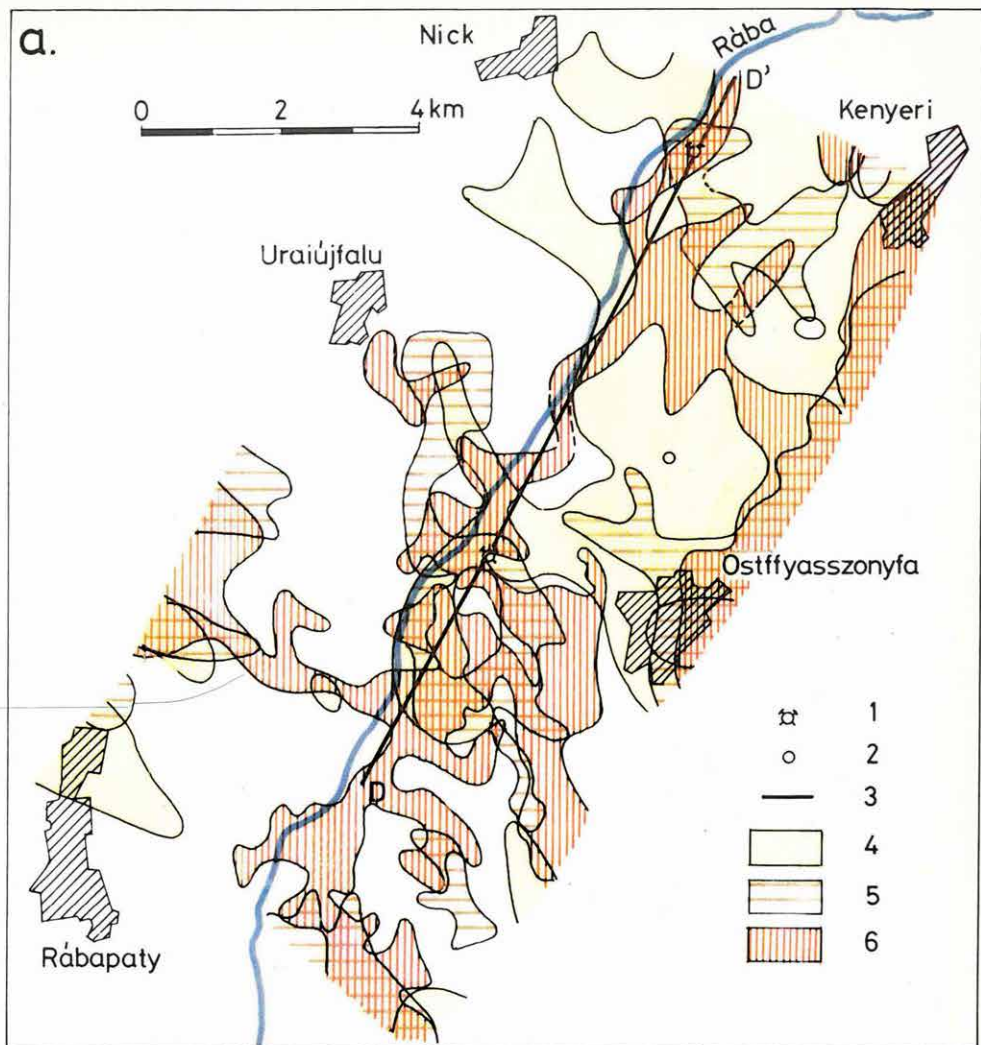
\* Dudás J., *Hobot J.*

let képződményeit öt különböző, de a területre jellemző és általános elterjedésű (geofizikai—földtani) rétegösszletre bontották fel. E rétegösszletek a következők: terasz, hordalékkúp, agyagos vezérréteg, alsó homokos—agyagos összlet, agyagos fekü.

A felsorolt összletek közül — ellenállásuk, vastagságuk és polarizálhatóságuk alapján — a terasz és hordalékkúp (felső vízbázis), valamint az alsó homokos—agyagos összlet (alsó vízbázis) bizonyult kedvezőnek vízfeltárássra; annak ellenére, hogy erősen rétegzettek, és sok az agyagos közbetelepülés. A vízbázisok legkedvezőbb területeit az 52/a ábrán mutatjuk be. A D—D' szelvényből — ami a terület geoelektromos modellje is (52/b ábra) — látható, hogy a felső vízbázis felülről nyitott, a terasz és a hordalékkúp vizei egymással kommunikálhatnak és felülről szennyeződhetnek. Az alsó vízbázist viszont felülről is és alulról is agyagos vízzáró képződmények határolják.

A terasz képződmények változatos kifejlődésűek és vastagságúak (53/a ábra). Mivel fekjük jórészt a Rába medrének mélységéhez esik közel (~4—5 m), ezért vízfeltárási célból csak az 5 m-nél nagyobb vastagságú részei jöhetnek számításba. Legjobb az 5 m-nél nagyobb vastagságú, 100  $\Omega$ m-nél nagyobb ellenállású és 8 m-nél nagyobb fekümélységű részek (52. ábra), amelyek nagyjából összefüggő, keskeny, kanyargó, mederszerű vonulatokat képeznek. A terület É-i részén vastagságuk a 15 m-t is meghaladja. Fajlagos ellenállásuk 50  $\Omega$ m és 350  $\Omega$ m között változik (53/b ábra és A—A' szelvény). A VES mérések alapján homok- és kavicsrétegek váltakozásaként értelmezhetők. A MGS mérések szerint felépítésében jelentős szerep jut a durva frakciónak, mely gyakran a teljes rétegsorban szerepel, máshol főképpen az összlet kezdő és záró szakaszára jellemző. A MGS mérések a teraszhoz tartozóan jeleznek egy erősen rétegzett, agyagos, változatos elterjedésű képződményt is, amelyeket a VES mérésekkel nem tudtunk kimutatni. Ezek a fúrások alapján agyagos kőzetlisztnak minősültek (53/b és 54/b ábra A—A' és B—B' MGS szelvénytörzsek). Az MGS mérések jelentősége a pleisztocén folyóvízi homokos kavicsösszlet települési viszonyainak, vastagság-változásainak, víztároló képességének és a Rábával való kapcsolat mértékének meghatározásában volt. A Rábára merőleges MGS szelvények szerint a folyó a teraszba vágódik, tehát feltételezhető a közvetlen kapcsolat, melynek mértéke a bevágódás és a meder eliszaposodásának függvénye (53/b ábra A—A' szelvény). Az 1. fúrásban a teraszt hidrológiai szempontból nem vizsgálták, a kavicsréteg elagyagosodása miatt. A 2. fúrásban a terasz vastagsága meghaladja a 10 m-t. Anyaga durva homok, kavics. Vízhozama 2800 liter/perc.

