

**Palaeoecological conditions  
of the Carpathian Basin  
during an climatic event of  
the Upper Weichselian**

**Part I.**

by

**Pál Sümegi - Endre Krolopp**

**Abstract:** According to quartermalacological analyses of radiocarbon dated loess profiles some different paleoclimatic events and paleoecological stages could have been reconstructed in Hungary during the Upper Weichselian. Between 16000-18000 BP a remarkable, paleoecologically characteristic period was found. Besides the significant dominance of *Punctum pygmaeum*, *Vestia turgida* was present in this period, so it was separated as a *Punctum pygmaeum*-*Vestia turgida* zonula. This quartermalacological zonule of the Upper Weichselian having a relatively gentle climate and favorable rainfall distribution has been found to be identical with the Sagvar-Lascaux interstadial.

**Keywords:** Upper Weichselian, loess, paleoecology, climatic changes, interstadial, malacothermometer, Carpathian Basin.

### Introduction

The late Pleistocene environmental history of Hungary can be regarded as one of the missing links in our understanding of the last glacial development of Europe. In terms of its location and geology Hungary provides an important area of low relief within the main mountain ranges of Central Europe (Carpathians, Alps, Dinaric Alps).

**Sümegi Pál - Krolopp Endre**

**A Kárpát-medence  
őskörnyezeti állapota  
a felső-würm egy  
éghajlati eseménye során**

**I. rész**

**Kivonat:** A radiokarbon adatokkal korolt magyarországi löszszelvények quartermalakológiai elemzése alapján különböző paleoklimatológiai eseményeket és paleoökológiai szinteket lehetett rekonstrálni a felső-würm során. 16000 és 18000 évek között felfigyeltünk egy markánsan jelentkező, őskörnyezetileg jól jellemezhető szakaszra. Ezt a periódust a *Punctum pygmaeum* erőteljes dominanciája mellett és a *Vestia turgida* jelentlével jellemeztük, így ezt a szintet, *Punctum pygmaeum*-*Vestia turgida* zonulaként különítettük el. Ezt a relatíve enyhébb és kedvező csapadékeloszlású felső-würm korú quartermalakológiai zonulát Ságvár-Lascaux interstadiálissal szinkronizáltuk.

**Kulcsszavak:** Felső-würm, lösz, őskörnyezet, éghajlatváltozások, malakohőmérő, interstadiális, Kárpát-medence.

### Bevezetés

A hegymedence területekkel (Kárpátek, Alpek, Dinári-hegység) koszorúzott, alacsonyabb térszínekkel jellemző Magyarország területén lezajlott negyedidőszak végi környezeti fejlődések hiányzó láncszemet alkotnak az európai utolsó glaciális kifejlődésének megértésében. Magyarország területe ugyanis, mint jégmentes terület igen

As an unglaciated region during the last glacial period (DENTON - HUGHES, 1981), Hungary may have provided an important refuge for temperate fauna and flora and one of the first regions into which refugial populations, located in the Carpathian mountains, expanded in the interstadial and interglacial times. Probably, the most important area of the deciduous and coniferous tree relict/refugial spots (STIEBER, 1967, WILLIS et al. 1995, 1997, 2000) could be on the borderline of the low mountain region and alluvial plain where changeable micromorphological surface and different micro-climatic spots could evolve (SÜMEGI-HERTELENDI, 1998, DELI et al. 1996, DELI-SÜMEGI, 1999).

The snail shells are the most frequent type of macroscopic paleontological remains to occur in the Hungarian loess profiles (KROLOPP, 1965). The terrestrial Mollusc shells are less likely to have been wind-borne, at any rate over long distances and as such, are valuable evidence of the former presence of the paleontological data in situ. Therefore the Mollusc shells are most suitable for detailed reconstruction of local habitats, they are best used as indicator of local environment. These paleontological remains may reflect in theory (LOŽEK, 1964, KROLOPP-SÜMEGI, 1995) and in fact (ANT, 1963, SÓLYMOS-SÜMEGI, 1999) the immediate vegetation and the other palaeoecological conditions (humidity, microclimate) of a locality (LOŽEK, 1964, KROLOPP, 1965, EVANS, 1972, WILLIS et al. 2000, SÓLYMOS, 1996, SÓLYMOS-NAGY, 1997, SÓLYMOS-SÜMEGI, 1999).

Although, the Molluscs indicate primarily the microenvironmental changes, (EVANS, 1972) more than 24 radio-

fontos refugiumaitől örizhette meg a mér sékelt övi faunának és flórának, s ilyen terület volt, ahol ezek a refugiális populációk kiterjedhettek az interstadiali sok és interglaciálisok során. A legfontosabb területei a lombhullató és tüle velű erdőfoltoknak (STIEBER, 1967, WILLIS et al. 1995, 1997, 1999) valószínűleg az alacsony hegyládék és alluvialis síkság határán alakultak ki, ahol a mikromorfológiai változatos felszín és különböző mikroklimatikus foltok jöhetek létre (SÜMEGI-HERTELENDI, 1998, DELI-SÜMEGI, 1999).

A csigahéjak az egyik legelterjedtebb makroszkópikus ősmaradványok a magyarországi löszökben (KROLOPP, 1965). A szárazföldi Mollusca héjak - ellentétben a virágporszemekkel, hasonlóan a makroszkópikus méretű faszenekhez - kevésbé alkalmasak a szélben, illetve más szállító tényező által történő hosszú távú szállítódásra, ezért értékes, helyben (*in situ*) formában felhalmozódó őslénytani adatokat alkotnak.

Így a Mollusca fauna kifejezetten alkalmas a lokális környezet rekonstrukciójára és legjobb indikátora a lokális környezetnek. Elméletileg (LOŽEK, 1964, KROLOPP-SÜMEGI, 1995) és gyakorlatilag (ANT, 1963, SÓLYMOS-SÜMEGI, 1999) ezek az ősmaradványok visszatükrözik a közvetlen vegetáció és egyéb lokális paleoökológiai tényezőket (légnedvesség, mikroklima) (LOŽEK, 1964, KROLOPP, 1965, EVANS, 1972, WILLIS et al. 2000, SÓLYMOS, 1996, SÓLYMOS-NAGY, 1997, SÓLYMOS-SÜMEGI, 1999). Bár a Mollusca fauna elsősorban a mikrokörnyezeti változásokat tükrözi vissza, de több mint 24 magyarországi löszpaleotalaj feltárasokból származó, radiokarbon adatokkal datált, szinkron

carbon-dated synchronous composition changes of malacological sequences from the Hungarian loess-paleosol profiles suggest that these changes developed not only at a (local) (but even) a (regional) level again (SÜMEGI, 1995, SÜMEGI, 1996, KROLOPP-SÜMEGI, 1995, SÜMEGI et al. 1998b).

Recently the malacological studies of the Hungarian Upper Weichselian loess deposits have had significant results. The quantitative studies of samples collected by standard fine stratigraphic methods have been completed and made more exact by the application of new methods. By the development of the "*malacothermometer method*" (SÜMEGI, 1989, 1996) it is possible to reconstruct the July mean palaeotemperature. There are new findings on the interdependence of the malacofauna, climate and vegetation based on the repeated analysis of former quarter-malacological data (SÜMEGI, 1995). The time-stratigraphic correlations between these features have been justified by radiocarbon data determined by the method developed in the Nuclear Research Center, Debrecen (HERTELENDI et al. 1989, 1992). It has been realized that one could correlate local changes with each other on a regional level and also with global climatic changes. Based on these considerations the palaeoecological reconstruction of the Hungarian Upper Weichselian, mainly loessy deposits has been prepared (KROLOPP-SÜMEGI, 1995, SÜMEGI-KROLOPP, 1995). As a result of this 9 shorter malacostratigraphic levels have been identified within the Upper Weichselian and Late Glacial, meaning different climatic and vegetation periods as well. Out of these 9 periods there are 7 in the Upper Weichselian, which is in our opinion between 30.000-

összetétele változása a mollusca faunának azt sugallja, hogy ezek a változások nemcsak lokális, hanem regionális szinten is kifejlődtek (SÜMEGI, 1995, SÜMEGI, 1996, KROLOPP-SÜMEGI, 1995, SÜMEGI et al. 1998a,b).

