

GEOFIZIKAI MÓDSZEREK AZ ARCHEOLÓGIAI KUTATÁSBAN

CSÓKÁS JÁNOS—GÁDOR JUDIT—GYULAI ÁKOS

A felszín alatt elhelyezkedő archeológiai tárgyak fizikai sajátosságai eltérnek a környező talajétól. Felszínen végzett geofizikai mérésekkel megmérhetők azok a fizikai mennyiségek, amelyek a talaj és az archeológiai tárgyak fizikai paramétereinek közötti eltérésre utalnak. Ezért alkalmasan kiválasztott geofizikai módszerekkel archeológiai tárgyak felkutathatók. A dolgozat épületmaradványok, sírok és vastárgyak geoelektromos és mágneses módszerrel történt felkutatásáról mutat be példákat.

I. GEOFIZIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA

A Budapesti Műszaki Egyetem Építészmérnöki Kar Építészettörténeti és Elméleti Intézete, valamint Pápac község Tanácsa kezdeményezésére a Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszéke 1975. november 22-én archeogeofizikai kutatásokat kezdett kísérleti jelleggel Pápac község (Vas megye) XIII. századból fennmaradt műemlék temetőkapornája mellett két kis területen geoelektromos és magnetométeres eljárással abból a célból, hogy az ott már elkezdett ásatások folytatásához további támpontot nyújtson.¹

A pápoci mérési tapasztalatok alapján a Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Múzeumi Igazgatóság (Herman Ottó Múzeum) közreműködésével Sály-Lator (Borsod-Abaúj-Zemplén megye) Rózsa u. 59. sz. 5132/15. hr. sz. telken végzett a Tanszék az említett két eljárással 1976. április 6-án további vizsgálatokat kettős céllal. Az egyik az volt, hogy az előző évben feltárt és régészeti térképezett, majd visszatemetett területen milyen indikációkat okoznak az ott hagyott leletek és a talaj megbolygatása. A másik cél a még fel nem tárt területen azokat a helyeket kijelölni, ahol régészeti tárgyak rejtőzhetnek a felszín alatt, illetőleg ahol nincsenek, tehát ahol a feltárás értelmetlen lenne. A mérésekkel sikerült az említett kettős célt elérni.²

Ezek után a miskolci Herman Ottó Múzeum régészeti kutatásai keretében 1976. április 22-én, majd november 4—5., és 8—9-én már rutinszerűen történt-

tek az archeo-geofizikai mérések a Kulturális Minisztérium által az 5. ötéves tervben távlati tudományos feladatként jóváhagyott „*Királyi, nemzetségszűri, ispánsági központok kutatása*” c. témához kapcsolódva az Abaújívári Földvár területén.

1. *A geofizikai módszerek archeológiai alkalmazásának elvi alapjai*

1.1. *A föld felszíne alatt elfedett ásványtelepek és földtani szerkezetek* (vetők, felboltozódások, lesüllyedések) felkutatására számos geofizikai eljárást használnak. Felszíni mérésekkel általában azok a földtani objektumok mutatathatók ki, amelyek átmérője az eltakarási mélységüknél nem sokkal kisebb. A geofizikai kutatási módszerek a fizika azon törvényein alapulnak, amelyek szerint a földtani objektumok közelében, tehát a felszínen is a földi természetes erőterek (nehézségi-, mágneses-, elektromos- és elektromágneses, radio-metriai stb.) eltérnek attól, ami abban az esetben volna mérhető, ha nem lennének ott. Ugyanez érvényes a felszínen gerjesztett mesterséges erőterekre (elektromos, szeizmikus), például a talajba vezetett elektromos áramokra is. A felszínen mérhető télerősségek vagy más fizikai mennyiségek értékeit sokszor elméleti alapon ki lehet számítani arra az esetre, ha a föld alatt nem helyezkedik el a teret módosító földtani objektum (szerkezet, vagy ásványi telep). Ha a zavartalan földtani viszonyokra elméletileg számított és a felszíni mérések adataiból meghatározott értékek nem egyenlők, akkor ott geofizikai rendellenesség (anomália) térképezhető, aminek okát, a földtani objektumot, a térképen ábrázolt adatok értelmezése útján határozzák meg.

1.2. Az archeológiai tárgyak helyzete annyiban hasonlít az említett földtani objektumokéhoz, amennyiben egyrészt a felszín alatt helyezkednek el lefedve, másrészt fizikai sajátágaik eltérnek a beágyazó talajétól. Ebből következik, hogy megváltoztatják a természetes és mesterséges földi terek nagyságát, tehát felszíni geofizikai mérésekkel felderíthetők. Abban viszont különböznek a földtani objektumoktól, hogy jóval kisebb méretűek és sokkal kisebb mélységben helyezkednek el.

1.3. Az archeológiai tárgyakat a geofizikai módszerek szempontjából négy csoportba sorolhatjuk: épületmaradványok (falak, kőomladékok); betemetett gödrök (sírok); vas tárgyak; nem vasból álló fémtárgyak. Az épületmaradványok és a betemetett gödrök által elfoglalt közegnek az összes számbavehető fizikai paramétere közül az elektromos fajlagos ellenállása tér el a legnagyobb százalékban, tehát felkutatásukra a geoelektromos módszerek közül célszerű kiválasztani a legalkalmasabbat. Vastárgyak felkutatását mágneses mérésekkel végzik, mivel a földi mágneses teret torzítja el a legnagyobb mértékben egy vastárgy, amely maga is mágnesként viselkedik.

Egyéb fémtárgyakat elektromágneses módszerrel célszerű kutatni, ugyanis a mélységükhöz képest kicsi a méretük, ezért a talaj elektromos fajlagos ellenállását csak közvetlen közelükben változtatják meg, a felszínről fajlagos ellenállás méréssel nem mutathatók ki. Ezzel szemben indukciós eljárással örvényáramok gerjeszthetők bennük és ezeket már lehet a felszínen érzékelni. A kutatás az ún. akna-kutatók vagy kincskeresők módszerével történhet.

Az említett fizikai paraméterekben mind az archeológiai tárgyak, mind a földtani objektumok esetében kb. ugyanakkora eltérés fordul elő. A felderíthetőség a térfogat és a mélység hányadosától függ. Mivel a régészeti tárgyak esetében ez a hányados körülbelül ugyanakkora, mint a földtani tárgyak esetében, azaz amennyivel kisebb térfogatúak az épületmaradványok illetőleg betemetett gödrök pl. egy szénhidrogén szerkezet vagy érctelep térfogatánál, annyszor kisebb a felszíntől számított mélységük is, tehát megfelelő geofizikai módszerekkel felkutathatók az archeológiai objektumok is.

1.4. A földtani kutatásban a geofizikai mérési pontok közötti távolságokat kisebbre kell választani, mint a keresett objektum horizontális kiterjedése, azért, hogy legalább 1-2 mérési pont a tárgy fölé essen. A régészeti kutatásban is meg kell tartani ezt a szabályt, nehogy átlépjék az objektumot és észrevétlen maradjon. Ez azt jelenti, hogy ahányszor kisebbek a régészeti testek a földtaniaknál, annyszor kisebb mérési közőkkel szükséges a terepi méréseket végezni. Például egy víztároló kavicslencse vízszintes irányú kiterjedése pár száz méter nagyságú, ezért felkutatását és lehatárolását 50—100 m-es mérési állomás-közőkkel végzik. Az archeológiai objektumok minimális szélessége 1-2 m, tehát a mérési hálóközt is ennek megfelelően 0,5—2,0 m-nek célszerű választani.

2. A geoelektromos módszer

2.1. *Talajok és kőzetek elektromos fajlagos ellenállása.* A geofizikában a talajok fajlagos ellenállásán azok 1 m^3 kocka alakú részének az ellenállását értik, ha benne az áram iránya a kocka valamelyik élével párhuzamos, egységét ohmméternek nevezik (ohmm). A talajok és kőzetek túlnyomó többségében az elektromos áramot az egymással összeköttetésben álló hézagokban (pórusok) elhelyezkedő talaj vagy rétegvíz, mint elektrolit vezeti, a benne oldott sók disszociált ionjai útján. A kőzetek szilárd váza gyakorlatilag elektromosan szigetelő. A talajok vezetőképességére azonban különös hatással vannak az ún. agyagásványok, ezek úgy viselkednek, mintha áramvezetők lennének.

A kőzetek és talajok porozitása, fajlagos ellenállása és a pórusokban levő talajvíz fajlagos ellenállása között az alábbi tapasztalati összefüggés érvényes agyagmentes kőzetekre és talajokra, ha a hézagok 100%-ig telítve vannak vízzel, tehát a talajvíztükör alatti térben:³

$$R_o = R_w \frac{a}{\Phi_m}, \quad (1)$$

ahol R_o a talaj fajlagos ellenállása, amit a felszínen végzett mérésekből meg lehet határozni. R_w a talaj- (réteg) víz fajlagos ellenállása; Φ a porozitás = pórustérfogat per kőzettérfogat; $a = 0,81$ és $m = 1,5—3,0$ között egy adott talajra vagy kőzetre jellemző állandó.

A régészeti leleteket rejtő talaj azonban sokszor agyagos. Ebben az esetben

a víztükör alatt az előbbi mennyiségek és az anyag R_{sh} fajlagos ellenállása között az alábbi összefüggés érvényes:

$$R_o = R_w \cdot \frac{1}{\Phi^2 + 2,5 p^2 \frac{R_w}{R_{sh}}} \quad (2)$$

ahol p a talaj agyagtérfogat-százaléka.⁴ A talajvíztükör fölött a szellőzött zónában a talajok és kőzetek hézagai csak részben vannak telítve talajnedvességgel, és ennek a telítettségnek a mértéke nagymértékben befolyásolja a fajlagos ellenállásukat.

Ha a talaj szellőzése és kiszáradása folytán a deszaturáció olyan mértékűvé válik, hogy a talajban levő hézagok felületét bevonó vízfilm megszakad, a talaj fajlagos ellenállása rohamosan megnő. Mivel a szellőzött zóna a felszíntől lefelé kis mélységig terjed, az egybeeshet a régészeti szempontból érdekes mélységzakasszal vagy annak egy részével. Ebből az következik, hogy a geoelektromos méréseket egy területen lehetőleg azonos időjárási (hőmérséklet és csapadék) viszonyok között célszerű elvégezni, mivel egyébként a talajnedvesség időbeli változása hamis indikációkat okozhat. A talajkiszáradás azonban még agyagmentes (homok) talajban is nagyobb területen egyöntetű, ezért az inhomogenitást jelentő régészeti objektumok ilyen esetben is felderíthetők, mivel helyileg rendellenes értékeket okoznak a mért adatok között. Agyagos talajok nedvességtartama még nagyobb szárazság idején is csak a felső pár deciméteres sávban szokott lecsökkenni.

A szellőzött (nem teljesen víztelített) talajok R_t fajlagos ellenállását az alábbi képlettel szokták leírni.⁵

$$R_t = a \cdot R_o S_w^{-n} \quad (3)$$

ahol R_o ugyanazon talaj fajlagos ellenállása, ha 100%-ig telített ugyanazon talajvízzel, és $a=1$ addig a kritikus S_{wc} szaturációig, amíg a pórusfelületeket bevonó vízfilm nem szakad meg. A „ a ” értéke 1,0—0,05 között változhat. Az n szaturációs kitevő a kritikus telítettségig rendszerint 2,0, az alatt 4 és 5 közötti értékű. Az állandókat talajmintákon kísérleti úton lehet meghatározni. Könnyen belátható és a tapasztalat is azt mutatja, hogy a régészeti objektumok porozitása, tehát az R_o fajlagos ellenállása lényegesen eltér a körülvevő talajétól akár eltemetett épületelemokről, akár betemetett gödrökről (sírok), akár kitöltetlen üregekről (kripta) van szó, ezért azokat az átmérőjük és lefedési mélységük nagyságrendjébe eső mérési hálópont közőkkel végzett geoelektromos mérések indikálni fogják.

