

PALEOMAGNETIC MEASUREMENTS IN THE LOESS SEQUENCES AT PAKS AND DUNAFÖLDVÁR, HUNGARY

M. PÉCSI—M. A. PEVZNER*

In Hungary on the west bank of the Danube, to the south of Budapest occurs a thick loess mantle overlying Pliocene, Pannonian sediments. The chronology of this loess sequence has been discussed for several decades in both the Hungarian and international stratigraphical literature. The interest of students of the Quaternary was aroused particularly by the loess exposure more than 50 m thick in the brick-yard at Paks.¹

Similar to the Paks exposure in respect of its stratigraphy is the loess sequence of the high bank at Dunaföldvár (*Fig. 1.*). According to the investigations carried out so far, the loess and loess-like sediments and the interbedded sand and fossil soil layers embrace the greater part of the Pleistocene. Some authors consider the outcrop at Paks to be a standard section representing the key to the stratigraphy of Hungary's Pleistocene loesses (ÁDÁM—MAROSI—SZILÁRD, 1954; P. KRIVÁN, 1955). In the exposures under consideration the sequence of loess and loess-like sediments is sub-divided into a younger and an older loess member that can be distinctly delineated.

The stratigraphy of the younger loess complex of Hungary

For the precise dating of the younger loesses, several data are available:

1. vertebrate fauna, occurring sporadically with a spectrum indicative of the Upper Pleistocene [Elephas primigenius, Marmota primigenius, Coelodonta antiquitatis, Equus sp. (Würm type), Cervus sp., Cervus elaphus, Alces alces, Bison sp., Rangifer tarandus, Leo speleus; determination by M. KRETZOI];

2. radiocarbon measurements which have produced absolute chronological data for some of the strata of Hungary's younger loesses (*Fig. 2.*).

The rate of deposition of the younger loesses was determined by radiocarbon measurements to be 1 metre per 2000 years (M. PÉCSI 1965).

3. In Hungary and throughout the Carpathian Basin the younger loesses are subdivided by 3 soil complexes, which have been correlated in most of the young loess sequences. The correlations have been performed on the basis of genetic soil types and their geomorphological and stratigraphical position in space (*Fig. 3.*).

a) In the upper one-third of the younger loess sequence, of about 20 to 25 m thickness, mainly sandy loesses and loessic sands are characteristic. In this se-

* Institute of Geology Academy of Sciences, USSR, Moscow

¹ L. ÁDÁM—S. MAROSI—J. SZILÁRD, 1954; A. BRONGER, 1972; B. BULLA, 1937—38; A. HORVÁTH, 1954; P. KRIVÁN, 1955; M. PÉCSI, 1965/a, 1965/b; E. SCHEFF, 1938; P. STEFANOVITS—J. RÓZSAVÖLGYI, 1962; E. SZEBÉNYI, 1954; K. ŽEBERA, 1953.

quence two poorly developed humus carbonate soil horizons can be observed which terminated two phases of dell formation and in-filling (in Fig. 2., horizons h_1 and h_2 of the loess profiles).

b) The 3 soil complexes occurring in the lower two-thirds of the younger loess are of steppe and forest steppe type. These represent double soils in several cases.

The double soil horizons occurring at about 10 m depth in the Paks exposure has been designated the „Mende Upper Soil Complex” because its most typical development occurs in the exposure in the brickyard at Mende. At that locality the charcoal remnants found in the upper layer of the soil complex were radiocarbon tested three times and an age of 28 000 to 29 000 years obtained.² It was on this latter layer that the almost complete skeleton of a mammoth’s calf was discovered (*Elephas primigenius*, juvenile form; determination by M. KRETZOI).

The radiocarbon date obtained for the charcoal recovered from the lower part of the „Mende Upper Soil Complex” at the brick-yard of Solymár, Budapest, was 32 500 years.³

The „Mende Upper Soil Complex” can be observed in most of Hungary’s younger loess exposures, though locally it may have been removed by subsequent erosion. It is for this reason that it is absent from the loess exposure of Dunaföldvár.

The middle soil complex within the younger loess deposits of Hungary was introduced by M. PÉCSI into the literature under the name of „Basaharc Double Soil” (M. PÉCSI, 1965/a). As for the absolute geological age of this complex no reliable information is so far available, although calculations suggest an age of 42 000 to 47 000 years. This level occurs in the Paks exposure at a depth of 16 to 17 m. The soil type is associated with a forest steppe.

The third soil complex subdividing the younger loess sequence has been given the name „Basaharc Base”. A thick chernozem which locally attains thicknesses of 1 to 1.5 m, it can often be recognized in the younger loess deposits and occurs at a depth of about 20 m at Dunaföldvár. It is absent, however, from Paks. Its absolute age is estimated to be about 65 000 years.