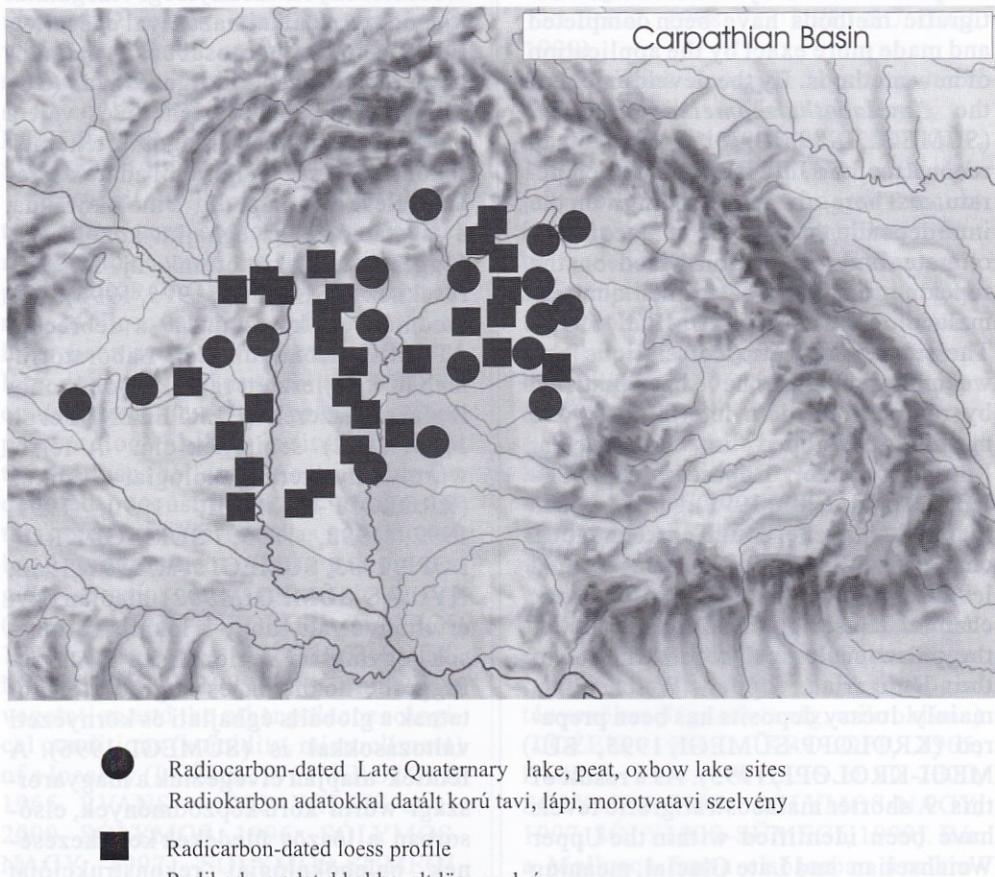
A magyarországi felső-würm korú képződmények malakológiai vizsgálata az utóbbi években igen jelentős eredményeket hozott. A finomrétegtani követelményeknek (KROLOPP, 1983) megfelelően begyűjtött és feldolgozott löszszelvények mennyiségi vizsgálatát új módszerek alkalmazásával egészítettük ki és tettük pontosabbá. A malakohőmrő módszer kidolgozásával (SÜMEGI, 1989, 1996) lehetővé vált a paleoklíma júliusi átlagos értékeinek rekonstruálása. A korábbi adatok újraértékelése során pedig a malakofauna, a vegetáció és az éghajlat közti összefüggések terén jutottunk új felismerésekhez (SÜMEGI, 1995, 1996). Az eredmények korrelálását a debreceni ATOMKI Könnyűizotóp Laboratóriumában kifejlesztett radiokarbon kronológiai módszerek (HERTELENDI et al. 1989, 1992) segítették elő. A felső-würm kvartermalakológiai adatok (KROLOPP-SÜMEGI, 1990, 1991, 1992, 1993, 1995, SÜMEGI-KROLOPP, 1995, SÜMEGI et al. 1991, 1992, NYILAS-SÜMEGI, 1992) alapján egyértelművé vált, hogy a lokális változások egymással regionálisan is összefüggésbe hozhatók és kapcsolatot mutatnak a globális éghajlati és környezeti változásokkal is (SÜMEGI, 1996). A fentiek alapján elvégeztük a magyarországi würm korú képződmények, elsősorban a löszös üledékek keletkezésének paleoökológiai rekonstrukcióját (KROLOPP-SÜMEGI, 1995, SÜMEGI-KROLOPP, 1995). Ennek során a felső-würmön és a késő-glaciálison belül 9 rövidebb időtartamú malakosztratigrá-

13.000 BP determined by radiocarbon data (SÜMEGI, 1995, KROLOPP-SÜMEGI, 1995).

In case of deposits between 16000-18000 BP radiocarbon data a remarkable, palaeoecologically characteristic period was found. This period was characterized by the occurrence of *Vestia turgida* species (KROLOPP-SÜMEGI, 1990) and the dominance of *Punctum pygmaeum* species (KRO-

fiai szakaszt, ún. zonulát különítettünk el (SÜMEGI-KROLOPP, 1995), amelyek egyúttal eltérő éghajlati és vegetációs periódusokat is jelentenek. A 9 szakasz közül 7 jut a felső-würmre, amelyet értelmezésünk szerint a 30.000-13.000 BP évek közötti radiokarbon koradatok határolnak (KROLOPP-SÜMEGI, 1995).

Munkánk során felfigyeltünk arra a markánsan jelentkező, paleoökológiai-



**Fig.1. The analysed loess-profiles in the Carpathian Basin**

**1. ábra. A vizsgált löszprofilok elhelyezkedése a Kárpát-medencében**

LOPP-SÜMEGI, 1991) and it was separated as a *Punctum pygmaeum-Vestia turgida zonula* within the *Semilimax kotulai subzone* of the *Bithynia leachi-Trichia hispida* malacological biozone (SÜMEGI-KROLOPP, 1995, SÜMEGI et al. 1998b).

This period of the Upper Weichselian having a relatively gentle climate and favorable rainfall distribution has been found to be identical with the Ságvár-Lascaux interstadial (GÁBORI 1965, GÁBORI-GÁBORINÉ-CSÁNK 1957, GÁBORI-CSÁNK, 1978). In the Ságvár-Lascaux interstadial mainly loessy sediments were deposited in Hungary. The basis for their identification and classification was the presence of *Vestia turgida* and the significant (generally > 10%, but sometimes even 68%) dominance value of *Punctum pygmaeum* (*Punctum pygmaeum-Vestia turgida zonula*). Besides this qualitative and quantitative characteristics of the malacofauna, archaeological findings, the Vertebrate fauna and radiocarbon data have been taken into consideration. Based on the above factors sediments of the Ságvár-Lascaux interstadial have been described from 24 sites of Hungary (Fig. 1., Table 1.). These sites could be clustered into 5 geographical groups.

### Study area

The area of the Carpathian Basin is ca. 300.000 km<sup>2</sup>. The basin is highly complex in terms of its geology, topography, vegetation. Geology, climate, topography, vegetation and soil are so heterogeneous, that they are considered to be the most important factors contributing to the diversity of the palaeoenvironment. The analysed region consists of the following main geographical units: Peripheral mountains (the Car-

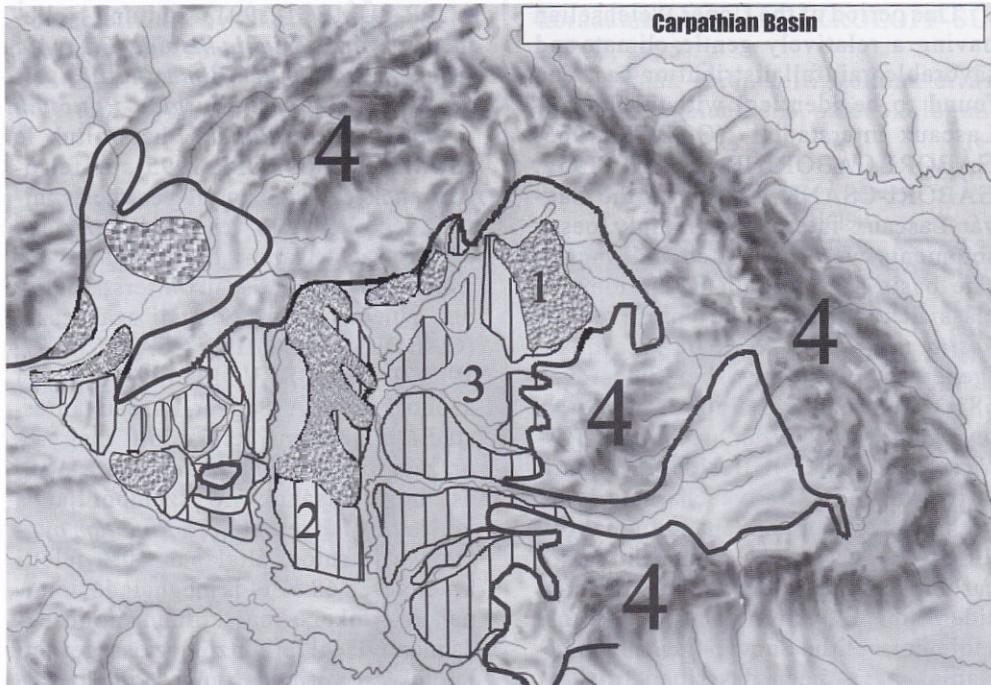
lag jól jellemezhető szakaszra, amelyet a 18.000-16.000 BP koradatok közé eső képződmények esetében tapasztalhatunk. Ezt a szakaszt kezdetben a *Vestia turgida* csigafaj előfordulásával (KROLOPP-SÜMEGI, 1990), illetve a *Punctum pygmaeum* dominanciájával (KROLOPP-SÜMEGI, 1991) tudtunk jellemzni, ezért a *Trichia hispida-Bithynia leachi* biozóna *Semilimax kotulai* alzónáján belül *Vestia turgida-Punctum pygmaeum* zonulaként határoltuk le (SÜMEGI-KROLOPP, 1995). A felsőwürmnek ezt a viszonylag enyhe éghajlatú és kedvező csapadékeloszlású periódusát a Gábori házaspár által felismert, Ságvár-Lascaux interstadiálisnak elnevezett kronológiai szakasszal (GÁBORI-GÁBORINÉ CSÁNK, 1957, 1978, T. DOBOSI-VÖRÖS, 1986, 1987) azonosítjuk. A Ságvár-Lascaux interstadiális idején lerakódott magyarországi löszös üledékek felismerésének és besorolásának fő szempontjai a *Vestia turgida* jelenléte, a *Punctum pygmaeum* jelentős, általában 10% feletti kivételesen 68 %-ot is meghaladó dominancia értékei, a malakofauna minőségi és mennyiségi jellemzői, az ősrégészeti leletek, a gerinces fauna adatok és a radiokarbon koradatok voltak. A fenti szempontok alapján az ország 24 löszszelvényében sikertűl a Ságvár-Lascaux interstadiális képződményeit kimutatni (1. ábra, I. táblázat). A lelőhelyeket földrajzi helyzetük alapján 5 csoportba soroltuk.

