

# Néhány újabb archeomágneses adat a szekuláris variáció görbéihez

M Á R T O N P É T E R\*

*Néhány, a közelmúltban kiásott égett agyagobjektum archeomágneses mérésének eredményeit mutatjuk be. Mivel a régészeti/fizikai korok egy kivétellel ismertek voltak ezért a közölt archeomágneses adatok hozzájárulnak a szekuláris variáció görbéinek megalkotásához, illetve ellenőrzéséhez.*

*В статье описывается результат археомагнитных исследований нескольких образцов обожженной глины. В связи с тем, что археологические/физические возрасты за исключением одного были известны, поэтому опубликованные археомагнитные данные способствуют построению и уточнению кривых вековых вариаций*

*Archaeomagnetic results are reported for some structures that have been excavated recently in Hungary. This time, the archaeological/physical ages were known (with one exception) and the chief goal of the work was to acquire new data for the geomagnetic secular variation for the region.*

*In four instances, it also was possible to compare the archaeomagnetic ages derived from the secular variation curves, currently in use, with the known ages and the agreement is excellent.*

## Bevezetés

Az archeomágneses vizsgálatok egyrészt adatokat szolgáltatnak a helyi (regionális) földmágneses szekuláris variáció (s. v.) megismeréséhez, másrészt — az s.v.-re alapozva — bizonyos korokban, égetett agyag objektumok keltezésére használhatók. Az eddig elért eredményeket [1], [2] és [3] tartalmazza.

Ebben a dolgozatban egy kivétellel, ismert korú objektumok archeomágneses mérései kerülnek elemzésre. Az eredmények bemutatása és értékelése mellett, a mérési anyagra támaszkodva néhány, magát a módszert érintő kérdést is megtárgyalunk.

A vizsgálatok módszere megegyezik az eddigiekben alkalmazottal, amely minden egyes függetlenül orientált minta részletes termikus (és esetleg váltakozó terű) lemágnesezését involválja. A mintapárok lemágnesezése vagy szintén részletesen, vagy a Zijderveld-diagramból meghatározott optimális hőfokon történik. Az ősi, az objektum kiégése idején felvett mágnesezettséget egyetlen zajmentes komponens jelenléte esetén, az optimális lemágnesezési lépésben mért mágnesezettség definiálja. Máskor, egy alkalmas hőmérsékleti intervallumban eltávozó komponens. Az objektumot jellemző mágneses adat, a függetlenül orientált minták mágnesezettségének átlagiránya, amelynek pontosságát ( $k$ ) és konfidenciáját ( $\alpha_{95}$ ) Fisher (1953) nyomán becsüljük [4].

## Az eredmények analízise

Az eredményeket az 1. táblázat tartalmazza, amely időrendi sorrendet tart. Az egyes tételekhez a következő megjegyzések fűzendők.

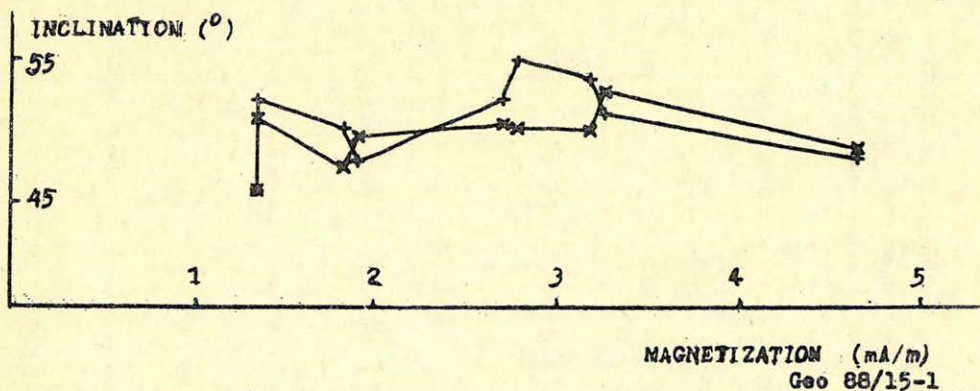
\* ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest 1083 Budapest, Kun Béla tér 2.

1. Gorzsa, lakódomb XIV. szelvény, 12. szint. Leégett házból előkerült, vékony töredezett kemencealj tapasztás. Régészeti kora késői neolit,  $^{14}\text{C}$  kora azonosítható vagy közel van a VII.–VIII/a szelvény 16. szintjétől nyert  $5970 \pm 100$  év B. P.-vel.

A kemencealjat alkotó „mozaikok” felszínének dőlései nem haladják meg az öt fokot. Ha erre korrigálunk, azaz minden mozaikot vízszintesre állítunk, akkor az archeomágneses középirány pontossága ( $k$ ) 500-ról 906-ra növekszik, maga az irány viszont nem változik lényegesen (v. ö. 1. táblázat).