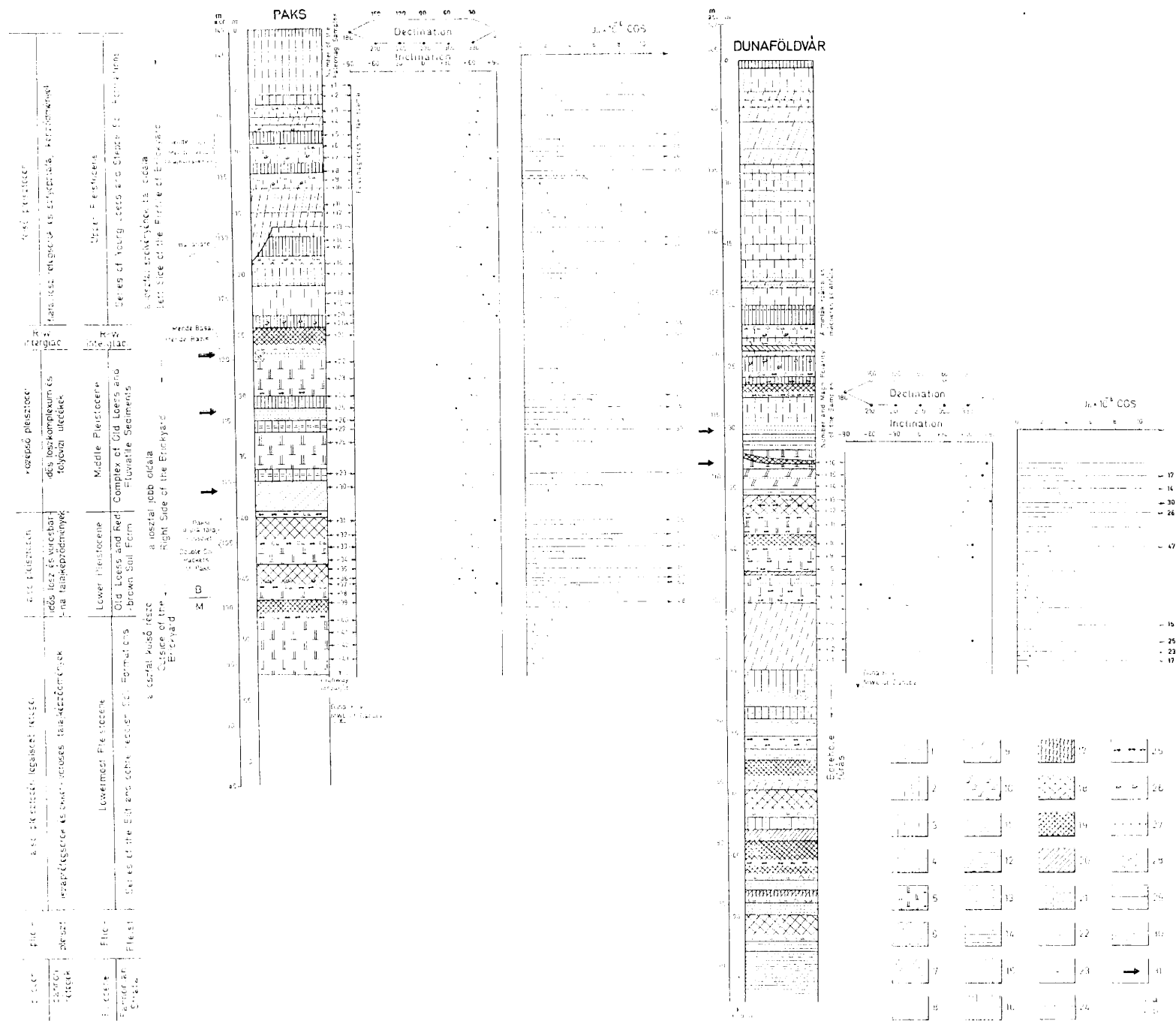
At the base of the younger loesses there is an easily correlated soil complex which is most typically observed in the exposure at the brick-yard at Mende. There and in numerous other loess profiles in Hungary this soil complex consists of a combination of well-developed redbrown forest soils and superimposed chernozem soils (M. PÉCSI 1965/a). The „Mende Base Soil Complex” is typically of an interglacial nature and, as suggested by terrace morphology and paleontology, seems to represent the second half of the last interglacial. In the central section of the Paks exposure it lies at a depth of between 28 and 30 m, and in the southern half of the exposure at between 24 and 25 m; and in the loess profile of Dunaföldvár at 27 m.

Local and regional hiatuses in the younger loess sequence due to erosion

At Paks the buried soil layers are separated from one another mainly by eolian, unstratified loesses and deluvial stratified loess members. Between the „Mende Upper” and „Basaharc Double Soil” layer, and also above the „Mende Base”

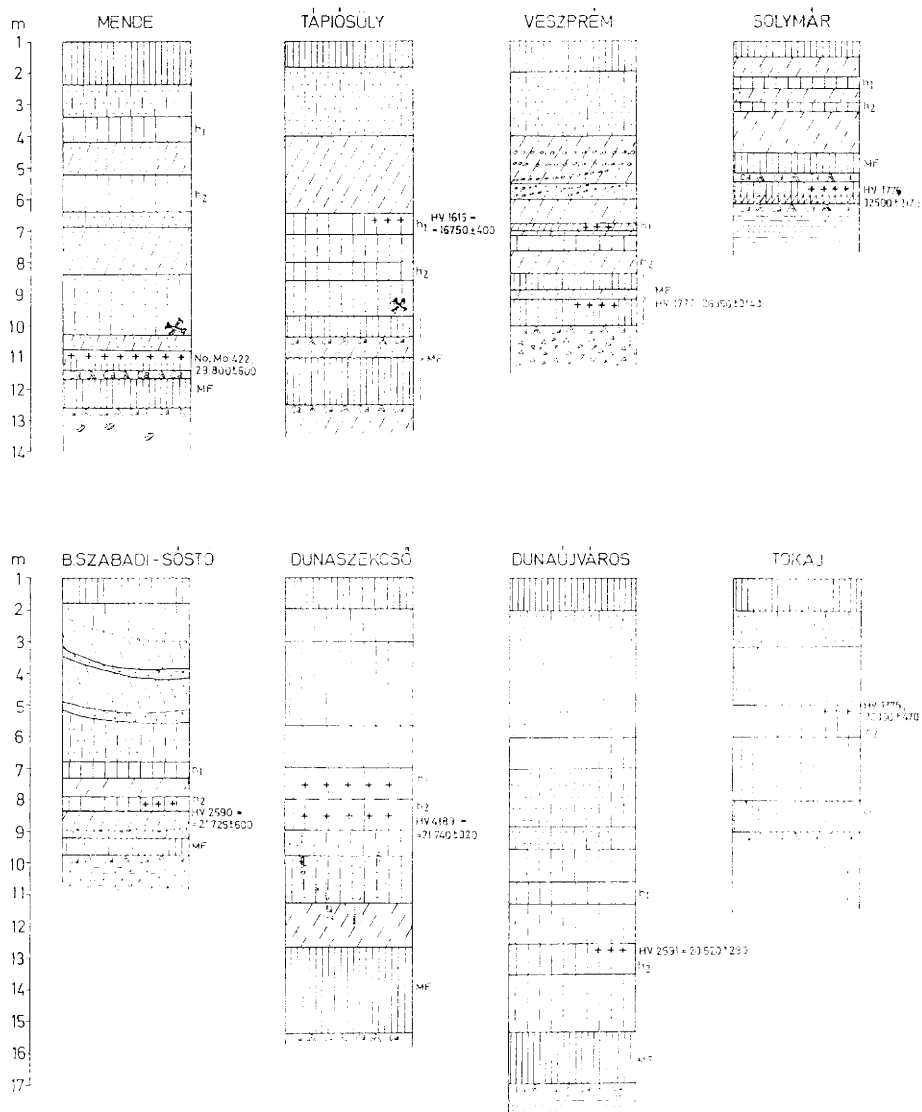
² 29 800 ± 600 Lab. No Mo 422; 27 200 ± 1400 Lab. No. I. 3130; 27 855 ± 1589 Lab. No Hv. 5422

