

Intenzita magnetického poľa Zeme v historickej minulosti

I. Túnyi, A. Kaplíková
Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava

Úvod

Archeomagnetizmus skúma geomagnetické pole v historickej minulosti na základe magnetizácie archeologických objektov. Ide o tepelne spracované archeologické nálezy, ako sú vypáľované tehly, keramika, zvyšky starých ohnísk a pod. Sú to predmety vyrobené z hliny. Hlina, ako každý prírodný horninový materiál, obsahuje feromagnetické minerály. Pri vypaľovaní hlinených predmetov sa dosahujú vyššie teploty než je Curieova teplota akejkoľvek feromagnetickéj látky. Po vypálení chladnú predmety v geomagnetickom poli, čím získavajú tvrdú termoremanentnú magnetizáciu. Získaná magnetizácia odráža intenzitu magnetujúceho poľa. Platí:

$$J = \kappa H, \quad (1)$$

kde J je veľkosť magnetizácie, κ magnetická susceptibilita a H veľkosť magnetujúceho poľa. Archeomagnetická metóda, navrhnutá manželmi Thelierovými v r. 1959 (Thelier and Thelier 1959) spočíva v tom, že sa porovnáva pôvodná magnetizácia vzorky s magnetizáciou získanou v laboratórnom (súčasnem geomagnetickom) poli. Keď označíme veľkosť geomagnetického poľa v čase vzniku keramiky (paleopole) symbolom H_p a ním získanú magnetizáciu J_p a porovnáme ich podľa (1) s laboratórnym poľom H_L a ním získanou magnetizáciou J_L , dostávame:

$$H_p = H_L \cdot J_p / J_L. \quad (2)$$

Samotným účelom archeomagnetizmu je stanovenie intenzity geomagnetického poľa v dobe vzniku archeologického artefaktu, avšak takto získaný výsledok sa dá použiť aj opačne, a to na datovanie skúmaného predmetu. Z celosvetových archeomagnetických údajov, získaných na presne datovaných vzorkách, bola vytvorená škála zmien intenzity geomagnetického poľa v historickej minulosti. Na základe porovnania získanej hodnoty H_p s archeomagnetickou škálou môžeme stanoviť vek skúmaného objektu.

Metodika

Základom archeomagnetizmu je vzťah (2). Najprv odmeriame hodnotu pôvodnej termoremanentnej magnetizácie J_p skúmaného objektu, potom vzorku tepelne demagnetujeme a znovu namagnetujeme v laboratórnom (súčasnem geomagnetickom) poli. Získame tak hodnotu J_L . Pomer J_p / J_L udáva pomer veľkosti geomagnetického poľa v čase vzniku archeologickej vzorky H_p a veľkosti

súčasného geomagnetického poľa H_L . pre získanie väčšieho množstva štatistických údajov sa robí niekoľko krokov demagnetizácie a magnetizácie vzorky. Odbúravajú sa a získavajú parciálne magnetizácie v jednotlivých teplotných intervaloch až do teploty, pri ktorej sa úplne odstráni pôvodná magnetizácia. Priebeh meraní ilustruje Obr. 1, kde sú v prvej kolónke grafy tepelnej závislosti poklesu magnetizácie J_p a vzrastu magnetizácie J_L . druhá kolónka udáva grafy vzťahu J_p ku J_L . Smernica regresnej krivky udáva ich pomer a tým podľa (2) aj pomer paleopoľa H_p k súčasnému poľu H_L . Tretia kolónka predstavuje priebeh magnetickej susceptibility vzoriek počas náhrevov. Ide o materiálovú konštantu, ktorá musí byť počas celého experimentu zachovaná. Keby sa pri niektorej teplote zmenila znamenalo by to chemickú zmenu materiálu vzorky a ďalšie merania by boli bezpredmetné.