2.2. *A rétegszondázás elmélete.* Felszínközeli érc tömzsök kutatására bevált az ún. „egyenlő elektród-távolságú dipol-dipol” vagy „eltran elektród elrendezés” (1. kép).⁶ Az A_n és B_n elektródokon a talajba bevezetett I áramerősség az M_n és N_n elektródok között V potenciálkülönbséget hoz létre. Az áramot, a feszültséget és az elektród-távolságokat megmérjük. Ha x a dipólok

elektrodja közötti távolság, és $L=nx$ az egymáshoz közelebb levő áram és potenciál-dipól elektrod közötti távolság (Pl.: B_1N_1), akkor a talaj látszólagos fajlagos ellenállása a következő képlettel számítható:

$$R_a = n(n+1)(n+2) \frac{V}{I} \quad (4)$$

ahol $n=1, 2, 3, \dots$. A fajlagos ellenállás értékeket azokra a pontokra vonatkoztatjuk, amelyek az elektróda-terítések középpontja alatt $h=(n+1) \cdot x/2$ mélységben helyezkednek el. Ilyen módon a különböző mélységekre vonatkozó felületeken a látszólagos fajlagos ellenállásértékekből ponthálózat-térképet szerkeszthetünk. Az egyenlő fajlagos ellenállású pontokat összekötő vonalakat izoohm-vonalaknak nevezik (2. kép). Az izoohm térképről megállapítható a nem bolygatott talajra jellemző, anomália-mentes fajlagos ellenállás érték-tartomány. Ahol ettől eltérő értékek jelentkeznek (anomália), ott régészeti objektum helyezkedik el, mivel annak a fajlagos ellenállása a zavartalan talajétól eltérő. Az ábrákon látható izoohmtérképek $h=2$ m és 3 m-es szintre vonatkoznak. A 2 m-es szintre vonatkozó látszólagos fajlagos ellenállás értékeket, mivel $AB=MN=x=2$ m volt, az

$$R_a = 12 \cdot \pi \cdot \frac{V}{I} = 37,7 \frac{V}{I} \quad (4/a)$$

a 3 m-es szintre vonatkozó értékeket pedig

$$R_a = 48 \cdot \pi \cdot \frac{V}{I} = 150,8 \frac{V}{I} \quad (4/b)$$

képletekből számítottuk.

2.3. *A mágneses mérés elmélete.* Ismeretes, hogy vastárgyakban vagy vastartalmú anyagokban Földünk mágneses tere mágneses kettős pólusokat, elemi kis mágneseket indukál és ettől azok mágnesként viselkednek. Ebből az is következik, hogy maguk is mágneses teret létesítenek, ami a földi mágneses térhez hozzáadódik. A vastárgy mágneses térerőssége a tőle mért távolság növekedésével rohamosan csökken. A régészeti vastárgyak a felszín alatt azonban legtöbbször elég kis mélységben vannak és elég nagy méretűek ahhoz, hogy megfelelő érzékenységgű magnetométerrel meg lehessen mérni azt a különbséget, amivel megváltoztatják a földi mágneses teret.

A Föld mágneses térerősségének nagysága hazánkban nagyjából $0,5$ oersted. A geofizikában 10^{-5} oe = 1γ egységet használnak és a gyakorlatban használatos nukleáris magnetométerek leolvasási pontossága is 1 gamma.

Eltemetett vastárgyakat tehát úgy lehet felkutatni, hogy kellő érzékenységgű magnetométerrel a terület felszínén olyan sűrű hálózat pontjain végzünk leolvasásokat, amely pontokból legalább egy, de inkább több olyan közel essék

a vastárgyhoz, ahol mágneses térerőssége minimálisan 2-3 gamma. Különböző mélységben levő vastárgyak mágneses térerőssége a felszínen tájékoztatásul az alábbi:

| Súly gr | Mélység h (m) | Térerősség gamma |
|------------|------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 1 |
| 100 | 10 | 1 |

Célszerű minél sűrűbb mérési hálót kitűzni és a magnetométer érzékelőjét az észlelőskor a felszínhez minél közelebb helyezni. Egy méteres hálóköz általában megfelelő, csak ha nagyon kis tárgyakat is fel kívánunk kutatni, akkor érdemes 0,5 m-es háló pontjain mérni. A nukleáris magnetométerek egy része csak viszonylag homogén mágneses térben működik (proton-magnetométerek régebbi fajtái), a talaj felszínén viszont nem homogén a mágneses tér, ezért ilyen esetben a felszín fölött kb. 0,5 m magasságban lehet csak méréseket végezni.

Sűrű mérési hálót úgy praktikus kitűzni, hogy egy hosszát (50—100 m) húzásra legfeljebb csak kis mértékben változtató zsinóron csomókkal vagy más módon megjelöljük a hálóközöket (1-2 m), majd a zsinór két végpontját a talajon pl. földbe vert facövekkel rögzítjük, amit majd geodéziailag bemérünk és helyét térképre felhordjuk. A méréseket a zsinór megjelölt pontjainál végezzük. Lehet zsinórokból sík-hálót is készíteni hasonló célból.

A földi mágneses tér erőssége azonban az ionoszféra áramok hatása miatt pillanatról pillanatra változik, ezt meg kell határozni és korrekcióba kell venni. A földi mágneses tér erőssége azonban változik a földrajzi hely szerint is. A földfelszín különböző pontjain nem egyforma még akkor sem, ha a felszín alatt nincsenek mágneses testek. Egy terület mérési adatait ezzel a hatással is korrigálni kell.

A kutatási terület megfelelő méretarányú térképére felhordjuk null-körökkel a mérési pontokat, melléjük írjuk az állomás-sorszámokat és az anomáliaértékeket. Összekötjük az interpolációval kapott azonos anomália értékű helyeket pl. 1 γ közű izovonalakkal. Ezzel megkapjuk az ún. izogamma vonalakat (12. kép). A legtöbb vasat tartalmazó tárgyat kettős mágneses anomália jelez, egy maximum és minimum. Ezek alakja, egymáshoz viszonyított elhelyezkedése és nagysága a vastárgy mélységétől, térfogatától, alakjától és fekvésétől függ.

Mágneses testeknek az izogamma térképek alapján történnő meghatározásával sok geofizikai kézi és tankönyv részletesen foglalkozik.⁷

3. A geofizikai térképek értelmezése

Az előzőekben ismertetett geoelektromos és mágneses módszerrel végzett mérések alapján szerkesztett geofizikai térképek ismertetését és értelmezését az alábbiakban foglalhatjuk össze.

3.1. *Sály—Lator kutatási terület geoelektromos rétegtérképe.* A terület geoelektromos térképe 2 m-es szintre vonatkozóan a 2. képen, a 3 m-es szintre vonatkozóan pedig a 3. képen látható. Mint említettük, a méréseket kettős céllal végeztük. Az egyik kérdés: milyen indikációval jelentkeznek az előző évben feltárt, majd visszatemetett régészeti leletek és gödrök. A 2. ábrán a feltárt terület be van keretezve, a régészeti leleteket berajzoltuk illetve nevüket beírtuk. Látható, hogy ahol építőkö maradványok voltak, azokat a helyeket 90—100 vagy még nagyobb értékű izoohm vonalak határolják azért, mert a tömör kövek nem tartalmaznak sem talajvizes pórusokat és főleg nem tartalmaznak jó vezető agyagot úgy, mint a körülöttük levő talaj, ezért a fajlagos ellenállásuk a talajénál jóval nagyobb. A talaj fajlagos ellenállása, amint a bolygatatlan anomália-mentes részen látható, 50—70 ohmm közé esik ezen a területen. Az is látható a 2. kép és a 3. kép (a 2 m-es és a 3 m-es szint) egybevetéséből, hogy a feltárási zónában 3 m-től a talaj már bolygatatlan (60—70 ohmm), tehát a leletek itt kis mélységben helyezkednek el. Mindössze a „kőkemence” hatása nyúlik mélyebbre, amit a 80—90 ohmm-es izovonalak jeleznek. Valószínűleg a talaj kiégése is növelte a fajlagos ellenállást.

Látható tehát, hogy a régészeti leletek nagy pozitív geoelektromos anomáliát okoznak, a mérési módszer felkutatásukra alkalmas. A legnagyobb értékű maximum azonban a feltárást folytatásában helyezkedik el a 130 ohmm-es izovonal alatt és környékén (2. kép). Ez a kerek anomália a 3 m-es szintben is folytatódik, a 90-es izoohm vonal zárja körül. A feltárást itt kell majd folytatni. Véleményünk szerint a 2. képen látható 130-as és a 3. képen látható 120-as izovonal közből készült épületmaradványt jelez.

További objektumot indikálnak azok a 90-es izoohm vonalak, amelyek a 2 m-es szintben a 95,4 ohmm-es érték miatt, a 3 m-es szintben pedig a tőle 1 m-re levő 96,8 ohmm-es érték miatt adódtak. Kiemelkedő érték adódott még a környezetéhez viszonyítva a 3 m-es szintben, amely régészeti leletre utal (3. kép), az előbbiektől kissé távolabb, melyet a 80-as izovonal jelez. Erre mutat az is, hogy a 2 m-es szintben két 70 ohmm-es izovonal is záródik az előbbi mellett. A terület zavartalan talajának a fajlagos ellenállása az utcától a telek végét lezáró domb felé haladva fokozatosan csökken kb. 60 ohmm-től mintegy 40 ohmm-ig. A régészeti leletekre utaló relatíve magasabb értékek ebből a regionális változást mutató fajlagos ellenállás értékhalmból emelkednek ki.

3.2. *Az Abaújházi Földvár geoelektromos rétegtérképe.* Az Abaújházi Földvár területén történt először geofizikai módszerekkel olyan régészeti kutatás, ahol a leletek helyére vonatkozóan nem volt előzetes ismeret.

A 2 m-es és 3 m-es szintre vonatkozó geoelektromos térképek az 18. sz. képen láthatók egymás mellett. Az ábrázolásból kihagytuk a bolygatatlan rész legnagyobb részét (102—135 m között). A 2 m-es szint térképére bejelöltük azokat a helyeket (ld. jelmagyarázat), amelyeket a fajlagos ellenállás maximumok alapján feltárássra javasoltunk. A térképekről látható, hogy a Sály-Lator-i területhez képest kissé magasabb értékek (kb. 50—70 ohmm) közé esik a bolygatatlan talaj fajlagos ellenállása. A régészeti leletek indikációi ettől jóval nagyobb értékűek, tehát biztosan kijelölhetők. Az első feltárássra

magától értetődően a legnagyobb értékű maximumot javasoltuk (4. kép), melyet a feltáráskor IV. és V. régészeti szelvénynek neveztek el. A 2 m-es szintben 120—140 ohmm-esek a legnagyobb értékű izovonalak, a 3 m-es szintben viszont 150 ohmm. Ez azt jelenti, hogy a maradvány nagyobb kiterjedésű és mélységű. Amint az a feltáráskor igazolódott, itt helyezkedik el egy templom kőből készült alapfala és omladéka. Az izovonalak lefutása a kör alakú alapfalak elhelyezkedésére is utal, annak ellenére, hogy a fal mellett kőomladékok is voltak szabálytalanul felhalmozódva.