### Tanulmányozott terület

A Kárpát-medence területe mintegy 300.000 km<sup>2</sup>. A medence geológiai, topográfiai és növénytani értelemben is rendkívül komplex. A földtani, éghajlati, topográfiai, növénytani és talajtani adottságai annyira heterogének, hogy

pathian, Alps, Dinaric Alps, Transylvanian Mountain Range) and fertile alluvial plains and basins in the middle of the region (Little Hungarian Plain, Great Hungarian Plain, Transylvanian

ezeket tekinthetjük a legfontosabb faktoroknak, amelyek az őskörnyezeti tényezők sokszínűségét meghatározták. A vizsgált terület a következő fő geográfiai egységekből áll: perifériális



#### Base rock of soils:

1. sand with gravel
2. loess
3. alluvial, clayey sediment
4. consolidate sediment, igneous and metamorphic rocks

#### Talaj alapkőzete:

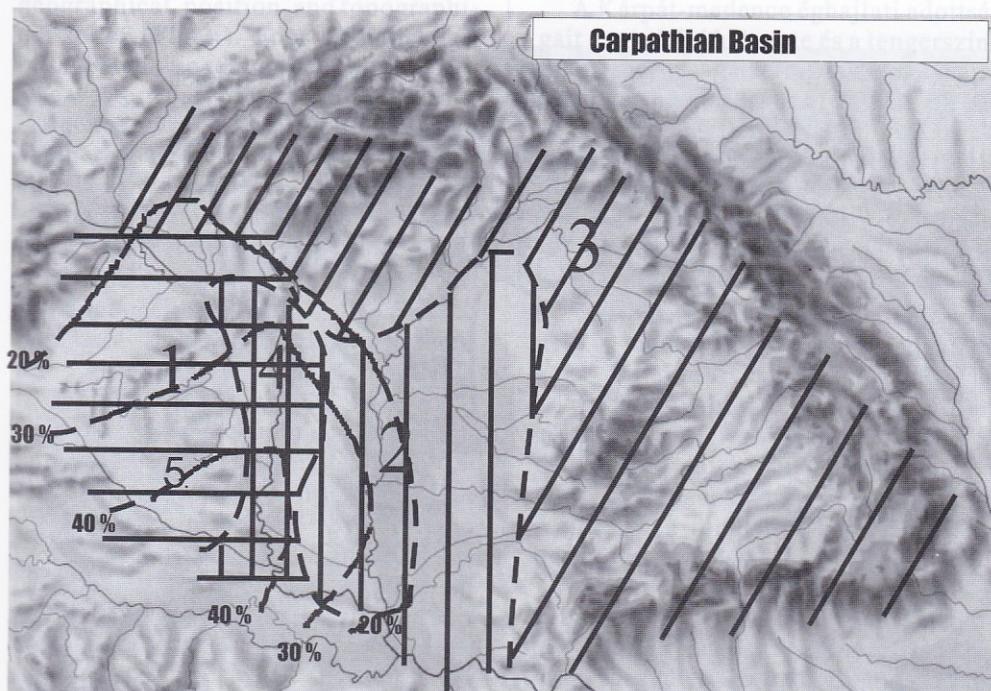
1. homok kaviccsal
2. lösz
3. alluviális üledék
4. konszolidált üledék, magmás és metamorf kőzetek

**Fig.2. The loess-areas in the Carpathian Basin**

**2. ábra. A Kárpát-medence löszterületei**

Basin, Drava-Sava Interfluve). The 1500 km long Carpathian consists of southwest to Northeast belts of different ancient crystalline and mezoic blocks and Tertiary volcanic mountains

hegységek (Kárpátok, Alpok, Dinári-hegység, Erdélyi-középhegység), termékeny alluvialis síkságok és medencék a centrális részén a régiónak (Kisalföld, Nagyalföld, Erdélyi-medence,



1. Distribution of Cf Köppen zone
2. Forest-steppe (BS) climatic zone of Köppen
3. Subcarpathian and Carpathian (Df) climatic zone
4. Transition zone
5. Frequency of submediterranean climatic effect

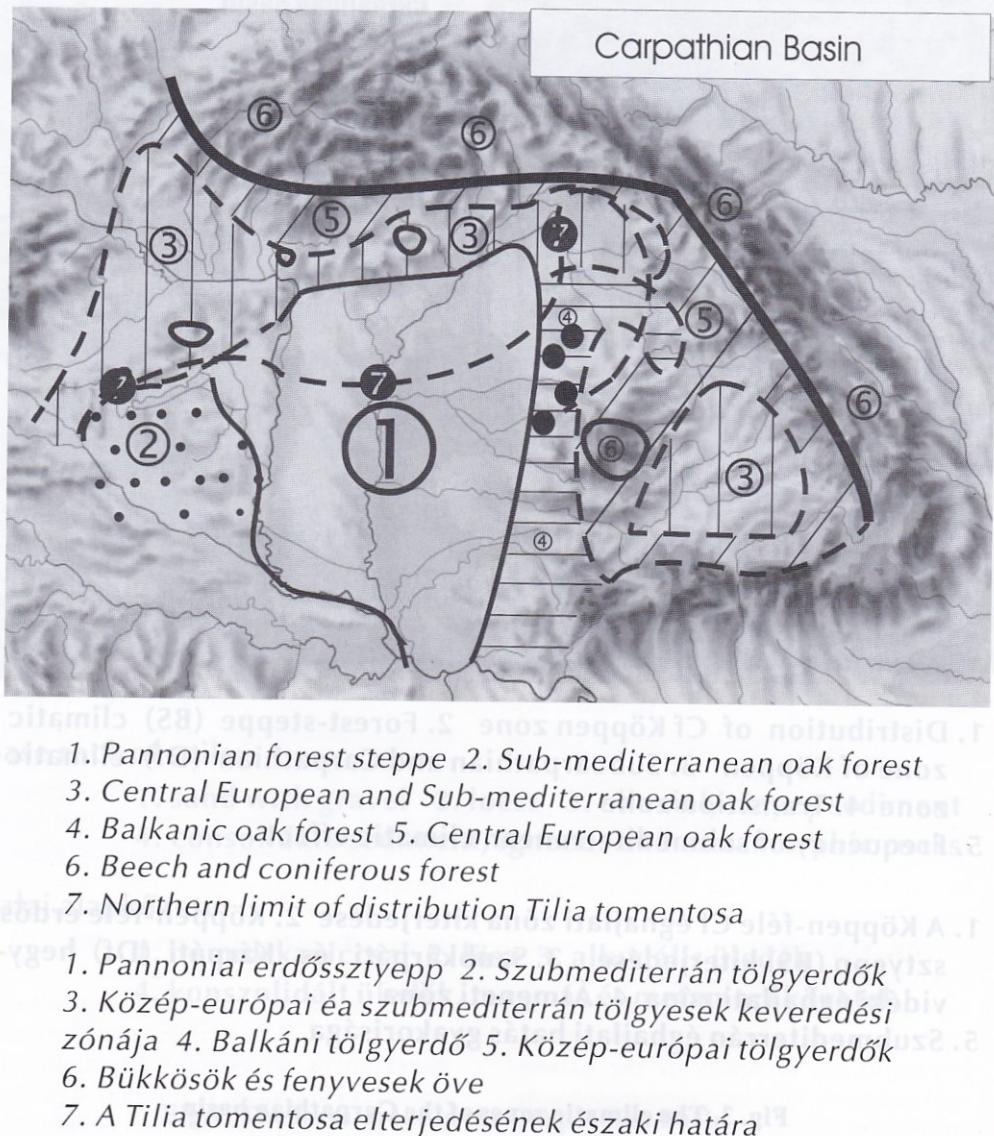
1. A Köppen-féle Cf éghajlati zóna kiterjedése
2. Köppen-féle erdőssztyepp (BS) kiterjedése
3. Szubkárpáti és Kárpáti (Df) hegvidéki éghajlati zóna
4. Átmeneti zóna
5. Szubmediterrán éghajlati hatás gyakorisága

Fig. 3. The climatic zones of the Carpathian basin

3. ábra. A Kárpát-medence éghajlati zónái

(Inner Peripheral Volcanic Ranges with some little volcanic islands). And Cretaceous-Tertiary folded mountain belt with Molasses Belt which can be found in the middle zone of this range and constituting the outermost part of

Dráva-Száva köze). Az 1500 km hosszú Kárpátok délnyugatról északkeleti irányban haladva, különböző ősi kristályos és mezozoós blokkokból és harmadidőszaki vulkáni hegységekből áll (Belső Kárpáti Vulkáni Koszorú néhány



**Fig.4. Vegetation zones of the Carpathian Basin**

**4. ábra. A Kárpát-medence főbb növényzeti egységei**

the Carpathian Region. More than 15% of the Carpathian Basin area was covered by Pleistocene loessy sediment (Fig.2.).

The climatic conditions of the Carpathian basin are determined by its geographical position and topographical relief (Fig.3.). Four climatic regions meet in this region (BACSÓ, 1959). The western part of Carpathian Basin is influenced by oceanic climate. The southern part of Great Hungarian Plain and Transdanubia are under submediterranean influence. The continental climatic effect formed in the eastern and central parts of basin. The highland and submontan climate effects appear in the mountain and low mountain ranges. Thus this climate further complicate the picture by causing large-scale altitudinal and latitudinal variations in both precipitation and temperature.

Vegetation of the Carpathian Basin is strongly influenced by climatic (temperature, precipitation), geomorphologic, soil conditions, and human activities. Different vegetation zones and patches occur at all scales (local, regional) as a result of the combined effects of these five factors. The analysed area is characterised by mosaic units of different vegetation. The vegetation of the Carpathian Basin is classified according to climate and topography (ZÓLYOMI et al. 1992). According to vegetation maps we distinguished six vegetation units (Fig.4.). Temperate zone 1 (0-600 m above sea level): Central and Eastern European forest type including *Quercus petraea*, *Q. pubescens*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*. Temperate zone 2 (0-600 m a.s.l.): submediterranean thermophilous forest type with *Quercus pubescens*, *Q. dalechampii*, *Q. frainetto*, *Fraxinus ornus*, *Carpinus orientalis*.

elszigetelt kisebb vulkáni csúccsal) és egy kréta-harmadidőszaki flis vályú található a Kárpátok belső és külső oldalán. A Kárpát-medencének több mint 15 %-át borítja pleisztocén löszös üledék (2.ábra).