A hordalékkúp (54/a ábra) a terasz alatt található. Fajlagos ellenállása alapján (34—80  $\Omega$ m) homok- és agyagrétegek váltakozásából áll. A GP szondázások szerint (P~2—2,5%) közepes- és durva szemcséjű homokok dominálnak benne. A hordalékkúp vastagsága 15—60 m közötti (54/b ábra C—C' VES szelvény). Elterjedése a teraszéhoz hasonló, annál kisebb területre korlátozó-



## 52. ábra. Rába terasz és hordalékkúp

### a) A legjobb vízadó képződmények elterjedése

1 — lemélyített fúrás; 2 — tervezett fúrás; 3 — a b) ábra rétegszelvényének nyomvonalai; 4 — alsó vízbázis legkedvezőbb területei:  $\rho > 40 \Omega\text{m}$ ,  $h > 50 \text{ m}$ ,  $H > 150 \text{ m}$ ; 5 — hordalékkúp legkedvezőbb elterjedése:  $\rho > 40 \Omega\text{m}$ ,  $h > 20 \text{ m}$ ,  $H > 30 \text{ m}$ ; 6 — terasz legkedvezőbb elterjedése:  $\rho > 100 \Omega\text{m}$ ,  $h > 5 \text{ m}$ ,  $H > 8 \text{ m}$

### b) Jellemző geoelektromos szelvény

1 — ellenállás réteghatár (VES); 2 — polarizálhatósági réteghatár (GP); 3 — rétegösszlet ellenállása ( $\Omega\text{m}$ ); 4 — rétegösszlet polarizálhatósága ( $P_a\%$ ); 5 — alsó vízadó képződmény (fúrásban: finom homok); 6 — agyagos fekvő (fúrásban: kőzetliszt); 7 — teraszképződmények (fúrásban: kavics); 8 — agyagos vezérréteg (fúrásban: agyag); 9 — hordalékkúp (fúrásban: durva és közepes homok)

Fig. 52. Terrace and alluvial cone of River Rába

### a) Distribution of best water yielding layers

1 — existing borehole; 2 — planned borehole; 3 — line of cross section of Fig. 52/b; 4 — most favourable parts of the lower water base:  $\rho > 40 \Omega\text{m}$ ,  $h > 50 \text{ m}$ ,  $H > 150 \text{ m}$ ; 5 — most favourable parts of the alluvial cone:  $\rho > 40 \Omega\text{m}$ ,  $h > 20 \text{ m}$ ,  $H > 30 \text{ m}$ ; 6 — most favourable parts of the terrace:  $\rho > 100 \Omega\text{m}$ ,  $h > 5 \text{ m}$ ,  $H > 8 \text{ m}$

### b) Characteristic geoelectric cross section

1 — resistivity boundary (VES); 2 — polarizability boundary (IP); 3 — resistivity of layers ( $\Omega\text{m}$ ); 4 — polarizability of layers ( $P_a\%$ ); 5 — lower water yielding layer (in boreholes: fine grained sand); 6 — shaly bottom (in boreholes: silt); 7 — terrace sediments (in boreholes: gravel); 8 — shaly marker (in boreholes: shale); 9 — alluvial cone (in boreholes: coarse or medium grained sand)