³ 32 500 ± 2170, Lab. No. Hv. 1776



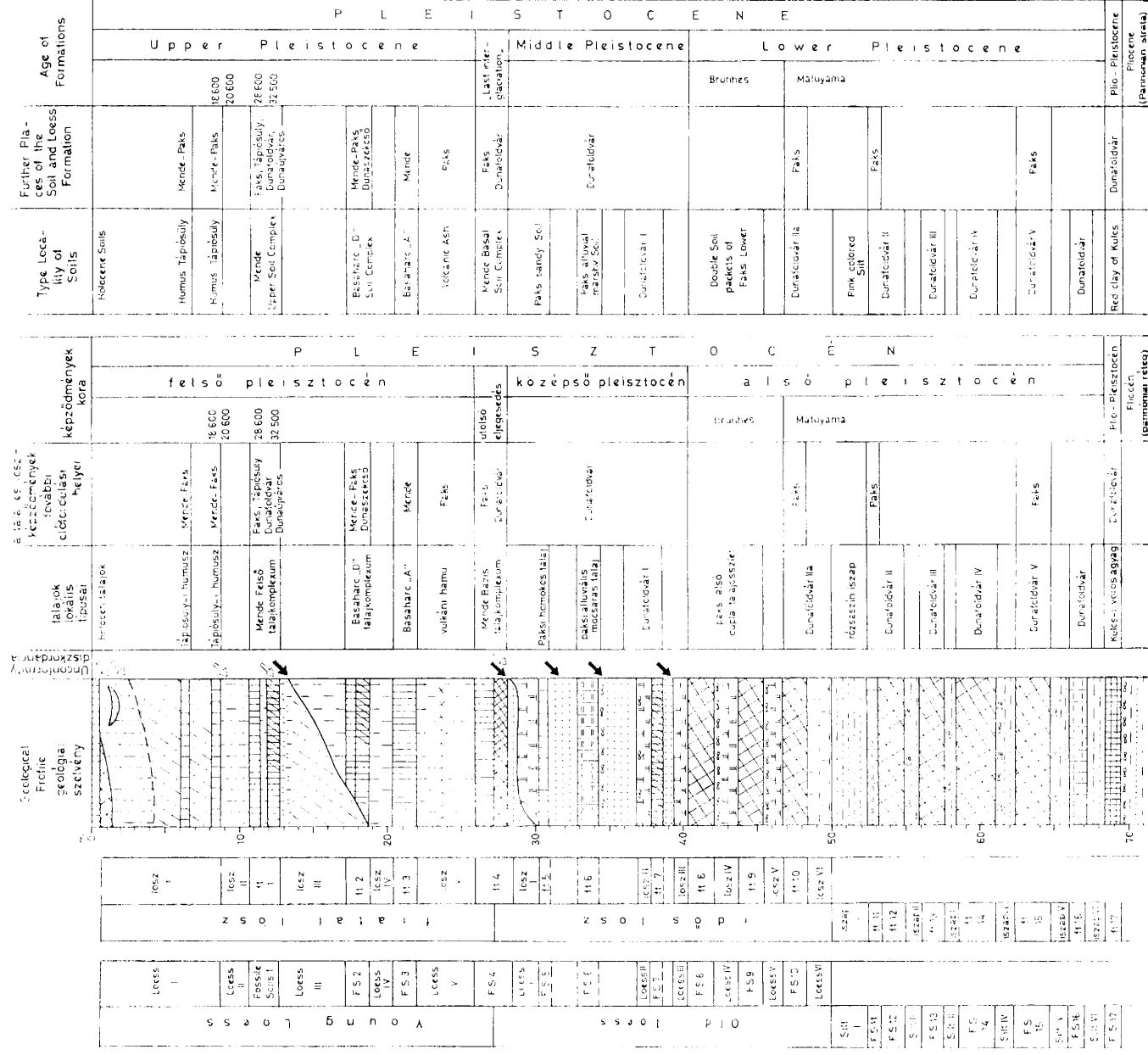
1. ábra. A paksi és dunaföldvári löszfeltárások rétegtani és paleomágneses elemzése (PÉCSI M.—PEVZNER, M. A. 1973). — 1 = finom homok, futóhomok; 2 = löszös homok; 3 = homokos lösz; 4 = lösz; 5 = idős lösz; 6 = lejtőhomok; 7 = löszös lejtőhomok; 8 = homokos lejtőlösz; 9 = lejtőlösz; 10 = agyagos lejtőlösz; 11 = fluviális, proluviális homok; 12 = iszapos homok; 13 = iszap; 14 = agyag; 15 = gyenge humusz horizont; 16 = sztyeptalaj; 17 = csernozjom barna erdőtalaj; 18 = barna erdőtalaj; 19 = „Parabraunerde”, agyagbemosódásos barna erdői talaj; 20 = szemepedolit; 21 = alluviális mocsártalaj; 22 = mészfelhalmozódás; 23 = erős mészfelhalmozódás; 24 = vulkáni hamu; 25 = löszbaba; 26 = krotovinák; 27 = faszénmaradványok; 28 = makrofauna; 29 = réteghatár (éles); 30 = szelvénymegszakítás; 31 = eróziós hiátus; a = természetes mágnesség; b = szekunder mágnesség