A Kárpát-medence éghajlati adottságait geográfiai helyzete és a tengerszint feletti magasság határozzák meg. Négy éghajlati hatás (3.ábra) találkozik ebben a régióban (Bacsó, 1959). A Kárpát-medence nyugati részén óceáni éghajlati hatás mutatható ki, a Magyar Nagyalföld és a Dunántúl déli része szubmediterrán éghajlati hatás alatt áll, míg kontinentális éghajlati hatás alakult ki a keleti és központi részen a medencének. A montán és szubmontán éghajlati zóna fejlődött ki a magashegységi és középhegységi területen. Így a terület éghajlata a széles skálájú szélességi és magassági változások következtében mind a csapadék, mind a hőmérséklet tekintetében rendkívül komplikált képet mutat.

A Kárpát-medence növényzetére és éghajlati (hőmérséklet, csapadék), geomorfológiai és talajtani tényezők, valamint az emberi tevékenységek hatnak legerőteljesebben. Ennek az öt faktornak kombinált hatása eredményeként különböző növényzeti zónák és foltok jelennek meg valamennyi térbeli (lokális és regionális) skálán. A vizsgált területet így a növényzeti egységek különböző mozaikjai jellemzik. A Kárpát-medence növényzetét éghajlat és magassági különbségek alapján osztályozzuk (Zólyomi, 1992). A növényzeti térképek alapján hat nagyobb vegetációs egységet (4.ábra) tudunk elkülöníteni. Mérsékelt éghajlati zóna 1 (600 m tengerszint feletti magasságig): Közép-Európai és Kelet-Európai erdőtípus, amely magába foglalja *Quercus petraea* (kocsánytalan tölgy), *Q. pubescens*

Temperate zone 3 (700-1700 m): west-central and southern forest type with *Fagus silvatica*. Pannonian-pontian-anatolian zone 1: forest steppe and steppe zone with *Quercus robur*, *Q. pubescens*, *Tilia tomentosa*, *Acer tataricum*. This vegetation zone developed in the central part of Great Hungarian Plain. Boreal zone 5: subalpine and alpine plant communities including *Picea abies*, *Pinus cembra*, *P. silvestris* with scrub layer of *Pinus mugo*, *Juniperus communis*, *Alnus viridis*. This type of vegetation exists on the high mountain range.

### Methods

The calcite of Mollusc shells and charcoals from different loess samples were used for radiocarbon dating. Net 20-25 of clear Mollusc shells and net 6-10 g of charcoal were measured by C-14 method. According to HERTELENDI (1992) this volume of Mollusc shells were in-washed and separated from about 200 kg of sediment. These separated Mollusc shells were cleared repeatedly in hot distilled water and one per cent solution of  $H_2O_2$  before measuring procedure.

Samples were taken from 24 Upper Pleistocene loess sequences around for sedimentological, geochemical, isotope geochemical, quaternal malacological analyses and wood anatomy (SÜMEGI, 1996). All the profiles were divided into 20 or 25 cm sections. We measured more than 120 samples of the layers with a high precision radiocarbon dating system (HERTELENDI et al. 1989) using macrocharcoal fragments, molluscs shells (HERTELENDI et al. 1992). Although direct dating of Molluscan remains by radiocarbon is more problematical (RUBIN-TAYLOR, 1963, RU-

(molyhos tölgy), *Carpinus betulus* (közönséges gyertyán), *Tilia cordata* (kis-levelű hárs), *Acer platanoides* (platán-levelű juhar)fafajokat. Mérsékelt éghajlati zóna 2 (600 m tengerszint feletti magasságig): szubmediterrán melegkedvelő erdőtípus, *Quercus pubescens* *Q. dalechampii*, *Q. frainetto* (magyal-tölgy), *Fraxinus ornus* (virágzó kőris), *Carpinus orientalis* (keleti gyertyán) fásszárúakkal jellemző növényzeti zóna. Mérsékelt éghajlati zóna 3 (700-1700 m tengerszint feletti magasság között: nyugat-közép és dél-európai erdőtípus *Fagus silvatica* (bükk) fajjal. Pannoniai-pontiai-anatolian zóna 1: erdőssztyepp és erdő *Quercus robur* (kocsányos tölgy), *Q. pubescens*, *Tilia tomentosa* (ezüsttárs), *Acer tataricum* (tatárjuhar)fafajokkal. Ez a vegetáció típus a Magyar Nagyalföld központi részén fejlődött ki. Boreális zóna 5: szubalpin és alpin növényzeti közöségek *Picea abies* (lucfenyő), *Pinus cembra* (cirbolyafenyő), *Pinus silvestris* (erdei fenyő)fafajokkal és *Pinus mugo* (törpefenyő), *Juniperus communis* (közönséges boróka), *Alnus viridis* (hamvas éger) bozótalkotó fásszárúakkal. Ez a növényzeti típus a magashegységi területen található.

### Módszerek

A radiokarbon vizsgálatokhoz a mintákban talált faszenet illetve a Mollusca házak héjkarbonátját használtuk fel. A mérésekhez 20-25 g tiszta Mollusca héjat illetve 6-10 g faszenet használtunk fel. A Mollusca héjakból a fent megadott mennyiséget HERTELENDI et al. (1992) által megadott módszer szerint mintegy 200 kg üledékből nyertük ki és többszöri iszapolás, desztillált vizes forrálás és enyhe  $H_2O_2$ -os tisztítás után adtuk át mérésre. A radiokarbon

BIN et al. 1963, BURLEIGH-KERNEY, 1982) because the results can be prone to distortion from post-depositional diagenesis or the incorporation of an unknown quantity of inorganic "dead" carbon from bedrock surface (PREECE, 1980, 1991, GOODFRIEND - STIPP, 1983, GOODFRIEND, 1987), but dating shells of litter-feeder or detritus-feeder Molluscs minimizes the incorporation from this possible source of ancient carbon, and has produced more encouraging results (GOODFRIEND-STIPP, 1983, PREECE, 1991, PREECE-DAY, 1994). Thus we used a shell-surface cleaning procedure (HERTELENDI et al. 1992) and the shell of a litter-feeding Mollusc species (GRIME-BLYTHE, 1969, FRÖMING, 1954), *Arianta arbustorum* was chosen for dating because some excellent results have been obtained with this species in other trials (PREECE, 1991), suggesting that it does not incorporate significant amounts of "dead" carbon (PREECE, 1991). The comparison of radiocarbon data from charcoals and Mollusc shells (*Arianta arbustorum*) of the same samples, which accumulated between 11.000-12.000 BP years, suggest that only minimum difference (between 80 and 300 BP years) can be found between radiocarbon data from charcoal and Mollusc shells (PREECE, 1980). It is very important that the reverse C-14 data (younger chronological data from deeper sediment unit) was never found among the radiocarbon data from Hungarian loess profiles. Even if we correlated the radiocarbon data of Mollusc shells from the different levels of the loess profiles it seems to us that correct chronological results can be found from Mollusc shells (SÜMEGI, 1989, SÜMEGI et al. 1992, HERTELENDI et al. 1992, SZÖŐR et al. 1992, KROLOPP et

mérések fizikai paramétereit, a faszén- és karbonátalapú mérések feltételeit HERTELENDI (1990), HERTELENDI et al. (1989) részletesen közli. Itt jegyezzük meg, hogy több kutató (RUBIN-TAYLOR, 1963, RUBIN et al. 1963, TAMERS, 1970) szerint a Mollusca héjakat nem lehet, vagy csak korlátozott mértékben lehet felhasználni a radiokarbon vizsgálatokhoz, mert a Mollusca héjából nyert adatok nem adnak korrekt időeredményt a hasonló szintből előkerült faszenek elemzésével összevetve. Ennek oka elsősorban az, hogy az aljzatot alkotó meszes kőzetből jelentős mennyiségű inaktív karbonát épülhet be Mollusca héjba vagy csapódhat ki annak felszínén (PREECE, 1980, BURLEIGH-KERNEY, 1982, GOODFRIEND, 1987, GOODFRIEND-STIPP, 1983). Ugyanakkor PREECE et al. (1983), PREECE-DAY (1994) munkáik során felhasználták a különböző Mollusca héjakból nyert radiokarbon adatokat és korrekt eredményeket kaptak ugyanazokból a mintákból származó faszénből nyert radiokarbon elemzésekkel összevetve is. Ugyanazokból a szintekből származó faszén és Mollusca (*Arianta*) héjakon elvégzett összehasonlító radiokarbon elemzések (PREECE, 1991) minimális (300 és 80 év közötti) eltérést mutattak 11.000 és 12.000 BP évek közötti mintákon.

Az inaktív karbonát zavaró hatását úgy minimalizáltuk, hogy PREECE, (1991) javaslatait figyelembe véve csak növényevő csigák (GRIME & BLYTHE, 1969, FRÖMING, 1954), elsősorban az *Arianta arbustorum* faj héjanyagát használtuk fel radiokarbon elemzéshez. A héjak felszínére kicsapódott inaktív karbonátanyagot enyhe vegyszerek kezeléssel távolítottuk el (HERTELENDI et al. 1992). Nagyon

al. 1996). These data suggest that the Mollusc shells are suitable for correct radiocarbon dating and reconstruction of changing trends in time (**Table I.**).

