

A ZSOLCAI-HALMOK FÖLDTUDOMÁNYI VIZSGÁLATA

TÓTH Csaba Albert ¹, PETHE Mihály ², PRÓNAY Zsolt ³,
MCINTOSH Richard William ⁴, NOVÁK Tibor József ⁵, MOLNÁR Mihály ⁶

¹ Debreceni Deák Ferenc Tehetségfejlesztő Középiskolai Szakkollégium

² Várkapitányság Integrált Területfejlesztési Központ Nonprofit Zrt.

³ Magyar Földtani és Geofizikai Intézet

⁴ Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék

⁵ Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék

⁶ MTA ATOMKI, Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központ

Kulcsszavak: kurgán, talaj- és kőzetelemzés, geofizikai vizsgálatok, radiokarbon kormeghatározás, eltemetett talajok, élőhelyszigetek

Összefoglalás: Az Alföld északi részén, a Sajó ármentes teraszán emelkedő, 6 méter magas, régészeti feltáratlan kettős halom vizsgálata volt a célunk, mivel korábban szinte semmilyen kutatás nem zajlott e halmokkal kapcsolatban. Ha egyenként vizsgáljuk e halmokat, akkor a közepes, átlagos méretű hazai halmok csoportjába tartoznak. Az viszont már egyáltalán nem tekinthető magyarországi viszonylatban átlagosnak, hogy két, tájképileg és növénytakaróját tekintve kiemelkedően értékes, szoroson egymás mellé épült prehisztórikus halom mai napig fennmaradt egy intenzíven átalakított kultúrtájban. A rétegtani és kőzettani elemzések alapján a Zsolcai-halmok fő építőanyaga a közeli Bükkből származó mészkő, a Szerencsi-dombságból bányászott riolittufa, a halmok lábánál kitermelt termőtalaj és talajjal kevert sárgásbarna pleisztocén löszös üledék. Mindkét halmot fél méternél nem mélyebb, gyűrűszerű mélyedés vesz körbe jelenleg, amelyek eredetileg közel három méter mély, talajvízzel töltött árkok lehettek. Ezekből termelhették ki a halomtestek magasztásához szükséges építőanyagot. Az eltemetett paleotalajok radiokarbon kora alapján (cal BC 950–404 és cal BC 879–542) kijelenthető, hogy a két halom az i.e. 9-6. században épülhetett szinte teljesen egyidőben. A geoelektromos, radiokarbon és kőzettani vizsgálatok alapján épített sírkamrával rendelkező szkíta kurgánnak határoztuk meg a kettős halmot. A mágneses anomália mérések szerint a halmoktól északra elterülő sík térszínén több szarmata körárok sírt azonosítottunk. Mindez azt bizonyítja, hogy a Zsolcai-halmok az időszámításunk utáni 4. évszázadban is fontos kultikus, szakrális helyszínek voltak.

Bevezetés

A Zsolcai-halmok földtudományi kutatását Dr. Barczy Attila vezette lelkes kutatócsoporttal kezdtük el még 2007 őszén (1. ábra). A halmok rétegtani szondázása mellett a környező szántók talajtani térképezésére is sor került Attila vezetésével. A kiváló talajtani kutató előszeretettel vizsgálta a halmok eltemetett talajait, ebből több értékes publikációja született. Az ebben a témában megjelent összefoglaló munkája, a *Kunhalmok eltemetett talajainak vizsgálata* c. könyve azóta is alapmunkának számít a kunhalmok kutatói körében, amelyet a hazai és külföldi szakemberek előszeretettel forgatnak (Barczy 2016).

Ezt a tanulmányunkat a 2020 tavaszán tragikus hirtelenséggel elhunyt Dr. Barczy Attila, a kiváló talajtani szakember, halomkutató és tanár kolléga emlékének szenteljük. Nyugodjék békében!

A Zsolcai-halmok az Alföld és az Északi-középhegység peremén, a Sajó–Hernád-síkon, Felsőzsolca közigazgatási területén fekszenek (N 48° 7.048'; E 20° 52.860'). A 3. és 37. sz. főutak találkozási közelében, a Sajó és a Bársonyos-patak ármentes teraszán távolról is jól észrevehető iker halomról van szó. Az ármentes teraszfelszín Ny-i peremén, egymástól 40 méterre fekvő, szántóföldi környezetből átlagosan 5,8-6 méterre kiemelkedő, régészetileg feltáratlan, értékes löszgyeppel borított kettős halom hazánk legértékesebb mesterséges halmai közé tartozik.



1. ábra. Barczy Attila tanítványai körében a Zsolcai-halmok talajtani vizsgálata közben
(Fotó: Tóth Cs. A.)

Figure 1. Attila Barczy among his students, studying the soils of Zsolca kurgans (Photo: Tóth Cs. A.)

A kiemelkedő tájképi és növénytani értéket képviselő halompár koráról, keletkezésének körülményeiről és funkciójáról különféle nézetek láttak napvilágot szakmai körökben, ennek ellenére előttünk még senki nem vizsgálta meg ezeket részletesen, így indokoltnak éreztük természettudományos vizsgálatuk elvégzését.

A Zsolcai-halmok környezeti jellemzői

A halmok, bár tájképileg mindenképpen markáns elemei a környéknek, az I. katonai felmérés térképén még nem szerepelnek. A II. katonai felmérésen Geszteihegy elneve-

zéssel már ábrázolták őket. A III. katonai felméréstől számítva valamennyi térképi művön már Zsolcai halom, Zsolcai-halmok néven szerepelnek (IH/1). Ez a halompár hivatalos neve napjainkban is. Mivel azonban Onga településhez lényegesen közelebb fekszenek, mint a névadó Felsőzsolcához, ezeket inkább Ongai-halmokként emlegetik a környéken élők. A botanikai szakirodalomba is ezen a néven kerültek be.

A halmok közvetlen környezetében lévő osztatlan közös szántóföldön többnyire repce, őszi búza, árpa és kukorica termesztése folyik. Sajnos a művelés közvetlenül a halmok lábát is érinti, sok helyen az ekevas a halomtestekbe is belevágott. A halompár mindkét tagját zsályás lőszpusztagyep (*Salvio-Festucetum rupicolae*) borítja, amelyben helyről-helyre eltérő arányban fordulnak elő a jellegzetes társulásalkotó fajok (Tóth et al. 2019). Az igen fajgazdag, hegységperemi helyzeténél fogva korántsem jellegzetes összetételű lőszgyepben korábbi vizsgálataink során 104 növényfajt írtunk le (Novák et al. 2009, Tóth et al. 2019).

Mindkét halom jelentős részén a barázdált csenkesz (*Festuca rupicola*) a fő gyepalkotó, de foltokban a tarackbúza (*Agropyron repens*), helyenként pedig kétszikűek – közönséges borkóró (*Thalictrum minus*), fehér zanót (*Cytisus albus*), macskahere (*Phlomis tuberosa*), borzas peremizs (*Inula hirta*) – rendelkeznek a legnagyobb borítással.

A délies kitettségű lejtőkön kisebb kiterjedésben kunkorgó árvalányhaj (*Stipa capillata*) uralta foltokat találunk. Itt az árvalányhaj mellett, a karcsú fényperje (*Koeleria cristata*) és a keskenylevelű sás (*Carex stenophylla*) a gyepalkotók. Helyenként a tarackbúza (*Agropyron repens*) válik uralkodóvá, szálanként pedig fenyérfűvel (*Botriochloa ischium*) és sudár rozsnokkal (*Bromus erectus*) találkozunk. Utóbbiak terjedése a gyep leromlását jelzi. Kétszikűek közül itt a sarlós gamandor (*Teucrium chamaedrys*), a fehér zanót (*Cytisus albus*), a ligeti zsály (*Salvia nemorosa*) és a borzas peremizs (*Inula hirta*) tömegesek.

Változatosabb fajösszetételű foltokat a halmok tetején, illetve északias és keleties oldalán találunk. A lőszgyeppek jellemző fajai közül a tejoltó galaj (*Galium verum*), a macskafarkú veronika (*Veronica spicata*), a lila ökörfarkkóró (*Verbascum phoeniceum*), a ligeti, mezei és osztrák zsály (*Salvia nemorosa*, *S. pratensis*, *S. austriaca*), a közönséges kakukkfű (*Thymus glabrescens*), a koloncos legyezőfű (*Filipendula vulgaris*), az üstökös gyöngyike (*Muscari comosum*), kökörcsinek (*Pulsatilla spp.*) és a csillagőszirózsa (*Aster amellus*) jelentős egyedszámban fordul elő. A ritkább fajok közül megtalálható a piros kígyószisz (*Echium russicum*), a sárga len (*Linum flavum*), a tarka imola (*Centaurea triumfettii*) és a nagyzezerjófű (*Dictamnus albus*) néhány egyede is a halmokon (Tóth et al. 2019).

A Zsolcai-halmok az állatvilág szempontjából igen kicsi kiterjedésűek (0,8 ha), de az eddigi vizsgálataink alapján számos védett faj (pl. *Carabus cancellatus*, *C. violaceus*, *Atypus affinis*, *Lacerta agilis*) található rajtuk. A halmokat mezőgazdasági területek veszik körül és ezek hatása erősen kimutatható a fauna összetételében. Az antropogén halmok az állatvilág számára részben igen száraz, napfényes, meleg élőhelyeket alakítanak ki (déli oldal), míg a halmok északi oldala sűrű növényzetű, kiegyenlítettebb vízháztartása révén magasabb diverzitású. A két halom kis kiterjedése miatt faunáját

tekintve igen sebezhető, és általában alacsonyabb egyedszámértékek jellemzik. A fauna összetételében igen magas a röpképes fajok aránya, a rovarok nagy része a kedvező mikroklimatikus viszonyok és a hozzá kapcsolódó potenciális táplálék miatt keresi fel a halmokat, nem állandó elemei a gyepek közösségének. Ezek a szántóföldi környezetéből kiemelkedő fajgazdag élőhelyszigetek fontos szerepet töltenek be a drasztikusan megfogyatkozó löszgyepi növény- és állatközösségek fennmaradásában (Deák et al. 2016, Deák 2018, Valkó et al. 2018, Deák et al. 2020).

A halmoktól nyugati irányban a teraszfelszín 9–10 méteres határozott szintcsökkenéssel megy át a Sajó ártéri síkjába. A tőlük délre futó forgalmas főút és a lábuknál elhaladó dűlőutak miatt viszonylag sokan felkeresik kíváncsiságból a halmokat, a környéken élők jól ismerik ezeket a dombokat. Sajnos semmilyen tájékoztató tábla eddig nem került kihelyezésre az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság részéről, ami tájékoztatná az ide látogatókat a halmok természeti és kultúrtörténeti értékeiről. Szomorú tény, hogy a halmok környékét sok esetben csak a háztartási, építési és egyéb hulladékaiktól megszabadulni vágyó emberek „látogatják”.

Anyag és módszer

A terepi vizsgálatok során elsőként feltérképeztük a halmok domborzati adottságait Stonex S9 RTK GPS műszerrel, amelynek vízszintes és függőleges pontossága 2 cm alatt alakult végig a mérés során. Közel 500 pont térbeli koordinátáit rögzítettük halmonként, amelyekből Surfer 12 szoftver segítségével, krigelés interpolációs módszerrel elkészítettük a halmok 3D felszínmodelljét. Ez alapján meghatároztuk a halmok legfontosabb morfológiai paramétereit (alapkör területe, lejtőszögek, magasság, felszín és térfogat). Ezt követően Phantom 3 drónnal, 40 méteres repülési magasságból, 70-70%-os oldal- és menetirányú képátfedéssel elkészített 170 légifotóval feltérképeztük a halmok környezetét. Az összekapcsolt ortofotók georeferálásához 12 földi referenciapontot (GCP) helyeztünk ki a repülés előtt, melyek EOY és magassági koordinátáit RTK GPS műszerrel mértük be. A légifotókból Agisoft PhotoScan szoftverrel felszínmodellt készítettünk.