A falak közelében elhelyezkedő kőomladékok általában torzítják az egyébként szabályos geometriai elhelyezkedésű falak ugyancsak szabályos geoelektromos izovonalait, ha az omladékok által elfoglalt térfogat nagysága a mellette levő falszakaszt megközelíti.

Egy másik feltárássra javasolt rész az 5. képen látható. Ez a II. szelvény. A 80—120-as izovonalak jól körülhatárolják a jóval nagyobb fajlagos ellenállású kőhalmazt. Alatta még további feltárást indokoltak a 3 m-es szint 80—100-as záródó izovonalai.

A 6. képen látható az a nagyobb mélységű gödör, melyből további maradványok kerültek elő a 3 m-es szintre vonatkozó 80—100-as izovonalakkal határolt részből. A 7. kép arra mutat példát, hogy a 2 m-es és a 3 m-es szintre vonatkozó izovonalak együttes vizsgálatából milyen következtetések vonhatók le. A 2 m-es szintben a III. és VIII. szelvény határán egy kis területű zárt 80-as izovonal jelzi, hogy a felszín alatt valamilyen nagyobb fajlagos ellenállású objektum helyezkedik el, tehát feltárássra biztosan javasolható. A 3 m-es szintben a 80-as vonal jóval nagyobb területet vesz körül. A fotókon látható, hogy amíg a 80-asnál nagyobb értékek kőmaradványokat jeleznek, addig a sírok (csontvázak) a 60—80-as közben helyezkednek el.

A csontvázak a talaj fajlagos ellenállását a kőmaradványoknál sokkal kevesbé növelik meg, mivel a térfogatarányuk a talajhoz viszonyítva kisebb. A bolygatatlan talaj fajlagos ellenállása mind a két szintben 50—60 ohmm közé esik. Ahol tehát 70 ohmm-nél nagyobb értékű zónákat találunk mindkét szintben, ott a talajt megbolygatták, tehát feltárássra javasolható. A 8. kép annak a területnek (VII. szelvény) az izoohm vonalait mutatja, amelynek egyik részén a 2 m-es szintben egy 76 ohmm-es és egy 67,8 ohmm-es pont helyezkedik el a zavartalan talajra jellemző 50—60-as értékű pontok között. A 3 m-es szintben nagyobb a látszólagos fajlagos ellenállás (80 ohmm), mint a 2 m-es szintben, ez mindenképpen régészeti leletre utal.

Kísérletképpen feltárták az anomálishan nagy értékű zónát és ott eltemetett csontmaradványokat találtak. Ellenőrzésül feltárták a mellette levő és zavartalannak minősített 50—60 ohmm-es zóna egy részét is. Itt semmiféle maradvány nem volt, sőt a feltárási gödör alján a talaj színéről is élesen elhatárolható volt a bolygatott és a zavartalan talaj érintkezési vonala, az izovonalakkal megegyezően. A 9. képen ugyanez fényképen is látható. A bolygatott talaj sötétebb, a zavartalan világosabb színű.

3.3. *Az Abaujvári Földvár területének további kutatása.* A geoelektromos rétegszelvényezés mint láttuk, három esetben feltárásokkal igazolást nyert. Kézénfekvő volt ezután a Megyei Múzeum Igazgatóság azon álláspontja, mi-

szerint régészeti feltáráshoz kijelölendő területet előzetes geofizikai térképek alapján célszerű körülhatárolni. Ez történt az Abaújtúri Földvár későbbi feltárási területére vonatkozóan is.

A geoelektromos rétegszelvénytérképnek a már feltárt temetőkapolnárólhoz csatlakozó folytatását a 10. kép mutatja. Ezen együtt láthatók a 4. képen már bemutatott izovonalak és a csatlakozó, még fel nem tárt területen mért izovonalak is. Látható, hogy a templom alapfalai, omladékai és a körülötte elhelyezkedő temető folytatódnak a 70-es izovonallal körülvett területen. Ezután zavartalan zóna következik. A 11. képen térbeli ábrázolás mutatja a 2 m-es szint izoohm vonalai alatt 2 m-es és a 3 m-es szint között a talaj különböző fajlagos ellenállású zónáit. Látható a templom alapfalainak földalatti elhelyezkedése és folytatása a még fel nem tárt területen. A geoelektromos térkép alapján most már a régész konkrét objektumra ásatást tervezhet, mivel előre látja annak elhelyezkedését és csak az így kijelölt területet szükséges a tulajdonostól a feltáráshoz idejére igényelni.

4. Mágneses mérések

Az archeológiai leletek között gyakran vastárgyak is előfordulnak, amelyek azonban a talaj fajlagos ellenállását nem változtatják meg olyan nagy térfogatban, ami geoelektromos mérésekkel kimutatható lenne. Mágneses mérésekkel azonban viszonylag kis vastárgyak (patkó, mezőgazdasági szerszám) is kimutathatók, ha a magnetométer elég érzékeny és a vastárgy nincs túl mélyen. Az Abaújtúri Földvár területén talált kb. 2 m-es, vízszintesen fekvő vasrud mágneses hatása látható a 12. képen rajzolt izogamma térképen. A hatása az általa okozott minimum és maximum között kb. 20 gamma.

Mágneses testek helyzetét és mélységét a geofizikában gyakran az izogamma maximum és minimum legnagyobb értékén átfektetett szelvényből szokták számítással meghatározni. A kézikönyvekben sok hasonló példa és szabály található. Az említett anomáliákon át szerkesztett mágneses szelvényt a 13. kép mutatja. Ezen látható a tárgy mélysége, nagysága, elhelyezkedése és az okozott mágneses rendellenesség is.⁸

Csókás János—Gyulai Ákos

II. ARCHEO-GEOFIZIKAI TÉRKÉPEK ALAPJÁN TERVEZETT BORSOD MEGYEI ÁSATÁSOK TAPASZTALATAI

1. Nagy kiterjedésű régészeti feltáráshoz tervezésének egyik nagy problémája, hogy a felszíni leletek nem nyújtanak kellő támpontot az ismeretlen szerkezetű objektumok és a régészetileg indifferens területek elkülönítésére. Az eddigi gyakorlat szerint a módszeres „átfésülés”, a hagyományos régészeti feltárási munka gyakran eredményezett üres szelvényeket, hosszú, csak szakaszokként értékelhető kutatóárkokat. Az is előfordulhat, hogy az ezek által

nem érintett területeken számottevő leletegyüttes marad feltáratlanul. A kutatások korlátozott időtartama és anyagi erőforrásai miatt indokolt gyorsabb és hatékonyabb módszerek bevezetésének igénye: a feltárandó régészeti objektumok várható feltalálási helyének, a terepbejárásokon szerzett adatokon túlmenő, annál lényegesen pontosabb előzetes meghatározása.

A nemzetközi gyakorlat többfajta módszert ismer. Így többek között a fotogrammetriát, a légifényképezést, ezen belül a sztereo-felvételek felhasználását, a fémkereső műszerekkel végrehajtott vizsgálatokat, illetve különféle geofizikai módszereket.

A geofizikai módszerek közül a geoelektromos eljárás alkalmazására Magyarországon is történt néhány kísérlet. Ezek eredményei azonban nem voltak egyértelműen értékelhetők. Közülük egyedül a pilismaróti római őrtoronynál végrehajtott előzetes méréseket értékelte pozitívan az ásató régész.⁹ Archeo-geofizikai mérések rendszeres hazai alkalmazására ezért mindeddig nem került sor. Az eddigi kutatások még a legszűkebb szakmai körökben sem váltak kellően ismertté, azok megfigyeléseit nem publikálták.

2. A Herman Ottó Múzeum ásataisainál is gyakran jelentkeztek az említett tervezési problémák. Ezért örömmel fogadtuk a Budapesti Műszaki Egyetem és a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem kezdeményezését, mely ásataisaink területén kísérleti geofizikai kutatások végrehajtását javasolta. Közös megbeszélések után a kísérletek céljára két ásatási területet jelöltünk ki. Elsőnek Sály-Latorban részben már feltárt és visszatemetett, részben további kutatásra kijelölt területek geoelektromos és mágneses méréseit vettük tervbe, majd ennek eredményei alapján további kutatási területként az abaújházi földvárban végzendő ásatások helyének meghatározását tűztük ki feladatul.

A kísérleteket a NME Geofizikai Tanszéke végezte.

Sály-Latorban 1972. őszén leletmentő ásatás során egy Árpád-kori körtemplom alapfalait és 51 sírt tártak fel a Múzeum ásataisai.¹⁰ Az ennek szomszédságában húzódó, 400 □-öl területű szalagtelken (Rózsa utca 59. hrsz. 5132/15.) terepbejárás alkalmával a szántásból Árpád-kori és későközépkori cseréptöredékeket gyűjtöttünk. A felszíni leletek nagy mennyisége indokoltá tette a templomhoz csatlakozó terület vizsgálatát is. 1975. évben az előzőkhöz kapcsolódó szelvényekben újabb sírokat és a temető kerítőfalának nyomait sikerült feltárni. Egy földbe mélyített ház alapjai és néhány gödör, kőkemence is előkerült.¹¹ A szelvények visszatemetésekor a kemencéket részben in situ állapotban hagytuk, hogy a következő ásatás során ismét azonosíthatók legyenek. A szelvények metszeteiből kitént, hogy a temető és a település tovább húzódik K- és Ny-felé egyaránt. K-en a további feltárást az utca és a Latorpatak akadályozta. A rendelkezésre álló területen a település Ny-i szélének megkeresése volt csak lehetséges. Ebben az irányban a kb. 140 m hosszban elnyúló telken mindenhol található felszíni leletek. A pataktól távolos terület archeológiai feltárást, mivel ott kisebb sűrűségben található cserepek, szondázó szelvényekkel tervezte a Múzeum.

Az archeológiai feltárási tervezés e fázisában jött létre a kutatási kapcsolat az NME Geofizikai Tanszékével. A Sály-Latorban végzett geoelektromos és mágneses mérésekről készített térképeket (2—3. kép) a régészeti megfigyelé-

sekkel egybevetve kedvező eredmény adódott. A már feltárt és visszatemetett szelvények helyén mind az izoohm, mind az izogamma vonalak jól értelmezhetően jelzik a feltárás okozta talajkülönbségeket, a kemencék góciát, a bolygatatlan talaj elválását. A metszetekben megfigyelt helyeken is mutatták a régészeti objektumok további kiterjedését.

Régészeti szempontból a feltáratlan terület vizsgálatának legfontosabb eredményét a középkori település szélének pontos elhatárolása hozta. Geofizikai módszerrel kimutathatóvá vált, hogy a terület Ny-felé csak kb. 40 m hosszúságban tartalmaz régészeti leleteket. A további szakaszok régészetileg érdektelenek, a mérések bolygatatlan talajt jeleztek. A felszíni leletek valószínűleg csak a telek hosszirányában végzett szántással kerültek erre a területre. Így az ásást a geoelektromos és mágneses méréseknél két góciiban jelentkező nagyobb értékek helyének feltárására korlátozhatjuk. Természetesen a mérési eredmények helyességét teljes mértékben az archeo-geofizikai térképek alapján végzett ásítás igazolná, de erre 1976-ban már nem kerülhetett sor. Helyességüket azonban valószínűsítik a visszatemetett területen végzett mérések adatai.