We reconstructed the July paleotemperatures using the malacothermometer method (SÜMEGI, 1989, 1996, HERTELENDI et al. 1992). Based on the ecological classification of MEIER (1985), KROLOPP-SÜMEGI (1995) and SÜMEGI (1996) and the ecological tolerance of the malacofauna was divided into the following groups: 1. *Tolerance of air humidity*: hygrophilous, subhygrophilous, mesophilous and aridity-tolerant species, 2. *Tolerance of temperature*: cryophilous, cold-resistant, mesophilous, thermophilous elements, 3. *Tolerance of vegetation cover*: species preferring forest vegetation, species preferring open vegetation and species living in their ecotone. The malacological records also were classified according to the recent geographical distribution, following KERNEY et al. (1983), LOŽEK (1964): Holarctic, Palearctic, Eurosiberian, European, SSE-European, Central European, Boreo-Alpin, Central-Asian Mollusc elements.

### The palaeobiogeographical analyses of the loess profiles in the Carpathian Basin

#### 1. Surroundings of the Danube-bend

Quaternary malacological sites belonging to this area are connected with archaeological excavations (GÁBORI-CSÁNK 1984, T. DOBOSI 1991, 1994, T. DOBOSI et al. 1983). There is a common malacological characteristic of the layers containing tools of the gravetti culture. Besides the significant

fontosnak tartjuk, hogy a hazai lösz-szelvényekből származó Mollusca héjakon és faszeneken elvégzett eddigi radiokarbon elemzések során egyetlen esetben sem kaptunk átfordult eredményt (mélyebb szintben fiatalabb kort), sőt az egyes szelvényeknél több szintből származó Mollusca héjakon elvégzett sorozatmérés során kapott radiokarbon adatok egymással összvetve is korrektnak tűnő koradatokat adtak (SÜMEGI, 1989, SÜMEGI et al. 1992, HERTELENDI et al. 1992, SZÖŐR et al. 1992, KROLOPP et al. 1996). Ezekből a tényekből kiindulva alkalmasnak találtuk a Mollusca héjakat radiokarbon elemzésre és az időben történő változás trendjének ilyen módon történő datálására (**I. táblázat**).

Az egykor júliusi őshőmörsékleteket a malakohőmérő módszerével rekonstruáltuk (SÜMEGI, 1989, 1996, HERTELENDI et al. 1992). Az ökológiai osztályozás és az ökológiai túróképesség alapján a Mollusca faunát a következő csoportokra bontottuk (MEIER, 1985, KROLOPP-SÜMEGI, 1995 és SÜMEGI, 1996):

1. Páratartalmi türés alapján: higrofil, szubhigrofil, mezofil és szárazság-tűró fajok, 2. Hőmörséklei türés alapján: hidegkedvelő, hidegtűrő, mezofil és termofil elemek, 3. Növényzeti borítási igény szerint: erdei környzetet kedvelő, nyílt vegetációt kedvelő és a nyílt és zárt növényzeti zóna átmeneti (ecoton) zónájában élő fajok. A malakológiai adatokat szintén besoroltuk a recens elterjedésük alapján, KERNEY et al. (1983), LOŽEK (1964) munkája nyomán: Holarktikus, Palearktikus, Eurosibériai, Európai, Dél és Délelfel-Európai, Közép-Európai, Boreo-Alpin, Közép-Ázsiai elterjedésű fajok.

#### A Kárpát-medencei löszprofilok

dominance of *Punctum pygmaeum*, *Vestia turgida* was present in all of them (KROLOPP in T. DOBOSI et al. 1983, KROLOPP, 1991). The radiocarbon analysis gave similar, 16000 BP data in all the three sites (Budapest-Csillaghegy, Pilismarót-Pálrét, Esztergom-Gyurgyyalag). In the case of the Budapest-Csillaghegy, site measurements have been made later, in 1994 (**Table I.**) using the Quarternary Mollusc (*Arianta arbustorum*) shells of the archaeological excavations (SÜMEGI et al. 1998b).

Based on the archaeological evaluation of the excavations the stratigraphical position of the culture-layers was put into Ságvár-Lascaux interstadiatal. The most characteristic site of the group is the Pilismarót-Pálrét (T. DOBOSI et al. 1983), where 1.2-1.4 m under the surface a humic culture layer was found in the sandy loess. Within this layer almost 100 flint tools, sculptured stone pieces, Tertiary Mollusc shells used as trinkets (GÁBORI, 1969) and bones of mammals were identified. Most of the latter turned out to be bones of the reindeer (*Rangifer tarandus*).

22 snail species have been found in the culture layer and in the sandy loess one above it. Species having wide ecological tolerance spectrum or preferring open forest habitats were dominant in the fauna, the ratio of the cold-indicators was low. *Punctum pygmaeum* reaches its dominance-maximum above this culture-layer. The-fauna-based-reconstruction of July mean temperature gives a 15,2 °C value, the dominance of snail species living on the edge of open and closed vegetation areas indicate a gentle climate and a favorable distribution of precipitation, which corresponds to the development of the "embryonic" soil.

According to the three quaternal-

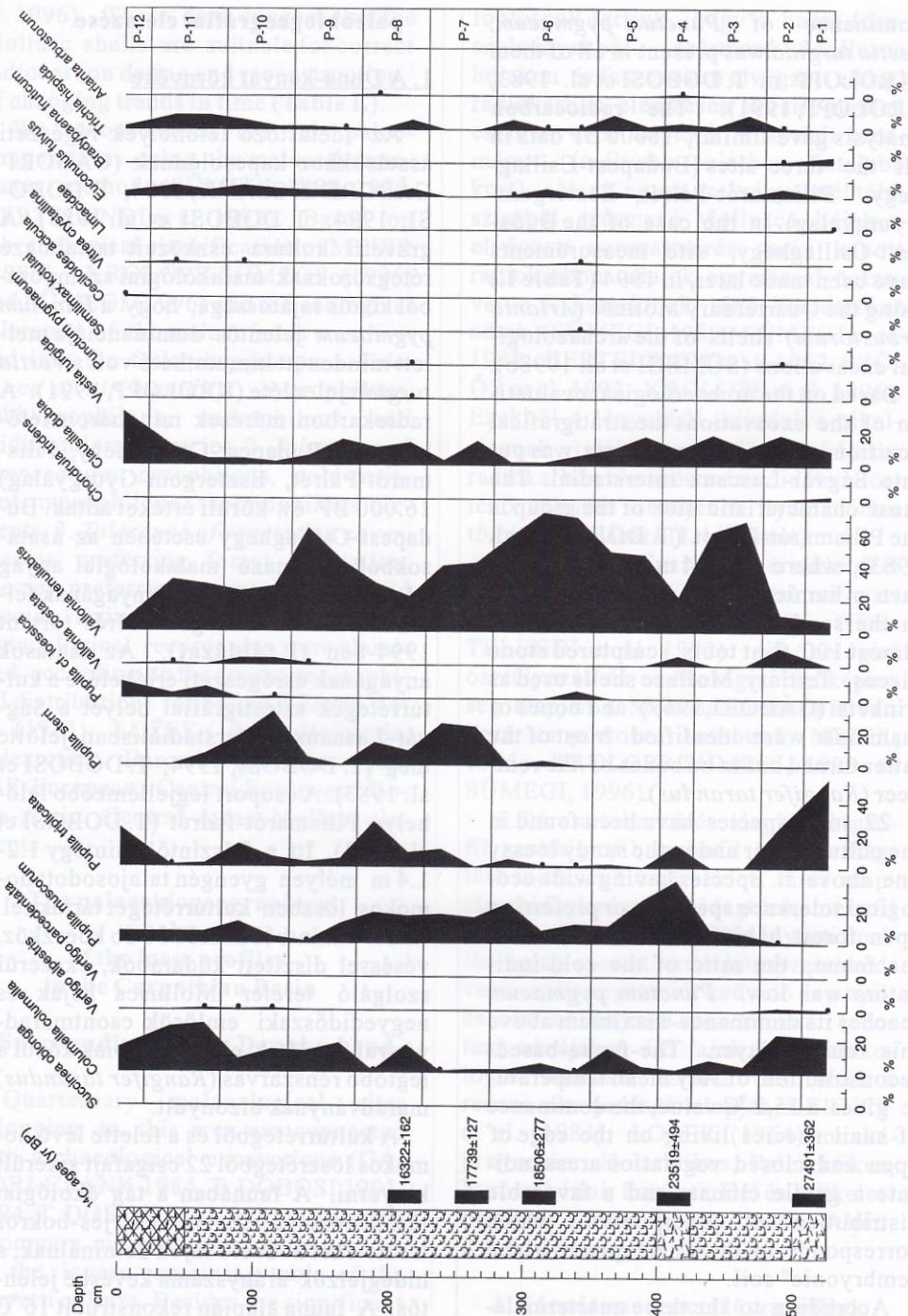
## paleobiogeográfiai elemzése

### 1. A Duna-kanyar környéke

Az ide tartozó lelőhelyek régészeti ásatásokhoz kapcsolódnak (GÁBORI-GÁBORINÉ CSÁNK, 1984, T. DOBOSI, 1994, T. DOBOSI et al. 1983). A gravetti kultúra eszközeit tartalmazó rétegsoroknak malakológiai szempontból közös sajátossága, hogy a *Punctum pygmaeum* jelentős dominanciája mellett mindenütt kimutatható volt a *Vestia turgida* jelenléte (KROLOPP, 1991). A radiokarbon mérések mindenhol lelőhelynél (Budapest-Csillaghegy, Pilismarót-Pálrét, Esztergom-Gyurgyyalag) 16.000 BP év körül értéket adtak. Budapest-Csillaghegy esetében az ásatásokból származó malakológiai anyag (*Arianta arbustorum*) héjanyagának felhasználásával utólagos mérés történt 1994-ben (**I. táblázat**). Az ásatások anyagának ős régészeti értékelése a kultúrrétegek sztratigráfiai helyét a Ságvár-Lascaux interstadiálisban jelölte meg (T. DOBOSI, 1994, T. DOBOSI et al. 1983). A csoport legjellemzőbb lelőhelye Pilismarót-Pálrét (T. DOBOSI et al. 1983). Itt a felszíntől mintegy 1.2-1.4 m mélyen gyengén talajosodott homokos löszben kultúrréteget tártak fel. Ebből a szintből közel 100 db kőeszköz, vésessel díszített ködarábok, ékszerül szolgáló tercier Mollusca héjak és negyedidőszaki emlősök csontmaradványai kerültek elő. Utóbbiak közül a legtöbb rénszarvas (*Rangifer tarandus*) maradványnak bizonyult.