A halmok környezetében jellemző talajtani viszonyokat Pürckhauer-féle szúróbotos nyitott végű talajmintavevő szondával térképeztük fel (1. ábra). A halmok belső szerkezetének, építőanyagának és az építés idejének meghatározásához sekélymélységű fúrásokat végeztünk Eijkelkamp bolygatatlan mintavevővel a halmok legmagasabb pontja közelében és a halom oldalakon. Ezek a fúrások a halmok alapkőzetéig (löss) mélyültek, melyek harántolták a halmok által eltemetett egykori talajsíntet is. Emellett a halmok legkevesbé bolygatott, szántóföldi művelés által nem érintett környezetéből (mezsgye, ősgyep) is vettünk kontroll feltalajmintákat (0–20 cm) kormeghatározás céljából. A szedimentológiai vizsgálatokhoz 10 cm-enként mintáztuk meg a fúrás-szelvényeket. A minták szemcseösszetételét nedves szitálással (2–0,2 mm frakció) és pipettás módszerrel (<0,2 mm frakció) határoztuk meg (Pansu és Gautheyrou 2006). A mésztartalmat Scheibler-féle kalciméterrel mértük meg (Chaney et al. 1982). A szerves

széntartalmat kálium-bikromátos nedves oxidációs eljárással és Mohr-sóval történő titrálással határoztuk meg (Ponomareva és Plotnikova 1980).

A szedimentológiai elemzések mellett a halmok belső struktúrájának meghatározásához két terepi geofizikai módszert alkalmaztunk, amelyeket az ELTE Geofizikai és Űrtani Tanszék, valamint a MinGeo Kft. munkatársainak közreműködésével végeztük el. Az ÉNy-i halom és északi előterének bolygatás nélküli szerkezeti vizsgálatához GSM-19 típusú Overhauser magnetométert alkalmaztunk, amellyel az üledékek mágneses anomália értékeit tudtuk rögzíteni. A földi mágneses tér a benne lezajló folyamatokat, így az üledékképződést is befolyásolja. A mágneses térben a saját mágneszettséggel rendelkező üledékek a külső tér iránya szerint rendeződnek. A bolygatás során ez az egységes hatás megszűnik és a környező térhez hozzáadódva, annak nagyságát megváltoztatja. Így vált lehetővé ezzel a módszerrel a lehetséges mesterséges eltemetett objektumok kutatása. A mágneses vizsgálatok során a halmok és környezetük felszín közeli üledékrétegein a mágneses tér vertikális gradienseinek nagyságát határoztuk meg. A mérés rövid idő alatt (kb. 0,2–0,5 másodperc alatt) nagy pontossággal volt elvégezhető. Az eszköz abszolút pontossága 0,1 nT (nanotesla), ami a Magyarország földrajzi szélességén átlagosan mérhető 47800 nT-s mágneses tér értékhez képest nagy pontosságú mérést tesz lehetővé. A magnetométert a következő mérési elrendezésben alkalmaztuk: két szondát használunk egy időben, a szondák által mért térértékek különbségét vettük alapul, majd elosztottuk a szondák távolságával, ennek eredményeként kaptuk meg minden mérési pontban a mágneses tér gradienseinek nagyságát. A másfél hektáros területet 0,5 x 0,25 méteres hálóban, összesen 120 000 ponttal szondáztuk meg, amely 1 méteres mélységig adott információt a talaj és alapkőzet mágneses anomáliájáról. Használtunk egy bázis szondát is, amely a mérés ideje alatt mérte a napi mágneses teret. E szonda által mért értéket kivonva a mérés során mozgó alsó szonda eredményéből, azaz elvégezve a báziskorrektúrákat, megkaptuk minden pontban a mágneses tér nagyságát. Ez referenciául szolgált mérésünk során.

A két halom geoelektromos szelvényezését egy AGI SuperSting R8 nyolc csatornás egyenáramú geoelektromos mérőműszerrel hajtottuk végre. Mivel a kutatási cél a felső 10 méter vizsgálata volt, az ún. „multiple gradient” elektróda elrendezést használtuk, amely tapasztalataink és a szakirodalom szerint ötvözi a dipól-dipól és a Wenner-Schlumberger elrendezés előnyeit, jelentősebb hátrányok nélkül. A mérések során egyidejűleg 84 elektródát használtunk, 1 méteres elektróda-közeggel. A geoelektromos mérések során adott elektródaelrendezéssel egy, a mérési geometriára jellemző átlagos ellenállásérték határozható meg. Egy-egy mérési vonal mentén nagyszámú, különböző elrendezéssel meghatározott adat segítségével, ún. inverziós eljárással meghatározható a vonal alatti térrész fajlagos ellenállás-eloszlása. A geoelektromos mérési adatok inverzióját a Geotomo Software Ltd. által fejlesztett Res2DInv elnevezésű véges differenciás algoritmuson alapuló szoftverrel a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet segítségével végeztük. A módszer előnye, hogy szinte minden környezetben működik és a környező tereptárgyakra nem érzékeny. Hátránya viszont, hogy a mérési eredmények nem értelmezhetők mindig egyértelműen és a mélységgel gyorsan romlik a felbontóképessége (IH/2).

A Zsolcai-halmok fúrása során felszínre került mészkődarab, valamint a halmok szántóföldi környezetében talált további mészkő és riolittufa kőzetminták származási helyének beazonosításához a külső morfológiai jegyek tanulmányozása mellett vékonycsiszolat elemzéseket végeztünk a Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanaszékén Kozák Miklós és McIntosh Richard közreműködésével.

A halmok építési idejét – értékelhető régészeti leletek hiányában – az eltemetett talajok radiokarbon korából határoztuk meg. Elsőként a DK-i halom korolását végeztük el 2012-ben. Ehhez a halomból (recens talaj, halomtest anyaga, eltemetett talaj), az egykori anyagkitermelő körárok három mélységi szintjéből, valamint a közelben található földútmenti, kevésbé bolygatott mezsgyéből összesen 9 talajmintát gyűjtöttünk be. A kormeghatározás elsőként a talajminták teljes szervesanyag-tartalmából (mintánként 200 mg), később pedig csak a huminsav frakcióból (20 mg) történt. 2018-ban volt lehetőségünk a halompár másik tagjának kormeghatározására, amely során 10 talajmintát gyűjtöttünk be a mezsgyéből és a halom jellemző mélységi szintjeiből. A savas előkészítés után elsőként a minták (0,2 g) teljes szervesanyag-tartalma 400 °C-on elégetésre került tiszta O₂ hozzáadásával és az így kapott „alacsony hőmérsékletű” CO₂ gázfrakciót (L-frakció) használtuk fel a talaj teljes szervesanyagának radiokarbon kormeghatározására. Ezt követően ugyanannak a talajmintának folytatva az égetését 800 °C-on, a „magas hőmérsékletű” CO₂ gázfrakciót (H-frakció) kaptuk. Az egyes mintákból felszabaduló CO₂ gáz L- és H-frakciója külön-külön grafitizáción esett át, majd a ¹⁴C/¹²C arány meghatározása következett. A ¹⁴C-es kormeghatározás az MTA ATOMKI Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központban EnvironMICADAS típusú gyorsító tömegspektrométerrel (AMS) történt. Mivel a talajok hosszú évszázadok fejlődésének eredményeként alakultak ki, azok kora recens, felszínen lévő képződmények esetében is lényegesen több mint nulla, tapasztalatok szerint 900–1400 év között váltakozik hazánkban (Barczy 2016; Barczy és Joó 2011; Barczy et al. 2006, 2009; Molnár et al. 2004). Ezt a recens talajkort nevezzük talaj reservoir kornak. Az eltemetett paleotalajok pontos korának meghatározásához a H-frakciók konvencionális radiokarbon korát minden esetben korrigáltuk a kurgánok környezetéből begyűjtött bolygatatlan recens fel-talajok talaj reservoir korával. A paleotalajok talaj reservoir korról korrigált konvencionális ¹⁴C korának naptári korba konvertálását a Calib szoftver Calib Rev 7.0.4 verziójával és az IntCal13 kalibrációs görbével végeztük el. A kalibrált korok 2 sigma konfidencia szinten (95,4%) jelentik a mért korok tartományát.

A geomorfológiai vizsgálatok eredményei

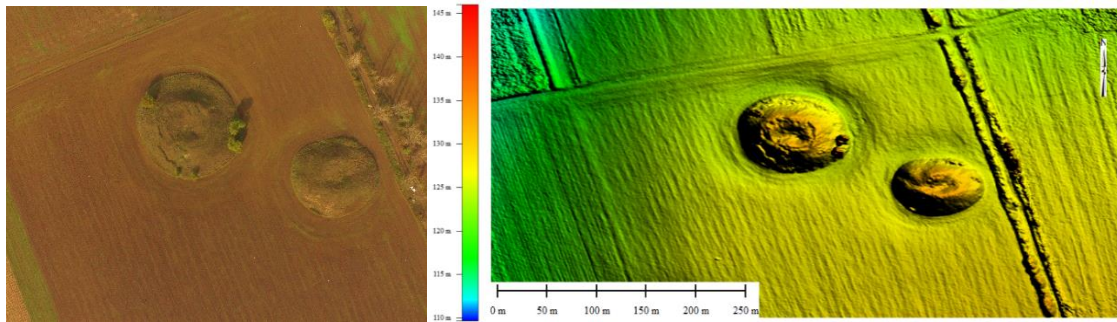
Kevés ilyen viszonylag háborítatlan, egymáshoz ennyire közel épített kettős halom ismert Magyarországon. Az Alföldön fennmaradt kettős vagy hármas halmok tagjai között legalább 200-500 méter, vagy ennél nagyobb távolság van (pl. Hajdúszoboszló – Két-halom, Hortobágy – Hármas-halom). A dunántúli vaskori halmok, halomsírmezőkön belül azonban előfordulnak ehhez hasonló elrendeződésű halmok. A Zsolcai-

halmok esetében a terebélyesebb ÉNy-i és a valamivel kisebb méretű DK-i halom között mindössze 40 méter távolság van. Hazánk legnagyobb kurgánjával, a békésszentandrásai Gödény-halommal összevetve paramétereit megállapítható, hogy 6 méteres relatív magasságukkal átlagos, közepes méretű halmoknak számítanak hazánkban, de az oldalaik meredeksége (18-19°), a felszínük és térfogatuk (6 800 és 10 600 m³) alapján is ugyanez mondható el róluk (1. táblázat). Az viszont már egyáltalán nem tekinthető hazai viszonylatban átlagosnak, hogy két ilyen, tájképileg és növénytakaróját tekintve kiemelkedően értékes, szorosán egymás mellé települt prehisztori kus halom mai napig fennmaradt egy intenzíven átalakított kultúrtájban.

1. táblázat. A Zsolcai-halmok morфомetriai jellemzői összevetve hazánk legnagyobb kurgánjával
Table 1. Morphometric conditions of Zsolca kurgans compared to the greatest kurgan in Hungary

Paraméterek	ÉNy-i halom	DK-i halom	Gödény-halom
Kerület	237 m	196 m	325 m
Alapterület	3 871 m ²	3 125 m ²	7 609 m ²
Nagy tengely	80 m	66 m	102 m
Kis tengely	66 m	58 m	86 m
Átlagos átmérő	73 m	62 m	94 m
Excentricitás	0,5651	0,4772	0,537
Relatív magasság	6,0 m	5,8 m	11,1 m
Abszolút magasság	136,0 mBf.	135,8 mBf.	96,66 mBf.
Halomláb magassága	130,0 mBf.	130,0 mBf.	85,5 mBf.
Lejtőszög (max.)	18°	19°	36°
Lejtőszög (átlagos)	14°	14,5°	17,9°
Felszín	4 072 m ²	3 124 m ²	7 861 m ²
Térfogat	10 610 m ³	6 802 m ³	23 599 m ³

Alapjuk a precíz mérések alapján enyhén elliptikus. Mindkettőnek a tetőszintjében 2–2.5 m mély gödör tátong, melyek átmérője az ÉNy-i halomnál 30 x 30 m, a DK-inél pedig 15 x 20 m (2. ábra). Ezek pontos keletkezése nem ismert. Minden bizonnyal rablógödrökről van szó, ugyanis halomsírok esetében gyakran bekövetkezett, hogy későbbi kultúrák értékes kincseket remélve bennük, kifosztották azokat. Még a 20. század elején is fosztogatták a halmokat amatőr kincsvadászok, közülük is talán a leghíresebb Pénzásó Pista volt, akinek a nevéhez több alföldi halom (pl. Tiszafüred – Ásott-halom) feltúrása kötődik (Tóth 1999). A helyi lakosok szóbeli közlése alapján állítólag a II. világháborúban harckocsikat ástak be a halmok tetejére, ez tovább mélyíthette, szélesíthette azokat. Az a tény viszont, hogy a gödrökben található igen értékes lőszegyp vegetáció a bolygatás jelét alig mutatja, azt tételezi fel, hogy idős, több évszázaddal ezelőtti bolygatásokról lehet szó. A halmok közös jellemzője, hogy lábuknál határozottan kirajzolódnak az egykori anyagnyerő gödrök (2. ábra).