A Sály-Latorban végzett kísérlet biztató eredményei után az említett két módszerrel Abaujvár-Vár területén végzett a Geofizikai Tanszék méréseket.

3. Az abaujvári földvárban 1974-től végez a Múzeum archeológiai kutató-sokat. Elsőként a sánc átvágásával (14—15. kép) a várfal építési szerkezetének meghatározása történt.¹³ Ezután a Vár belső településének vizsgálatát tűztük ki feladatul.

A megközelítőleg 200×150 m-es, kisparcellás mezőgazdasági művelés alatt álló terület bejárásakor több helyen is volt a településre utaló régészeti lelet. A vár É-i egyharmadában K—Ny-i irányban húzódó kisebb domb K-i részén habarcsos törmelék és nagymennyiségű kő került felszínre a szántások következtében. Az ettől távolabb eső részeken a felszíni leletek alapján nem lehet következtetni a feltételezett házak, hulladék-gödrök, stb. elhelyezkedésére. Sajnálatos módon az ÉNy—DK irányú keskeny, különböző művelési ág alatt álló parcellák nem teszik lehetővé a domborzati viszonyok alapján célszerűnek látszó K—Ny irányú feltárás együttemű elvégzését, még az épületnyomokat mutató szakaszon sem. Az 1976-os ásítás céljára egy 160×20 m-es parcella állt rendelkezésre (16. kép), a mezőgazdasági kár megtérítése ellenében. A dombnak csak a K-i csücske nyúlik erre a szakaszra, ezért nem számítottunk arra, hogy az itt álló épület érdemleges részét megtaláljuk. Geofizikai mérések hiányában a parcella teljes hosszában egy 1 m széles kutatóárokokkal kezdődött volna az ásítás. Ezt követően történtek volna nagyobb felületen rábontások a kutatóárok metszetében mutatkozó régészeti objektumokra.

A geofizikai mérések alapján készült térképeken nagyobb, jól körülhatárolható területeken mutatkoztak régészeti leletekre utaló mérési értékek és az izoohm vonalak jól mutatták a bolygatatlan szakaszokat.

Mivel geofizikai térképek alapján ezideig nem végeztünk feltárást olyan területen, amelyről egyéb adataink nem voltak, ezt az ásítást kísérletnek tekintettük. Bizonyítani kívántuk a geoelektromos és mágneses mérési módszerek régészeti alkalmazásának hasznosságát.

A mérések eredményeit az ásatások kétséget kizáróan igazolták.

A feltárási szelvényeket a geoelektromos mérések magas értékeket mutató izoohm vonalaival körülhatárolható szakaszokon jelöltük ki (18. kép). Az így meghatározott területen, az alapponttól 35—45 m közötti szakaszon két nagyobb objektumot jeleztek a mérési értékek. (II.—III. szelvény). Mindkét helyen, 30—40 cm mélységben, szabálytalan formában, szorosan egymás mellett fekvő kövekből álló réteget találtunk (5. kép). A kövek felszedése után két nagyobb méretű gödör feltárta rajzolódott ki (6—7. kép). A faszenes laza feltöltés állatcsontokat, cserepeket tartalmazott. A gödrök mélysége 150, illetve 170 cm volt. A 45—61 m közötti szakaszon íves lefutású, a 3 m-es szint térképén jobban körülhatárolható tömbben haladnak az izoohm vonalak. A domb közép-vonalában fekvő IV.—V. szelvényekben 20—30 cm mélységben teljes felületen habarcsos kötőrmelék és nagyobb kváderkövek mutatkoztak (19. kép). Ezeket lebontva kb. 53—61 m között egy félköríves falszakasz rajzolódott ki, mely körül több rétegben egymás felett fekvő sírokat bontottunk ki (4. kép). Átlagosan 150 cm mélységben mutatkozott a bolygatatlan talaj. Az ásatás során (35—83 m között) 586 sírt tártunk fel. A nagyobb értékű izoohm vonalak helyén általában sűrűbben feküdtek a sírok, vagy alattuk kisebb gödrök, kőhalmazok helyezkedtek el (18. kép). Egyes helyeken, ahol idő hiányában már nem volt lehetőség ásatásra, de a feltárt szelvény széléhez közel magasabb értékek jelentkeztek, a metszetalakban jól láthattuk az érintett gödrök keresztmetszeti feltárását (II., XIV. szelvények).

4. Az eddigiekben ismertetett eredmények alapján felvethető az a kérdés, hogy ilyen leletsűrűség (20. kép) és a felszínen is észlelt előzetes jelzések alapján jelen esetben szükséges lett volna-e a szelvények kijelöléséhez geofizikai mérésekre, illetve a több mélységi szintben készített térképek adatainak előzetes ismeretére. Az előzőekben vázoltuk már, hogy a domborzati viszonyok és a felszíni leletanyag alapján is e területen vártuk a feltárási legtöbb eredményét. Ha az eredeti terv szerinti kutatóárokka kezdjük az ásatást, az keresztezte volna a feltárt temető területét. Így a csontvázak jelentkezése után a sírokat ez esetben is minden bizonnyal kibontottuk volna. Igen nagy azonban a valószínűsége annak, hogy a teljesen elpusztult, többnyire csak habarcsnyomokkal jelzett templomfal helye elkerülte volna figyelmünket. A templom feltárt íves falszakasza ugyanis az ásatásra kijelölt terület szélére esik, abba csak mintegy 2,5 m-es szélességben nyúlik be. A környező ásatási terület egész terjedelmében habarcsos omladékkal borított (17. kép). Amennyiben a kutatóárok csak a habarcsnyomokat érinti, abból a hajdani templomfal nyomait nem lehetett volna egyértelműen meghatározni. A megfigyelési körülményeket a csontokkal kevert kő és habarcsanyag szétterültsége erősen befolyásolta. Hasonlóképpen feltáratlanok maradtak volna az előbbieken említett hulladék-gödrök is, mivel azokat a tervezett kutatóárok nem érintette volna. A geoelektromos térkép félkörívben lefutó izoohm vonalai jól kirajzolták a templomfal nyomait, illetve elég pontosan a gödrök kiterjedését és mélységét is. A nagy gondossággal történő bontással sikerült a félköríves templomfal alapjának habarcsrétegét összefüggő állapotban feltárni, így annak helyét pontosan meghatározni.

5. Mivel a nagyszámú sír kibontása az ásatás időtartamát erősen elnyúj-

totta, a geofizikai mérések hatékonyságának további igazolásául olyan terület-szakasz feltárását végeztük el, ahol sem domborzati, sem felszíni leletek nem utaltak várható régészeti objektumokra. Az izoohm térképek viszont erre engedtek következtetni, mivel a 0 ponttól számított 136—140 m közötti szakaszon két mélységi szelvényben végzett mérések adatai jól észlelhető talajjelváltozásokra utaltak. A VII. szelvényt úgy jelöltük ki (130—140 m között, 2 m szélességben), hogy a jelzett objektumot kb. egyharmadában metsse és a mérések által bolygatatlanul jelzett területre is kiterjedjen. A feltárás eredményei egyértelműen igazolták a méréseket. Az érintetlenül jelzett részen a termőréteg lebontása után egyöntetű bolygatatlan talaj mutatkozott, míg a nagyobb különbségeket mutató értékek helyén egy kb. 60—80 cm mélységű gödör részletét tártuk fel (9. kép). Ennek feltöltését kevert laza föld, sok állatcsont és néhány cserép képezte a feltárt szakaszon. A Ny-i metszetsfalban látható volt, hogy a gödör nagyobb kiterjedésű ebben az irányban. Ezért az izoohm vonalak által jelzett szélességben a parcella határáig kiszélesítettük az ásatási szelvényt. A gödröt, melynek szélét még ekkor sem értük el, kb. 5×4 m-es területen tártuk fel (8. kép). Legnagyobb mélysége 2 m volt. Feltöltése állatcsontokon kívül sok cseréptöredéket, köveket, megszzenesedett famaradványokat, égett agyag-rögöket is tartalmazott. A gödör alja bizonyos részeken vörösre égett. Így az is értelmezhetővé vált, hogy a 3 m-es szintben mutatkozó izoohm vonalak miért mutatnak nagyobb értéket és sűrűséget ezen a szakaszon, mint a 2 m-es szintben.

6. A területen mágneses mérések is történtek. A mágneses térkép izo-gamma vonalai ez esetben nem mutatnak jelentős eltéréseket. A feltárt régészeti leletek ismeretében érthetővé vált, hogy miért nincsenek nagyobb értékű mágneses indikációk. Kisebb vastárgyakon kívül (koporsószőg, sarló, kés) csak az V. szelvényben egyetlen helyen találtunk egy 2 m hosszú vastárgyat, ennek hatása jelentkezett is a mérések során (13. kép).

7. Megállapítható tehát, hogy az archeo-geofizikai módszerek régészeti alkalmazása ásatásaink területén eredményes volt. Az ásatással feltárt régészeti leletek igazolták a mérések adatait. Alkalmazásukkal tervszerűbben és gazdaságosabban végezhetőek a feltárások, elsősorban azért, mert elkülöníthetőek a bolygatatlan és a régészeti leleteket tartalmazó területek. Előnyös az is, hogy a több mélységi szelvényben végzett mérések az ismeretlen objektumok horizontális és vertikális kiterjedésére is támpontot nyújtottak. Az ásatás tapasztalatai alapján a különböző mélységi szintek adatai a leletanyag relatív mélységi változásaira is utalnak.

Az abaújívári földvárban a következő években folyamatosan végezzük a belső terület feltárását. Munkánkhoz évente előre meg kell jelölnünk a mezőgazdasági művelés alól felszabadítandó területet. Ennek költségkihatásai a feltárással fordítható pénzfedezetet terhelik, tehát mindenképpen törekednünk kell, hogy lehetőleg csak a biztosan feltárandó területeket határoljuk be.

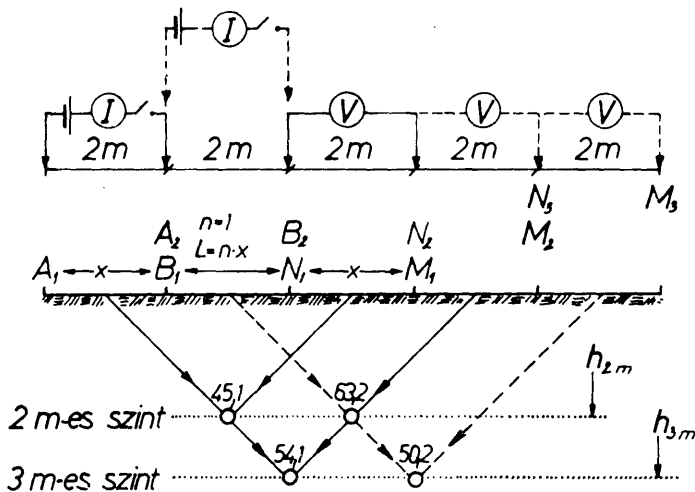
Az 1976-ban kísérletképpen végzett geofizikai mérések ásatási tapasztalatai alapján célszerűnek láttuk a további területek előzetes, az eddig alkalmazott geofizikai módszerekkel történő megkutatását. A Herman Ottó Múzeum meg-

bízásából a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszéke 1976 őszén elvégezte a K—Ny irányú domb 80×120 m-es szakaszának geoelektromos felmérését. Ennek segítségével jelöltük ki a következő évi ásítás területét, (10. kép) melynek célja a templom feltárása és a temető Ny-i szélének megkeresése.