Az 1. ábra a mágnesezettség (korrekció előtti és utáni) inklinációját mutatja a mágneses intenzitás függvényében. A mintákkal lefedett intenzitás intervallumban nem fedezhető fel kapcsolat az ábrázolt mennyiségek között. Refrakció esetén a korrigált inklinációnak a növekvő intenzitással arányos mértékben csökkennie kellene (l. később).

2. Gorzsa, lakódomb, X. szelvény, 10. szint. Vastagon átégett kemencealj. Régészeti kora késői neolit. A hozzá legközelebb álló VII. szelvény 10. szintjéből meghatározott  $^{14}\text{C}$  korok  $5670 \pm 100$  év és  $5650 \pm 100$  év B. P. A kemencealj egyenetlenségei többnyire  $4-5^\circ$ -osak, de a  $6,5^\circ$ -ot nem haladják meg. A tizenkét archeomágneses irány a sztereogramon egy főkör mentén kissé elnyújtva helyezkedik el (2/a ábra), elsősorban az inklináció ilyen eloszlása miatt (a legkisebb és a legnagyobb inklináció közti különbség  $15^\circ$ ). A kemencealj egyenetlenségeivel korrigált irányok főkorelosztási tendenciája kissé mérséklődik (2 b. ábra), a megfelelő középirány pontossága valamelyest megnövekszik, maga a középirány viszont nem változik lényegesen a korrekcióra (v.ö. 1. táblázat).



1. ábra. Az inklináció a mágneses intenzitás függvényében a  $400^\circ$  lemágnesezési lépés után a gorzszai XIV. szelvény, 12. szintű kemencealj mintáira. Refrakciómentes eset

Jelölések: + korrekció előtti inklinációk  
× korrekció utáni inklinációk

Рис. 7. Инклинация в зависимости от магнитной интенсивности после  $400^\circ$ -ого шага размагничивания на образцах основания домны 12 уровня XIV профиля

Обозначения: + инклинация перед коррекцией  
× инклинация после коррекции

Fig. 1. Inclination versus sample mean magnetic intensity after  $400^\circ\text{C}$  before and after correction for unevenness of the floor for Gorzsa oven, entry 1 of Table I. Case of no refraction

Symbols: + inclinations before correction  
× inclinations after correction

A lényeges archeológiai és archeomágneses adatok összesítése  
 Обобщение основных археологических и археомангнитных данных  
 Summary of the archaeological and archaeomagnetic data pertaining to the present study

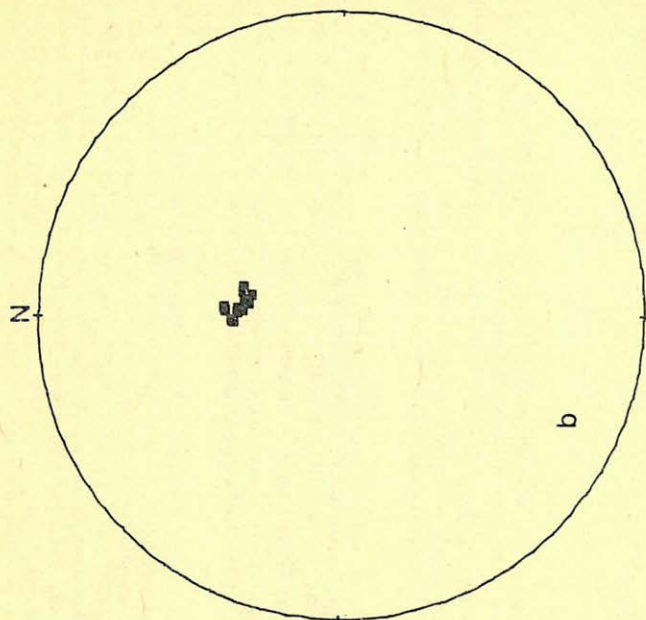
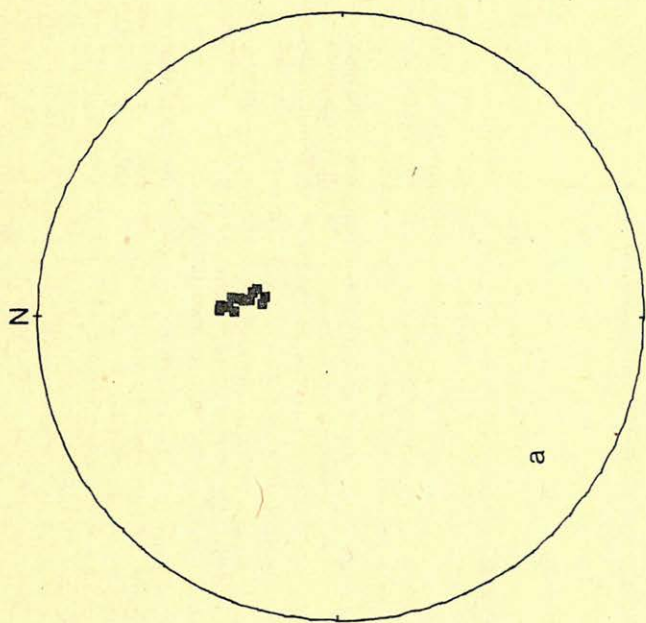
1	2	3	4	5	6	7	8
Asatási hely, objektum	Fizikai vagy régészeti kor	N/n M/s	$D_c \pm dD_c$ $D_c \pm dD_c$	$I_c \pm dI_c$ $I_c \pm dI_c$ I <sub>BUD</sub>	k k <sub>c</sub>	Tiszttítás °C/mT	Archeomágneses kor (év A.D.)
1. GORZSA, XIV. szelvény, 12. szint, kemence	5970 ± 100 év B.P.	9/13 M	17,2 ± 3,7 17,2 ± 1,8	51,0 ± 2,3 49,9 ± 1,7 50,8	500 906	400°C	
2. GORZSA, X. szelvény, 10. szint, kemence	5670 ± 100 év B.P. 5650 ± 100 év B.P.	12/46 M	10,8 ± 5,2 7,9 ± 4,1	53,6 ± 3,1 52,4 ± 2,5 54,8 ± 1,0 55,8	198 306	460°C	{refrakcióval korrigált }inclináció
3. SOPRON, Krautacker dűlő, 361/a kemence	200 ± 50 év B.C.	6/34 M+S	346,8 ± 13,0	67,8 ± 4,9 67,4	188	460°C	
4. SOPRON, Krautacker dűlő, 365. sz. kemence (másodlagos felhasználás)	100 ± 50 év B.C. ÁRPÁD KOR?	4/24 M+S	359,9 ± 9,6 11,0 ± 17,1	68,0 ± 3,6 67,9 70,9 ± 5,6	645 269	460°C 200 — 460°C	
5. ZAMÁRDI, Kút völgy, 2 db égett objektum	AVAR KOR	10/20 M+S	350,2 ± 8,0	70,3 ± 2,7 70,6	330	250 — 500°C	27: 700 ± 100
6. ÓPUSZTASZER, 1. sz. kemence	1100 ± 50 év A.D.	11/11 M+S	13,0 ± 6,4 22,9 ± 5,0	66,2 ± 2,6 63,8 ± 2,2 64,3	322 442	250 — 540°C	28: 1100 ± 60
7. ÓPUSZTASZER, 2. sz. kemence	1100 ± 50 év A.D.	6/10 M+S	6,7 ± 9,4 16,3 ± 7,5	64,1 ± 4,1 61,5 ± 3,6 62,1	273 347	400°C	29: 1150 ± 90