2. ábra. Zsolcai-halmok UAV légifotón (bal) és az ortofotókból készített felszínmodellén (jobb)
 Figure 2. Zsolca kurgans on an UAV aerial photo (left) and on the elevation model composed of ortho-photos (right)

Jelenleg ezek a körárkok 0,5 méternél nem mélyebbek, de a halmok építésekor természetesen még mélyebbek lehettek. Az intenzív szántóföldi gazdálkodás ellenére sem tűntek el napjainkra, nem úgy, mint számtalan más halom esetében.



3. ábra. A búzatáblából kiemelkedő, értékes löszgyeppel borított Zsolcai-halmok 2007 nyarán
 (Fotó: Tóth Cs. A.)

Figure 3. Zsolca kurgans rising above the crop field and covered with a valuable loess grassland in the summer of 2007 (Photo: Tóth Cs. A.)

A halmoktól D-i irányban talajfúrással vizsgáltuk meg a szántóként hasznosított recens talajok jellemzőit (2. táblázat).

2. táblázat. A Zsolcai-halom környezetének talajtani jellemzői
 Table 2. Soil characteristics of the vicinity of the Zsolca kurgans

talaj-szint	mély-ség (cm)	homok (%)	kőzet-liszt (%)	agyag (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	CaCO ₃ (%)	hu-musz (%)	EC 2.5 (μS/cm)
Asz	0–30	16,50	61,20	22,30	6,11	5,54	1,84	2,07	280,5
B	30–60	12,53	58,70	28,77	6,92	5,55	1,65	1,69	96,0
C	80–100	9,77	63,10	27,13	7,20	5,91	1,92	0,58	104,3

A szántott szint (0–30 cm) sötétbarna színű, közepesen tömődött, gyengén szerkezetes, melynek közepes a humusztartalma, szénsavas meszet alig tartalmaz és vezetőképessége alacsony. Fizikai félesége vályog. A talaj B-szintje kilúgzott, rozsdabarna

színű, kevés állatjáratot tartalmaz. Átmenete az alapkőzet felé rövid, színben határozott. A löszös jellegű C-szint sötét okkersárga színű, kilúgzott. A B- és a C-szintek vezetőképessége alacsony és csaknem mészmentes. A szelvény a kilúgzottság foka és a színe alapján az erdőtalajokhoz hasonló talajképző folyamatot mutat. Jelenlegi állapotában a humuszosodás hat leginkább a szelvényre, ezért csernozjom barna erdőtalaj típusba soroltuk a szelvényt (Barczy 2016).

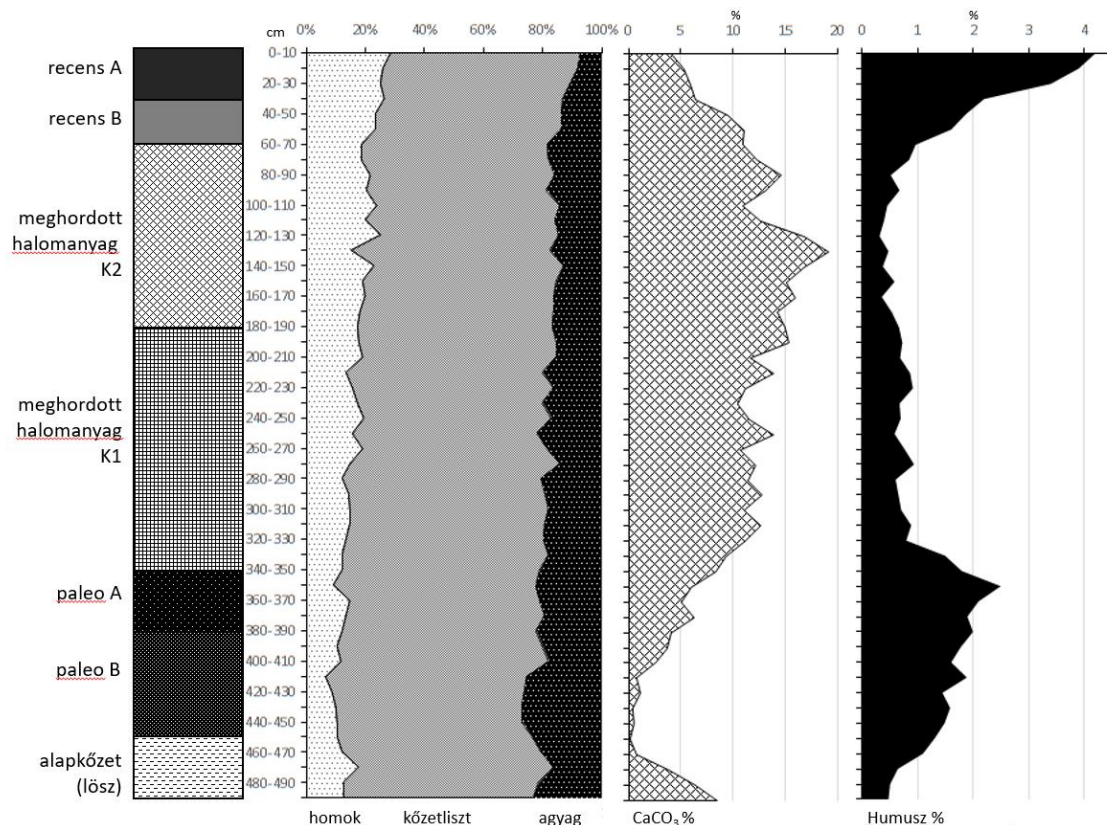
A rétegtani vizsgálatok eredményei

Az ikerhalom mindkét tagján 5 méteres fúrásszelvényekkel tártuk fel a halmok rétegeit. A központi részen kimélyített hatalmas gödrök miatt a fúrásokat a halmok kevésbé bolygatott oldalán végeztük el. A két fúrás nagy egyezőséget mutatott, így itt csak a DK-i halom fúrásszelvényét mutatjuk be, amely hét réteget/szintet érintett. Emellett megmintáztuk a DK-i halom körárkának üledékét is az alapkőzetig.

A halom teljes fúrásszelvényére jellemző, hogy szemcseösszetételében végig a kőzetliszt, iszap frakció (0,05–0,002 mm) uralkodik kisebb ingadozásokkal (4. ábra). Tején sötétbarna színű (10YR 3/3), morzsás szerkezetű, a szántóföldi környezetnél magasabb humusztartalmú recens A-talajszint alakult ki (0–35 cm). Mész tartalma 5–7%, különösen a gyökerek mentén sok mészkiválás található. A világosabb színű (10YR 3/4) recens B-szint (35–70 cm) állatjáratokkal kevert, gyengén morzsás szerkezetű, mésztartalma meghaladja a 10 %-ot. A recens talaj rövid átmenet után a K2 kultúrrétegbe (70–190 cm) megy át, amely az eddigi tapasztalatainkkal szemben nem sötét színű humuszos talajrétegekből, hanem sárgásbarna (2,5Y 5/4) lösz jellegű üledékből áll. A halom felmagasításához tehát az alapkőzetet használták fel, amely gyengén tömődött, magas mésztartalma (11–19%), alacsony humusztartalma (<1%), enyhén vas- és mangánfoltos építőanyag. A lösz határozott mészkiválásokat, löszbabákat tartalmaz. 190–340 cm között a hordott löszrétegek színe megváltozott, sötétebb színű (10YR 4/4), erősen kevert K1 réteg következett. A K1 kultúrrétegnek magasabb a humusztartalma és alacsonyabb a mésztartalma, mint a fölötte levő K2 hordott rétegnek. Mindez a halom melletti talajosodott löszterületről történő vegyes felhordást mutatja. Ebből a kultúrrétegből (290–300 cm) a fúrófej felszínre hozott egy halványszürke színű, igen apró kristályos, középső és késő triász korú mészkődarabot. A közeli Bükk hegységéből (légvonalban 16 km) ismert kőzet kisebb-nagyobb darabjai a halmok körüli szántóföldről nagyobb mennyiségben kerültek elő. Ez alapján feltételezhető, hogy ezt a kőzetet is felhasználták a halom (sírkamra) építéséhez. Az eltemetett paleotalaj A-szintje (340–390 cm) erősen sötétbarna színével (7,5YR2/2), alacsony mésztartalmaival és töréses szerkezetével jól elválik a kultúrrétegtől. Határozott váltással következett a rozsdabarna színű (7,5YR 3/2), kilúgzott, agyagosabb B-szint. A szint aljában mészerek jelennek meg a pórusok mentén, melyek erősen pezsegnek, de maga az alapanyag mészmentes. A B-szint 460 cm mélységben rövid átmenettel váltott az okkersárga (10YR 5/4), magas mésztartalmaú löszös alapkőzetbe (3. táblázat, 4. ábra).

3. táblázat. A Zsolcai-halom (DK) paleotalajának jellemzői
 Table 3. Characteristics of the paleosol of the Zsolca kurgan (SE)

talaj-szint	mélység (cm)	homok (%)	kőzetliszt (%)	agyag (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	CaCO ₃ (%)	humusz (%)	EC 2.5 (μS/cm)
paleoA	340–390	21,2	57,2	21,6	8,11	7,32	5,8	2,58	307
paleoB	390–460	20,9	55,7	23,4	7,32	6,84	0,12	1,56	296
C	460–500	23,0	57,5	19,5	8,04	7,25	6,8	0,54	277



4. ábra. A Zsolcai-halmok DK-i tagján elvégzett üledékföldtani fúrás szedimentológiai és rétegtani eredményei

Figure 4. Sedimentological and stratigraphic results of the drilling of the SE Zsolca kurgan

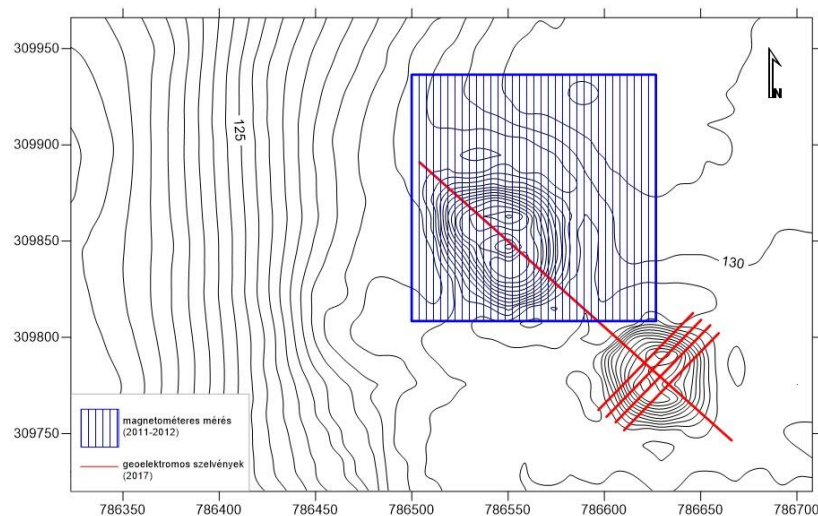
A löszben mészkiválások (erek, göbecsek) találhatóak, vas- és mangán-kiválásokban szegény. A paleo A- és B-szintben megjelenő mész feltehetően másodlagos folyamat eredménye, a járószintben a felülről jövő leszivárgás, a paleo B-szint alján pedig a lösz felől felemelkedő talajoldatok visszameszező hatása érvényesülhetett. A paleotalaj jellegét tekintve a csapadékosabb Észak-Alföldön kifejlődött csernozjom barna erdőtalajnak tekinthető.