Fig. 1. Stratigraphic and paleomagnetic analysis in the loess sequences at Paks and Dunaföldvár (M. PÉCSI—M. A. PEVZNER 1973). — 1 = fine sand, blown sand; 2 = loessy sand; 3 = sandy loess; 4 = loess; 5 = old loess; 6 = slope sand; 7 = loessy slope sand; 8 = sandy slope loess; 9 = slope loess; 10 = clayey slope loess; 11 = sand; 12 = silty sand; 13 = silt; 14 = clay; 15 = weak humus horizon; 16 = steppe-type soil; 17 = chernozem brown forest soil; 18 = brown forest soil; 19 = grey-brown forest soil 20 = semipedolite; 21 = alluvial marshy soil; 22 = calcium carbonate accumulation; 23 = strong calcium carbonate accumulation; 24 = volcanic ash; 25 = loess doll; 26 = krotovinen; 27 = charcoal; 28 = macrofauna; 29 = boundaries of packs, definite; 30 = discontinuity of profile; 31 = linear dissection a = natural remanent magnetism; b = secondary magnetism



2. ábra. Rádiószén adatok a magyarországi löszfeltárásokból. — A C^{14} elemzéseket a Hannoveri Földtani Intézet és a Moszkvai Akadémiai Földtani Intézet laboratóriumai a löszrétegekből gyűjtött faszén darabokból végezték. (Jelmagyarázat az 1. ábránál.)

Fig. 2. Radiocarbon data of the loess profiles in Hungary. — The C^{14} analyses have been carried out on the basis of the charcoal pieces from the loess strata collected by the laboratories of the Geological Institute of Hannover and the Geological Institute of the Academy of the USSR, Moscow. (See legends on the Fig. 1.)



3. ábra. Magyarországi löszfeltárások általánosított rétegtani tagolása (Pécsi M. 1973). (Jelmagyarázat az 1. ábránál)
 Fig. 3. Generalized stratigraphical division of the Hungarian loess profiles. (PÉCSI M. 1973). (See legends on the Fig. 1.)

soil layer, locally loess-filled dells can also be observed. This suggests that the accumulation of loess was not completely undisturbed, the occurrence of minor hiatuses due to erosion-derasion processes seems plausible.

An erosional hiatus of substantially greater significance occurs below the „Mende Base” soil layer. This is represented, both at the Paks and Dunaföldvár exposures, by interbedded layers of fluvial and proluvial sands respectively (*Fig. 3.*).

The stratigraphy of Hungary's older loesses

The older loesses underlie the afore-mentioned erosional hiatus. In the entire Middle Danube Basin it is at the Paks and Dunaföldvár exposures that their total thickness is greatest attaining about 30 m thickness at Paks and more than 40 m at Dunaföldvár. Both at Paks and Dunaföldvár, the older loesses underlying the „Mende Base Soil Complex” are characterized by interbedded fluvial and proluvial sediments. In a sequence of about 10 m thickness almost half of the strata are represented by sands, the rest being compact, stratified loesses less rich in lime. Locally, layer of intermittent calcium-carbonate concretions occur in the older loess sequence. At Paks, in addition, two marshy soil levels are present, while at Dunaföldvár one brown forest soil horizon can be observed (*Fig. 1.*).

Information on the age of this upper sequence of the older loesses is scant. At Paks, remnants of the teeth and tusks of „*Elephas trogontherii*” were twice recovered from the older loesses underlying the „Mende Base Soil”. (Unfortunately, the exact stratigraphical position could not be identified because of the blasting method of mining used.) The top of the older loesses (at a depth of between 26 and 40 m at Paks) is characterized by a marked hiatus due to erosion and by the occurrence of interbedded fluvial and proluvial sediments. The *relative age of these beds* has been assigned to the „Middle Pleistocene” (M. PÉCSI 1972).

Below the above Middle Pleistocene sequence an additional older loess sequence of about 13 to 15 m in thickness can be studied in the Paks brick-yard and in the loess outcrop outside it. It also occurs in the loess exposure at Dunaföldvár. This lower sequence is interrupted by three marked fossil soil layers, red-brown in colour. In the Paks exposure there are two typical soil complexes of the same character totalling some 5 to 6 m in thickness and termed the „*Paks Lower Double Soil Complex*” (*Fig. 1.* 40—46 m interval). At the base of each soil level a considerable accumulation of lime has developed in which great loess concretions can be found. At Dunaföldvár the „*Paks Double Soil Complex*” occurs in a similar position, but the soils are somewhat less thick there (*Fig. 1.* 36 to 40 m interval).

At the base of the loess bluff at Dunaföldvár a borehole of some 25 m depth intersected 5 additional soils, of Mediterranean type and ochre-red in colour (*Fig. 1.*). These soil layers are separated by a thin silt-like layer of a few ten centimetres thickness, which in two cases was observed, by meadow soils and fluvial sands and silts. This sequence rests on (Upper) Pannonian clay-silt sediments. Along the outcrop of the high bank of the Danube the surface of the (Upper) Pannonian beds comprises in several places a red-brown layer which formed during a period of subaerial weathering after the withdrawal of the Pannonian inland sea during the Late Pliocene. More specifically, it is this red clay that forms the base of the 50 to 80 m-thick loess mantle on the right bank of the Danube. Its

most typical outcrop occurs at the village of Kules along the high bank of the Danube, hence the name „Red Clay of Kules” (RÓNAI A. et al. 1965).