8. *Összefoglalás.* Az archeo-geofizikai térképek alapján végzendő ásításoktól további olyan eredményeket várunk, melyek lehetővé teszik mind a módszerek továbbfejlesztését, mind pedig a magyarországi régészeti kutatásokban a két tudományág szorosabb együttműködését.

Az archeo-geofizikai kutatásokat minden olyan esetben célszerű alkalmazni, amikor a keresett leletegyüttes pontos helye, illetve kiterjedésének határai, elhelyezkedése ismeretlenek és emiatt részletes feltárás csak hosszadalmasan és sok meddő munkával volna megoldható. Ilyen esetekben jelentős megtakarítást eredményezhet a geofizikai módszerek alkalmazása, amellyel megoldható a régészeti szempontból érdektelen területek kiszűrése. Így ezeken a területeken a mezőgazdasági művelés, vagy egyéb gazdasági célú hasznosítás zavartalan.

Gádor Judit

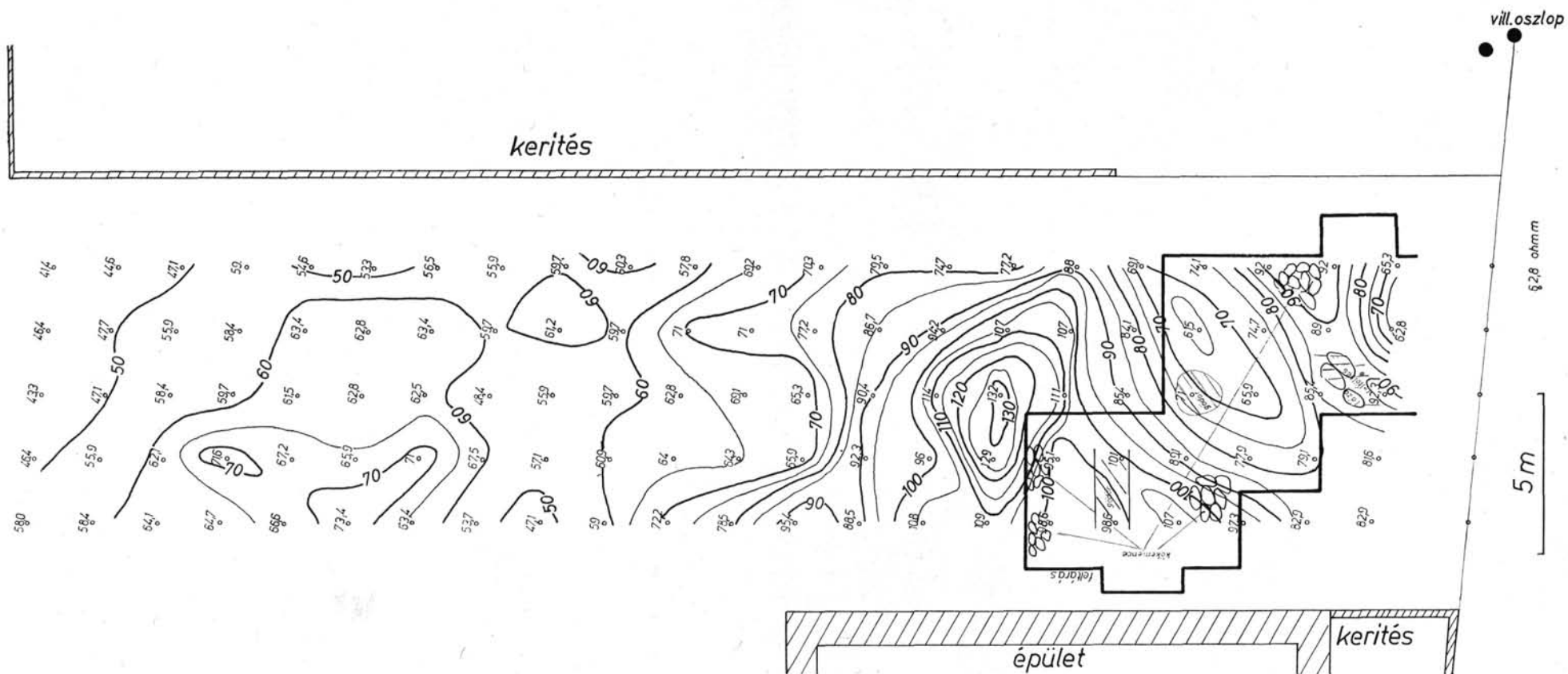


JELMAGYARÁZAT

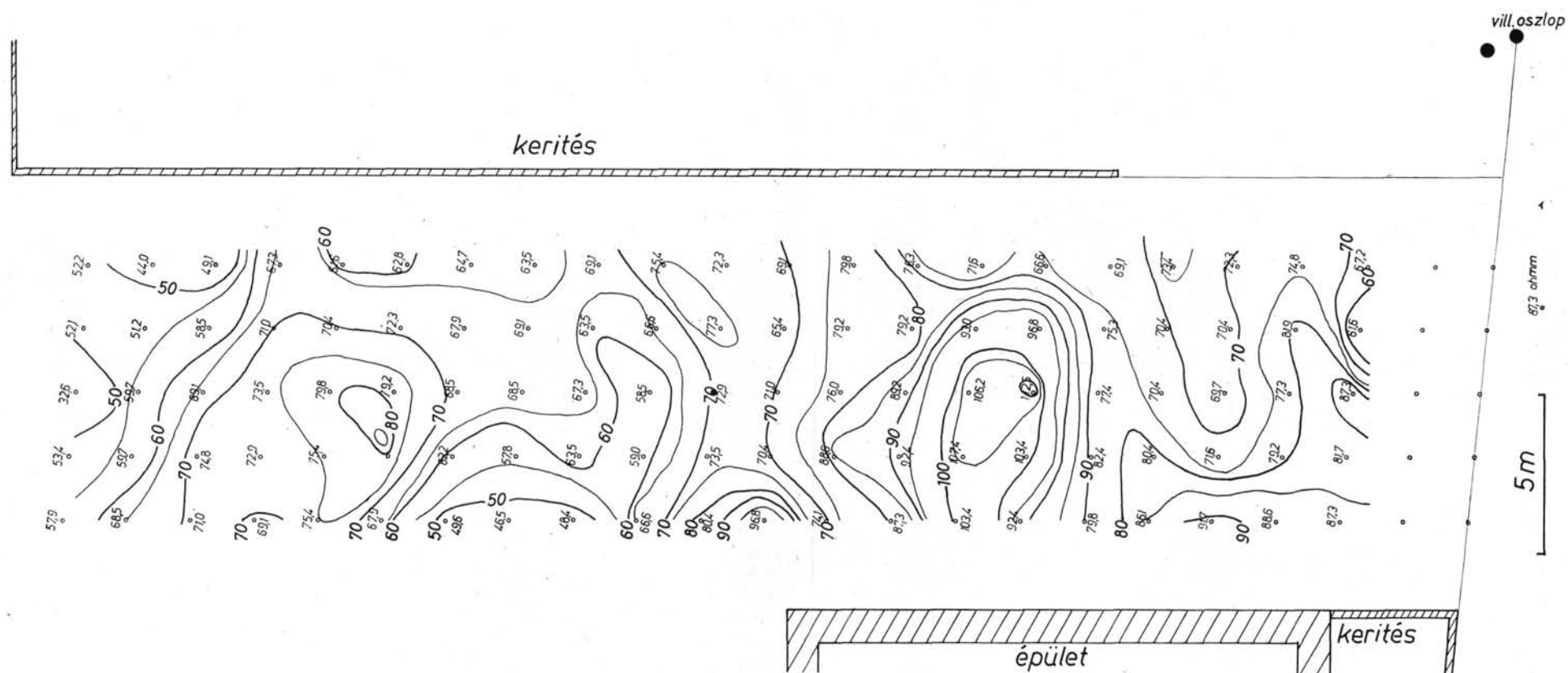
A, B; M, N elektródok

45.1 ohmm

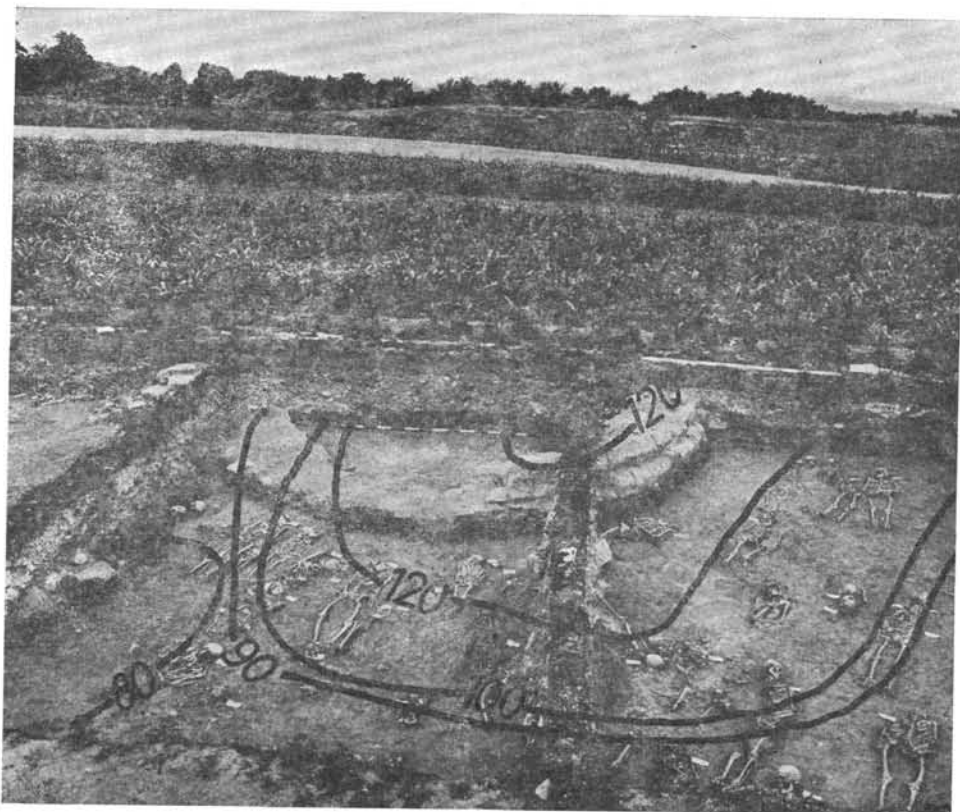
1. kép. Geoelektromos rétegszelvényezés. Elektródok elhelyezkedése és a mért értékek vonatkozási pontjai