A DK-i halom lábánál az anyaggyerő körárokban végzett fúrás erózióból származó többretegű, kilúgzott, csaknem mészmentes kolluviumot tárt fel. A bemosódott anyag tetején egy morzsás szerkezetű, közepes humusz- és alacsony mésztartalmú fiatal talaj alakult ki (0–30 cm). Ez alatt 180 cm mélységig kezdetben szürkésbarna (10YR 3/3), majd rozsdabarna színű (7,5YR 2/2) bemosódott anyag található. Alatta egy sötét színű (10YR 2/2), réties jelleget mutató, lefelé világosodó üledékréteg következett (180–290

cm). Ez a réteg rövid, határozott átmenetet követően okkersárga (10YR 5/4) alapkőzetbe megy át. Az alapkőzet infúziós lösznek tekinthető, melyben vízmozgás nyomai, vas- és mangánborsók figyelhetők meg. Ezek alapján rekonstruálható, hogy az eredeti anyagkitermelő körárok a halmok lábánál közel 3 m mély lehetett, amelyben időszakosan, vagy akár hosszabb időre is víz állhatott.

A geofizikai vizsgálatok eredményei

A Zsolcai-halmok esetében két geofizikai módszerrel tudtunk sikeres méréseket elvégezni (5. ábra).



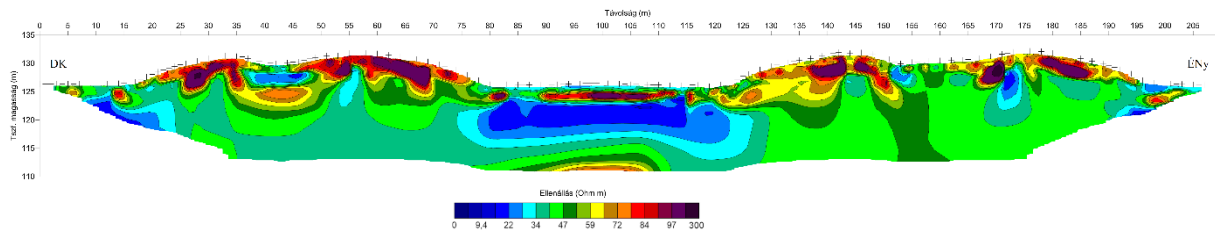
5. ábra. A Zsolcai-halmokon elvégzett geofizikai vizsgálatok térbeli helyzete

Figure 5. Spatial location of the geophysical measurements carried out at the Zsolca kurgans

Elsőként 2011 és 2012 késő őszen, a kukorica learatása után egy 1,5 hektáros területet mértünk fel magnetométeres módszerrel, amely érintette az ÉNy-i halmot, valamint annak északi előterét. Ezt követően, 2017 tavaszán került sor a geoelektromos mérésekre. Ennek részeként egy 210 m hosszú, mindkét halmot érintő DK–ÉNy-i szelvény mentén, majd ezt követően erre merőlegesen, a DK-i halmon 4 db 80 m hosszú vonal mentén mértük meg a terület fajlagos ellenállásértékeit. Radarmérésekkel is próbálkoztunk ezen a mintaterületen, de a halmokat borító magas és eléggé nedves gyep-takaró nagyon kis hullámbehatolási mélységet eredményezett. Így már az eredmények kiértékelése nélkül, a műszer terepi kijelzőjén is látható volt, hogy ezzel a módszerrel nem tudjuk feltérképezni a halmok belső szerkezetét.

Geoelektromos szelvényezés

Geoelektromos mérések során kapott ellenállásértékek jól kirajzolják a talajtani vizsgálat során meghatározott rétegzettséget, azonban jól látható, hogy a központi rész hatalmas gödrei alaposan összekuszálták az eredeti rétegtani viszonyokat. A Zsolcai-halmok egy közel sík folyóterasz erősen bolygatott, alacsony ellenállás értékű (30–50 Ω m), infúziós lösz borította felszínére épültek (6. ábra).



6. ábra. A Zsolcai-halmokon átmenő hosszanti (DK–ÉNy-i) geoelektromos szelvény fajlagos ellenállásértékei

Figure 6. Specific resistance values in the geoelectric profile (SE–NW) crossing the Zsolca kurgans

Erre hordták rá a valamivel nagyobb ellenállású (50–60 Ω m), vegyes összetételű K1 réteget. A halmokat kívülről a kellően száraz, nagy ellenállású, (70–95 Ω m) K2 hordott löszréteg és a rajta képződött recens, csernozjom jellegű talaj borítja. A halmok központi részén 43–50 m széles és 3,3 m mély, igen magas ellenállású (100–300 Ω m) folt rajzolódik ki (sötétlila). Ez feltehetően mészkőtörmeléből álló, feldúlt sír építmény lehet, amelynek maradványait a fúrásban és a környező szántókon nagy számban megtaláltuk. Az utólagos bolygatás során kialakított központi gödrök alját a beomlott mészkőtörmelék és löszös kultúrrétegek bélelik ki, melyek tetején egy magas nedvesgégtartalmú, alacsony ellenállású, fiatal talajréteg alakult ki (6. és 7. ábra).

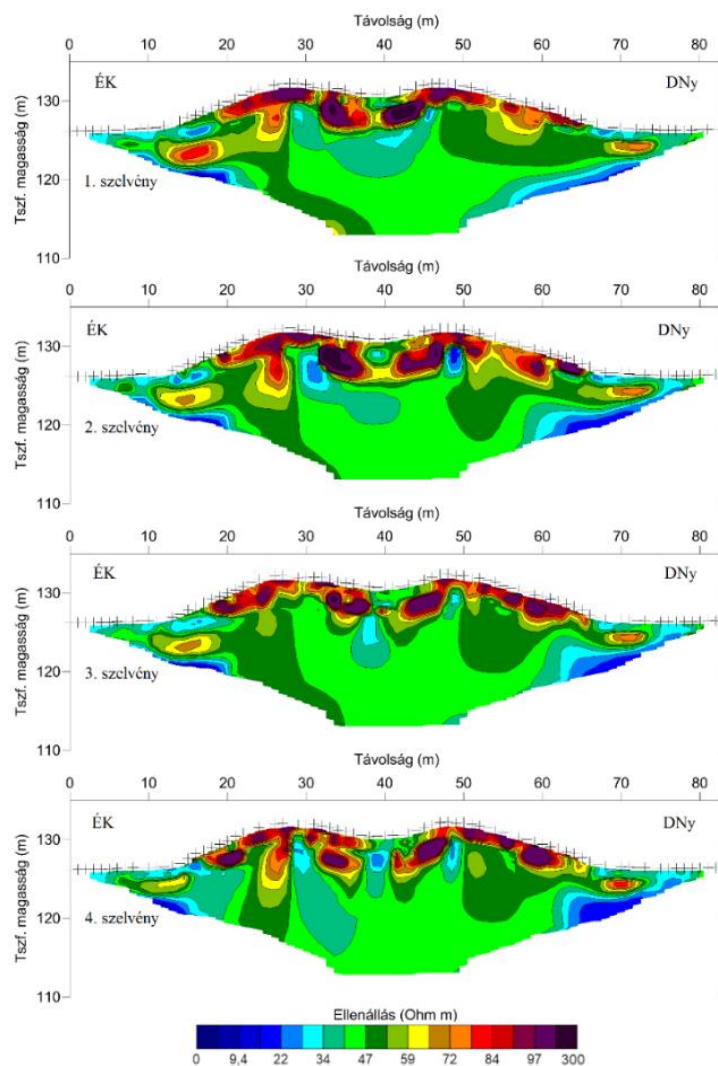
Mindkét halom lábánál több, 2–2,5 mély és 1,5 m széles, magas ellenállású anomália látható, melyek temetkezések nyomai lehetnek. Jól látható, hogy a halmok közötti szántóföldi területen a felszínnel párhuzamosan, kis mélységben is megtalálható az a magas ellenállású kőzettörmelék, amelyet feltehetően a sír építményekhez használtak fel (6. ábra). Mindez a halomsírok utólagos megbontásakor kerülhetett a halmok előterébe. A rendszeres szántással több kisebb-nagyobb kőzetdarab kerül időnként a felszínre.

A geoelektromos szelvényen az is észrevehető, hogy a halmok alatti üledékrétegek lényegesen szárazabbak (zöld, barna színek), mint a fedetlen szántóföldi terület alatti löszös alapkőzet (kék színek).

Magnetométeres vizsgálatok

A halmok belső szerkezetének és az előterek mélységi vizsgálatához az ÉNy-i halom és az attól északra elterülő szántóföldön 0,75–0,75 ha területet tudtunk felmérni magnetométerrel 2011 és 2012 őszén.

A halom belső szerkezetében a mágneses anomália térképen a szélektől a központ felé haladva egy homogén összehordott talajösszlet látható, melynek közepén kirajzolódik egy közel 40 méter átmérőjű szemcsézett folt, amely feltehetően valamilyen kőből álló sírépítmény lehet (8. ábra). A kisebb-nagyobb sötét foltok állatjáratokkal, üregekkel (rókakatorékok) magyarázhatók. A halom nyugati oldalán látható ívesen futó vonal egy vízmosás következtében alakult ki. A szabályos fehér négyzet és téglalap alakú foltok a halom peremén található nagyméretű eperfák, valamint a közöttük lévő bodza és kökénybokrok miatt járhatatlan terület kimaszkolásai, itt nem történtek mérések (8. ábra). A halom előterében húzódó anyagnyerő árok magas mágneses anomália értékekkel szépen kirajzolódik az ábrán vastag körív formájában. Ez az árok pontosan D-i irányban megszakad, úgy tűnik, mintha egy híd vagy bejáró lenne ez a terepen is látható keskeny magaslat (8. ábra).



7. ábra. A DK-i halmot érintő négy keresztirányú geoelektromos szelvény fajlagos ellenállásértékei
 Figure 7. Specific resistance values in the four geoelectric cross sections at the SE kurgan



8. ábra. A Zsolcai-halom (ÉNy) és szántóföldi környezetének mágneses anomália képe
 Figure 8. Magnetic anomaly image of Zsolca kurgan (NW) and its surroundings of arable land

Ami sokkal inkább meglepő volt számunkra, az a halmoktól 20–50 méteres távolságban kirajzolódó körök sokasága volt. Ezek az 5–15 méter átmérőjű szimpla vagy kettős körök a régészekkel történt konzultáció után egyértelműen késő császárkori (i. sz. 3–4. század) szarmata körárkos sírok (8. ábra). Az észak-déli tájolású sírok többségét kör alakú, délen bejárattal rendelkező árokkal kerítették körül, az árokból kikerülő földből pedig a sír fölé kis halmot emeltek. Ezek az apró halmok később az erózió, a széthordás és szétszántás áldozatává váltak. A szántóföldi környezetben lévő Zsolcai-halmoknál sem láthatóak már ezek a kisebb halmok, csakis a mágneses anomáliaváltozás rajzolja ki a sírok árkait. A szarmatákról tudjuk, hogy körükben rendkívüli méreteket öltött a sírrablás. Az elhunyt leszármazottai ovális vagy kerek, a sír feneké felé egyre szűkülő ún. rablóaknákon keresztül a halott mellkasát megcélozva fosztották ki a sírokat. Emiatt általában nagyon kevés ép csontvázzal és melléklettel rendelkező szarmata sírral lehet találkozni régészeti feltárásokon (Selmeczi 1993). A Soroksár határában feltárt szarmata temető esetében a sírok 70%-át kirabolták, ez megfelel a szarmatáknál megszokott statisztikának (Korom 2009). A mágneses anomália képen a körök központi részén valószínűleg a sírrablás miatt nem rajzolódik ki egyértelműen az É-D-i tájolású hosszanti sír. Egyedül a halomtól nyugatra találtunk egy nagyméretű körárkos sírt, amelynek belsejében még ép temetkezés található. Sajnos ezt a sírt csak félig sikerült felmérnünk (az ábra jobb alsó sarkában) (8. ábra).