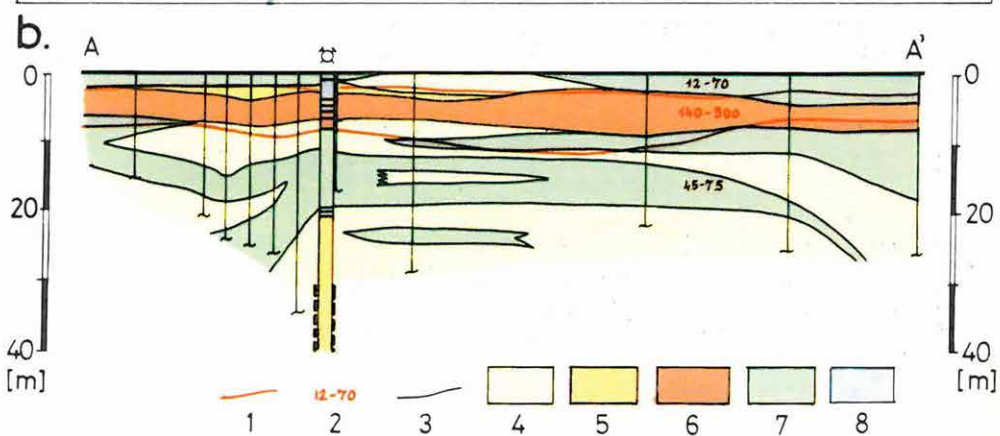
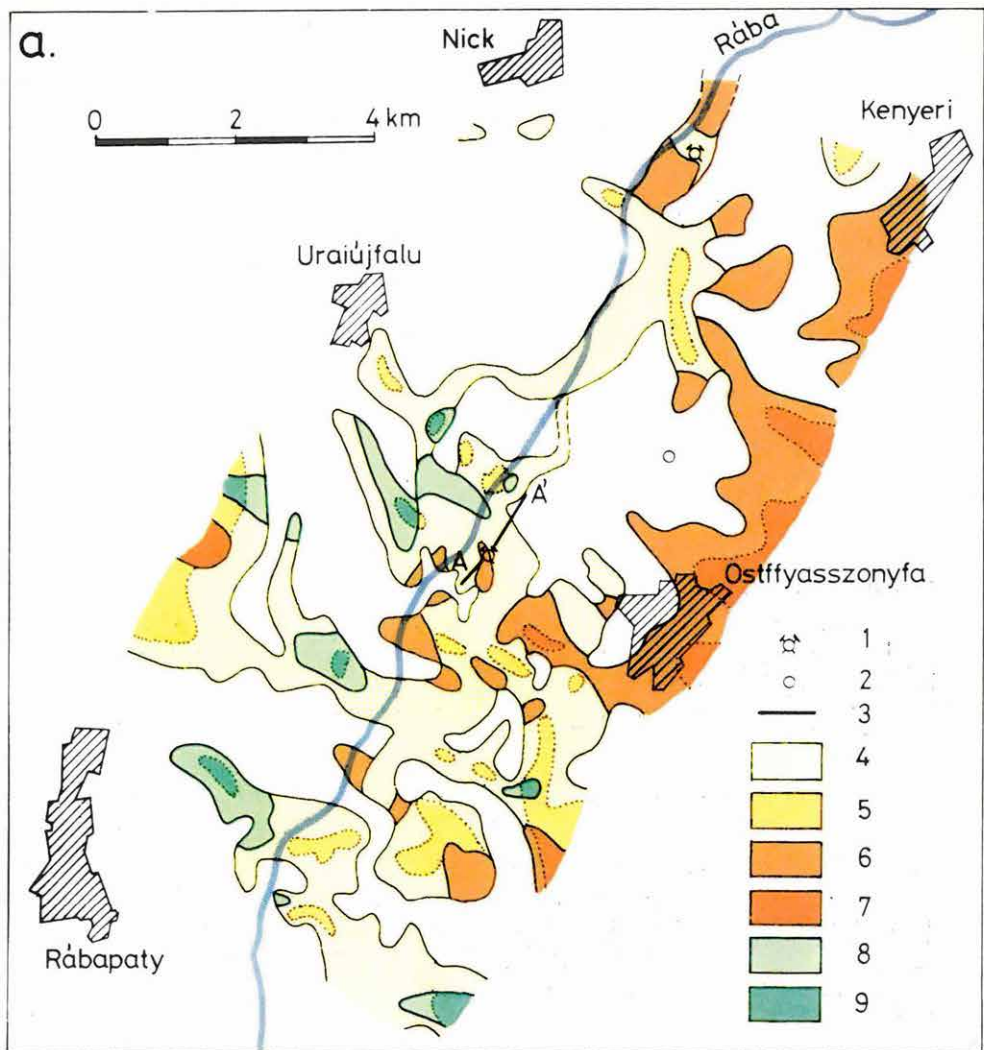
Рис. 52. Терраса и конусная осыпь р. Раба

### a) Распространение лучших водоносных формаций

1 — пробуренная скважина; 2 — планированная скважина; 3 — трасса разреза на рис. б) 4 — самые благоприятные участки нижней водной базы,  $\rho > 40 \Omega\text{m}$ ,  $h > 50 \text{ m}$ ,  $H > 150 \text{ m}$ ; 5 — самое благоприятное распространение конусной осыпи:  $\rho > 40 \text{ m}$ ,  $h > 20 \text{ m}$ ,  $H > 30 \text{ m}$ ; 6 — самое благоприятное распространение террасы:  $\rho > 100 \text{ m}$ ,  $h > 5 \text{ m}$ ,  $H > 8 \text{ m}$ .

### b) Характерный геоэлектрический разрез

1 — раздел сопротивления (ВЭЗ); 2 — раздел поляризуемости (ВП); 3 — сопротивление толщи ( $\Omega\text{m}$ ); 4 — поляризуемость толщи ( $P_a\%$ ); 5 — нижняя водоносная формация (в скважине: тонкозернистый песок); 6 — глинистая подошва (в скважине: алевроит); 7 — террасовые формации (в скважине: гравий); 8 — глинистый опорный слой (в скважине: глина); 9 — конусная осыпь (в скважине: грубо- и среднезернистый песок)



### 53. ábra. Rába terasz és hordalékkúp

#### a) A teraszképződmények vízföldtani minősítése

1 — leemélyített fúrás; 2 — tervezett fúrás; 3 — MGS szelvény nyomvonala; 4 — homokos kifejlődés:  $h=5-10$  m,  $\rho=100-250$   $\Omega$ m; 5 — homokos kifejlődés:  $h>10$  m,  $\rho=100-250$   $\Omega$ m; 6 — durva homokos, kavicsos kifejlődés:  $h=5-10$  m,  $\rho>250$   $\Omega$ m; 7 — durva homokos, kavicsos kifejlődés:  $h>10$  m,  $\rho>250$   $\Omega$ m; 8 — agyagos kifejlődés:  $h=5-10$  m,  $\rho<100$   $\Omega$ m; 9 — agyagos kifejlődés:  $h>10$  m,  $\rho<100$   $\Omega$ m

#### b) Jellemző mérnökgeofizikai szelvény

1 — ellenállás réteghatár (VES); 2 — rétegösszetellenállása ( $\Omega$ m); 3 — réteghatár (MGS); 4 — finom homok; 5 — durva homok; 6 — kavics; 7 — közetliszt; 8 — fúrásban: agyag

### Fig. 53. Terrace and alluvial cone of River Rába

#### a) Hydrological classification of terrace sediments

1 — existing borehole; 2 — planned borehole; 3 — line of engineering geophysical soundings; 4 — sandy facies:  $h=5-10$  m,  $\rho=100-250$   $\Omega$ m; 5 — sandy facies:  $h>10$  m,  $\rho=100-250$   $\Omega$ m; 6 — coarse sand, gravel facies:  $h=5-10$  m,  $\rho>250$   $\Omega$ m; 7 — coarse sand, gravel facies:  $h>10$  m,  $\rho>250$   $\Omega$ m; 8 — shaly facies:  $h=5-10$  m,  $\rho<100$   $\Omega$ m; 9 — shaly facies:  $h>10$  m,  $\rho<100$   $\Omega$ m