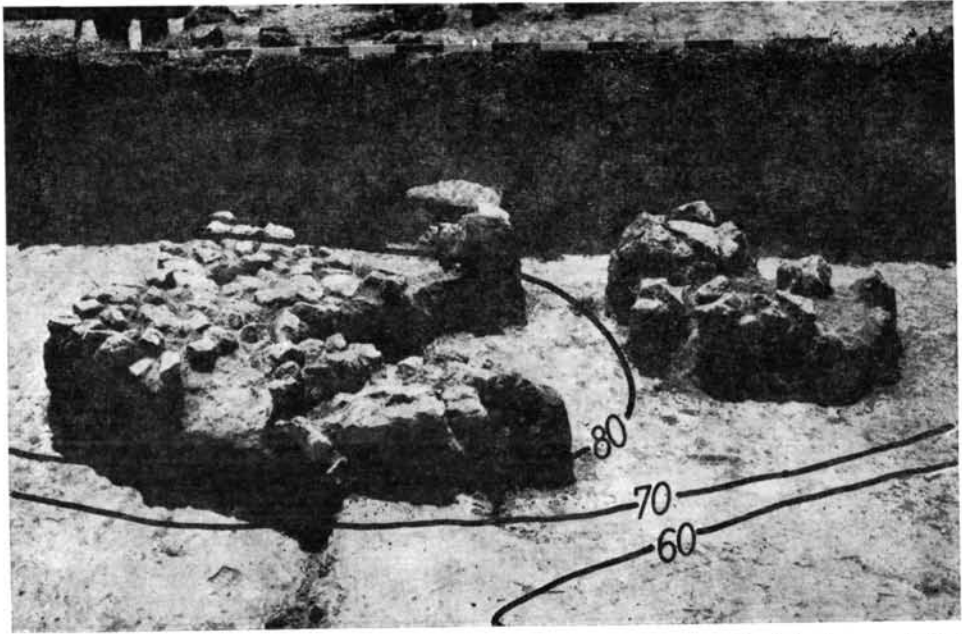
2. kép. Sály-Lator, Rózsa u. 59-es telek geoelektromos térképe, 2 m-es szint



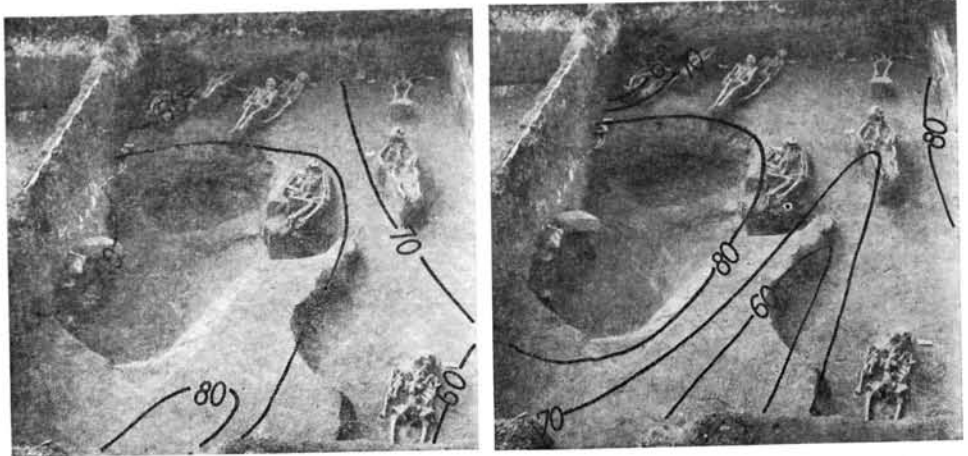
3. kép. Sály-Lator, Rózsa u. 59-es telek geoelektromos térképe, 3 m-es szint



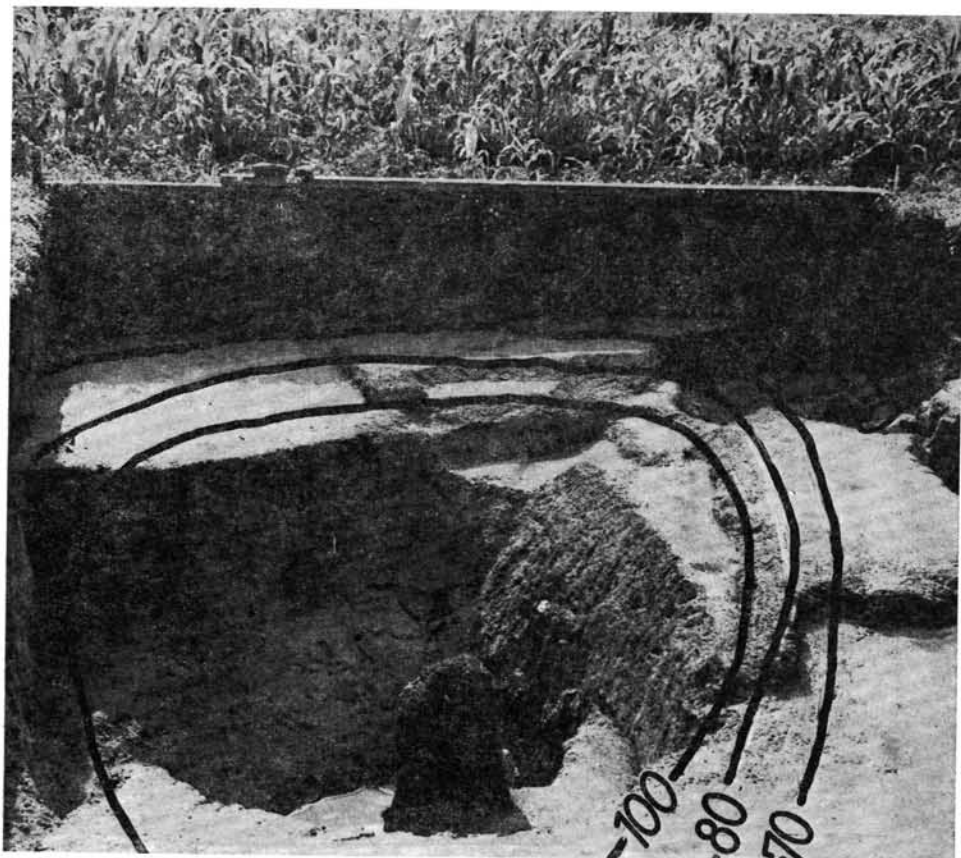
4. kép. Geofizikai indikáció alapján feltárt épületrom az izoohm vonalakkal, IV—V. szelvény, Abaújvár



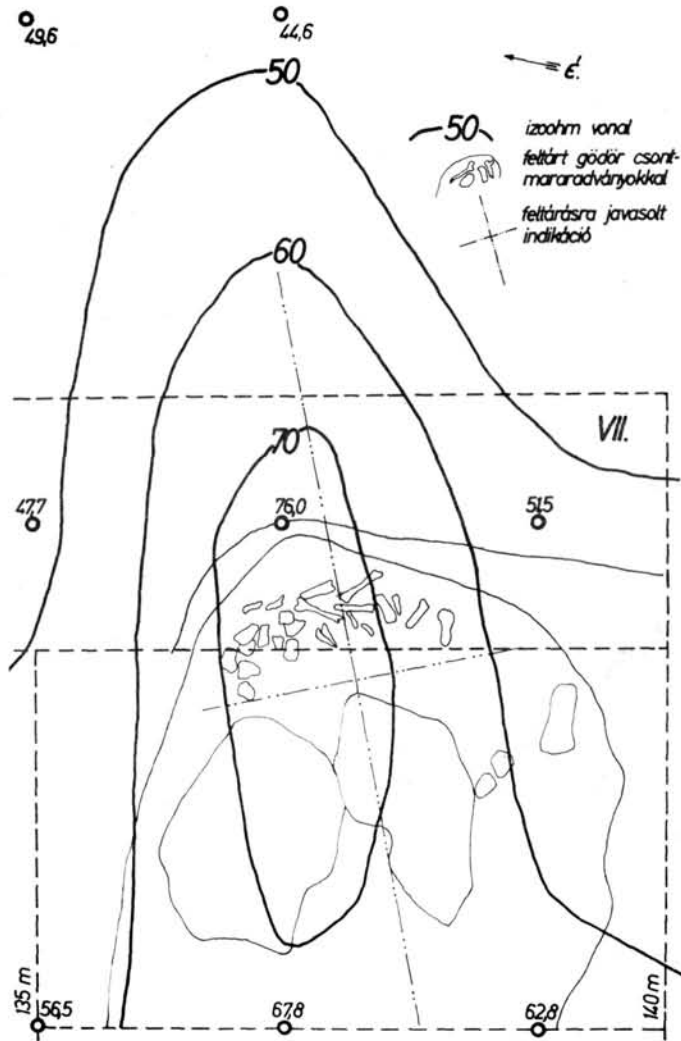
5. kép. Geofizikai indikáció alapján feltárt kőhalom a 2 m-es szintre vonatkozó izoohm vonalakkal, II. szelvény



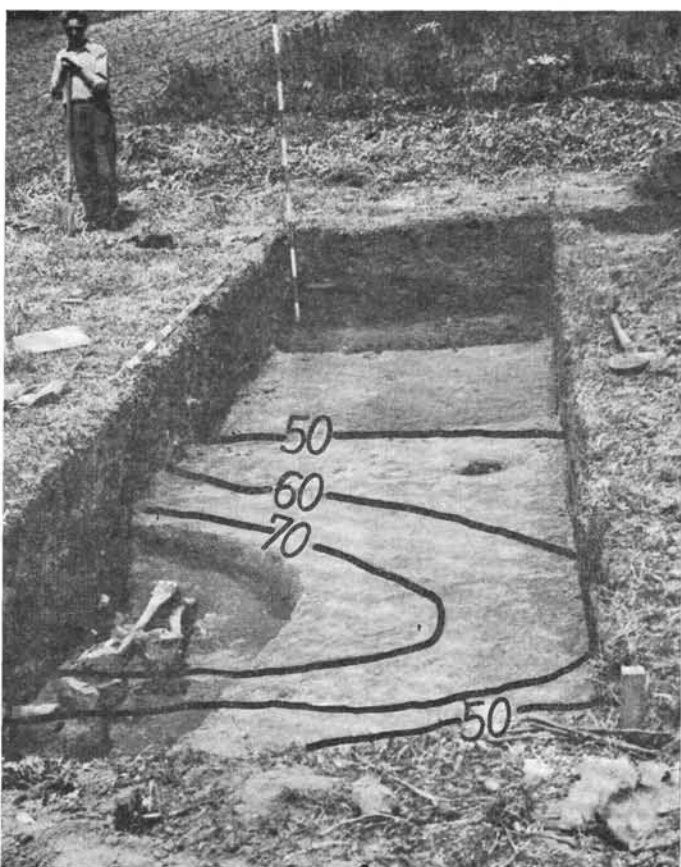
7. kép. Geofizikai indikáció alapján feltárt gödör és sírok a 2 m-es és a 3 m-es szintre vonatkozó izoohm vonalakkal, III. szelvény



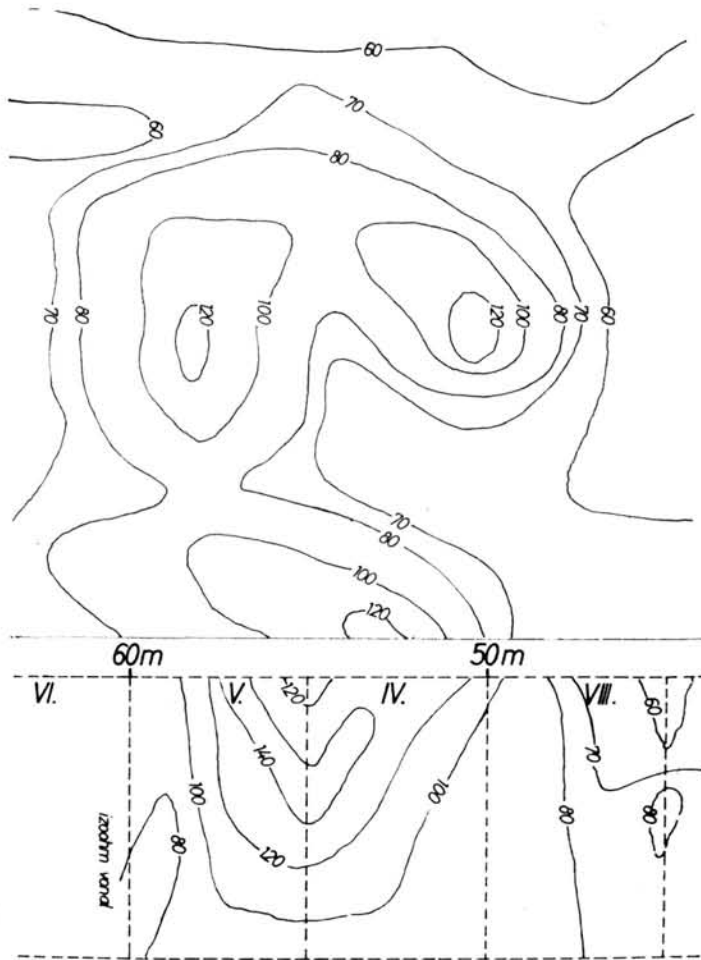
6. kép. Geofizikai indikáció alapján feltárt gödör a 3 m-es szintre vonatkozó izoohm vonalakkal, II. szelvény