A szántóföldi leletgyűjtésünk során a korábban említett mészkő és riolittufa kőzetdarabok mellett tipikus szarmata kerámia nem került elő, hiszen ez a terület nem település, hanem temető volt. A sírok csontanyaga nem kerülhetett felszínre, mivel azok a szántás által nem bolygatott mélyebb rétegekben helyezkednek el. A halmok környezetében viszonylag nagy mennyiségben kerültek elő késő középkori és 18-19. századi kerámia- és paticsdarabok, amelyek egykor a közelben álló tanya és csárda épületekből kerülhettek a szántásba.

Kőzettani vizsgálatok

A halmok szántóföldi környezetéből nagy mennyiségű és többféle típusú kőzetmintát gyűjtöttünk be. Ezek olyan területen találhatók, ahol nem fordulnak elő sem felszínen, sem pedig felszínközeli feltárásban. Együttes megjelenésük és különböző helyekről való származásuk arra utal, hogy ezeket emberi beavatkozás mozdította el előfordulási helyükről és a Zsolcai-halmok területén felhasználta azokat feltehetően építési célokra. A Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékén elvégzett kőzetmorfológiai és csiszolatelemzés alapján a megvizsgált kőzetminták petrográfiailag három genetikai csoportba voltak sorolhatók.

1. típus: Bükkfennsík Mészke

A megvizsgált két mészke minta világos halványszürke színű, makroszkóposan igen apró kristályos, tömött, porcelánszövetű kőzet, amelynek törése szilánkos, vagy kagylós (9. ábra).



9. ábra. Triász bükki mészke a halmok környezetéből (Bükkfennsík Mészke Formáció)
(Fotó: McIntosh R.)

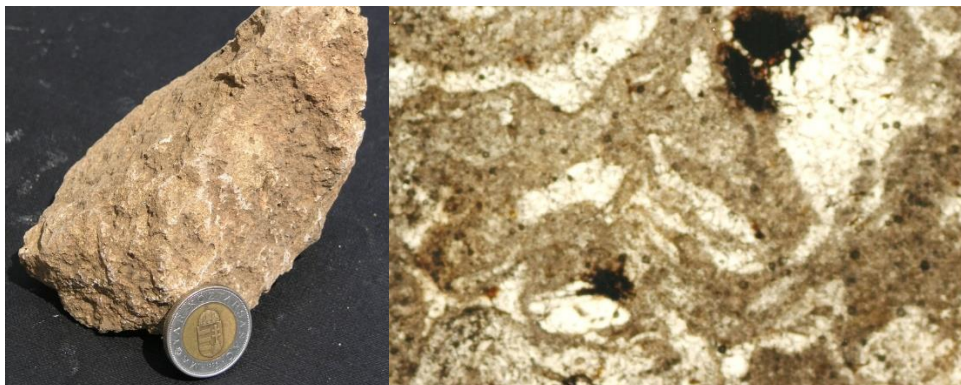
Figure 9. Triassic Bükk limestone in the vicinity of the kurgans (Bükkfennsík Limestone Formation)
(Photo: McIntosh R.)

Felületén világosszürke foltosság látható szabálytalan méretű és eloszlású foltok formájában, amelyeknek a színe kevéssé üt el a beagyazó mátrixétól. Feltehető, hogy faunaelemek átkristályosodott maradványairól van szó, amelyek nagyrészt már beolvadnak környezetükbe, ami nagyon erőteljes konszolidáltságra, enyhe metamorf hatásra utal. Kőzetmikroszkópi vékonycsiszolatában jól látható, hogy a kőzet anyaga uralkodóan mikrites kalcitkristályokból áll, szövete túlnyomórészt irányítatlan, de a faunatartalmú részeknél mutat egy csekély rendezettséget, orientáltságot. Megfigyelhető néhány elmosódó határú fosszília maradvány, közülük legjobban néhány részben már deformálódott foraminifera ismerhető fel, de a maradványok fajhatározásra alkalmatlanok. A látott kép alapján a két minta valószínűleg a Bükkfennsík Mészke formáció mélyebbvízi képződményéből származhat (Gyalog 1995). Erre utal a szemcseméret és a faunaszegénység. Ezt a kőzet az egykori felhasználói a Bükk hegység területéről, legközelebb Miskolc térségéből hozhatták a halmok területére.

2. típus: Kovásodott riolit (4 minta)

E csoport kőzetei ásványos összetételük és vegyi karakterük szempontjából rokon képződmények, feltehetően egyazon környezetből származhatnak, de szöveti és kifejlődési jellegeikben mutatnak bizonyos eltéréseket. Ilyen fokú különbségek azonban egy változatos mikrofácieseket tartalmazó és a környezettel eltérő módon érintkező lavanyelv különböző részeiben is előfordulhatnak, vagyis származhatnak egyetlen lelőhelyről is.

1. minta: Világosbarnás fehér színű, helyenként limonitfoltos, aprókristályos, kissé mikroporózus kovásodott riolit (10. ábra). A kőzet szabálytalan alakú, kemény, kalapáccsal is nehezen törhető, vágott felületein pórusok figyelhetők meg. Ezek a kissé irányított elrendeződésű, nyújtott, 1–5 mm hosszú hólyagüregek valószínűleg a felhabzásból származnak és felületüket többnyire világos sárgásbarna, limonitos lepedék borítja. A kőzetben megjelenő kovásodás szelektíven érintette a szövetet, csóvaszerű, hosszan elnyúló sávokban igen aprószemű mikrokristályos kvarcváltozatokból álló halmazok jelennek meg, valószínűleg krisztobalit anyagúak. A kristályos alkotók kis számban találhatóak, főként mikrofenokristályok formájában. Jellemző alkotó a szanidin, a hexagonális kvarc, valamint a biotit, de ezek száma kicsi, ami a kőzet gyenge kristályosodási fokára utal.



10. ábra. Az 1. sz. riolittufa minta makroszkópos képe, felszínén barna talajszennyezéssel és annak vékonycsiszolati képe II Nikol állásnál, kis nagyításnál (2-es obj.) (Fotó: McIntosh R.). A látómezőben megfigyelhető két bontott biotitkristály (sötét foltok), valamint két hólyagüreg és az alapanyagban görbülten elnyúló kriptokristályos kvarc tartalmú lencsék, amelyek a szöveti irányítottságot rajzolják ki.

Figure 10. Macroscopic image of rhyolitic tuff No. 1 with some brown soil material on its surface and its thin-section image with parallel Nicols at small magnification (lens 2) (Photo: McIntosh R.) Two weathered biotite crystals can be seen (dark patches) together with two vesicles and lenses of cryptocrystalline quartz that form the oriented texture.

2. minta: Kívül likacsos szerkezetű, belül változóan porózus, összesült riolittufára emlékeztető megjelenésű riolit, amely a felhabzás állapotában dermedt meg, ezért egy kezdődő horzsásodás képződményei láthatók benne (11. ábra). E meggyengült, üveges szöveti részletek mállása és kipergése miatt válik a minta felszíne likacsossá, a darázköves tufára emlékeztetővé. A kőzet színe világos sárgásfehér, amelyben apró üregfal bevonatok, horzsás részek és vékony erek formájában világosbarnás limonitos színezés jelenik meg. Alkotói savanyú plagioklász, káliföldpát, hexagonális kvarc és

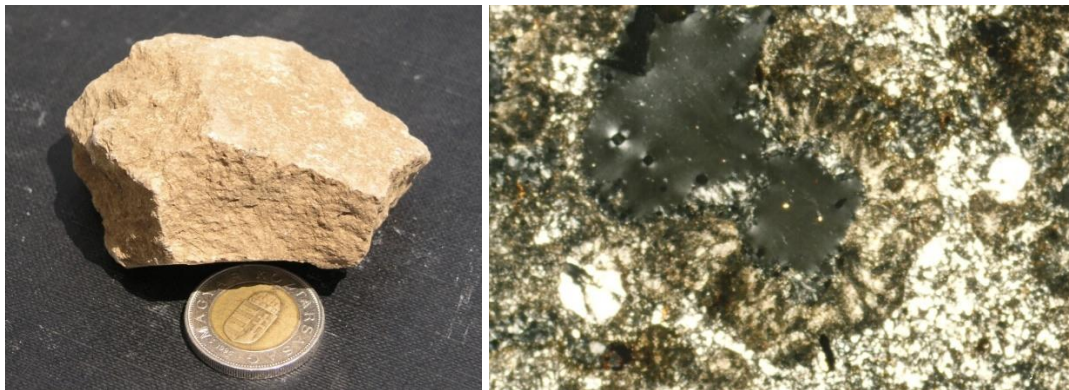
igen kevés aprókristályos biotit. A kőzet átmeneti jelleget mutat a horzsásodó, felhabzó lávakőzet és az erősen összesült, kovásodott riolittufa között. Szilárdsága alkalmasá teszi arra, hogy építőközetként hasznosítsák.



11. ábra. A 2. sz. porózus riolittufa makroszkópos képe (Fotó: McIntosh R.)

Figure 11. Macroscopic image of the porous rhyolitic tuff No. 2 (Photo: McIntosh R.)

3. minta: Halvány barnásfehér, kissé porózus, enyhén irányított szövetű riolit. Színét és a benne megfigyelhető néhány vékony barnás eret, illetve pórusbevonatot limonitos festékanyag okozza (12. ábra). A kőzetet szelektív kovásodás érte. Mikrokristályai közül csak kevés éri el a mikro, vagy pláne a makrofenokristály méretet, amely már szabad szemmel is látható. Komponensei között azonosítható egy kevés savanyú plagioklász, valamivel több szanidin, valamint hexagonális kvarc. A színesalkotók képviselőiben néhány erősen bontott limonitos biotit jelenik meg. A szövetbe ágyazottan elvétve néhány szferokristály figyelhető meg.



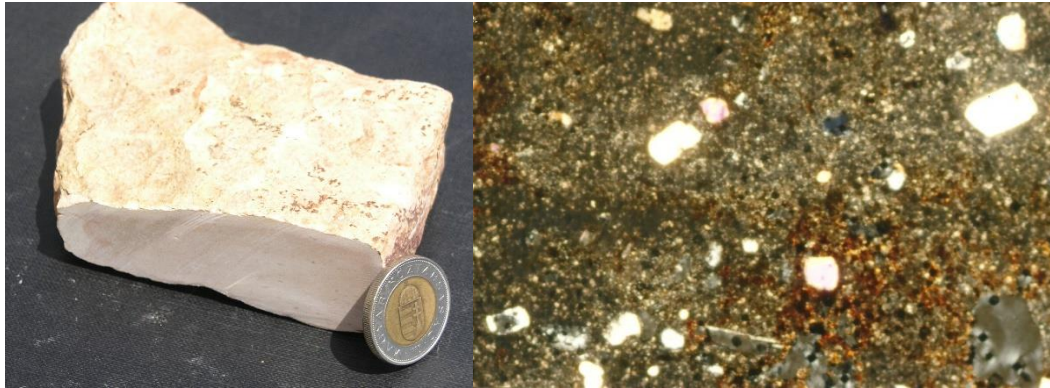
12. ábra. A 3. sz. riolit minta makroszkópi megjelenése felületén talajszennyezéssel és annak mikroszkópi képe X Nikol állásnál, kis nagyításnál (2-es obj.) (Fotó: McIntosh R.)

Figure 12. Macroscopic image of rhyolite sample No. 3 with some soil material on its surface and the microscopic image of the sample with crossed Nicols and small magnification (lens 2)

(Photo: McIntosh R.)