The stratigraphical, paleontological and paleopedological data available are still insufficient to provide a more exact dating of Hungary's older loesses or to enable one to correlate them with the older loess sequences of other countries. In the following we therefore attempt to use the successful paleomagnetic measurements of recent years to obtain a loess chronology and to make international correlations.

Paleomagnetic measurements

For the purpose of paleomagnetic measurements, the younger and older loesses at the Paks brick-yard and in the outcrop at Kálvária Hill at Dunaföldvár were sampled at intervals of 1 m and at any change in lithology. The exposure, designated Paks-II, lies some 2 km north of the brick-yard exposure and there the oldest loess sequence of the area can be studied on the surface. About 60 samples were collected. Two or three cubes with 24 mm sides were made of each sample, and were analysed with the help of an ION-I rock generator at the Laboratory on Paleomagnetism of the Geological Institute of the Academy of Sciences of the USSR.

Each sample was analysed twice, first in an *in situ* position, and then in the reverse position, after two weeks of storage. Having been recovered from strata of different lithologies — loess, fossil soils, loams, etc. —, the samples quite naturally displayed different magnetic characteristics. The value of the natural remanent magnetism of the samples varied between $0,5 \times 10^{-6}$ and 130×10^{-6} , with a mode of $5-20 \times 10^{-6}$ CGSM. The magnitude of the viscous magnetization observable during 2 weeks in the samples showed a 1-60-65% variation as compared with the stable magnetization of the samples. Each sample was subject to thermal demagnetization at 200°C for 1 to 1.5 hours during which 50 to 95% of the original magnetization was lost.

The demagnetization of 17 samples of different lithologies in alternating current has proved that this type of magnetic purification is less efficient because of the heavy re-magnetization the samples have undergone in the weak magnetific field. Several samples were considerably remagnetized at an amplitude of 140 Oe already. This increase in magnetic force was practically observed in every sample at 280 Oe.

On the basis of the laboratory analysis, it can be started that the examined samples have a stable magnetization and the increase of magnetization does not impede the use of the samples in paleomagnetic measurements.

Every sample had a considerable secondary magnetization which is largely impermanent and which is practically lost during the course of thermal demagnetization.

As shown by *Fig. 1*, most of the samples collected had a normal magnetization. Reverse magnetization was observed only in the „Paks-II” exposure, below the „Paks Lower Double Soil Complex”, and in the old loesses and in those occurring between the „Paks Lower Double Soil Complex” and the „Kamenny Loess” at the Dunaföldvár exposure.

A comparison of geological and paleomagnetic data demonstrates that the strata of the above exposures with reverse magnetization must have been formed between the Matuyama and Brunhes paleomagnetic periods 690,000 years BP.

What is not yet clear is the cause of the normal magnetization of the „Kamenny loesses” of Dunaföldvár. It is hoped, however, that this problem may be resolved by the paleomagnetic analysis of the even older soil complexes of Dunaföldvár.

Summary

In the Paks loess exposures the Brunhes—Matuyama epoch-border of 690 000 years detected by the palaeomagnetic method was to be found in the older loess sequence below the „Paks Double Soil” being in the level of the bottom of the brick-yard (in about 47 m of the section). According to this the „Paks Double Soil” is older than the Günz and possibly it developed during the Donau-Günz interglacial (Waal). As Dunaföldvár is concerned, this epoch-border can be found in the older loess sequence in the level of 42 m.

It was estimated that the younger loesses — the upper 25—27 m of the sequence — of both of these exposures are of an age of about 100 000 years. This means that there are very considerable erosional hiatus of layers in the sequence of 10—15 m thickness (see on the Figure 1. between 27 and 42 m) between the „Mende Base Soil Complex” of an age of about 110 000 or 120 000 years, on the one hand, and the „Paks Lower Double Soil” of an age of about 600 000 years, on the other. Of this sequence the old loess and mainly the fluvatile-proluvial sand are characteristic.

The Paks—Dunaföldvár loess exposures are providing us with additional proofs of incomplete sedimentation mainly in the Middle Pleistocene in the marginal areas of the Great Hungarian Plains.

PALEOMÁGNESES VIZSGÁLATOK A PAKSI ÉS A DUNAFÖLDVÁRI LÖSZÖSSZLETBEN

PÉCSI M.—PEVZNER, M. A.*

A magyarországi Duna alföldi szakaszának jobb partján, Budapesttől D-re vastag lösztakaró telepszik pliocén, pannóniai üledékekre. A hazai és a nemzetközi földtani-rétegtani irodalomban több évtizede foglalkoznak e löszrétegsor kronológiájával. Különösen a paksi téglagyár több mint 50 m vastag löszfeltárása keltette fel a negyedkorkutatók érdeklődését.¹

A paksi feltáráshoz hasonlóan gazdagon tagolt a dunaföldvári magaspart löszrétegsora is (1. ábra). Az eddigi kutatások szerint a lösz és löszszerű üledékek, valamint a közbezárt homok- és fosszilis talajrétegek a pleisztocén időszak nagyobb részét magukba foglalják. Egyesek a paksi feltárást a magyarországi pleisztocén löszök rétegtana alapszelvényének tartják (ÁDÁM—MAROSI—SZILÁRD, 1954; KRIVÁN P., 1955.). A szóbanforgó feltárásokban a lösz és a löszszerű üledéksor határozottan egy fiatalabb és egy idősebb löszösszletre tagolódik.

A magyarországi fiatalabb lösz tagolódása

A fiatalabb lösz korának közelebbi meghatározására több adat áll rendelkezésre:

1. Gerinces fauna, elszórtan jelentkezik, ezek spektruma felső pleisztocénra utal [Elephas primigenius, Marmota primigenius, Coelodonta antiquitatis, Equus sp. (würm típus), Cervus sp., Cervus elaphus, Alces alces, Bison sp., Rangifer tarandus, Leo speleus; meghatározta: KRETZOI M].