#### b) Characteristic engineering geophysical sounding profile

1 — resistivity boundary (VES); 2 — resistivity of layer ( $\Omega$ m); 3 — layer boundary (EGS); 4 — fine grained sand; 5 — coarse sand; 7 — silt; 8 — in borehole: shale

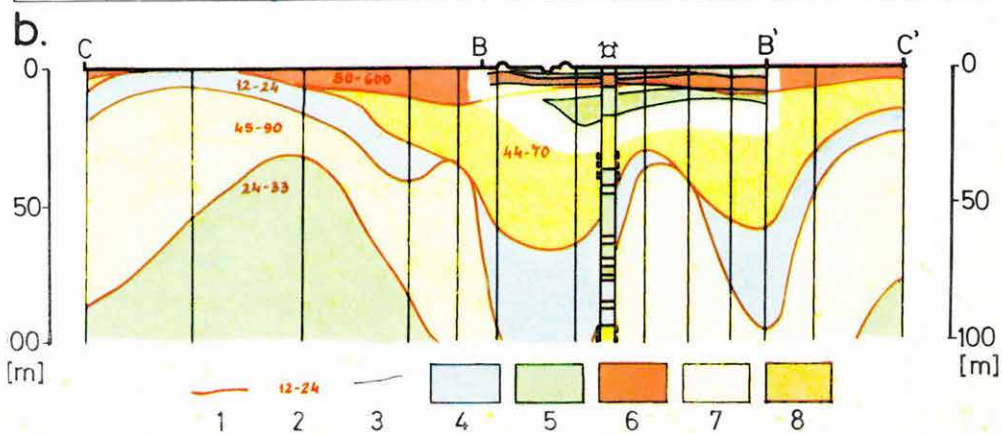
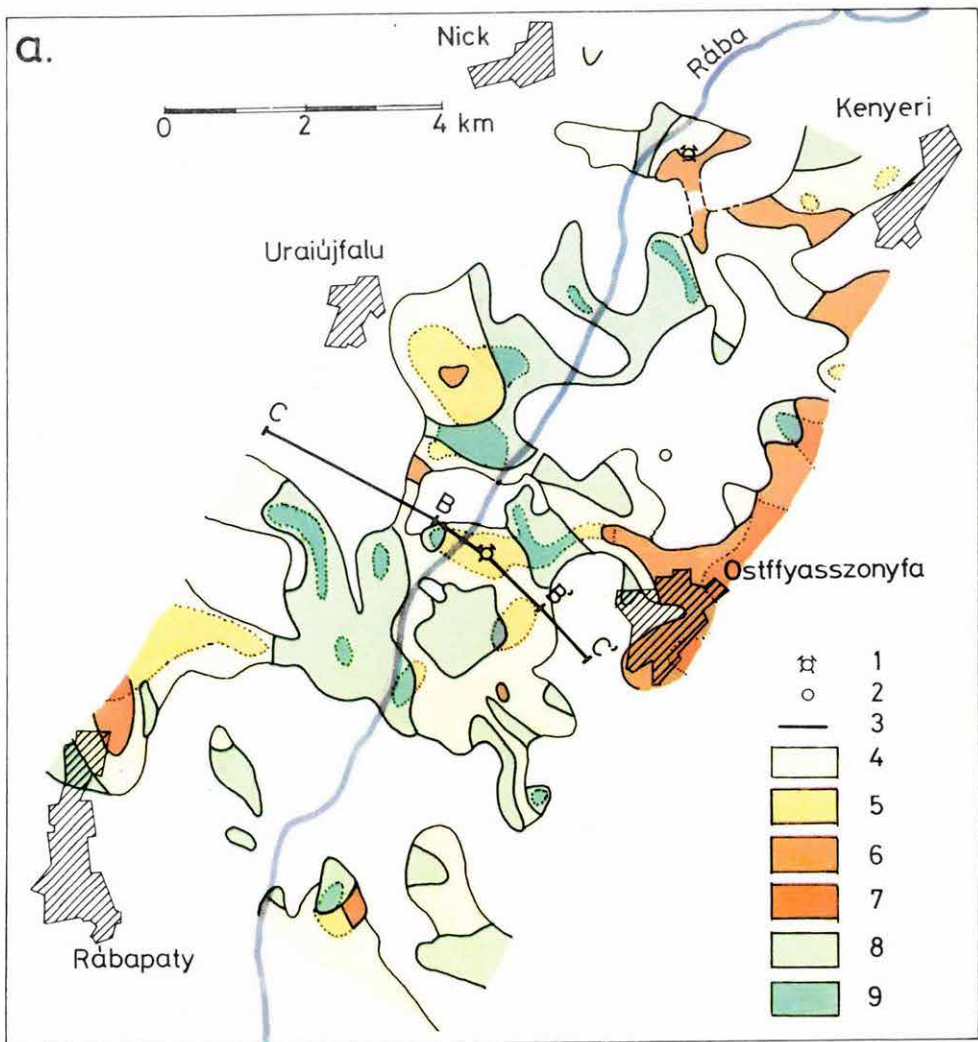
### Рис. 53. Терраса и конусная осьнь р. Раба

#### a) Гидрогеологическая квалификация террасовых формаций:

1 — пробуренная скважина; 2 — планированная скважина; 3 — трасса профиля МГЗ; 4 — песчаный фаций:  $h=5-10$  м,  $\rho=100-250$   $\Omega$ м; 5 — песчаный фаций:  $h>10$  м,  $\rho=100-250$   $\Omega$ м; 6 — гравийный фаций с грубозернистым песком:  $h=5-10$  м,  $\rho>250$   $\Omega$ м; 7 — гравийный фаций с грубозернистым песком:  $h>10$  м,  $\rho>250$   $\Omega$ м; 8 — глинистый фаций:  $h=5-10$  м,  $\rho<100$   $\Omega$ м, 9 — глинистый фаций:  $h>10$  м,  $\rho<100$   $\Omega$ м