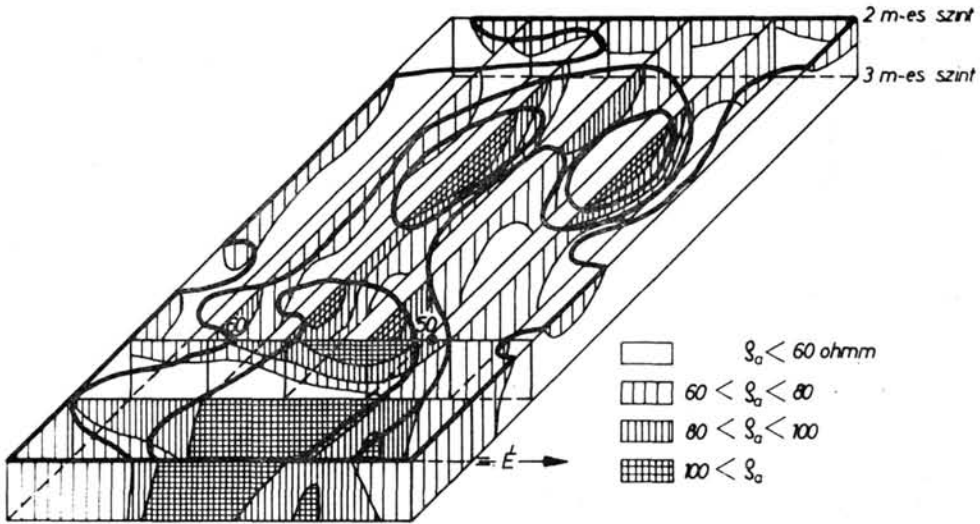
8. kép. Nem bolygatott környezetben mért és feltárássra javasolt geoelektromos indikáció, VII. szelvény



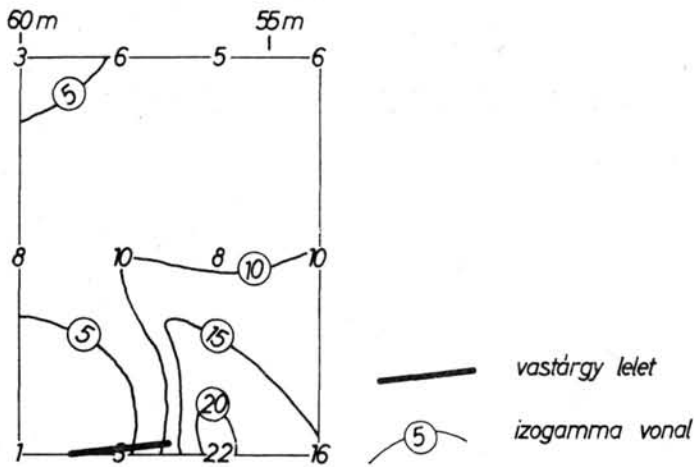
9. kép. Geofizikai indikáció alapján feltárt gödör csont-maradványokkal a 2 m-es szintre vonatkozó izoohm vonalakkal. Mellette az indikáció nélküli bolygatatlan talaj, VII. szelvény



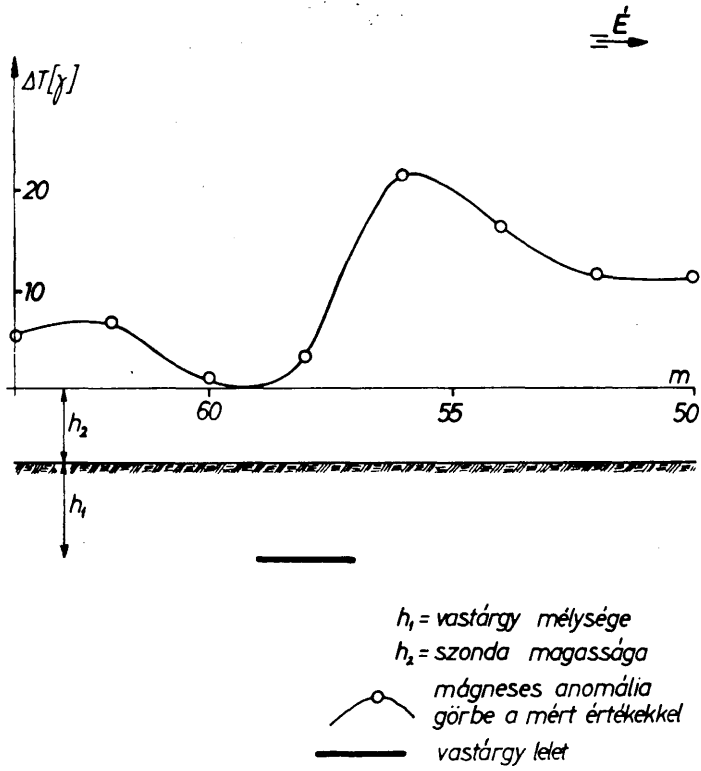
10. kép. A részben feltárt épületrom (templom) geofizikai indikációjának (4. kép) folytatása



11. kép. A talajkülönböző ellenállású zónáinak térbeli elhelyezkedése



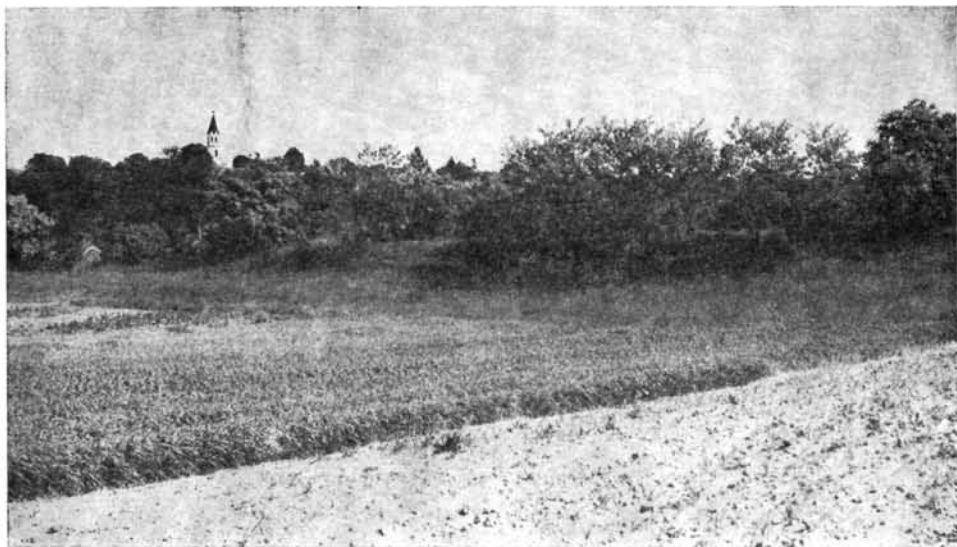
12. kép. Vastárgy-lelet által okozott mágneses anomália térkép



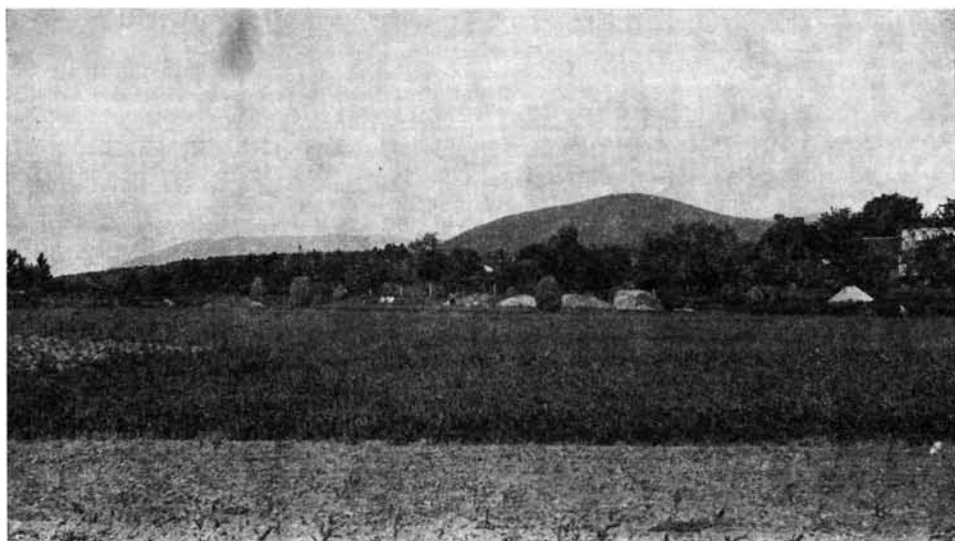
13. kép. Vastárgy-lelet által okozott mágneses anomália szelvény



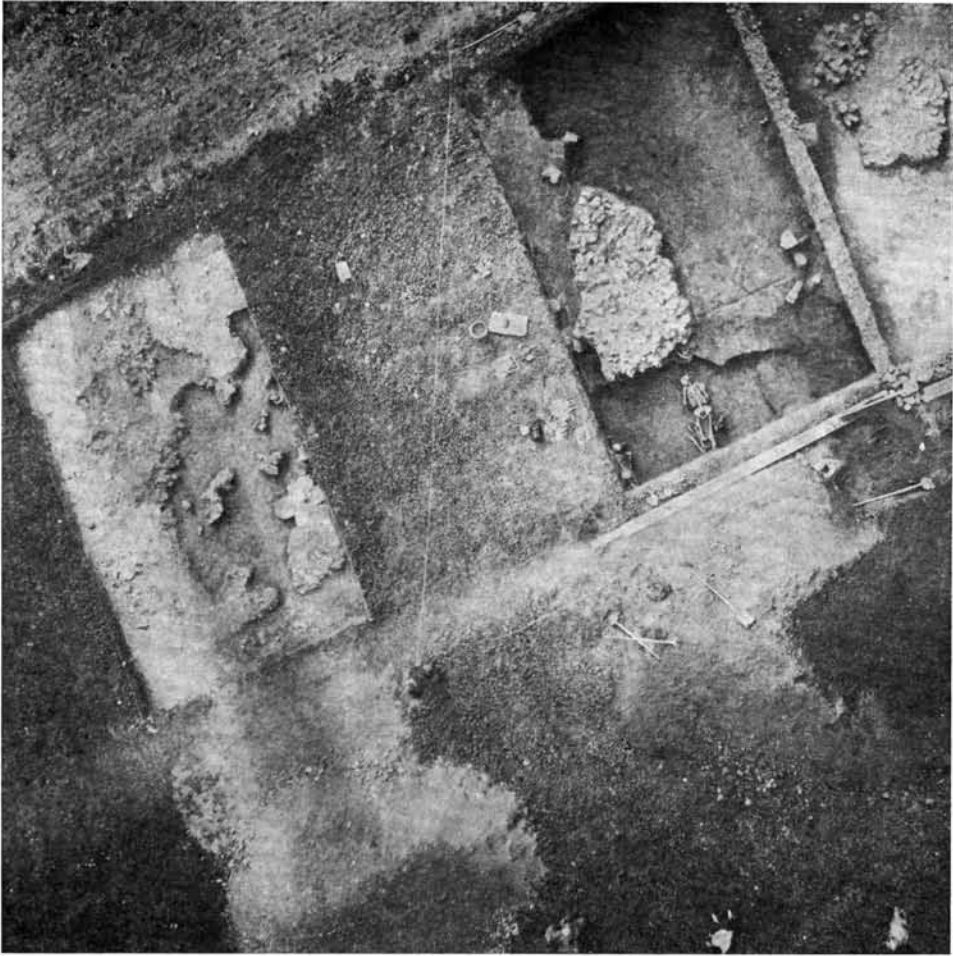
14. kép. Az abajvári vár sáncának átvágása, 1974.