Archeomagnetický výskum črepov južného a juhozápadného Slovenska

Celkovo bolo skúmaných 76 archeologických nálezov keramiky južného a juhozápadného Slovenska. Iniciátorom výskumu bol Archeologický ústav SAV, ktorý požiadal GFÚ SAV o potvrdenie alebo vyvrátenie predpokladaného veku nálezov archeomagnetickou metódou. Všetky merania boli vykonané v Paleomagnetickom laboratóriu GFÚ SAV v Modre. Výsledné hodnoty J_p / J_L boli porovnané s medzinárodnou archeomagnetickou škálou (Bucha 1975), ktorá udáva pomer intenzity geomagnetického poľa v priebehu posledných 9000 rokov k dnešnému poľu (Obr. 2 a 3).

Južné Slovensko

Črepy keramiky boli vzaté z 8 lokalít, a to Biňa, Štúrovo, Santovka, Svodín KD, Žukovce, Svodín a Výčapy-Opatovce. Predpokladaný čas vzniku vzoriek mal byť okolo 4000 r.B.C. Získaný pomer J_p / J_L varíroval v intervale 0.37 – 0.68. Obr. 1 ilustruje priebeh meraní vybraných vzoriek jednotlivých lokalít. Výsledok prezentuje Obr. 2, z ktorého sa dá odvodiť, že rozpätie času vzniku keramiky spadá do obdobia 4900 – 3750 r.B.C.

Juhozápadné Slovensko

Tu boli skúmané črepy keramiky zo 7 lokalít 4 oblastí, a to Bernolákovo (2 lok.), Blatné-Pustky (3 lok.), Pezinok-Grinava (1 lok.), Vištuk (1 lok.). Lokality boli označené rímskymi číslicami od I do VIII (vzorky z lok. IV neboli vhodné pre laboratórne merania). Predpokladaný vek vzoriek podľa archeologických údajov bol nasledovný: lok. I – okolo 6000 r.B.C., lok. II – 6000/5000 r.B.C., lok. III – začiatok 5. stor. B.C., lok. V – 4000 r.B.C., lok. VI – okolo 3500 r.B.C., lok. VII – viac než 3000 r.B.C. a lok. VIII – asi 1300-1400 r.B.C. Výsledky prezentuje Obr. 3. Priebeh demagnetizačných a magnetizačných grafov tejto skupiny bol veľmi podobný skupine z južného Slovenska, uvedenej na Obr. 1. Pred samotným vyhodnotením údajov z Obr. 3 sme sa pokúsili linearizovať priebeh archeomagnetickéj krivky v období medzi rokmi 7000 a 5000 B.C. (čiarkovaná priamka na grafoch u lok. I, II a III). Vzhľadom na archeologické údaje o predpokladanom veku skúmanej keramiky môžeme stanoviť približný vznik

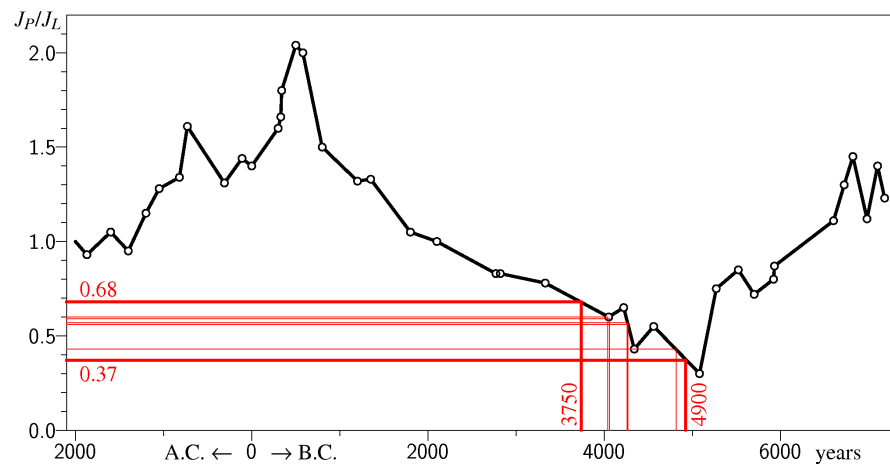
vzoriek z lok. I na 5600 r.B.C., z lok. II na obdobie 5700-5200 r.B.C., z lok. III na 3500 r.B.C., z lok. V na 3500 r.B.C., z lok. VI na 3700 r.B.C. (hodnota 1800 r.B.C. sa zdá byť nereálna), z lok. VII na 3800 r.B.C. a z lok. VIII na 2400 r.B.C.. Vidíme, že až na lok. VIII, všetky archeomagnetické veky pomerne dobre korelujú v rámci chýb merania s vekmi stanovenými archeologickými metódami.