#### b) Характерный инженерно-геофизический разрез

1 — раздел сопротивлений (ВЭЗ); 2 — сопротивление толщи ( $\Omega$ м); 3 — раздел (МГЗ); 4 — токозернистый песок; 5 — грубозернистый песок; 6 — гравий; 7 — алсврит; 8 — в скважине: глина



#### 54. ábra. Rába terasz és hordalékkúp

##### a) A hordalékkúp vízföldtani minősítése

1 — lemélyített fúrás; 2 — tervezett fúrás; 3 — MGS (B—B') és VES (C—C') szelvény nyomvonalára; 4 — homokos kifejlődés:  $h=20-40$  m,  $\rho=40-70$   $\Omega$ m; 5 — homokos kifejlődés:  $h>40$  m,  $\rho=40-70$   $\Omega$ m; 6 — durvahomokos kifejlődés:  $h=20-40$  m,  $\rho>70$   $\Omega$ m; 7 — durvahomokos kifejlődés:  $h>40$  m,  $\rho>70$   $\Omega$ m; 8 — agyagos kifejlődés:  $h=20-40$  m,  $\rho<40$   $\Omega$ m; 9 — agyagos kifejlődés:  $h>40$  m,  $\rho<40$   $\Omega$ m

##### b) Geoelektromos (C—C') és mérnökgeofizikai (B—B') szelvény

1 — ellenállás réteghatár (VES); 2 — rétegösszetétel ellenállása ( $\Omega$ m); 3 — réteghatár (MGS); 4 — agyagos vezérréteg (fúrásban: agyag); 5 — agyagos fekvő (MGS szelvényben és fúrásban: közetliszt); 6 — teraszképződmények (MGS szelvényben és fúrásban: kavics); 7 — alsó víz-bázis (MGS szelvényben és fúrásban: finom homok); 8 — hordalékkúp (fúrásban: durva homok)

#### Fig. 54. Terrace and alluvial cone of River Rába

##### a) Hydrological classification of the alluvial cone

1 — existing borehole; 2 — planned borehole; 3 — EGS (B—B') and VES (C—C') profiles; 4 — sandy facies:  $h=20-40$  m,  $\rho=40-70$   $\Omega$ m; 5 — sandy facies:  $h>40$  m,  $\rho=40-70$   $\Omega$ m; 6 — coarse sand facies:  $h=20-40$  m,  $\rho>70$   $\Omega$ m; 7 — coarse sand facies:  $h>40$  m,  $\rho>70$   $\Omega$ m; 8 — shaly facies:  $h=20-40$  m,  $\rho<40$   $\Omega$ m; 9 — shaly facies:  $h>40$  m,  $\rho<40$   $\Omega$ m

##### b) VES (C—C') and EGS (B—B') profiles

1 — resistivity boundary (VES); 2 — resistivity of layer ( $\Omega$ m); 3 — layer boundary (EGS); 4 — shaly marker (in boreholes: shale); 5 — shaly bottom (in EGS section and in boreholes: silt); 6 — terrace sediments (in EGS sections and in boreholes: gravel); 7 — lower water base (in EGS sections and in boreholes: fine grained sand); 8 — alluvial cone (in boreholes: coarse sand)

#### Рис. 54. Терраса и конусная осыпь р. Раба

##### a) Гидрогеологическая квалификация конусной осыпи:

1 — пробуренная скважина; 2 — планированная скважина; 3 — трассы профилей МГЗ (B—B') и ВЭЗ (C—C'); 4 — песчаный фаши:  $h=20-40$  м,  $\rho=40-70$   $\Omega$ М, 5 — песчаный фаши:  $h>40$  м,  $\rho=40-70$   $\Omega$ М; 6 — грубопесочный фаши:  $h=20-40$  м,  $\rho=70$   $\Omega$ М; 7 — грубопесочный фаши:  $h>40$  м,  $\rho>70$   $\Omega$ М; 8 — глинистый фаши:  $h=20-40$  м,  $\rho<40$   $\Omega$ М; 9 — глинистый фаши:  $h>40$  м,  $\rho>40$   $\Omega$ М

##### b) Геоэлектрический (C—C') и инженерно-геофизический (B—B') разрезы

1 — раздел сопротивлений (ВЭЗ); 2 — сопротивление толщи ( $\Omega$ М); 3 — раздел (МГЗ); 4 — глинистый опорный слой (в скважине: глина); 5 — глинистая подошва (в разрезе МГЗ и скважине: алевроит); 6 — террасовые формации (в разрезе МГЗ и скважине: гравий); 7 — нижняя водная база (в разрезе МНЗ и скважине: тонкий песок); 8 — конусная осыпь (в скважине: грубый песок)

dik és kevésbé mederszerű. A víznyerés szempontjából kedvezőek a 40  $\Omega$ m-nél nagyobb ellenállású, 20 m-nél nagyobb vastagságú és 30 m-nél nagyobb fekülmélységű részei. Az összletnek viszonylag nagy kiterjedésű, összefüggő része a terület közepén és ÉK-i sarkában található. A MGS mérések csak helyenként érték el a hordalékkúp képződményeit. Az 1. fúrás ezt az összletet a legnagyobb kiterjedésű részén harántolta s az 2700 liter/perc vizet ad. A 2. fúrás a hordalékkúp egy másik részén mélyült és 25 m-es depresszió mellett csak 1200 liter/perc vizet szivattyúztak. Ez arra utal, hogy az összlet kedvező ellenállásától függetlenül a homokok szemcsemérete a finomabb felé tolódik el és vízleadó képességük csökken. A karotázs mérések is ezt támasztják alá.