2. Az egyes rétegekből radiocarbon vizsgálatokkal abszolút kronológiai adatokat is nyertünk (2. ábra).

A fiatalabb löszök lerakódásának sebességét a radiocarbon vizsgálatok eredményei alapján 1 m/2000 évben állapítottuk meg (PÉCSI M. 1965).

3. A fiatalabb löszöket hazánkban, ill. a Kárpát-medencében 3 talajkomplexum tagolja. Ezeket a talajkomplexumokat számos löszfeltárásban egymással párhuzamosítottuk. A párhuzamosítást a talajok genetikai típusa, térbeli geomorfológiai-rétegtani helyzete alapján végeztük el, felhasználva az előbb említett adatokat is (3. ábra).

a) A mintegy 20—25 m vastag, fiatalabb löszrétegsor felső harmadára többnyire homokos lösz és löszös homok a jellemző. Ebben két, gyengén fejlett humuszkarbonát talajsint figyelhető meg, mely két delleképződési és feltöltési fázist zárt le (lásd 2. ábra löszszelvényeit: h_1 és h_2 rétegek).

* A SZUTA Földtani Intézetének munkatársa.

¹ ÁDÁM L.—MAROSI S.—SZILÁRD J., 1954; BRONGER A., 1972; BULLA B., 1937—38; HORVÁTH A., 1954; KRIVÁN P., 1955; PÉCSI M., 1965/a, 1965/b; SCHERF E., 1938; STEFANOVITS P.—RÓZSAVÖLGYI J., 1962; SZEBÉNYI L.-NÉ, 1954; ZEBERA K., 1953.

b) A fiatalabb lösz alsó kétharmadában található 3 talajkomplexum sztyep és erdős sztyep típusú. Több esetben ezek kettős talajok.

A paksi feltárásban kb. 10 m mélységben előforduló kettőzött, mezőségi típusú talajt a „Mende Felső talajkomplexum”-mal párhuzamosítottuk. A mendei téglagyár feltárásában a kettőzött, mezőségi talajkomplexum felső szintjében talált faszénmaradványokat radiocarbon módszerrel három ízben is megvizsgálták és 28—29 000 évesnek bizonyultak.² Ez utóbbi rétegen feküdt közvetlenül egy mammutborjú csaknem teljes csontváza (*Elephas primigenius* fiatal forma, meghatározta: KRETZOI M.).

A „Mende Felső talajkomplexum” alsó részéből, a budapest-solymári téglagyár feltárásból előkerült faszén radiocarbon kora 32 500 év³. A „Mende Felső talajkomplexum” a legtöbb magyarországi fiatalabb löszfeltárásban megfigyelhető; előfordul azonban, hogy helyenként utólagosan erodálódott. Így pl. a dunaföldvári feltárásból is hiányzik.

— A magyarországi fiatalabb löszökben a középső talajkomplexumot PÉCSI M. „*Basaharc Dupla talaj*” néven vezette be az irodalomba (PÉCSI M. 1965/a). E talajkomplexum abszolút korára még nem állnak rendelkezésünkre megbízható adatok. Valószínűsíthető kora, a fiatal löszök lerakódási sebességéből számított érték alapján, 42—47 000 év. Ez a szint a paksi feltárásban 16—17 m mélységben jelentkezik. A talaj típusa erdős sztyep jellegű.

— A fiatalabb löszöket tagoló harmadik talajkomplexum a „*Basaharc Alsó*” megnevezést kapta. Ez a vastag, helyenként 1—1,5 m-t is meghaladó csernozjom a magyarországi fiatalabb löszkötegekben gyakran felismerhető, Dunaföldvártól kb. 20 m mélységben, a paksi feltárásból azonban hiányzik. Abszolút kora — számított értékek alapján — mintegy 65 000 évre becsülhető.

— A fiatalabb löszök bázisában egy jól korrelálható talajkomplexum helyezkedik el, mely legtípusosabb a mendei téglagyár feltárásában. Itt és számos más magyarországi löszszelvényben ez a talajkomplexum egy jól fejlett vörösbarna erdőtalaj, és a rátelepülő csernozjom talaj együtteséből áll (PÉCSI M. 1965/a). Ez a körülmény, továbbá a teraszmorfológiai és paleontológiai adatok arra utalnak, hogy a „Mende Bázis talajkomplexum” az utolsó interglaciális folyamán képződött. A paksi feltárásban ezt a talajképződeményt 25 m mélységben, a dunaföldvári feltárásban pedig 27 m mélységben találtuk meg.

Lokális és regionális eróziós hiátusok a fiatal löszösszletben

A fentebb röviden jellemzett eltemetett talajrétegek között Pakson főként eolikus rétegzetlen lösz és deluviális rétegzett löszkötegek fordulnak elő. A „Mende Felső” és a „Basaharc Dupla talaj” kötegek között, úgyszintén a „Mende Bázis” talajréteg fölött löszrel kitöltött lokális dellék is megfigyelhetők. Ez azt jelenti, hogy a löszfelhalmozódás nem volt teljesen zavartalan, kisebb eróziós-deráziós folyamatok miatt réteghiányokkal is számolni kell.

Az előbbieknél lényegesen jelentősebb eróziós hiátus mutatkozik a „Mende Bázis” talajréteg alatt. Erre mind a paksi, mind a dunaföldvári feltárásban folyóvízi homok, ill. proluviális homok közbetelepülés utal (3. ábra).

² 29 800 ± 600 Lab. No Mo 422; 27 200 ± 1400 Lab. No. I. 3130; 27 855 ± 1589 Lab. No Hv. 5422

³ 32 500 ± 2170, Lab. No Hv. 1776.