A kultúrrétegből és a felette lévő homokos löszrétegből 22 csigafajt sikerült kinyerni. A faunában a tág ökológiai tűröképességű, illetve a cserjés-bokros területeket kedvelő fajok dominálnak, a hidegjelzők arányszáma kevésbé jelentős. A fauna alapján rekonstruált 16 °C

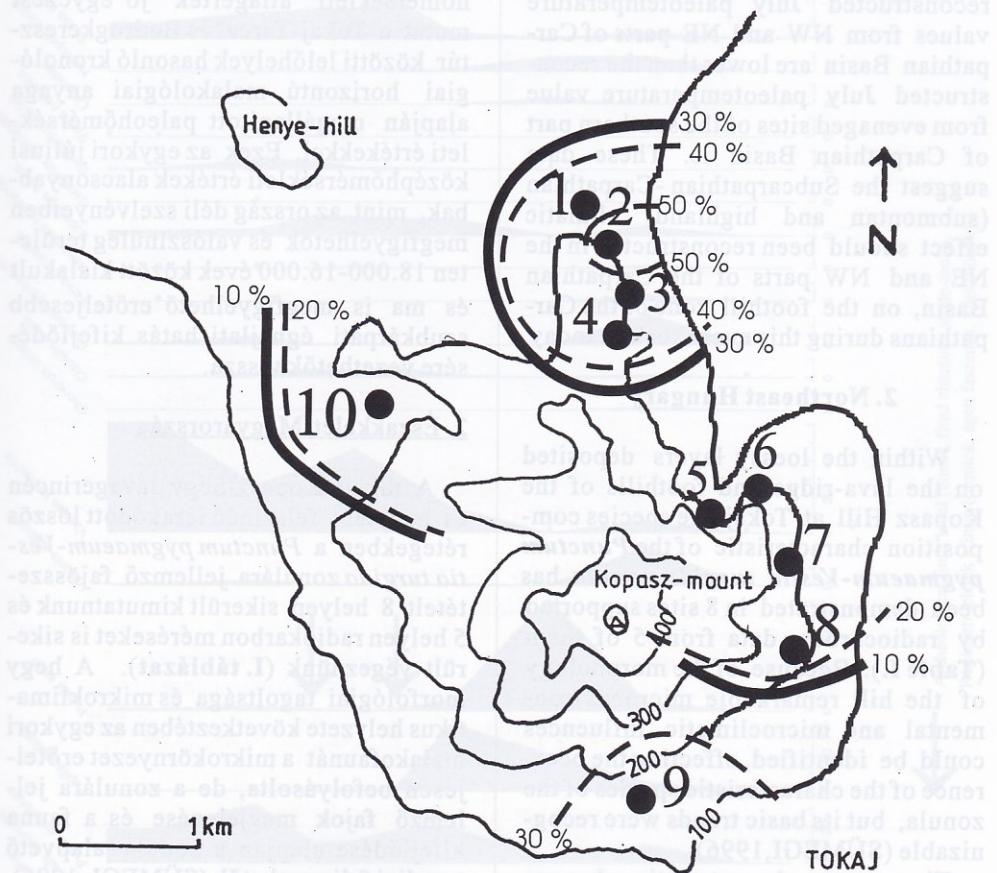
Patkó-1



**Fig.5. Mollusc data from loess profile of brickyard at Bodrogkeresztúr**  
**5. ábra. A bodrogkeresztúri téglagyári szelvény Mollusca faunája**

cological sites, which can be found in the Danube-bend, the July mean paleo-temperature gives 15,2 °C between 16.000-18.000 BP years. This value is

júliusi középhőmérséklet, a jelentősebb növényzeti borítottságot igénylő Mollusca fajok dominanciája aránylag enyhe éghajlatot, jelentősebb csapadék-



**1-10** Radiocarbon dated loess profiles with *Vestia turgida*

*Vestia turgida* lelőhelyek tokaji radiokarbon adatokkal dataált löszszelvényekben

— Dominance of the shade-loving species. Erdőlakó fajok aránya

— Dominance of the ecoton species. Nyílt és zárt vegetáció átmeneti zónájában élő fajok aránya

**Fig.6. Palaeoecological condition of Kopasz-hill  
at Tokaj between 18.000-16.000 years**

**6. ábra. A tokaji Kopasz-hegy paleoökológiai  
viszonyai 18.000-16.000 BP évek között**

very similar to July paleotemperature value of the isochronological sites from NE part of Carpathian Basin (loess profiles of the Kopasz-hill between Tarcal and Bodrogkeresztúr: Fig. 6.). These reconstructed July paleotemperature values from NW and NE parts of Carpathian Basin are lower than the reconstructed July paleotemperature value from evenaged sites of the southern part of Carpathian Basin is. These data suggest the Subcarpathian-Carpathian (submontan and highland) climatic effect should been reconstructed in the NE and NW parts of the Carpathian Basin, on the foothill zone of the Carpathians during this event such as today.

## 2. Northeast Hungary

Within the loessy layers deposited on the lava-ridge and foothills of the Kopasz Hill at Tokaj the species composition characteristic of the *Punctum pygmaeum-Vestia turgida zonula* has been demonstrated in 8 sites supported by radiocarbon data from 5 of them (Table I.). Because of the morphology of the hill remarkable microenvironmental and microclimatic influences could be identified, effecting the occurrence of the characteristic species of the zonula, but its basic trends were recognizable (SÜMEGI, 1996).

The most characteristic changes have been found in the I. profile of the brickyard at Bodrogkeresztúr (Fig.5.). Mollusc fauna found in the 1.5-2.75 m section of this 7 meter excavation was identified as the *Punctum pygmaeum-Vestia turgida zonula*. In this layer cold-indicators (*Vallonia tenuilabris*, *Columella columella*) are remarkably repressed, their ratio decreased from 30-35% to 9-13%, while Holarctic and Central European

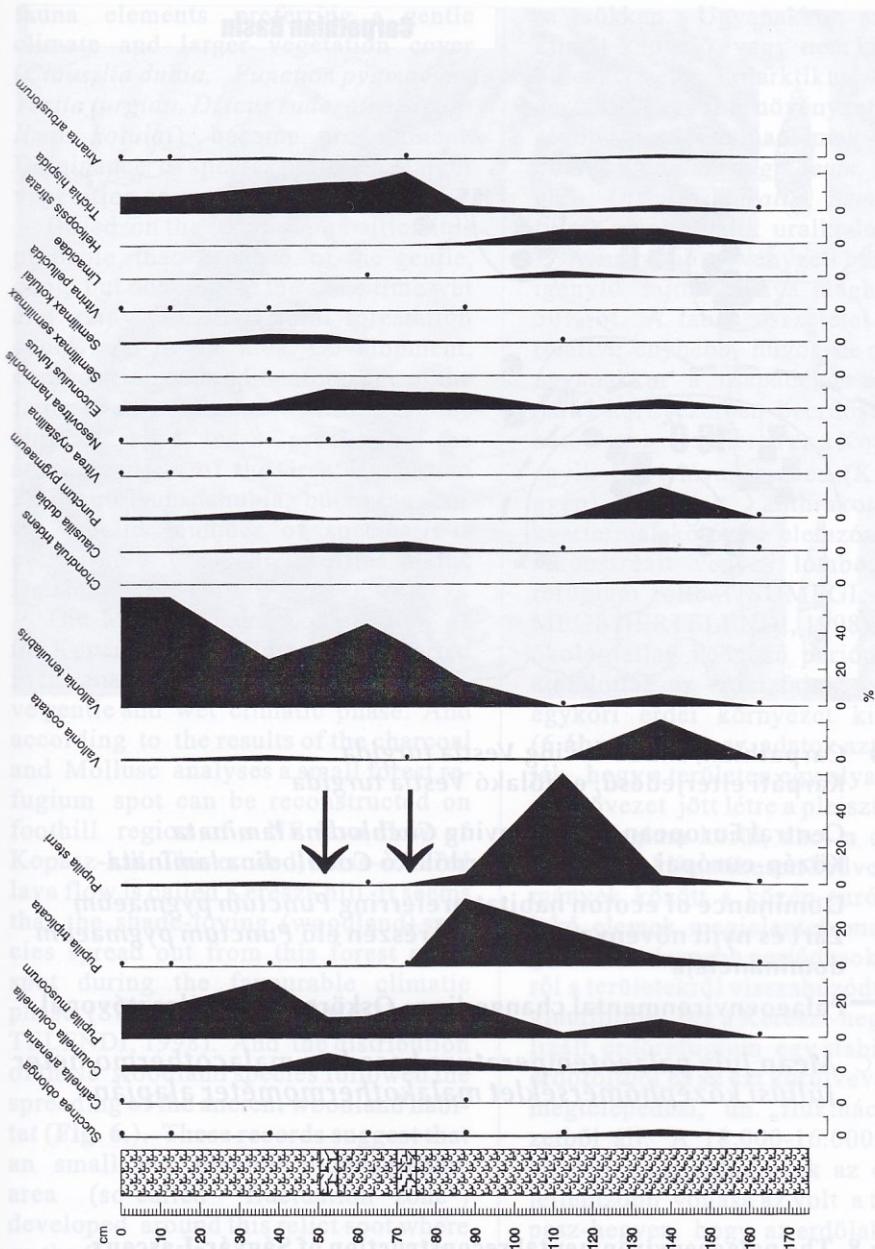
mennyiséget jelez, amely összhangban áll a kultúrréteget magába foglaló „embriónális” talaj kialakulásával. A három, Duna-kanyarban található lelőhely alapján számított 15,2 °C júliusi paleohőmérsékleti átlagérték jó egyezést mutat a Tokaj-Tarcal és Bodrogkeresztúr közötti lelőhelyek hasonló kronológiai horizontú malakológiai anyaga alapján megállapított paleohőmérsékleti értékkal. Ezek az egykor júliusi középhőmérsékleti értékek alacsonyabbak, mint az ország déli szelvényeiben megfigyelhetők és valószínűleg területen 18.000-16.000 évek között kialakult és ma is megfigyelhető erőteljesebb szubkárpáti éghajlati hatás kifejlődésére vezethetők vissza.