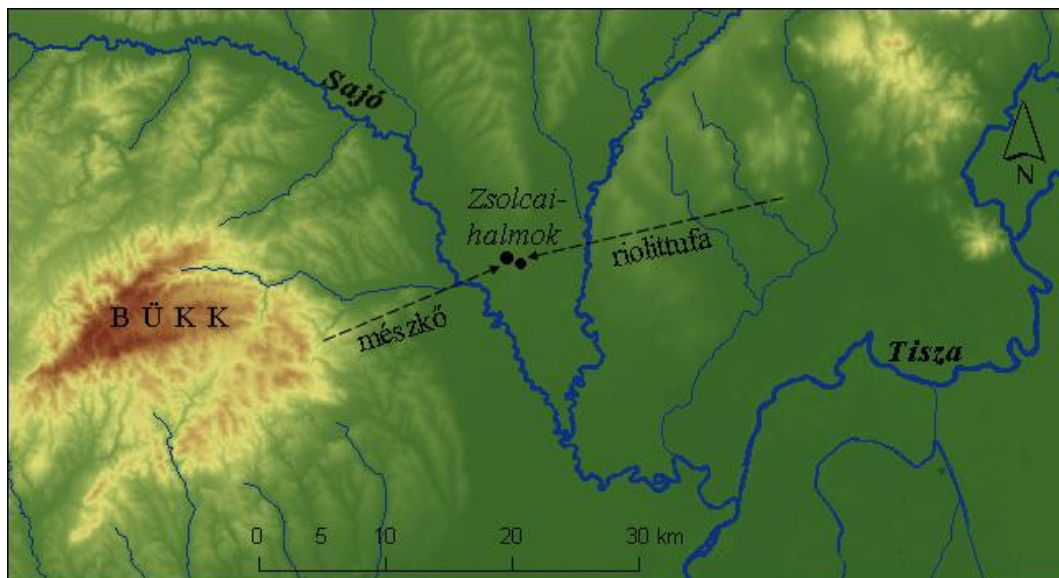
4. minta: Mikroporfíros megjelenésű, lemezes elválású fehéres halvány krémszínű, kemény riolit (13. ábra). Kalapáccsal is nehezen törhető, tömött szövetű, porcelánszerű megjelenéssel. Kevés fenokristálya max. 0,1–0,3 mm méretű, nyúlt és orientált elrendeződésű. Mikroszkópi vékonycsiszolatban szintén látható egy enyhe irányítottság.

Benne jellemző alkotó elsősorban a szanidin, valamint a kis számban megjelenő savanyú plagioklász és igen apró kvarckristály. Lehetséges, hogy ezt a kőzetet erősebb hőhatás érthette. A minta makroszkópi képen a vágott felületen egy vékony, fakultabb színű szegély figyelhető meg, ami enyhe mállottságot jelez. Ez azonban nem gyengíti a minta keménységét.



13. ábra. A 4. sz. riolitminta makroszkópi és mikroszkópi képe X Nikol állásnál, nagyobb nagyításnál (10-es obj.). (Fotó: McIntosh R.)

Figure 13. Macroscopic and microscopic image of Rhyolite sample No. 4 with crossed Nicols (lens 10). (Photo: McIntosh R.)



14. ábra. A Zsolcai-halmok építéséhez használt kőzetanyag legvalószínűbb származási helyei
Figure 14. Most probable source of origin of the rocks used for the building of the Zsolca kurgans

A riolitok pontos származását és formációhoz való tartozását petrográfiai jellegük alapján nem lehetett pontosan megállapítani. Feltételezhető azonban, hogy Szerencs környékéről származnak, ahol felszínen és felszín alatt árkokban, kutakban többféle kovásodott riolit és riolittufa jelenik meg (Gyarmati 1998). Ha feltevéseink helytállóak, akkor a halomban és annak szántott környezetében talált építőanyagokat Miskolc, Diósgyőr és Szerencs környékéről gyűjthették be a halomépitő közösségek (14. ábra).

A radiokarbon kormeghatározás eredményei

Elsőként a DK-i, kisebb halom radiokarbon korolását végeztük el a teljes szerves szén, majd a huminsav frakcióból (4. táblázat). A halom felszínét borító recens talaj C-14 kora meglehetősen fiatalnak, 370–670±50 BP évnek bizonyult. A halom környezetéből, egy földút menti bolygatatlan mezsgyéből származó recens feltalajminták átlagkora 1420±80 BP és 1880±90 BP év lett az össz-szén és huminsav frakcióból mérve (15. ábra). Ezeket a korokat tekintettük a DK-i halom esetében talaj reservoir korrekciós koroknak. A halom első építési fázisában (K1) beépített, kevert szerkezetű löszös talajréteg (230–240 cm) a C-14 kora alapján már lényegesen idősebbnek (5760±90 BP) bizonyult. Ez alatt, 340–350 cm-es mélységben találtuk meg az eltemetett talaj A-szintjét (paleoA).

4. táblázat. A Zsolcai-halmok (DK-i halom) ¹⁴C kormeghatározásának eredményei
Table 4. Results of the ¹⁴C dating of Zsolca kurgans (SE kurgan)

Labor ID	Mélység (cm)	Vizsgált üledéktípus	¹⁴ C konvencionális kor (év BP±2σ)		¹⁴ C kor a talaj reservoir korrekció után (év BP±2σ)		Kalibrált kor (cal BC±2 σ)
			össz-szén	huminsav	össz-szén	huminsav	
		DK-i halom					
DeA-1494	mezsgye-1, 0–20	recens talaj	1 490±60	1780±60	-	-	
DeA-1495	mezsgye-2, 0–20	recens talaj	1 350±60	1980 ±60	-	-	
		talaj reservoir kor	1420±80	1880±90	levontuk az eltemetett rétegek C-14 korából		
DeA-1488	halom, 0–20	recens talaj	370±50	440±50	-	-	
DeA-1487	halom, 20–40	recens talaj	670±50	930±50	-	-	
DeA-1489	halom, 230–240	talaj+lösz, K1	5 760±90	NA	4 340±130	NA	
DeA-1490	halom, 340–350	paleo talaj A	4 010±70	4450±60	2 590±120	2 570±110	950–404
DeA-1491	árok, 0–20	recens talaj	540±60	1210±50	az árokfeltöltődéshez használt korrekció		
DeA-1492	árok, 120–130	árok üledék	1 670±60	2190±60	1 130±110	980±110	
DeA-1493	árok, 220–230	árok üledék	2 170±60	2190 ±60	1 630±110	980±110	

Ennek a konvencionális radiokarbon korából kivontuk a talaj reservoir korrekciós kort, és megkaptuk a paleotalaj eltemetődésének, azaz a halom építésének hozzávetőleges idejét, amely 2590±120 BP évnek adódott az össz-széntartalom alapján, míg 2570±110 BP évnek a huminsav frakció alapján (4. táblázat).

Mindez cal BC 950–404 (2σ) évek közötti időintervallumnak felel meg, amelybe pontosan beleesik a keleti eredetű szkíta népcsoport Kárpát-medencei megjelenése.

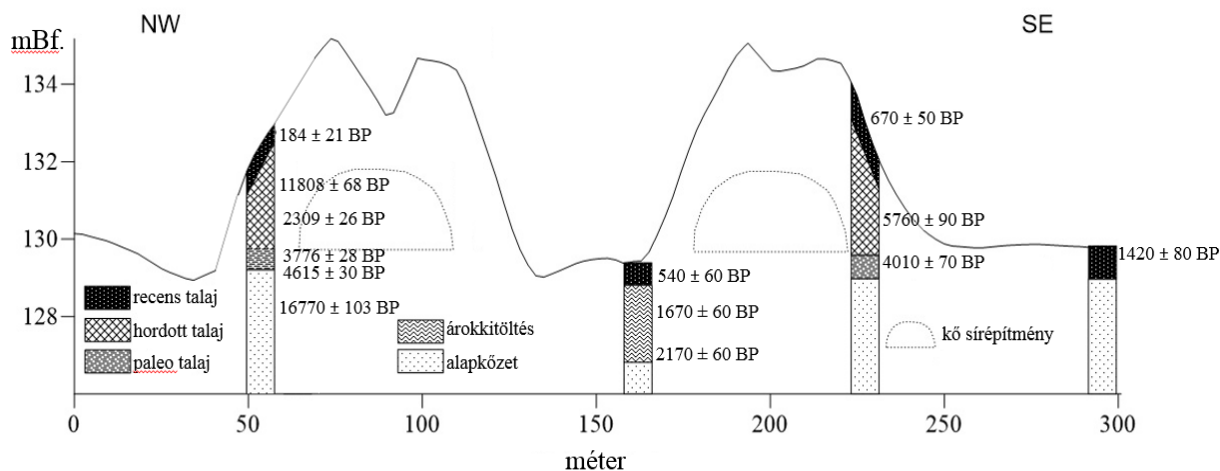
Az ÉNy-i halmon kormeghatározás céljából elvégzett fúrást alacsonyabb helyzetben, a halom lábához közelebb végeztük el, így a minták mélységadatait nem lehet összevetni a másik halom talajmintáinak mélységeivel. Ennek ellenére ez a fúrás is harántolta a halom valamennyi megismert réteget (15. ábra). A C-14 korokat két lépésű égetéses eljárással, az L- és H-frakciók szén-izotóp arányából határoztuk meg (5. táblázat).

5. táblázat. A Zsolcai-halmok (ÉNy-i halom) ^{14}C kormeghatározásának eredményei
 Table 5. Results of the ^{14}C dating of Zsolca kurgans (NW kurgan)

Labor ID	Mélység (cm)	Vizsgált üledéktípus	^{14}C konv. kor (év BP \pm 2 σ) (H-frakció)	^{14}C kor a talaj reservoir korrekció után (év BP \pm 2 σ)	Kalibrált kor (cal BC \pm 2 σ)
ÉNy-i halom					
DeA-14167	mezsgye-1, 0–20	recens talaj	1165 \pm 27	talaj reservoir kor	
DeA-14169	mezsgye-2, 0–20	recens talaj	556 \pm 28	szennyezett	
DeA-14171	mezsgye-3, 0–20	recens talaj	407 \pm 26	szennyezett	
DeA-11128	halom, 0–20	recens talaj	184 \pm 21	-	
DeA-11130	halom, 110–120	löss, K2	11 808 \pm 68	10 643 \pm 95	
DeA-11132	halom, 150–160	talaj+löss, K1	2 309 \pm 26	1 144 \pm 50	
DeA-11134	halom, 240–250	talaj+löss, K1	3 338 \pm 27	2 173 \pm 55	
DeA-11136	halom, 260–270	paleo talaj A	3 776\pm28	2 611\pm60	879–542
DeA-11138	halom, 290–300	paleo talaj B	4 615 \pm 30	3 450 \pm 60	
DeA-11140	halom, 340–350	alapkőzet, lösz	16 770 \pm 103	-	

A mezsgyék feltalajának konvencionális radiokarbon kora nagy szórás mutatott, így a legidősebb, „mezsgye-1” minta korát (1165 \pm 27 BP) vettük talaj reservoir kornak, a másik két „szennyezett” mintát nem vettük itt figyelembe. A halom felszínét nagyon fiatal talaj borítja (184 \pm 21 BP), amely alatt a K2 hordott löszös réteg található. A 110–120 cm-es mélységben megmintázott K2 réteg kora már késő glaciális időszakos löszre utal (11 808 \pm 68 BP). Ez alatt a K1 réteg már lösszel kevert hordott talajrétegekből áll, melyek lényegesen fiatalabb képződmények (2309–3338 \pm 26 BP). Az eltemetett paleotalaj A-szintje 3776 \pm 28 BP korú, melyet korrigálva a talaj reservoir korrallal, az ÉNy-i halom hozzávetőleges építési idejét kaptuk meg, ami 2611 \pm 60 BP évnél bizonyult. Mindez cal BC 879–542 (2 σ) évek közötti időszaknak felel meg, ami a másik halom építési időintervallumához nagyon közel álló koradat. A halom alatt a többi réteghez képes idős (16 770 \pm 103 BP), késő pleisztocén alapkőzetet, löszöt határoztunk meg. Ezek alapján úgy tűnik, hogy a szkíták által közel azonos időben épített iker kurgánról van szó.