Az alsó vízadó képződmény (alsó vízbázis) a geofizikai mérések alapján a terület legperspektivikusabb rétegösszlete. Fajlagos ellenállása 36—60  $\Omega$ m, vastagsága 40—200 m; ezek az értékek összefüggő homokrétteg kivastagodására utalnak. A GP szondázások alapján ( $P \sim 3—5\%$ ) az összlet erősen rétegzett és a homokrétteg finom szemcséjűek. Ez a képződmény az egész területen összefüggően megtalálható. Víznyerés szempontjából legjobbak azok a részei, ahol az ellenállás  $> 40 \Omega$ m, a vastagság  $> 50$  m és a fekülmélység  $> 150$  m (52/b ábra). A karotázs mérések és a fúrási magminták is megerősítették a geofizikai mérések következtetéseit. Az 1. fúrásban három, a 2. fúrásban öt vastag homokrétteget jeleztek az összletben a karotázs mérések. Mindkét fúrásban az összlet tetején található vastag homokrétteg a legkedvezőbb megítélésű az összes kimutatott homokrétteg közül. A két felső réteget hidrológiai szempontból is megvizsgálták. Az 1. fúrásban 2000 liter/perc, a 2. fúrásban 2700 liter/perc vízhozamot értek el 12 m, illetve 17 m depresszió mellett.

A geofizikai mérések alapján — a három vízadó képződmény nagysága és kifejlődése szempontjából — a kutatott terület ÉK-i része a legkedvezőbb. Itt a terasz kellő vastagságú és kiterjedésű. A hordalékkúp is itt vastagabb és nagyobb ellenállású, mint a terület más részein. Különösen a 2. fúrástól DK-re eső terület látszik a legjobbnak. Az alsó vízadó képződmény nagy kiterjedésű és itt a legvastagabb. A fúrások, valamint a három vízadó képződményre vonatkozó 6700 liter/perc, illetve 4700 liter/perc összvízhozam alátámasztotta a geofizikai mérésekből levont következtetéseinket.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a geofizikai paraméterek segítségével meghatároztuk a terület üledékföldtani viszonyait, és a legjobb vízbázisokat. Ennek alapján már kijelölhetők a részletes hidrológiai vizsgálatok térségei, amelyek vízmű telepítésére alkalmasak lehetnek.

### 1.4.3 Felszínmozgások vizsgálata

A felszínmozgások vizsgálata csaknem minden esetben bonyolult, összetett feladatot jelent. A mozgásokat kiváltó okok, a mozgások mechanizmusának tisztázása a hagyományos feltérési módszerekkel (fúrás, kutatóakna, árkolás stb.) csak gazdaságtalanul, vagy tektonikával kombinált, bonyolultabb esetekben sokszor nem is oldható meg. 1982-ben két felszínmozgásos területen végeztünk geofizikai kutatást.

#### *Felszínmozgások mérnökgeofizikai vizsgálata a Dráva mentén\**

A Dráva magaspártjának vizsgálatára a jugoszláv GEOEXPERT-tel és a VIZITERV-vel együttműködésben módszertani jellegű kutatást kezdtünk, Vízvár—Bélavár—Zákány térségében.

A partmozgások vizsgálatánál az in situ méréseket helyeztük előtérbe. A magaspartok mozgásánál ugyanis a mozgásban résztvevő kőzetek — jóllehet többszörösen is áthalmazódnak — litológiai összetételük lényegében nem változik. Megváltozik azonban a fizikai tulajdonságuk pl. mechanikai ellenállásuk, elektromos fajlagos ellenállásuk, térfogatsúlyuk és természetesen még számos fizikai paraméterük. Az ELGI-ben kidolgozott ún. mérnökgeofizikai szondázás (MGS) módszere alkalmas az in situ vizsgálatok végzésére (a módszer rövid ismertetése megtalálható az ELGI 1978. Évi Jelentése 37—39. oldalán).

A magaspárt felszínmozgásos területeinek vizsgálatát a következőképpen terveztük:

a) Légifényképek, valamint a morfológia alapján kijelölt, a magaspartra merőleges szelvények mentén részletes geoelektromos vizsgálatokat végzünk, elsősorban vertikális elektromos szondázásokkal, szükség esetén — zavartabb területrészekben — horizontális szelvényezést is alkalmazva, vagy dipol-dipol szelvényezéssel. A kutatás eredményeképpen a magaspárt geoelektromos modelljét kapjuk, amely tükrözi a vízzáró és vízvezető összetek helyzetét, kimutatja a helyben maradt és a mozgásban részt vett kőzetek határát és tájékoztat a mozgások várható mélységéről.

b) A geoelektromos modell ismeretében telepítjük a mérnökgeofizikai szondázásokat. Az öt (szükség esetén több) paraméter együttes értékeléséből a vizsgált ponton a harántolt képződmények részletes rétegsorát kapjuk. A litológiai változások pontos meghatározásán kívül ez a rétegsor azt is jelzi, hogy egy rétegen belül a fizikai állapot (törőszilárdság, hézagterefogat, képlékenység stb.) változik-e meg, vagy pl. folyamatos üledékképződés során a kőzetani összetétel folyamatosan, litológiai határ nélkül változik-e. Ettől a módszertől várjuk a mozgó kőzettömbök elkülönítését és a csúszólapok kimutatását.

\* Jósa E., Taba S.

A magasparti vizsgálatok elsődleges célja a mozgásokat kiváltó okok feltárása, amelynek ismeretében következtetni lehet arra is, hogy milyen hatással lesz a visszaduasztott Dráva a magaspartok állékonyságára.