Záver

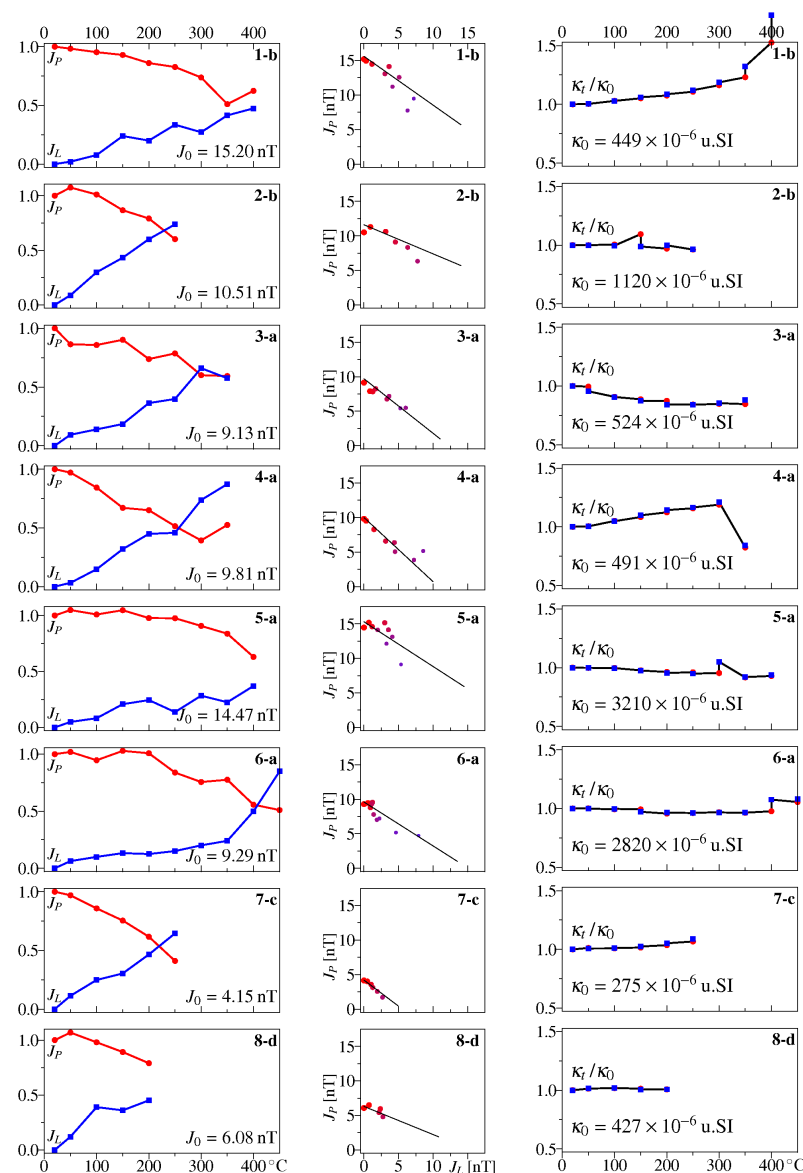
Prezentované výsledky poukazujú na oprávnenosť stanovenia veku archeologických objektov archeomagnetickou metódou. Významne prispievajú k ich presnejšiemu datovaniu. Sú tiež dôležitými údajmi stále sa spresňujúcej celosvetovej archeomagnetickej škály a dôkazom variácií intenzity geomagnetického poľa v historickej minulosti.