A DK-i halom anyagnyerő árkának fúrással történt vizsgálata során az árokkitöltés tetején morzsás szerkezetű fiatal talajképződményt találtunk (0–30 cm), melynek kora 540 \pm 60 BP (4. táblázat, 15. ábra). Az ez alatt felhalmozódott, kezdetben szürkésbarna, majd rozsdabarna színű kolluviált anyag már idősebb (160–170 cm: 1670 \pm 70 BP). Figyelemre méltó, hogy az árok fenékszintjében mind az összes szervesanyagból, mind pedig a huminsav frakcióból kapott koradatok nagyon közel állnak egymáshoz (2170 és 2190 \pm 60 BP év). Az összes szervesanyag alapján az árok recens talajkorával korrigált legalsó üledékszint kora 1630 \pm 110 BP évre tehető. Az árok tehát jóval a halom építése után kezdett el feltöltődni, feltehetően az i.sz. 4. század folyamán. Az árokkitöltés középső és felső szintjének kora folyamatos fiatalodást mutat, ami zavartalan feltöltődésre utal. Minden bizonnyal az anyagnyerő árok feltöltődéséhez a természetes erózió kívül az antropogén hatások is nagyban hozzájárultak.



15. ábra. A Zsolcai-halmok fúrászelvényei a ^{14}C konvencionális koradatokkal
 Figure 15. Boreholes of Zsolca kurgans with ^{14}C conventional age data

Az árkok üledékének korolását nehezítette az a tény, hogy a felszínközeli talajvíz és a beszivárgó csapadék a szerves talajalkotók mobilitását és anyagforgalmát nagyban befolyásolta. Mindez a száraz halomtest anyagában nem fordulhatott elő.

A Zsolcai-halmok földtudományi vizsgálatának értékelése

A Zsolcai-halmok több geomorfológiai paraméter tekintetében közepes méretű halmok közé tartoznak hazánkban. Páros megjelenésük miatt azonban egyedülállóak az alföldi halmok között. A tetejüket ért roncsolás, megbontás ellenére a kiemelt tájképi értékű halmok sajnos egyre szűkülő csoportjába tartoznak. A kettős halom Ny-DNy-i környezetében Czajlik Zoltán ferde tengelyű légifelvétel elemzése alapján további két kisebb halmot vélt felfedezni (16. ábra), így egykoron egy kisebb halomsír csoport létezhetett a Sajó ármentes teraszán (Czajlik 2015). A vaskori halmok esetében, különösen a Dunántúlon (pl. Százhalombatta, Bakonybél, Szalacska) egyáltalán nem ritka jelenség a több halomsír csoportosulása (Pásztor 2004). Az Alföldön nagyon kevés halomsírmező maradt meg az építkezések (pl. kabai cukorgyár, hortobágyi halastórendszert) és a szétszántás miatt. Sok esetben kisebb névtelen halmok csoportosulásaiént (pl. Kétegyházi kurgánmező) ismerjük ezeket (Ecsedy 1979). Az, hogy a Zsolcai-halmok két legnagyobb tagja mai napig fennmaradt és igen értékes löszgyepet hordoznak felszínükön, annak köszönhető, hogy a mezőgazdasági erőgépek számára is leküzdhetetlen akadályként emelkednek meredek oldalaikkal a szántóföldi környezetükből.



16. ábra. A Zsolcai-halmok légifelvételén azonosított eltűnt halmok (kisebb piros körök) (Czajlik 2015). A létező halmoktól északra Czajlik Z. zöld körökkel jelezte az általunk feltérképezett szarmata körárkos sírokat.
 Figure 16. Disappeared kurgans (small red circles) identified on the aerial photo of the Zsolca kurgans (Czajlik 2015). The author indicated by green circles the Sarmatian graves with circular trenches mapped by us north of the existing kurgans.

A rétegtani vizsgálatok és a C-14 kormeghatározás alapján azt állapítottuk meg, hogy az egykori természetes csernozjom barna erdőtalaj az i. e. 5–9. század közötti időintervallumban temetődhetett be a kurgán építése során a környező területek feltalajával kevert löszös alapkőzettel. Ennél pontosabban – régészeti leletek hiányában – talajokból meghatározni a halom építésének idejét nem tudtuk. Ebben az időszakban a Kárpát-medence keleti felében egy új, egységes régészeti kultúra jelent meg: a Tisza-vidék szkíta vaskori közössége (Selmeczi 1993, Jerem 2003). Ez a népcsoport a Fekete-tengertől északra fekvő sztyeppvidéktől, az Észak-Kaukázuson át Dél-Kazahsztánig hatalmas területet birtokolt (Chernikov 1964, Kemenczei 2001, Panyushkina et al. 2016). Általánosan elfogadott nézet szerint a keleti, délkeleti irányból megindult népmozgást I. Dareiosz perzsa király i. e. 513-ban elkezdett hadjárata váltotta ki, amelynek hullámai a Kárpát-medencét is elérték. A szkítákról már írásos feljegyzések is születtek, elsősorban görög történetíróktól. Hérodotosz (i. e. 487–425) részletesen beszámolt a sztyepei térséget benépesítő szkíta népekről, leírása szerint Erdélyben az agathürszoszok, a Tisza vidékén pedig a szigünnák laktak (Jerem 2003).

A kelet-iráni nyelvet beszélő szkíták Kárpát-medencei életét elsősorban a több száz síros temetőik (pl. Tápiószele, Csanytelek, Alsótelekes, Orosháza, Szentes) alapján ismerjük (Selmeci 1993, Jerem 2003). Egyidejűleg alkalmazták a korábbi korok szinte valamennyi temetkezési rítusát: háton fektetés, zsugorítás, szórthamvas és urnatemetkezés. Mindez feltehetően az etnikai tarkasággal magyarázható, de ugyanakkor a hitvilággal kapcsolatos szokások sokfélesége, esetleg a családi hagyományok is szerepet játszhattak ebben (Selmeci 1993). A szkíta kultúra alföldi csoportjaiban kocsi- és lóval való temetkezések is előfordultak, ami a nomád közösségek szokásain túl, fejlett lótarló közösségekre utal (Kemenczei 2001). A szkíta kor vezető rétege, egyes területeken azonban a köznép is, halmokba, kurgánokba temetkezett. Észak- és Északkelet-Magyarország területén a szkíta korban a hamvasztás szokása uralkodott. Híres szkíta fejedelmi kurgántemetkezések hazánkban a Tápiószentmárton – Attila-domb; és a Csincse – Zöldhalompuszta (Hellebrandt 2001). A kisméretű kurgánokban feltárt sírokban hamvasztott temetkezés nyomaira bukkantak a régészek, ahonnan egy-egy

aranszarvas pajzsdísz került elő (Jerem 2003, IH/3). A Zsolcai-halmok mindössze 30 km-re, ÉK-re találhatóak Zöldhalompusztától! Talán nem is véletlen, hogy a halmok tetején hatalmas rablógödrök tátongnak.

A Kárpát-medencétől keletre fekvő sztyepei területeken, így Ukrajnában, Dél-Oroszországban, Kazahsztánban és Ny-Mongóliában több ezer, nagyon gazdag sír-mellékletes szkíta kurgán épült az 500-800 BC évek közötti időszakban. Ezek közül is talán leghíresebb a dél-szibériai Tuva Köztársaságban, a Jenyiszej forrásvidékén, az Ujuk-völgyben, Arzsan falu mellett elhelyezkedő több mint száz szkíta kurgánt számláló halomsírmező, amit a helyiek Királyok-völgyének neveznek. A kurgánok 1-6 méter magasak és 20-80 m átmérőjűek. A leggazdagabb halomnak a 2001-ben megásott Arjan-2 kurgán bizonyult, amelyből kb. 5000 aranytárgy került elő (IH/4). Említésre méltó a Kazahsztán és Kína határán, az Altáj-hegység Shilikty-völgyében feltárt Baigetobe kurgán is, amelyből szintén több, állatot ábrázoló aranyfigura került elő. Ez a kurgán Közép-Ázsia talán legrégebbi szkíta/saka halomsírja, amelynek korát a halomfeltárásból származó faanyag radiokarbon kormeghatározásával és dendrokronológia módszerével 730–690 cal BC korúnak határoztak meg (Panyushkina et al. 2016). Üzbegisztán területén az Usztyurt-platón feltárt kurgánok kronológiáját az emberi fogak C-14 kormeghatározásából állapították meg. A vizsgált hét kurgánból hármat szkíta népek építettek az 500-700 BC időszakban. Ezek a példák azt bizonyítják, hogy a halmok megbízhatóbb korolása régészeti feltárás során előkerült leletanyagból (csont, fog, faanyag) végezhető el. A fent említett szkíta kurgánok közös vonása, hogy valamennyi tartalmazott kőből épített sír építményt (hegységekhez közeli fekvés), melyhez hasonlóan a Zsolcai-halmok esetében is kimutattunk geofizikai vizsgálatokkal, talajfúrással és a szántóföldön történt kőzetanyag gyűjtésével. A ló vontatta kocsit használó alföldi szkíta népesség számára nem jelenthetett leküzdhetetlen akadályt a légvonalban 15–20 km-re fekvő Bükk, vagy a Szerencsi-dombság kőfejtőiből a mészkő és riolit kőzetanyagot elszállítani a halom építési helyére.

A halmok rétegtani felépítését ismerve, véleményünk szerint a szkíta korban megépült alacsony kurgánt (K1 kultúrréteg) egy későbbi népcsoport megmagasította (K2). A szkíta törzsszövetség felbomlása után ezt a területet egy másik iráni eredetű, több törzsből álló törzscsoport, a szarmaták szállták meg. Első csoportjuk már az i. sz. 1. század közepén megjelent az Alföldön és egészen az 5. század közepéig jelen voltak (Selmeczi 1993). Az, hogy a szarmaták biztosan megszállták a Zsolcai-halmokat, és átalakították a környékét, három dolog bizonyítja. Egyfelől a mágneses anomáliaképpen kirajzolódó, közel 30 körárkos sír biztosan a szarmaták műve (IH/5), azaz egy korábban épült szakrális hely köré temetkeztek. Másfelől a halmokat feltehetően a szarmaták megmagasították a mélyebb anyagnyerő gödörből (halomlábi gyűrűből) kitermelt idős löszös üledékkel (K2). Ez egybevág azzal, hogy a halmok lábánál futó árkok közel 3 méter mélységig ki lettek mélyítve. Harmadrészt megfigyelhető érdekesség, hogy az anyagkitermelő árkoknak pontosan a D-i irányba eső végénél megemelkedik a terület, azaz ott nem történt kimélyítés. Ez mintegy bejáróként vagy átjáróként funkcionált az árkon keresztül a halom irányába, csakúgy, mint a mágneses anomáliaképpen is látható szarmata körárkos sírok esetében (8. és 17. ábra).

Tehát összegzésképpen a Zsolcai-halmokat a szarmaták szintén egy körárkos sírhoz hasonlóan alakították át: kimélyítették az anyagnyerő gyűrűt D-i bejárattal, a kitermelt löszös anyagból megmagasították a központi halmokat, melyekbe akár bele is temetkezettek. Az árkok alján képződött üledék kora 1630 ± 110 BP év, amely az i. sz. 4. század közepét jelenti. Tehát már a szarmaták időszakában elindult az árkok feltöltődése a halomról és a környező területekről történő anyag bemosódása által.

A Zsolcai-halmok geoelektromos és mágneses anomália vizsgálata bebizonyította, hogy ezek a geofizikai módszerek eredményesen használhatók olyan halmok, régészeti lelőhelyek feltérképezésére, amelyeknél egyrészt jelentős bolygatás (árkok kimélyítése) történt, másrészt pedig határozott minőségbeli változások vannak az altalajban és az alapközetben.