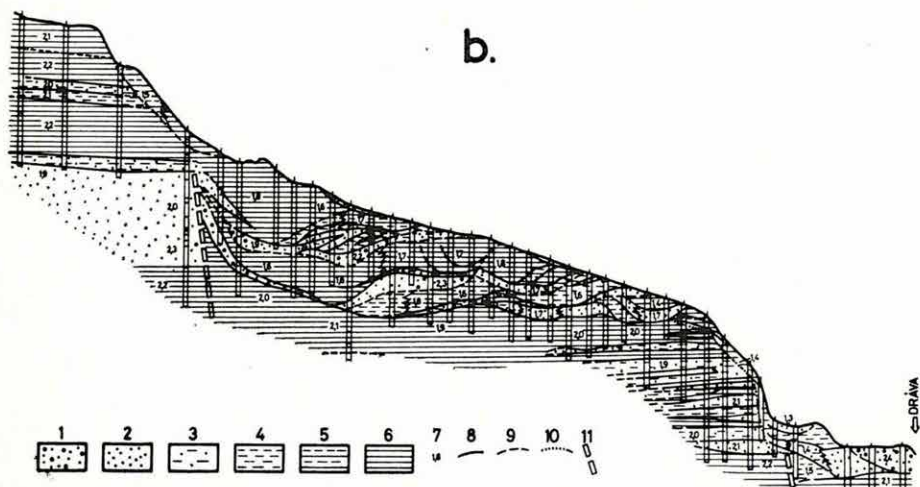
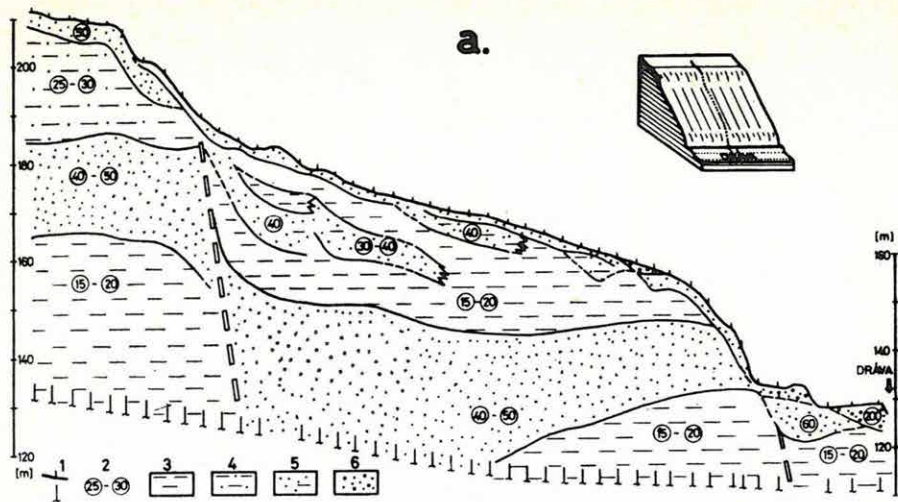
c) A hidrogeológiai viszonyok részletes megismerése céljából figyelőkutakat és folyamatos vízszintregisztrálást tervezünk a mozgásoktól nem érintett magasparti szakasz víztároló rétegeiben, a mozgó köztömbök porózus összleteiben és a Dráva teraszában. A megfigyelésekből meghatározható a vízutánpótlódás, nyomon követhető a Dráva felé szivárgó víz és regisztrálható a Dráva vízszintingadozásának hatása. A vízszintészleléseken kívül terveztük a magaspartot harántoló szelvény mentén megjelenő vizek részletes kémiai elemzését, a jellemző porózus szintek  $k$  tényezőjének meghatározását, és — ha indokolt — egy-egy vízáramlás-méréssel egészítjük ki a hidrogeológiai megfigyeléseket.

A kutatási koncepcióból ez ideig az a) és b) pontban részletezett vizsgálatokat végeztük el Zákány térségében. A Zákányi magaspart a Dráva-völgy fölé 60—100 m-re magasodó, pannóniai képződményekből álló kiemelt terület széle. Felépítését néhány fúrás alapján ismerjük: agyagrétegek váltakoznak homokos-aleuritos csíkokkal, helyenként aprókavicsos homokkal. Az agyag általában közepesen plasztikus, a szelvény felső szintjében sodorható, mélyebben inkább kemény. A homokos-iszapos, aleuritós rétegekben vízszivárgás volt észlelhető a fúrások során. A magaspart szélén keletkezett rogyások, csúszások kialakulásában jelentős szerepük lehet ezeknek a vízszivárgásoknak.

A csúszások a lejtő morfológiai képét erőteljesen befolyásolják. Néhol 1—2 méteres szakadások, a lejtés irányában kialakult kis völgyek mint csúszópályák, a lejtő lábánál torlódások, szétterült, sárfolyásból származó kis hordalék-kúpok ismerhetők fel. A mozgásokat jelzi a növényzet is: ferde, különböző irányokban megdőlt fák, a szakadások mentén erőteljes vízbeszivárgás hatására a környezetnél jobban zöldellő fűfélék jelenléte.

A vizsgálatok első lépéseként a légifényképeken kijelölt, jellemző magaspartszakaszt harántoló szelvény mentén VES mérésekkel határoztuk meg a geofizikai modellt (55/a ábra). A modelltől két vető ismerhető fel (az eddigi felfogás szerint a morfológiát csak a partmozgások alakították): a felső a vízszintesen települő, mozgásban részt nem vett pannóniai összletet zárja le, az alsó az alluviális Dráva teraszt határolja. A két vető között a modell a lejtővel ellentétes irányba billent pannóniai összletet sejtet, amelynek főleg a felső szakaszán mutatkoznak a zavart településű, áthalmazódott képződmények.

A partmozgás-vizsgálat második fázisában, a modell ellenőrzésére mérnök-geofizikai szondázásokat telepítettünk. Ezek igazolták a modell helyességét és a felső 20—30 m-es összletről részletesebb képet adtak (55/b ábra). A magaspart felső szakaszán — a VES mérésekkel is kimutatott vetőig — a vízszintesen települt, felső néhány méteres agyagos löszrétegektől eltekintve, tömör réte-



geket tártak fel a szondázások, bizonyítva, hogy a mozgások fellazító hatása nem érte el azokat.

A két vető között változó nagyságú tömbökben, esetenként többszörösen is áthalmazódott a magaspárt anyaga. A mozgásban résztvevő zónára jellemző a csökkent térfogatsúly és a gyúrt, változatos rétegződés. A minimális nyomószilárdsággal, kis fajlagos ellenállással és térfogatsúllyal elkülönülő csúszólapok rendszerint olyan agyagos kifejlődésű képződmények határához kötöttek, amelyek felett porózus rétegek vannak.