Ásatási hely, objektum	Fizikai vagy régészeti kor	N/n M/s	$D \pm dD^0$ $D_c \pm dD^0_c$	$I \pm dI^0$ $I_c \pm dI^0_c$ $I_{BUD}$	k Tisztítás $k_c$ °C/mT	Archeomágneses kor (év A.D.)
1	2	3	4	5	6	7
8. CSONGRÁD, Várhát, téglaegető kemence	~1300 év A.D.	24/53 M+S	16,3 ± 3,4	55,9 ± 1,9 56,5	253 280(400)°C	30:1300 ± 50
9. BUDAPEST, Timár utca, mészégető kemence	~1350 év A.D.	16/28 M	6,1 ± 5,1	58,1 ± 2,7	187 20 – 60 mT illetve 250 – 585°C	31:1360 ± 70

*Jelölések:* N: a gyűjtött hasznos minták száma; – n: a magnetométeres minták száma; – M: mágneses tájolás; – S: napijolás; –  $D \pm dD^0$ : a mintacsoport átlagos deklinációja és a 95%-os konfidencia határok; –  $I \pm dI^0$ : a mintacsoport átlagos inklinációja és a 95%-os konfidencia határok; –  $D_c \pm dD^0_c$  ill.  $I_c \pm dI^0_c$ : a Fisher-féle pontosság korrekció előtt és után; – A 7. oszlopban az optimális tisztítási hőmérséklet vagy hőmérséklet intervallum (°C), illetve váltakozó tér intervallum (mT) szerepel; – Az utolsó (8) oszlop tartalmazza a Geofizikai Tanszéken meghatározott archeomágneses korokat, illetve azok sorszámát.

*Obznaczenia:* N: Количество собранных полезных образцов; – n: Количество магнетометрических образцов; – M: Магнитная ориентация; – S: Солнечная ориентация; –  $D \pm dD^0$ : Средняя деклинация группы образцов и 95% ные границы конфикации; –  $I \pm dI^0$ : Средняя инклинация группы образцов и 95%-ные границы надежности; –  $D_c \pm dD^0_c$ ,  $I_c \pm dI^0_c$ : то же самое после коррекции неровностей основания домы; –  $I_{BUD}$ :  $I^0$  или  $I^0_c$  значение с поправкой на Буцапелг при предположении геоцентрического поля диполя; –  $k$ ,  $k_c$ : перед и после коррекции точности Фишера В 7-ом столбце даны оптимальная температура чистки или интервал температур (°C) или интервал переменного поля (Г); – В последнем (8) столбце даны определенные на Кафедре Геофизики археомегнитные возрасты и их порядковые номера.