15. kép. Az abaujvári földvár sáncrészlete



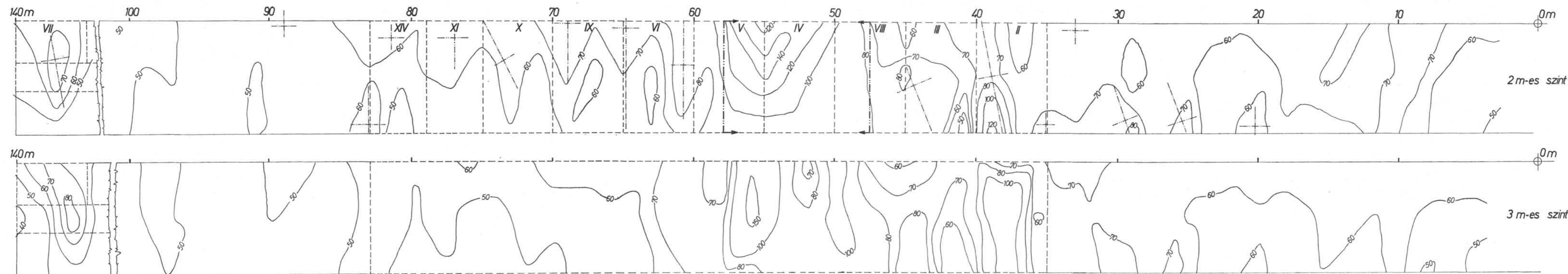
16. kép. A földvár belső területe az ásatás helyével. 1976.



17. kép. A II., III., IV. szelvényekben feltárt köves szint

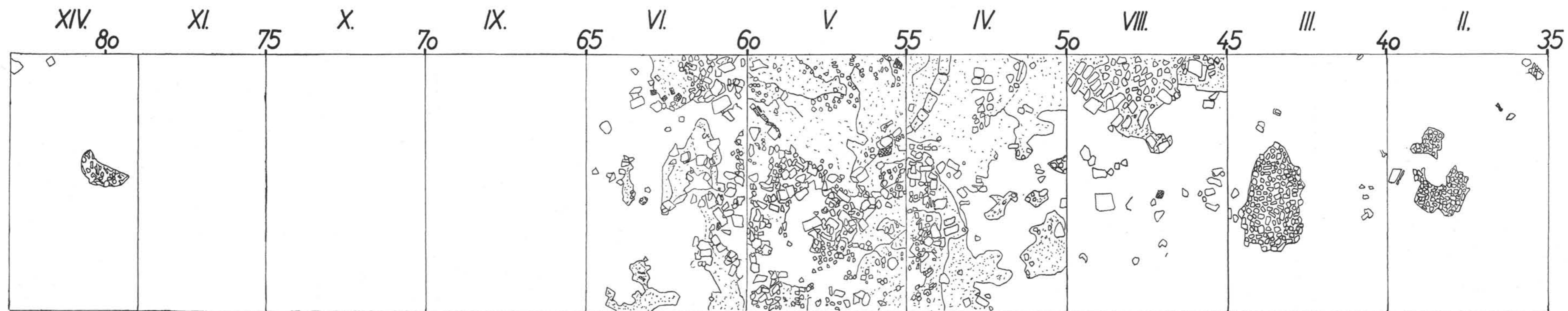
JEGYZETEK

1. BME Építésztörténeti és Elméleti Intézet Műemlékvédelmi Osztály — NME Geofizikai Tanszék: Földalatti műemléki falmaradványok műszeres kutatásának módszerei. Kutatási- fejlesztési Tanulmány. Budapest, 1976. Kézirat. 2. sz. melléklet, 1975. november 29.
2. BME—NME i. m. 3., 4., 5. sz. melléklet, 1976. június 2.
3. *Desbrandes, R.*: Théorie et interpretation des diagraphies. Edition Technip, 1968. 12.
4. *Desbrandes* i. m. 317.
5. *Keller, G. et al.*: Electrical Methods in Geophysical Prospecting. Pergamon Press, 1966. 30.
6. *Keller* i. m. 478.
7. *Aitken, M. J.*: Physics and Archeology. 1961. Interscience Publ. Ltd., London.; *Hesse, A.*: Prospections géophysiques a faible profondeur applications a l'archeologie. 1966. Dunod. Paris.
8. Szeretnénk megköszönni mindazok szíves támogatását, akik ösztönözték és segítették kutatásainkat azt remélve, hogy a geofizikai módszerek első hazai alkalmazásának sikere után elterjednek a régészetben. Külön köszönet illeti dr. Dobos Alajos docent és Varga Tamást, Pápoc községi Tanács titkárát, akik a pápoci kutatásokat kezdeményezték és segítették.
9. Mohács emlékezete (szerk. *Katona Tamás*), Budapest, 1976. 248; A pilismaróti mérésekre vonatkozó adatokért *Soproni Sándornak* mondunk köszönetet.
10. *Gádor J.—Hellebrandt M.*: A Herman Ottó Múzeum 1972. évi leletmentései. A Herman Ottó Múzeum Évkönyve, XII. Miskolc, 1973. 604—605; Régészeti Füzetek, I. Ser. I. No. 26. Budapest, 1973. 107—108.
11. *Gádor J.—Hellebrandt M.*: A Herman Ottó Múzeum 1975. évi ásatásai és leletmentései. A Herman Ottó Múzeum Évkönyve, XV. Miskolc, 1976.
12. *Gádor J.—Hellebrandt M.*: A Herman Ottó Múzeum 1973—1974. évi ásatásai és leletmentései. A Herman Ottó Múzeum Évkönyve, XIII—XIV. Miskolc, 1975. 134.; *Gádor—Hellebrandt* i. m. (1976)



- ↖
- 50 izoohm vonal
- feltárási javasolt indikáció
- épületrom indikáció
- II régészeti feltárási szelvény

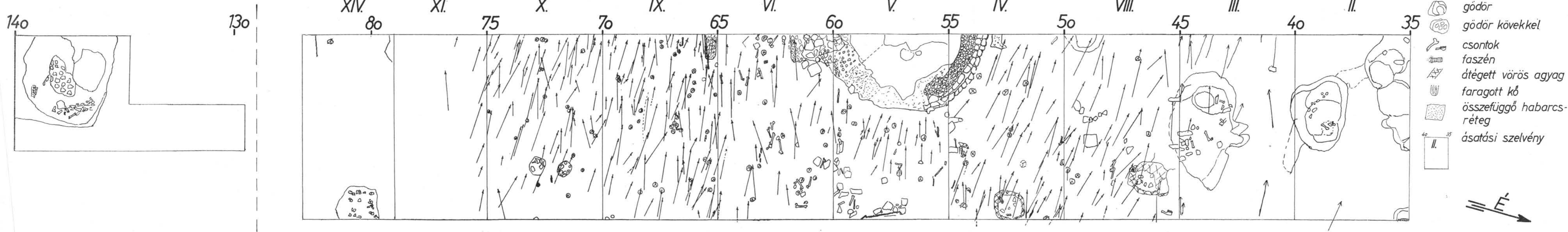
18. kép. Abajvári Földvár geoelektromos térképe. 2 m-es és 3 m-es szint



- ☉ kőhalmoz
- kövek
- ☼ habarcsréteg
- ▣ tégla
- II régészeti feltárási szelvény

19. kép. A felső kőes szint régészeti térképe

20. kép. A geoelektromos térkép alapján végzett feltárás térképe. A templom, temető, gödrök helyzete



GEOFYSIKALISCHE METHODEN BEI ARCHÄOLOGISCHEN FORSCHUNGEN

(Auszug)

Bei archäologischen Erschliessungen grösseren Umfanges bieten die Funde auf der Oberfläche oft keine ausreichenden Anhaltspunkte zur Absonderung archäologisch indifferenten Gebiete.

Bei der traditionellen Erschliessungsarbeit, beim „Durchkämmen“, werden oft leere Profile, lange Forschungsgräben freigelegt, die nur abschnittsweise ausgewertet werden können. In solchen Fällen bleiben auf den unberührten Flächen oft bedeutende Fundensembles unerforscht.

Wegen der beschränkten Forschungszeit und der finanziellen Mittel ist es ratsam, schnellere und wirksamere Verfahren einzuführen, mit deren Hilfe die Positionen der archäologischen Objekte von vorn herein genauer bestimmt werden können, als es eine Geländebesichtigung erlaubt. Mehrere solche Methoden sind bekannt, z. B. die Fotogrammetrie, Luftaufnahmen, metallanzeigende Instrumente und verschiedene geophysikalische Verfahren. Mit den geoelektrischen Verfahren wurden in Ungarn schon Versuche durchgeführt, jedoch bis auf die Messungen bei dem römischen Wachturm bei Pilismarót ohne Erfolg. Deswegen kamen die archäo-geophysischen Messungen nicht zur Anwendung, die genannten Versuche wurden auch nicht publiziert.

In Zusammenarbeit der Fachleute vom Denkmalschutz, der Archäologen und Geophysiker wurden im Dorf Pápoc Versuche zur geophysischen Vermessung von Mauerresten kirchlicher Gebäude und Gräber durchgeführt. Als Ergebnis dieser Messungen wurden die Grundmauern einer Kirche und einer Krypta erschlossen. Die nächsten Messungen wurden in Sály—Lator durchgeführt, wo in früheren Jahren freigelegte und wieder zugeschüttete Überreste geophysisch erforscht wurden. Ausserdem wurden auf noch nicht erforschten Gebieten archäologische Objekte gefunden (Bild 2). Auf der geoelektrischen Karte sind die Indikationen zugeschütteter steinerner Öfen usw. gut erkennbar. Der berührte und der archäologisch indifferente Teil sind gut zu unterscheiden.

Das Sondieren des Terrains und weitere Anwendungen magnetometrischer Messungen führten auf dem Gebiet der Erdwälle von Abaujvár zu Erfolg. Das Planen weiterer Ausgrabungen erfolgte auf Grund der geophysischen Karten (Bild 10).

János Csíkás — Judit Gábor — Ákos Gyulai