Literatúra

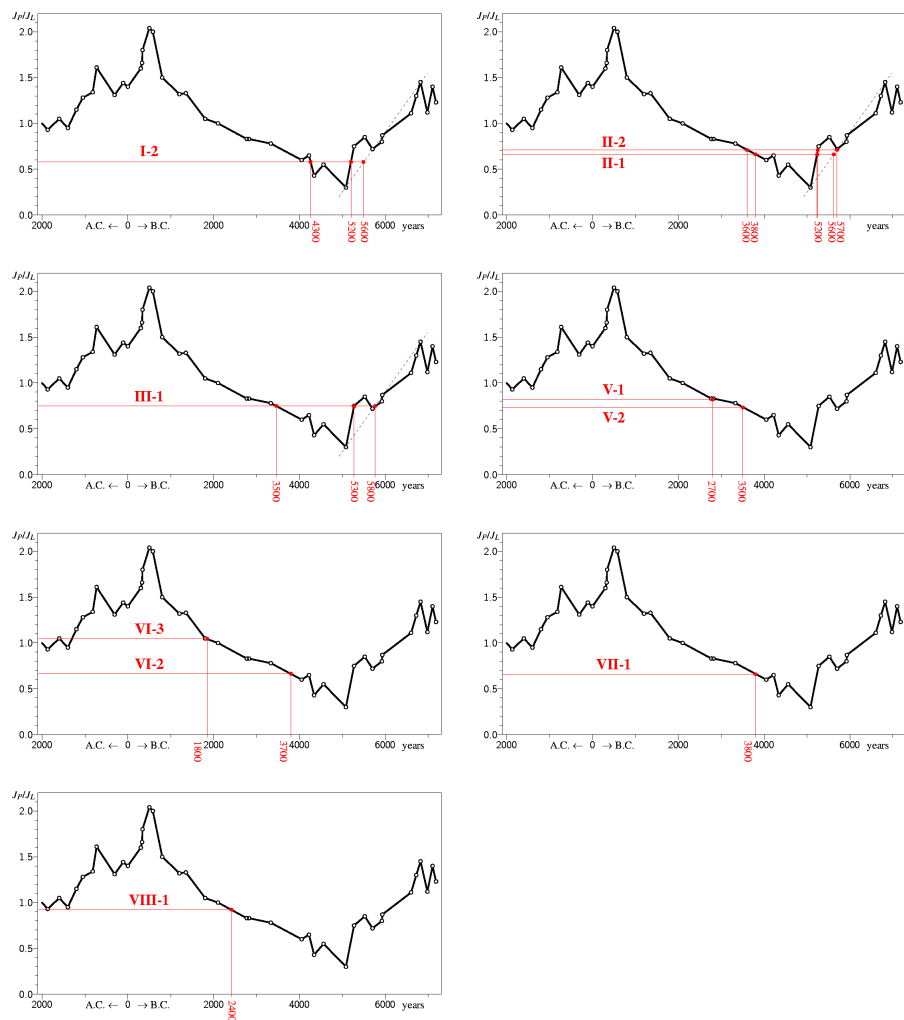
- Thelier E., Thelier O., 1959: Sur l'intensité du champs magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. Ann. géophys., Paris, 15, 285–276.
 Bucha V., 1975: Geomagnetické pole a jeho prínos k objasnení vývoje Země. Academia, Praha, 366.



Obr. 2. Zmeny intenzity geomagnetického poľa, získané z archeomagnetických výskumov v Českej republike (Bucha 1975) a veky črepov keramiky z južného Slovenska, odvodené zo získaných hodnôt J_p/J_L .



Obr. 1. Demagnetizačné (J_p) a magnetizačné (J_L) Theliero ve krivky vybraných vzoriek, normované hodnotou počiatocnej magnetizácie (J_0), J_p/J_L diagramy a tepelná závislosť magnetickej objemovej susceptibility (κ_i), normovanej hodnotou počiatocnej susceptibility (κ_0), meraná po každom tepelnom kroku aplikácie Thelierovej metódy.



Obr. 3. Zmeny intenzity geomagnetického poľa (viď Obr. 2) s interpolovanou priamkou (čiarkovanou) približne medzi 7000–5000 r.B.C. a veky črepov keramiky z juhozápadného Slovenska.