Az idősebb löszök tagolódása

Az előbb említett eróziós hiátus alatt települnek az idősebb löszök. Ezek teljes vastagsága a középső Duna-medencében éppen a paksi és a dunaföldvári feltárásban a legszámottevőbb. Pakson mintegy 30 m, Dunaföldváron pedig meghaladja a 40 m-t. Mind Pakson, mind Dunaföldváron a „Mende Bázis talajkomplexum” alatt települő idősebb löszöket a fluviális-proluviális üledékek közbeékelődése jellemzi. A mintegy 10 m vastag összletben a rétegek csaknem fele homok, a nagyobbik fele tömött, rétegzett, mészből szegényebb lösz. Helyenként az idősebb löszrétegekben mészkonkréciós szintek fordulnak elő. Pakson ezenkívül két mocsár-talajszint, Dunaföldvárott pedig egy erodált barna erdőtalaj figyelhető meg (1. ábra).

Az idősebb löszök e felső rétegösszletének korára kevés információs adat áll rendelkezésünkre. Pakson a „Mende Bázis talaj” alatt fekvő idősebb löszökből két ízben „Elephas trogontherii” fog- és agyarmaradvány került elő. (Sajnos, a pontos rétegtani hely a robbantásos bányászati módszer miatt nem volt rögzíthető.) Az elmondottak alapján az idősebb lösz felső része (Pakson 26—40 m között) erőteljes eróziós hiátussal, illetve fluviális-proluviális üledék közbetelepüléssel jellemezhető. E rétegek *relatív* korát a „középső pleisztocénba” soroltuk (PÉCSI M. 1971, 1972).

— E középső pleisztocénnek jelzett rétegsor alatt a Paksi téglagyárban és a téglagyáron kívüli löszfeltárásban, ill. a dunaföldvári löszfalban még további, mintegy 13—15 m vastagságú idősebb löszösszlet tanulmányozható közvetlenül a Duna menti magas löszpart oldalában. Ezt az alsóbb összletet 3 igen erősen fejlett, vörösbarna fosszilis talajréteg osztja meg. A paksi feltárásban két azonos jellegű, összesen mintegy 5—6 m vastag, sajátos talajkomplexum települ, melyet „Paksi Alsó dupla talajösszlet” néven jelölünk (1. ábra, 40—46 m között). Az egyes talajszintek alján erőteljes mészfelhalmozódás képződött, melyben nagyméretű löszbabák, konkréciók találhatóak. Dunaföldvárott hasonló helyzetben települ a „Paksi Dupla talajösszlet”, de a talajok itt valamivel vékonyabbak (1. ábra, 36—40 m között).

A dunaföldvári magaspárt aljában mélyített 25 m mélységű fúrásban további 5 okkervörös színű mediterrán jellegű talajt harántoltunk (1. ábra). E talajok közé csupán néhány dm vastag, 3 siltszerű réteg, ill. 2—2 esetben réti talaj és fluviális homok-iszap ékelődött be. E rétegsor (felső) pannóniai agyagos-iszapos üledékekre telepszik. A (felső) pannóniai rétegek a dunai magaspárt feltárásában több helyen vörösvagyag-réteggel zárulnak, mely a pannóniai beltenger visszahúzódása után a felső pliocénban szárazföldi mállástermékként képződött. Tulajdonképpen ez a vörösvagyag képezi a Duna jobbparti 50—80 m vastag lösztakaró bázisát. Legtípusosabban Kulcs községnél a dunai magaspárt mentén tárult fel, innen az elnevezése „Kulcsi vörösvagyag” (RÓNAI A. et al. 1965).

Mivel a magyarországi idősebb löszök rétegtani beosztására, továbbá más országok idősebb löszrétegsorával való párhuzamosítására a rétegtani, paleontológiai, paleopedológiai adatok még hiányosak, kísérletet teszünk arra, hogy az utóbbi időben eredményesen alkalmazott paleomágneses vizsgálatokat a löszkronológia, ill. a nemzetközi korrelálás szolgálatába állítsuk.

Paleomágneses vizsgálatok

A mintákat a paleomágneses vizsgálatok elvégzéséhez a paksi téglagyári feltárás fiatal, idős és a Dunaföldvár kálvária-hegyi feltárás idős löszéből egy méterenként gyűjtöttük be, ezenkívül minden litológiai rétegváltozás esetében is. A Paks II-vel jelölt feltárás a téglagyári feltárástól kb. 2 km-re É-ra fekszik, ahol e terület legidősebb löszösszlete külszíni feltárásban tanulmányozható. Kb. 60 mintát gyűjtöttünk. Minden egyes mintából 2—3 db 24 mm-es kockát készítettünk. Mérésünk ION-I közetgenerátoron, a Szovjetunió Tudományos Akadémia Földtani Intézetének paleomágneses laboratóriumában történt.

Minden mintát kétszer mértünk meg. Először in situ helyzetben 3 hónapos, majd ellentétes helyzetben 2 hetes tárolás után. Mivel a mintákat különböző litológiai sajátosságú rétegekből — lösz, fosszilis talajok, vályogok — gyűjtöttük össze, így természetesen mágneses jellegzetességeik is különböztek. A mintákban a természetes remanens mágnesezettség nagysága — a leggyakrabban előforduló $5-20 \times 10^{-6}$ CGSM mellett — $0,5 \times 10^{-6}$ és 130×10^{-6} CGSM között ingadozott. A mintákban 2 hét alatt mutatózó viszkozus mágnesezettség nagysága a minták stabil mágnesezettségéhez viszonyítva 1—60—65%-os változást mutatott. Minden egyes mintát termolemagnesezésnek vetettük alá, 200 C°-on 1—1,5 órán át. Az eljárás alatt a minták eredeti mágnesezettségük 50—95%-át elvesztették.

A 17 db, litológiaiailag különböző minta váltóáramú lemagnesezése bebizonyította, hogy ez a mágneses tisztítás kevésbé hatásos, miután a minták már a gyenge mágneses térben erősen felmagneseződtek. Több minta már 140 Oe amplitúdójú mágneses térben jelentősen felmagneseződött. Gyakorlatilag ez a mágneses erőnövekedés minden egyes mintánál 280 Oe amplitúdónál jelentkezett.