17. ábra. Feltárt szarmata körárkos sírok az M35 autópálya Debrecen–Szepes szakaszán 2016 nyarán. A Zsolcai-halmok északi előterében a magnetométer ezekhez hasonló sírokat mutatott ki (Fotó: Tóth Cs. A.).
 Figure 17. Excavated Sarmatian graves with circular trenches along the section of motorway M35 at Debrecen–Szepes in the summer of 2016. Magnetometer analyses revealed similar graves in the northern foreland of the Zsolca kurgans (Photo: Tóth Cs. A.).

A talajok és üledékek radiokarbon kormeghatározása során megállapítható, hogy az alkalmazott három módszer (össz-széntartalom, huminsav frakció, össz-széntartalom külön L-és H-frakciója) közel azonos konvencionális korokat eredményezett, miután elvégeztük a recens talajokkal történő reservoir korrekciót. Itt meg kell jegyeznünk, hogy a recens talajok radiokarbon kora nagy szórást mutatott és kissé szubjektív módon a legidősebb, feltehetően a legkevésbé szennyezett minta korát tekintettük a reservoir korrekció alapjának. Az eltérő módszerekkel lemért korrigált korokat kalibrálva közel azonos talajbetemetődési időket kaptunk a két halom esetében, ami azt jelenti, hogy bármelyik módszer alkalmas a talajokból történő abszolút kormeghatározásra.

A hazai szkíta halomsíros temetkezés analógiája lehet a százhalombattai Régészeti Parkban található feltárt és bemutatott 115. sz. kurgán (18. ábra), amely ugyancsak kora vaskori temetkezési halom, csak az építői a Hallstatti-kultúra tagjai voltak, akik a Dunántúl területén számos kurgánt építettek az i. e. 8–6. század folyamán.



18. ábra. A százhalombattai 115. sz. kurgán bejárata és belső szerkezete (Fotó: Tóth Cs. A.)
 Figure 18. Entrance and internal structure of kurgan 115 at Százhalombatta (photo: Tóth Cs. A.)

A halomsírban látható favázás sírépítményhez és az azt megtámasztó mészkőrakás-hoz hasonló szerkezetet tételezünk fel a Zsolcai-halmok belsejében is.

Irodalom

- Barczy A. 2016: Kunhalmok eltemetett talajainak vizsgálata. Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft. Gödöllő. p. 179.
- Barczy, A., Joó, K., Pető, Á., Bucsi, T. 2006: Survey of the buried paleosol under the Lyukas mound in Hungary. *Eurasian Soil Science* 39: 133–140. DOI: [10.1134/S1064229306130217](https://doi.org/10.1134/S1064229306130217)
- Barczy, A., Golyeva, A. A., Pető, Á. 2009: Palaeoenvironmental reconstruction of Hungarian kurgans on the basis of the examination of palaeosoils and phytolith analysis. *Quaternary International* 193: 49–60. DOI: [10.1016/j.quaint.2007.10.025](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.10.025)
- Barczy, A., Joó, K. 2011: Detailed palaeopedological analysis of kurgans of the Great Hungarian Plain. In: Pető Á., Barczy A. (Eds.): *Kurgan Studies. An environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone*. British Archaeological Reports International Series 2238. Archaeopress, Oxford. pp. 213–238.
- Chaney, R. C., Slonim, S. M., Slonim, S. S. 1982: Determination of Calcium Carbonate Content in Soils, In: Chaney, R. C., Demars K. R. (eds.) *Geotechnical properties, behavior, and performance of calcareous soils*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia-Baltimore. pp. 3–16.
- Chernikov, S. S. 1964: Zolotoy kurgan Chiliktinskoy dolini (k voprosu o proiskhojdenii "skifskogo iskusstva"). *Bulletin of USSRAS Institute of Archaeology* 98: 29–32.
- Czajlik, Z. 2015: Luftbildarchäologische Forschungen im Komitat Borsod-Abaúj-Zemplén (Ungarn). In Szathmári, I. (ed.): *An der Grenze der Bronze- und Eisenzeit: Festschrift für Tibor Kemenczei zum 75. Geburtstag*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest. pp. 53–67.
- Deák B. 2018: Természet és történelem. A kurgánok szerepe a sztyeppi vegetáció megőrzésében. *Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft. Debrecen*. p. 151.
- Deák, B., Valkó, O., Nagy, D. D., Török, P., Torma, A., Lőrinczi, G., Kelemen, A., Nagy, A., Bede, Á., Mizser, Sz., Csathó, A. I., Tóthmérész B. 2020: Habitat islands outside nature reserves – Threatened biodiversity hotspots of grassland specialist plant and arthropod species. *Biological Conservation* 241: 108254 DOI: [10.1016/j.biocon.2019.108254](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108254)
- Deák, B., Valkó, O., Török, P., Tóthmérész B. 2016: Factors threatening grassland specialist plants – A multi-proxy study on the vegetation of isolated grasslands. *Biological Conservation* 204: 255–262. DOI: [10.1016/j.biocon.2016.10.023](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.023)
- Ecsedy, I. 1979: The People of the Pit-Grave Kurgans in Eastern Hungary. *Fontes Archaeologici Hungaricae*. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 1–85.

- Gyalog L. (szerk.) 1995: A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. MÁFI, Budapest. p. 171.
- Gyarmati P. 1998: A Szerencsi-dombság földtana. In Szakáll S. (szerk.): A Szerencsi dombság ásványai. *Topographia Mineralogica Hungariae* III. Herman Ottó Múzeum, Miskolc. pp. 11–20.
- Hellebrandt M. 2001: A szkíta kultúra emlékanyaga az alföld és a hegyvidék találkozásánál. In Havassy P. (szerk.): *Hatalmasok viadalokban. Az Alföld szkíta kora.* Erkel Ferenc Múzeum, Gyula. pp. 53–67.
- Jerem E. (szerk.) 2003: *Vaskor. A középső vaskor: a szkíták a Tisza-vidéken.* In Visy Zs. (szerk.): *Magyar régészet az ezredfordulón.* Budapest. pp. 179–182.
- Kemenczei T. 2001: Az Alföld szkíta kora. In: Havassy P. (szerk.): *Hatalmasok viadalokban. Az Alföld szkíta kora.* Erkel Ferenc Múzeum, Gyula. pp. 7–36.
- Korom A. 2009: Barbár temető Budapest határában. URL: <https://sirasok.blog.hu/2009/08/11/szarmata>
- Molnár, M., Joó, K., Barczy A., Szántó Zs., Futó I., Palcsu L., Rinyu L. 2004: Dating of total soil organic matter used in kurgan studies. *Radiocarbon* 46: 413–419. DOI: [10.1017/S0033822200039722](https://doi.org/10.1017/S0033822200039722)
- Novák T., Nyilas I., Tóth Cs. 2009: Tájékológiai vizsgálatok a Zsolcai-halmok löszgyepein. *Tájékológiai Lapok* 7(1): 161–173.
- Pansu, M., Gautheyrou, J. 2006. Pipette Method after Robinson-Köhn or Andreasen. In: Pansu M, Gautheyrou, J. (eds.) *Handbook of Soil Analysis: Mineralogical, Organic and Inorganic Methods.* Springer Verlag Berlin Heidelberg. pp. 35–42.
- Panyushkina, I. P., Slyusarenko, I. Y., Sala, R., Deom, J-M., Toleubayev, A. T. 2016: Calendar age of the Baigetobe Kurgan from the iron age Saka cemetery in Shilikty Valley, Kazakhstan. *Radiocarbon* 58(1): 157–167. DOI: [10.1017/RDC.2015.15](https://doi.org/10.1017/RDC.2015.15)
- Pásztor E. 2004: Földvárak és sírhalmok a Dunántúlon, Earthworks and Tumuli during the Bronze and Iron Ages in Transdanubia. *Magistratum Stúdió, Kecskemét* p. 99.
- Ponomareva, V. V., Plotnikova, T. A. 1980: *Gumus i Pochvoobrazovanie (Humus and Pedogenesis).* Nauka, Leningrad. pp. 65–74.
- Selmecei L. 1993: *Régészeti alapismeretek néprajz szakos egyetemi hallgatóknak.* KLTE, Debrecen. pp. 138–143.
- Tóth A. 1999: *Kunhalmok. Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás.* p. 77.
- Tóth, Cs. A., Deák, B., Bertalan, L., Valkó, O., Novák, T. J. 2019: Iron age burial mounds as refugia for steppe specialist plants and invertebrates – case study from the Zsolca mounds (NE Hungary). *Hacquetia* 18(2): 189–200. DOI: [10.2478/hacq-2019-0009](https://doi.org/10.2478/hacq-2019-0009)
- Valkó, O., Tóth, K., Kelemen, A., Migléc, T., Sonkoly, J., Tóthmérész, B., Török, P., Deák, B. 2018: Linking cultural heritage with biodiversity conservation – plant introduction and practical restoration on ancient burial mounds. *Nature Conservation* 24: 65–80. DOI: [10.3897/natureconversation.24.20019](https://doi.org/10.3897/natureconversation.24.20019)
- IH/1: <http://mapire.eu> (2021.05.23.)
- IH/2: www.sensoft.on.ca (Sensors & Software Inc. (2017.04.08.))
- IH/3: Magyar Nemzeti Múzeum Régészeti Adatbázis, <http://archeodatabase.hnm.hu/hu/node/6430>, (2018. 01. 24.)
- IH/4: Diriczi Zsombor: A szkíták eredete – az arszani halomsír: http://sirasok.blog.hu/2011/03/29/a_szkita_eredete_az_arszani_halomsir (2018. 01. 29.)
- IH/5: Korom Anita: Barbár temető Budapest határában. <http://sirasok.blog.hu/2009/08/11/szarmata> (2018. 01. 29.)

EARTH SCIENCE BASED INVESTIGATION OF ZSOLCA KURGANS

CS.A. TÓTH¹, M. PETHE², Z. PRÓNAY³, R.W. MCINTOSH⁴, T.J. NOVÁK⁵,
M. MOLNÁR⁶

¹ Ferenc Deák Talent Development Secondary School, Debrecen

² Várkapitányság Integrated Regional Development Center Nonprofit Zrt.

³ Hungarian Institute of Geology and Geophysics

⁴ Department of Mineralogy and Geology, University of Debrecen

⁵ Department of Landscape Protection and Environmental Geography, University of Debrecen

⁶ MTA ATOMKI, Isotope Climatology and Environmental Research Centre

Keywords: kurgan, soil and petrological analyses, geophysical analyses, radiocarbon age determination, paleosols, habitat islands

We aimed to examine the 6 m high, archaeologically unexplored double kurgans rising on the flood-free terrace of Sajó River in the northern part of the Great Hungarian Plain since almost no research had been carried out in relation to these kurgans in the past. If the mounds are studied separately, they belong to the group of the medium, average-sized Hungarian mounds. However, it is no longer 'average' in Hungary that two kurgans so close to each other, which are extremely valuable in terms of landscape and plant cover, are still preserved in an intensively transformed cultural landscape. According to the stratigraphic and petrologic analyses, the main building material of the Zsolca kurgans is limestone from the nearby Bükk Mts., rhyolitic tuff mined in Szerencs Hills, topsoil extracted at the foot of the kurgans and yellowish-brown Pleistocene loess sediment mixed with soil. Both mounds are currently surrounded by ring-like depressions not deeper than half a metre, which were originally trenches filled with groundwater nearly three metres deep. The building material of the kurgans was probably extracted from these trenches. Based on the radiocarbon age of the buried paleosols (cal BC 950–404 and cal BC 879–542), it can be stated that the two kurgans may have been built almost at the same time in the 9–6th centuries BC. The double kurgans are identified as Scythian kurgans with a built burial chamber based on geoelectric, radiocarbon and petrologic analyses. According to magnetic anomaly measurements, several Sarmatian graves with circular trenches have been identified in the plain north of the kurgans. This proves that the Zsolca kurgans were important cultic and sacral sites in the centuries AD as well.