*Legend:* Column 1: Locality and description of the sampled structure (s); – Column 2: Physical ( $^{14}C$ ) Archaeological age in years as indicated; – Column 3: N: number of useful samples collected; – n: number of specimens measured; – M/S: indicates whether a magnetic or sun compass was used for sample orientation in the field; – Column 4:  $D \pm dD^0$ ; mean archaeomagnetic declination with 95% confidence limits; –  $D_c \pm dD^0_c$ : same after correction for unevenness of the structure floor; – Column 5:  $I \pm dI^0$ ; mean archaeomagnetic inclination with 95% confidence limits; –  $I_c \pm dI^0_c$ : same after correction as above; –  $I_{BUD}$ :  $I$  or  $I_c$  reduced to Budapest assuming a geocentric dipole field; – The entries marked by a brace are inclinations corrected for magnetic refraction (upper), respectively reduced to Budapest (lower); – Column 6: Fisher's precision measure before and after correction  $k$ , respectively  $k_c$  for unevenness of the structure floor; – Column 7: Optimum cleaning step or interval in °C respectively millitesla (mT); – Column 8: Serial number of archaeomagnetic age determination in the Geophysics Department, Eötvös University, Budapest, followed by the respective archaeomagnetic age in years A.D.



Geo 88/15-2

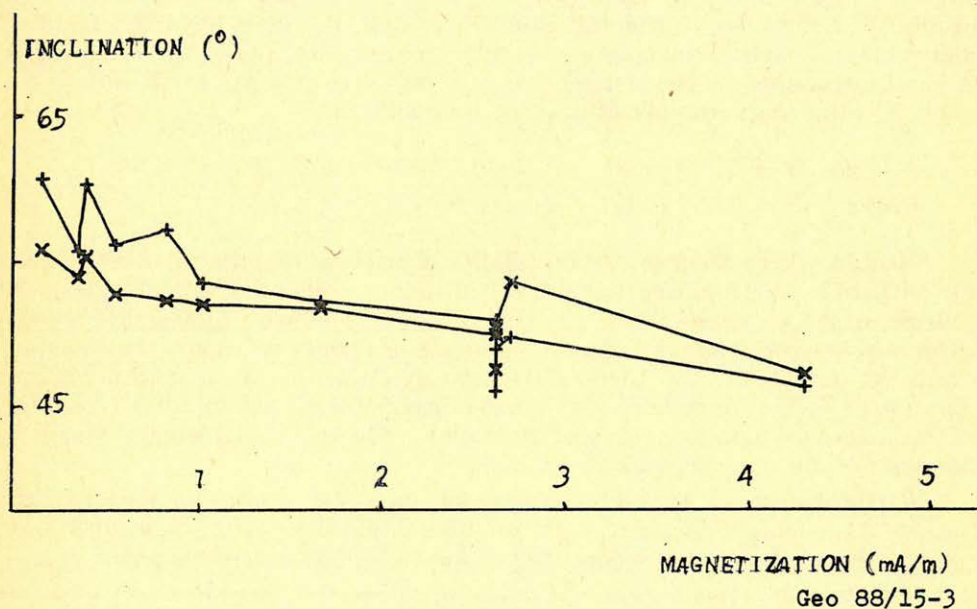
2. ábra. Gorzsa (X. szelvény, 10. szint) kemencealj mágnesezettségi irányai *a*) korrekció előtti és *b*) korrekció után.  
A korrekció a kemencealj egyenetlenségeinek hatását redukálja

Рис. 2. Направления намагниченности основания домны Горжа (10 уровень, X профиль)  
*a*) перед вводом коррекции, *б*) после коррекции. Коррекция вводит поправку за неровности основания домны.  
Fig. 2. Stereogram of the directions of magnetization of Gorzsa oven, entry 2 of Table 1 *a*) before and  
*b*) after correction for unevenness of the oven floor

A 3. ábra a korrekció előtti és utáni inklinációkat mutatja az intenzitás függvényében. Mindkettő csökken a növekvő intenzitással. A refrakció szempontjából a korrigált inklinációk érdekesek. Ezen a földrajzi szélességen szokásos inklinációk mellett, a refrakciómentes inklinációt a zérus intenzitásnál találjuk. Miután a refrakciós összefüggés lineáris [5], ezért a pontokhoz egyenes illeszthető, amelynek tengelymetszete  $54,8^\circ$ , majdnem  $1^\circ$ -os ( $0,94^\circ$ ) szórással. Ez közel  $2,5^\circ$ -kal nagyobb, mint a korrigált irányok átlagának inklinációja (v.ö. 1. táblázat).

A gorzsaiak mellett az irodalomból is ismertek példák mind a refrakció jelenlétére [6], mind a refrakció hiányára [7] vonatkozólag. Valószínű, hogy nem csupán az intenzitás (szuszceptibilitás) határozza meg a refrakció mértékét, hanem emellett főleg az anyag mágneses szövete.