A laboratóriumi vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a megvizsgált minták stabil mágnesezettséggel rendelkeznek, a mágnesezettség növekedése nem akadályozza meg a minták paleomágneses vizsgálatokban való felhasználását.

Minden egyes minta jelentős másodlagos mágnesezettséget mutatott, ami csak kis mértékben állandó és a termolemagnesezés során gyakorlatilag teljesen megsemmisül.

Amint az *I. ábrán* látható, a begyűjtött minták többsége normális mágnesezettséggel rendelkezett. Fordított mágnesezettséget csak a Paks II feltárásban, a „Paksi Alsó dupla talajösszlet” alatt, valamint a dunaföldvári feltárás idős löszeiben tapasztaltunk, ez utóbbi helyen is a „Paksi Alsó dupla talajösszlet” és a köves, durvahomokos „kamennij lösz” közötti rétegekben.

A geológiai és a paleomágneses adatok egybevetése alapján feltételezhető, hogy — a fent említett feltárásokból származó fordított mágnesezettséget mutató rétegek a Brunhes—Matuyama paleomágneses poláris korszakban keletkeztek, ill. a Brunhes—Matuyama paleomágneses korszak határán, amelynek kora 690 ezer év.

Ez idő szerint még nem világosak a dunaföldvári „kamennij löszök” normál mágnesezettségének okai. Ezt a kérdést — remélhetőleg — a dunaföldvári még idősebb talajösszletek paleomágneses vizsgálatával sikerül megoldani.

Összefoglalás

A paksi löszfeltárásban a paleomágneses módszerrel kimutatott Brunhes—Matuyama 690 ezer éves korszakhatár a téglagyári bányatelep szintjében fekvő „Paksi Dupla talaj” alatti idősebb löszösszletben volt kimutatható (a szelvény kb 47 m-ében). Eszerint a „Paksi Dupla talaj” idősebb, mint a günz, feltehetően

a donau-güenz interglaciális (Waal) során alakult ki. Dunaföldváron pedig e korzakhatár a 42 m-en levő idősebb löszösszletben fekszik.

Mindkét feltárás fiatalabb löszeinek — a felső 25—27 m-nyi összletnek — a korát vizsgolt mintegy 100 ezer évre becsültük. Tehát a kb. 110—120 ezer éves „Mende Bázis talajkomplexum” és a mintegy 600 ezer éves „Paksi Alsó dupla talaj” közötti időszak löszrel és főleg fluviatilis-proluviális homokkal jellemzett 10—15 m-es összletben (l. az *1. ábrán* 27—42 m között) igen számottevő eróziós réteghiányokkal kell számolni. A paksi—dunaföldvári löszfeltárások az alsó, de főként a középső pleisztocén üledéghiányos kifejlődésének újabb bizonyítékát nyújtják az Alföld-peremeken.

BIBLIOGRAPHY — IRODALOM

- ÁDÁM L.—MAROSI S.—SZILÁRD J. 1954: A paksi löszfeltárás. (The loess profile of Paks.) — Földr. Közl. 2 (78), p. 239—254.
- BRONGER, A. 1972: Zur Mikromorphologie und Genese von Paläoböden aus Löss im Karpatenbecken. — *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Polniczych*. Wrocław, 123, p. 607—615.
- BULLA, B. 1937—38: Der pleistozäne Löss im Karpatenbecken. — Földt. Közl. 67, p. 196—215, 289—309; 68, p. 33—58.
- HORVÁTH A. 1954: A paksi pleisztocén üledékek csigái és értékelésük. (Molluscs of the Pleistocene sediments of Paks and their evaluation.) — *Állattani Közl.* XLIV, 3—4, p. 171—185.
- KRIVÁN P. 1955: A közép-európai pleisztocén éghajlati tagolódása és a paksi alapszelvény. (Distribution of the Central European Pleistocene climate and the loess profile of Paks.) — *Magyar Áll. Föld. Int. Évkönyve*. 43. 3. p. 365—400.
- PÉCSI, M. 1965/a: Zur Frage der Typen der Löss- und lössartige Sedimenten in Karpatenbecken und ihrer lithostratigraphischen Einteilung. — Földr. Közl. 13, (89), p. 305—323.
- PÉCSI, M. 1965/b: Genetic classification of the deposits constituting the loess profiles of Hungary. — *Acta Geol. Sci. Hung.* IX., p. 65—84.
- PÉCSI, M. 1972: Scientific and practical significance of loess research. — *Acta Geol. Sci. Hung.* 16, p. 317—329.
- PÉCSI, M.—SZEBÉNYI, L.-NÉ 1971: Guide-book for Loess Symposium in Hungary — IGU European Reg. Conference. Budapest, p. 53.
- RÓNAI, A.—BARTHA, F.—KROLOPP, E.—MIHÁLYI-LÁNYI I., 1965: Das Profil des Lössaufschlusses von Kulcs. — Földr. Közl. 13. (89), p. 361—370.
- SCHERF E., 1938: Versuch einer Einteilung des ungarischen Pleistozäne auf moderner polyglazialistischer Grundlage. — *Verhandlungen der III. Internationalen Quartär-Konferenz*. Wien, p. 237—247.
- STEFANOVITS P.—RÓZSAVÖLGYI J. 1962: Újabb paleopedológiai adatok a paksi szelvényről. (Weitere paleopedologische Angaben über das Bodenprofil von Paks.) — *Agrokémia és Talajtan*. p. 143—160.
- SZEBÉNYI L.-NÉ 1954: Adatok a paksi löszfal genetikai viszonyaihoz. (Contributions to the genetic conditions of the Paks loess profile.) — *Agrokémia és Talajtan*. p. 405—410.
- ŽEBERA K. 1953: Beszámoló a magyarországi negyedkori képződményeken végzett tanulmányutam tapasztalatairól. (Experiments of the Hungarian fieldtrip.) Földt. Int. Évi Jelentése, p. 529—539.