A magaspárt felső szakaszán nagyobb mélységben (20 m) és nagyobb tömbökben történt az elmozdulás (az ábrázolhatóság érdekében a szondázások összevont rétegsorát adjuk meg). A lejtőn lefelé haladva — nyilvánvalóan a többszöri áthalmazódás következtében — a lecsúszó tömegek kisebbek, változatosabb felépítésűek és a mozgások mélysége 5 m-ig csökken. A magaspárt

#### 55. ábra. A Dráva folyó magaspártjának mérnökgeofizikai vizsgálata

##### a) Földtani—geofizikai modell

1 — vertikális elektromos szondázás helye és kutatási mélysége; 2 — geoelektromos összlet jellemző fajlagos ellenállása; 3 — uralkodóan agyagos felépítésű rétegösszlet; 4 — agyagos kőzetlisztes képződmények; 5 — uralkodóan porózus képződmények, agyagos kőzetlisztes közbetelepülésekkel; 6 — homok, kavicsos homok, homokos kavics

##### b) Mérnökgeofizikai szelvény

1 és 2 — kavicsos homok, homok, finomhomok; 3 — homokliszt; 4 — kőzetliszt általában; 5 — agyagos kőzetliszt; 6 — agyag, kőzetlisztes agyag; 7 — jellemző térfogatsúly; 8 — főcsúszólap; 9 — másodlagos csúszólap; 10 — a blokkos csuszamlást megelőző szonyegcsúszás; 11 — vető

#### Fig. 55. Engineering geophysical survey of the high bank of River Dráva

##### a) Geological-geophysical model

1 — site and penetration of VES; 2 — characteristic resistivity of geoelectric complex; 3 — mainly argillaceous complex; 4 — clayey, silty complex; 5 — mainly porous layers with clayey-silty interbeddings; 6 — sand, gravel

##### b) Engineering geophysical cross section

1 and 2 — sandy gravel, sand, fine-grained sand; 3 — very fine-grained sand; 4 — silt; 5 — argillaceous silt; 6 — clay, silty clay; 7 — characteristic bulk density; 8 — main slip plane; 9 — secondary slip plane; 10 — mass-slip preceding block-slip; 11 — fault

#### Рис. 55. Инженерно—геофизическое исследование высокого берега р. Драва

##### a) геолого—геофизическая модель

1 — место и глубинность ВЭЗ; 2 — характерное удельное сопротивление геоэлектрического разреза; 3 — толщина с преобладанием глины; 4 — глинисто-алевритные формации; 5 — пористые в преобладающей части формации; 6 — песок, гравийный песок, песчаный гравий

##### b) Инженерно—геофизический разрез

1 и 2 — гравийный песок, песок, тонкозернистый песок; 3 — очень тонкий песок; 4 — алеврит в основном; 5 — глинистый алеврит; 6 — глина, глина с алевритом; 7 — характерный объемный вес; 8 — поверхность основного скольжения; 9 — поверхность вторичного скольжения; 10 — скольжение покрова, предшествующее скольжению блока, 11 — сброс

meredeken eső alsó szakaszán csaknem felszíni kibúvásban kerülnek elő a vetőkkel feltárt rétegfejek. Megjegyezzük, hogy a morfológiából következtetve a magaspart alsó szakaszán mély, a Dráva szintje alá metsző csúszólapokat vártunk.

A magaspart térségében a vízelvezetés nincs megoldva. A mozgások következtében létrejövő torlódások, többszöri áthalmazódások akadályozzák a víz kifolyását, ezért a partoldal állandóan labilis állapotban van. A mozgások megindulásához elegendő a víznyomás megnövekedése, vagy a tágabb környezetben viszonylag gyakran előforduló földrengés, de több esetben kiváltotta már a magaspart lábánál húzódó vasúton haladó szerelvény keltette rezgés is.

Eddigi vizsgálataink alapján a mozgás okáról és mechanizmusáról viszonylag kielégítő képet kaptunk, nem ismerjük azonban pontosan, hogy milyen hidrológiai változásoknál újul ki a partmozgás. Ehhez a c) pontban ismertetett hidrológiai vizsgálatok szükségesek. A komplex vizsgálat elvégzését indokolja az is, hogy a több 10 km hosszúságú magaspart földtani felépítése lényegesen változhat.

#### *Felszínmozgások geoelektromos vizsgálata Orfű térségében\**

A MÁFI megbízásából geoelektromos méréseket végeztünk a az Orfűi-völgy jellegzetes felszínmozgásos területén. A korábbi fúrások és megfigyelések szerint a helvét halpikkelyes agyagmárga lassú, kúszó mozgást végez a helvét slir felszínén és csúszásra hajlamosak a fellazult, 10—30 m vastag felszíni rétegek is. A geoelektromos méréseknek két feladatuk volt: a triász medencealjzat domborzatának meghatározása az Orfűi-tó térségében és a holocén üledékek vastagságának, illetve települési viszonyainak tisztázása a tó ÉK-i oldalán.

Az  $AB_{\max} = 800$  m-es VES szondázások eredményeiből arra következtethetünk, hogy az Orfűi-tó egy DNY-i irányban enyhén lejtő, meredek vetőkkel határolt triász süllyedékben helyezkedik el, amelyet rétegzett és gyúrt márga-összlet tölt ki.

A tó ÉK-i oldalán végzett kis behatolási mélységű mérések (VES és dipól—dipól szelvényezés) szerint a mozgásmentes völgy és a mozgásban levő domboldal geoelektromos felépítése eltérő. A völgyben a változatos kifejlődésű holocén összlet jól tagolható, nyugodt településű. Ugyanez az összlet a domboldalon, az átnedvesedett halpikkelyes márgán csúszva, rendkívül zavart geoelektromos képet mutat.

\* Taba S.