3. Sopron, Krautacker-dűlő. Kelta fazekaskemence maradvány rostéllyal (361/a objektum). Kora az i.e. III. század vége–II. század eleje. A  $200^\circ\text{C}$



3. ábra. Az inklináció a mágneses intenzitás függvényében a  $460^\circ\text{C}$  lemágnesezési lépés után a gorzsai X. szelvény, 10. szintű kemencealj mintáira. Az inklináció a növekvő intenzitással csökken (mágneses refrakció). A refrakciómentes (átlagos) inklinációt a korrekció utáni adatokhoz legjobban illeszkedő egyenes ordinátametszete adja, ami  $54,8 \pm 0,9^\circ$  (v.ö. 1. táblázat).

Jelölések: u. a. mint az 1. ábrán

Рис. 3. Инклинация в зависимости от магнитной интенсивности после  $460^\circ\text{C}$  ого шага размгничивания на образцах X. профиля, 10. уровня основания домны Горжа. Инклинация уменьшается с увеличивающейся интенсивностью (магнитная рефракция). Среднюю инклинацию без рефракции дает наилучшим образом совпадающая с данными после коррекции, секущая ординату прямая  $54,8 \pm 0,9^\circ$  (таблица 1).

Fig. 3. Same as in Fig. 1 but after  $460^\circ\text{C}$  for Gorzsa oven, entry 2 of Table I, with refraction (i.e. decreasing inclinations with increasing intensity). The (average) inclination which is free of refraction is the one at zero intensity of the best fitting straight line, which is  $54,8 \pm 0,9^\circ$  (c.f. Table 1).

Symbols: same as in Fig. 1

feletti lemágnesezések után megmaradó mágnesezettség egyetlen komponensből áll, amely a primer mágnesezettséggel azonosítható. Iránya a legpontosabban 460 °C után adható meg (v.ö. 1. táblázat).

4. Sopron, Krautacker-dűlő. Kelta, rostély nélküli fazekas kemence maradvány (365. objektum). Kora az i.e. II. sz. vége – I. sz. eleje.

Az objektum mágnesezettsége egy kishőmérsékletű 200 és 400 °C között távozó másodlagos, és a 400 °C felett megmaradó primer komponensre bontható (1. 4. ábra). A primér komponens becslése 460 °C után a legpontosabb (v.ö. 1. táblázat). Az ásató régész, Jerem Erzsébet a kemencén másodlagos (középkori) felhasználás (füstölő) nyomait észlelte. A kishőmérsékletű, mágneses komponens jelenléte megerősíti a régész megfigyelését mind a kemence újrahazsnálatát, mind annak korát (Árpád-kor) illetően.

5. Zamárdi – Kút völgy (1987). Az 1986-os ásatáskor előkerült kohómaradvány (1 sz. kohó) archeomágneses kora  $725 \pm 25$  év A.D.-nek adódott [3]. Az 1987-es ásatás több tűzhelyet tárt fel. A 8. számú gödörben egy kohó (2. sz. kohó) és egy kemencealj maradványai jöttek napvilágra. Az előbbiből 8, az utóbbiból 4 függetlenül orientált mintát vettünk. A mérés folyamán instabil, illetve inkonzisztens viselkedés miatt ezek a számok 7-re, illetve 3-ra csökkentek. A karakterisztikus mágnesezettség iránya mindkét csoportban a 250, 400 és 500 (540) °C után mért irányok átlagaként definiálható:

$$\begin{array}{l} 2. \text{ kohó: } \bar{D} = 353,9 \pm 8,8^\circ \quad \bar{I} = 70,7 \pm 2,9^\circ \quad k = 429 \\ \text{tűzhely: } \bar{D} = 342,0 \pm 21,2^\circ \quad \bar{I} = 69,3 \pm 7,5^\circ \quad k = 272. \end{array}$$

Miután a két átlagirány statisztikailag azonosnak tekinthető, a két csoport egyesíthető és a 10 mintából számolt átlagirány – mint a 8. gödör objektumaira jellemző archeomágneses adat – az 1. táblázatban található. A megfelelő archeomágneses kor  $700 \pm 100$  év A.D. (5. ábra). A 6. tűzhelyben talált faszénmaradvány  $^{14}\text{C}$  kora 672–777, illetve 660–696 év A.D., a 15. objektum viszont  $350 \pm 40$  év A.D., római korú [8]. A 8. gödör kora jól egyezik mind az 1. sz. kohó archeomágneses, mind a 6. sz. tűzhely radiokarbon korával, amelynek tehát egy rómain felépült Avar településre utalnak.

6. Ópusztaszer, 1. sz. szabadon álló kemence alja, a kolostor feltárás ÉK-i sarkán. A kemence alját lapos, állati csontokkal rakták ki. Erre jött a sütőfelület, amely vékony, tapasztott agyagréteg. A csontok alatt homoktalaj van.