## 2. Északkelet-Magyarország

A tokaji Kopasz-hegy lávagerincén és hegylábi felszínén lerakódott löszös rétegekben a *Punctum pygmaeum-Vestia turgida* zonulára jellemző fajösszetételeit 8 helyen sikerült kimutatnunk és 5 helyen radiokarbon méréseket is sikerült végeznünk (I. táblázat). A hegymorfológiai tagoltsága és mikroklimatikus helyzete következtében az egykor malakofaunát a mikrokörnyezet erőteljesen befolyásolta, de a zonulára jellemző fajok megjelenése és a fauna kifejlődése alapján a zonula alapvető trendjei felismerhetők (SÜMEGI, 1996).

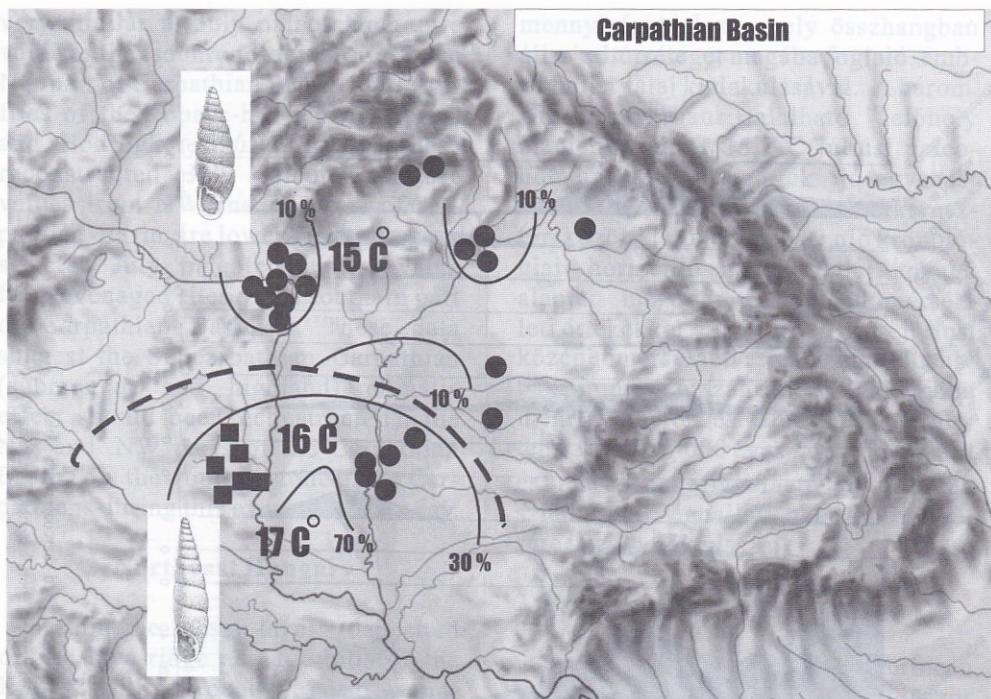
A legjellemzőbb változásokat a bodrogkeresztúri téglagyár 1. szelvényében találtuk (5. ábra). Ennek a 7 méteres feltárásnak 1.5-2.75 m közötti szakaszában található malakofaunát lehetett a *Punctum pygmaeum - Vestia turgida* zonulával azonosítani. Ebben a szintben a hidegkedvelők (*Vallonia tenuilabris*, *Columella columella*, *Pupilla sterri*, *Pupilla cf. loessica*) erőteljesen visszaszorulnak, arányuk 30-35%-ról 9-13%-ra csökken.

Fig.5. Molluscs in the loess layer of the brickyard at Bodrogkeresztúr  
5. ábra. A tömörített 1.5-2.75 m-es szelvény Mollusca faunája



Archeological finds level (bones, fired charcoal, stone-tools),  
Régészeti leletek szintje (csontok, égett faszenek, köszközök)

**Fig.7. Mollusc fauna of Upper Palaeolithic site of Lukas-hill at Ságvár  
7. ábra. A ságvári Lukas dombon található felső-paleolit lelőhely  
Mollusca faunája**



- Carpathian, shade-loving *Vestia turgida*  
Kárpáti elterjedésű, erdőlakó *Vestia turgida*
- Central European, shade-loving *Cochlodina laminata*  
Közép-európai elterjedésű, erdőlakó *Cochlodina laminata*
- Dominance of ecoton habitat preferring *Punctum pygmaeum*  
Zárt és nyílt növényzet átmeneti részén élő *Punctum pygmaeum* dominanciája
- - - Palaeoenvironmental change-line Óskörnyezeti választóvonal
- C Mean July palaeotemperature based on malacothermometer  
Július középhőmérséklet malakothermométer alapján

Fig.8. The palaeoenvironmental reconstruction of Ságvár-Lascaux interstadial according to radiocarbon-dated Mollusc records

8. ábra. Ságvár-Lascaux interstadiális óskörnyezete radiokarbon koradatokkal datált quertermalakológiai adatok alapján

fauna elements preferring a gentle climate and larger vegetation cover (*Clausilia dubia*, *Punctum pygmaeum*, *Vestia turgida*, *Discus ruderatus*, *Semilimax kotulai*) became predominant. Dominance of species preferring larger vegetation cover exceeds 50% (Fig.6.).

Based on the fauna composition it is probable that because of the gentle, cool, but not cold, at the same time wet and rainy climate natural forestation could start in the area. Development, composition and radiocarbon age of the fauna well coincides with that of the similary aged loess profiles of the southern parts of the Great Hungarian Plain and Transdanubia, but because of the smaller number of species it is comparable with the profiles of the Danube-bend.

The Mollusc fauna composition of the Kopasz-hill an afforest event started in the analysed region under this relative gentle and wet climatic phase. And according to the results of the charcoal and Mollusc analyses a small forest refugium spot can be reconstructed on foothill region of a NE lava flow of Kopasz-hill. This eroded, loess-covered lava flow is called Kereszt-hill. It seems that the shade-loving (woodland) species spread out from this forest relict spot during the favourable climatic phase (SÜMEGI, 1996, SÜMEGI-HERTELENDI, 1998). And the distribution of these woodland species followed the spreading of the ancient woodland habitat (Fig. 6.). These records suggest that an small but dinamic biogeographic area (so-called "fluctuation zone") developed around this relict spot where on the Central European montan shade-loving species could colonise from relict spots during the favourable climatic phases and they retired into the relict spot from this are during the dry and

ra csökken. Ugyanakkor az enyhébb klímát kedvelő, vagy nem kifejezetten hidegkedvelő, holarktikus, és középeurópai, nagyobb növényzeti borítottságot igénylő faunaelemek (*Clausilia dubia*, *Punctum pygmaeum*, *Vestia turgida*, *Discus ruderatus*, *Semilimax kotulai*) aránya válik uralkodóvá.

A nagyobb növényzeti borítottságot igénylő fajok aránya meghaladja az 50%-ot. A fauna összetétel alapján a relatíve enyhébb, hűvös, de nem hideg, ugyanakkor a csapadékos éghajlaton, párás környezethen beerdősülés indulhatott meg a területen és a Kopasz-hegy egyik ÉK-i lávagerincén (Kereszt-hegyen) kialakult, anthrakotómiai és kvartermalakológiai elemzések alapján rekonstruált vegyes lombozatú erdőrefugium foltból (SÜMEGI, 1996, SÜMEGI-HERTELENDI, 1998) ebben az ökológiailag kedvező periódusban kiáramlottak az erdei fajok, követve az egykori erdei környezet kiterjedését (6.ábra). Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy a területen egy olyan fluktuációs övezet jött létre a pleisztocén végi erdőrefugium körül, ahol a ciklikusan kialakuló, klimatikusan kedvező körülmenyek között a közép-európai erdőlakó elemek megjelentek, majd a hidegebb és szárazabb periódusokban ezekről a területekről visszahúzódtak a refugiumfoltból. Így a Kereszt-hegyen lokalizált erdőrefugium egy stabil, állandó erdőfoltból és az ezt körülvevő ciklikus megtelepedési, ún. "fluktuációs" övezetből áll. A 18.000-16.000 BP évek közötti interstadiálisnak az egyik legjellemzőbb vonása az volt a tokaji Kopasz-hegyen, hogy az erdőlakó elemek szétterjedése a legjelentősebb volt a felső-würmön belül. A fauna összetétele, kifejlődése, radiokarbon kora, jó egyezést mutat a dél-alföldi, dél-dunántúli löszszelvények hasonló korú szint-

colder climatic event. Therefore, it seems to us that the forest refugium was consist of a stable forest relict spot and a fluctuation zone, which developed around this relict spot. The most expressive Upper Weichselian spreading of the shade-loving species registered on the Kopasz-hill between 16.000-18.000 BP years.

### 3. Central parts of the Great Hungarian Plain

Of the sites of this region the most characteristic is the layer series of the sand-pit at Tiszaalpár (SÜMEGI et al. 1992), revealing the sandy and loessy layers in a 6.5 m profile.