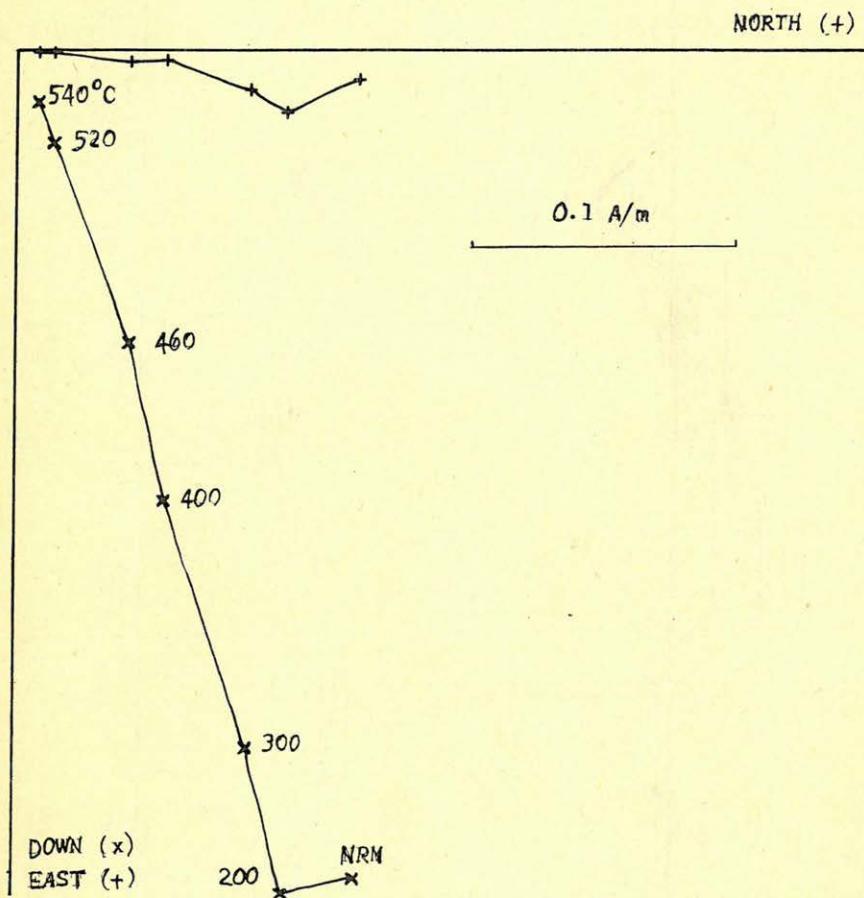
Az utolsó használat idejére jellemző mágnesezettség a 250 és 450 °C között távozó komponenssel azonosítható. A kemencealj egyenetlenségeit figyelembe véve, a vízszintes helyzetre korrigált mágnesezettségek középiránya pontosabbá válik mint a korrigálatlan irányok átlaga (v.ö. 1. táblázat). Ezért az egykori mágnesezettség iránya a korrigált irányok átlagával definiálható.

7. Ópusztaszer, 2. sz. kemence az ásatás ÉNy-i részében. Mind az 1. sz. mind a 2. sz. kemence kora a XI. sz. végére – XII. sz. elejére tehető, azzal a megjegyzéssel, hogy a 2. sz. kemence esetleg néhány évvel fiatalabb az 1. sz. kemencénél.

A karakterisztikus mágnesezettség a 400 °C után mérhetővel vehető azonosnak. A kemencealj egyenetlenségeit „eltávolító” korrekció nyomán a középirány valamivel pontosabbá válik (v.ö. 1. táblázat). A középirány inklinációja (noha nem szignifikánsan, de) kisebb mint az 1. sz. kemence esetén, ami a kissé fiatalabb kort tükrözheti. A refrakció mint a kisebb inklináció oka itt valószí-

núleg kizárható, hiszen a 2. sz. kemence legalább egy fél nagyságrenddel gyengébben mágnesezett, mint az 1. sz. kemence.

8. Csongrád-Várhát, középkori tégláégető kemence maradványa. Az archeomágneses mintákat a tüzelőterek aljából (1), oldalából (6) és tetejéből (1), egy vízszintes, tüzelőtér feletti padkából (11) és az egyik légjárat, függőleges



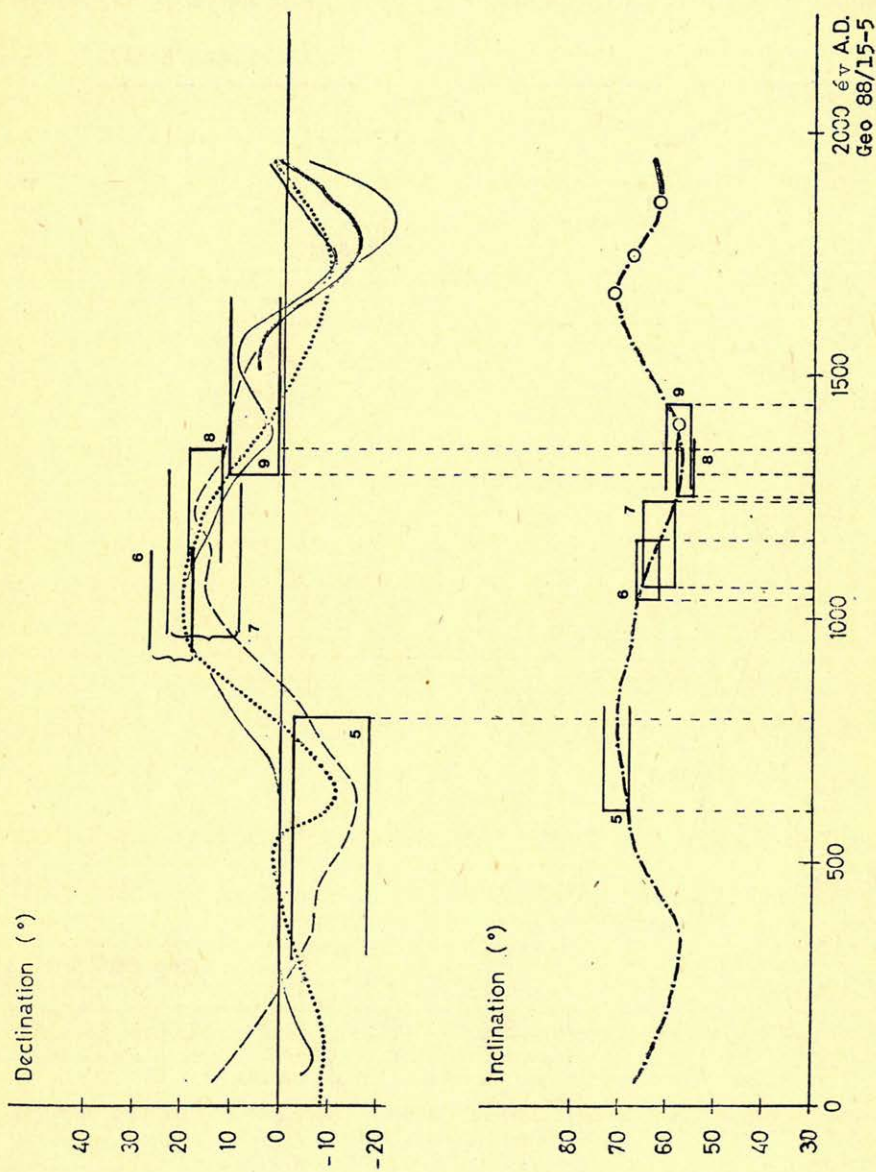
Geo 88/15-4

4. ábra. Ortogonális (Zijderveld-) lemágnesezési diagram a soproni 365. sz. kemence egyik mintájára. Két mágneses irány különböztethető meg. A nagyhőmérsékletű (> 460 °C) komponens a primér mágnesezettséggel azonosítható, míg a kishőmérsékletű (200–460 °C) összetevő a másodlagos, későbbi (kishőmérsékletű) felmelegítés nyomán jött létre

Рис. 4. Ортогональная диаграмма (Zijderveld) размагничивания на одном из образцов шопронской 365-ой домны. Различаются два магнитных направления. Высокотемпературный компонент (460 °C) может быть отождествлен с первичной намагниченностью, тогда как низкотемпературная составляющая (200–460 °C) появилась после более позднего низкотемпературного (200–460 °C) нагревания.

Fig. 4. Orthogonal demagnetization (Zijderveld-) plot for a sample from Sopron oven, entry 4 of Table 1, showing two distinct directions of magnetization. The high temperature component is interpreted as the primary magnetization, whereas the low temperature component is attributed to secondary use at low temperature much later





2000 év A.D.  
Geo 88/15-5

5. ábra. Földiak archeomágneses keletzése (v.ö. 1. táblázat 5-9 tételei)  
Рис. 5. Примеры археомагнитного датирования (5-9 части Таблицы 1).

Fig. 5. Archaeomagnetic dating of some objects/structures analysed in this paper (entries 5-9 of Table 1).

nyílás falából (5) vettük. A minták eloszlása olyan, hogy refrakció esetén egyrészt a várható pozitív és negatív deklináció eltérések másrészt az inklináció csökkenések és növekedések kompenzálnák egymást. A mérések kiértékelésekor azonban nem voltak refrakcióra utaló eredmények. A struktúra mágnesezettsége a 280 °C (400 °C) utáni mérhetővel azonosítható, irányára nézve az 1. táblázatra utalunk.

9. Óbuda, Tímár utca és Fényes Adolf utca sarok. Középkori (XIV. sz. közepe) tufából épített, agyaggal vékonyan betapasztott mészegető kemence maradványa. Az archeomágneses méréseket tufa mintákon végeztük, részletes termo és váltakozó terű lemágnesezéssel. A kemencére jellemző archeomágneses irányok a 20–60 mT amplitudójú váltótér, ill. a (250)400–540(585) °C hőmérséklettartományban izolálhatók. A kétféle kezelés után kapott eredmények mintánkénti egyesítésével, majd átlagolással állt elő az 1. táblázatban található végeredmény.

## Következtetések

A bemutatott anyaggal kapcsolatban három, az archeomágneses mérések pontosságát és megbízhatóságát érintő kérdést vetettünk fel, illetve kíséreltünk meg megoldani.

A kicsiny diszlokációk miatti korrekció lényegesen javíthatja az archeomágneses adatot. Ha a korrigált archeomágneses adat nagyobb pontosságú mint a korrigálatlan, akkor a korrekciót elvégezzük és az értelmezést a korrigált eredményre alapozzuk. (A korrekció természetesen tetszőleges alaphelyzet feltételezésével is megoldható).

Másodlagos felhasználás archeomágneses kimutatására akkor van mód, ha ez a struktúra (vagy annak meghatározott és vizsgált része) kisebb hőfokú felmelegítésével járt mint az eredeti kiégetés (használat) hőfoka. Továbbá, ha a mágneses tér iránya is különböző volt a két felmelegítés idején. Idézett példánk így szerencsés véletlenként is felfogható.

A refrakció az archeomágneses mérések egyik alapvető problémája. Hatásának becsléséhez részletes mintavétel és gondos feldolgozás szükséges.

Úgy tartják, hogy a refrakció az intenzitással arányosan torzíthatja a mágneses deklinációt és inklinációt [4]. A gorszai példák viszont arra utalnak, hogy nem egyedül az intenzitás a meghatározó, valószínűleg a mágneses szövetnek is szerepe van, amely viszont a mágneses ásványok mellett az objektum készítés módjától (pl. simítás, döngölés) függ.

Az 1. táblázat első négy adata időszámításunk kezdete előtti időkre vonatkozik. Ezek egyelőre olyan eredmények, amelyeket további, hasonló korú adatoknak kell megerősíteniök. Az 5–9 tételek viszont ellenőrizhetők az archeomágneses szekuláris variáció görbével [1]. Az 5. ábra ezt a célt szolgálja és jól mutatja a görbék és ezen újabb archeomágneses adatok kölcsönös konzisztenciáját. A 4. tétel másodlagos felhasználásra vonatkozó eredménye és az 5. tétel közelebbi archeomágneses kort is indikál.

## Köszönetnyilvánítás

Gorzsán *Horváth Ferenc*, Sopronban és Zamárdiban *Gömöri János*, Ópusztaszeren *Vályi Katalin*, Csongrádon *Lőrinczi Gábor*, Óbudán *Altmann Júlia* voltak segítségemre a mintavételkor. Az itt közölt régészeti és abszolútkor adatok tőlük, illetve Sopronra vonatkozólag *Jerem Erzsébettől* származnak. A mágneses mérések az ELTE Geofizikai Tanszékén történtek: a méréseket *Porosz Mihályné* végezte (a csongrádi anyag kivételével, amely *Drahos Enikő* diákkori munkája volt).

A vizsgálatok részben a MŰM támogatásával folytak a *Korai középkori vaskohók felkutatása és keltezése geofizikai (földmágneses) módszerekkel* című pályázat keretében.

## IRODALOM

- [1] *Márton, P. 1986.* Archaeomagnetic directional data from Hungary. *Geophys. J. R. astr. Soc.* 86. 719–725. London.
- [2] *Márton, P., Gömöri J. 1986.* Kísérletek archeomágneses mérések alkalmazására égetett agyag-objektumok keltezésében. *Magyar Geofizika.* XVII. 143–153. Budapest.
- [3] *Márton, P. and Gömöri, J. 1988.* Application of Archaeomagnetic Directional Results for the Dating of Iron Smelting Furnaces of Early Medieval Age from Hungary. *Contribution to Colloque International: Experimentation en Archeologie, Bilan et Perspectives, Avril 1988, Beaune, France* (in press).
- [4] *Fisher, R. A. 1953.* Dispersion on a sphere. *Proc. R. Soc.* 217. 295–305.
- [5] *Aitken, M. J. and Hawley, H. N. 1971.* Archaeomagnetism: evidence for magnetic refraction in kiln structures. *Archaeometry*, 13. 83–85.
- [6] *Schurr, K., Becker, H., Soffel, H. C. 1984.* Archaeomagnetic Study of Medieval Fireplaces at Mannheim–Wallstadt and Ovens from Herrenchiessee (southern Germany) and the Problem of Magnetic Refraction. *J. Geophys.* 56. 1–8.
- [7] *Downey, W. S. and Tarling, D. H. 1984.* Archaeomagnetic dating of Santorini volcanic eruptions and fired destruction levels of late Minoan civilization. *Nature.* 308. 519–523.
- [8] *Hertelendi, E. 1988.* Szóbeli közlés.