The *Punctum pygmaeum-Vestia turgida zonula* could be identified in the 3.5-4.0 m section of the profile. The ratio of the cold-resistant, hygrophilous, forest elements (*Clausilia dubia*, *Arianta arbustorum*, *Perforatella bidentata*) is remarkable (35%) in this section, especially that of *Discus ruderatus* (10%). Among the species living in the transitional zone between open and closed vegetation types, the dominance of *Punctum pygmaeum* is especially high: 39%. This fauna composition marks a level of forestation, where the dominance of open forest species indicates the formation of a not too dense forest vegetation. The larger number of species (20) is comparable with that of the sites on the Great Hungarian Plain and Transdanubia. In this way besides the radiocarbon data the composition and development of the fauna relate this layer to the *Punctum pygmaeum-Vestia turgida zonula*.

jeinek faunáival, de az alacsonyabb fajszám és a paleoklimatikus adatok alapján elsősorban a Duna-kanyar környéki szelvényekkel párhuzamosítható. Az alacsonyabb fajszám valószínűleg a szélsőségesebb kontinentális és a hidegebb szubkárpáti éghajlati hatások eredményeként alakult ki a vizsgált területen (SÜMEGI, 1996).

### 3. Az Alföld centrális része

Ebben a régióban található lelőhelyek közül a legjellegzetesebb a tiszaalpári homokbánya rétegsora (SÜMEGI et al. 1992). A homokbánya fala mintegy 6,5 m vastagságban tárja fel a területen található homokos, löszös rétegeket.

A *Punctum pygmaeum-Vestia turgida* zonulát a tiszaalpári szelvény 3,5-4,0 m közötti szakaszában lehetett kijelölni. A hidegtűrő, higrofil, erdei elemek (*Clausilia dubia*, *Arianta arbustorum*, *Perforatella bidentata*) aránya ebben a szakaszban igen jelentős (35%), különösen a boreo-alpin elterjedésű, de zártterei környezetet igénylő *Discus ruderatus* faj dominanciája kimagasló (több mint 10%). Ez utóbbi érték a legjelentősebb az eddig feltárt alföldi felső-würm löszszelvényekben. A nyílt és zárt vegetáció átmeneti zónájában élő fajok közül a *Punctum pygmaeum* aránya is kimagasló (39%). Ez a faunaösszetétel is egy beerdősülési szintet jelöl, ahol a zártterei faunaelemek - alföldi környezetben - kimagasló dominanciája, a *Perforatella bidentata* jelenléte vízparti, ligeterdei vegetáció kialakulását jelzi. A jelentősebb fajszám a dél-dunántúli és a dél-alföldi területekkel egyezik meg. Így a radiokarbon adatok mellett a fauna összetétele és kifejlődése is jelzi ennek a szintnek a *Punctum pygmaeum-Vestia turgida* zonulához tartozását.

The high-bluff, which can be found between Tiszaalpár and Lakitelek, was favourable for quartermalacological analyses, so we could have compared the wetter Upper Weichselian gallery forest environment, which was close to riverside zone (Tiszaalpár) with drier background region (Lakitelek brick-yard profile: SÜMEGI-LÓKI, 1987/1988). The dominance of the shade-loving and ecoton habitat preferring species decrease gradually from the wetter Upper Weichselian riversize zone to the even-aged but higher and drier part of the alluvium. Thus the Upper Weichselian malacofauna composition changes suggest that an microclimatic and vegetation density trends developed between riversize and riverbank zone which the composition of the malacofauna can reflect back. Probably, the green corridor effect, and vegetation cover trends (from closer gallery forest to the open forest and parkland) which can be seen around the recent riverbank zone of the Great Hungarian Plain (DELI et al. 1995), developed already around the Pleistocene riversize zone. Therefore, according to the dominance of the ecoton habitat preferring Mollusc and radiocarbon data the one part (2.6-3.0 m) of the Lakitelek brickyard profile can be synchronized with the **Vestia-turgida-Punctum pygmaeum zonule**, although there were no forest species in this part of the analysed profile.

#### 4. Southern parts of Transdanubia

There are only some archeological findings from the profiles (Fig.7.) of this group of sites, and we have no radiocarbon data. Malacological studies by the dominance of *Punctum pygmaeum* together with the character of the fauna have proved that some

A Tiszaalpár-Lakitelek között húzódó tiszai magaspart több helyen is alkalmas volt kvartermalakológiai vizsgálatra, így összehasonlító elemzéseket is végezhetünk a nedvesebb, élővíz közelében kialakult egykor ligeterdei környezet (Tiszaalpár) és a szárazabb peremi területek (Lakitelek, téglagyári szelvény: SÜMEGI - LÓKI, 1987/88) kvartermalakológiai anyaga között. A nedvesebb, párásabb területektől távolodva az erdei fajok visszaszorulnak és eltűnnek a löszszelvényekből, a nagyobb növényzeti borítottságot igénylő fajok aránya erőteljesen lecsökken, bár még mindig igen jelentős marad. Ez a pleisztocénvígi löszszelvényekben megfigyelt jelenség nemcsak a térben és az időben lokális környezeti és mikroklimatikus tényezőkhöz kötött malakofauna értékelési problémáira hívja fel a figyelmet, hanem arra is, hogy a pleisztocén élővizek környékén - csakúgy mint napjainkban (DELI et al. 1995) - megfigyelhető a zöld folyosó (erdősült zóna) hatás, illetve egy páratartalom csökkenését követő növényzeti borítási trend, az erdősültebb folyópartuktól a szárazabb, ligetes vegetációval borított térszínek felé. A lakiteleki téglagyári szelvény 2.6-3.0 m közötti szelvényszakasza az erdei fajok hiánya ellenére, a jelentősebb, 10%-ot elérő *Punctum pygmaeum* dominancia és a radiokarbon vizsgálatok (I. táblázat) alapján egyértelműen a *Vestia turgida-Punctum pygmaeum* zonulába sorolható.

#### 4. Dél-Dunántúl

Ennek a lelőhely-csoportnak a feltárása során régészeti anyag csak a Ságvár-Lascaux típuslelőhelyen a ságvári Lukas-dombon került elő (7. és 8. ábra) és mindezideig radiokarbon adattal sem rendelkezünk. A malakológiai vizsgála-

sections of the layers were deposited in the Ságvár-Lascaux interstadial (Fig.8.). A common property of the malacofaunas studied that *Vestia turgida*, having recently a Carpathian distribution, is replaced by the forest species *Cochlodina laminata* and also *Orcula dolium* having a hilly distribution occurred everywhere. The dominance of *Punctum pygmaeum* gives a two-peak curve in several layer series, indicating probably a short period of unfavorable climatic conditions (HUM, 2000).

The most characteristic layer series has been found in the site at Bátaszék, where the dominance-curve of *Punctum pygmaeum* and that of the total number of species looks like a Gauss-curve predominant (FARKAS, 2000), indicating that the series of deposits includes the introductory, main and final sections of the period as well. The presence of forest patches is indicated by *Cochlodina laminata*, *Macrogaster ventricosa* and *Aegopinella ressmanni*. Besides these species preferring the edge zone between open and closed vegetation types are also present (SÜMEGI et al. 1998b).

It seems that the composition of the loess malacofauna from Adriatic Susak Island (Croatia) is analogous to the Upper Weichselian loess malacofauna in the southern part of Transdanubia (SÜMEGI et al. 1998b). According to comparisons of the malacofaunas of the two regions a paleobiogeographical unit can be reconstructed which developed equally on the northern and western foregrounds of Dinaric Alps (Po Plain, Interfluve Drava-Sava, Serbian Fruska Gora and etc.). This paleobiogeographical units called *Preilliricum*. The composition of the loess malacofauna of this unit suggests that the Mollusc

tok azonban a *Punctum pygmaeum* dominanciájával és a fauna jellegével egyaránt igazolták, hogy a rétegsorok egyes szakaszai a Ságvár-Lascaux interstadiálisban képződtek. A vizsgált malakofaunák közös sajátossága, hogy a *Vestia turgida* kárpáti elterjedésű fajt, a közép-európai erdőlakó *Cochlodina laminata* helyettesíti (SÜMEGI et al. 1998b) és mindenütt jelen van a mai középhegységi erdőkben elterjedt *Orcula dolium* is (FARKAS, 2000). A *Punctum pygmaeum* dominanciája több rétegsor esetében is kétcsúcsú görbét adott. Ez a dominancia változás valószínűleg a kedvező klimatikus időszak rövid ideig tartó kedvezőtlenné válására vezethető vissza. A legjellemzőbb rétegsort a bátaszéki lelőhelynél sikerült feltárnival. Itt a *Punctum pygmaeum* arány változása és az összegyedszám változás egyaránt normál, Gauss-görbéhez közel álló képet mutat, jelezve, hogy a *Vestia turgida* - *Punctum pygmaeum* zonula bevezető, kiteljesedő és lezáruló szakasza egyaránt kifejlődött (HUM, 2000). Az egykori erdőfoltok jelenlétével a fauna összetétele, a nagyobb növényzeti borítottságot igénylő Mollusca fajok jelentősebb aránya mellett, a *Cochlodina laminata*, *Macrogaster ventricosa*, *Aegopinella ressmanni*, *Orcula dolium* erdőlakó fajok zonulához köthető megjelenései is jelzik (HUM, 2000). Feltűnő módon a dél-dunántúli felső-würm löszfaunához hasonló összetételű a horvátországi Adriai-tengeren található, Susac-szigeti felső-würm löszfauna is (SÜMEGI et al. 1998b). A két terület malakofaunája közötti párhuzamok alapján egy olyan paleobiogeográfiai egységet feltételezünk, amely a Dinári-hegység nyugati és északi előterében egyaránt kialakult (*Preillyricum*), az egykori Pó-síkságon, illetve a Dráva-Száva síkságon, a szerbiai Fruska Gorán.

species, which live on broad-leaved forest covered Central European low mountain region today, survived the cold stages of Weichselian on the forested relict spots of this unit. These forested relict spots called *Illiricum* (SÜMEGI et al. 1998b).

A synonymous paleobiogeographical and paleoclimatic indicator element the *Semilimax semilimax*, which was a Pleistocene vicarious species of the Carpathian *Semilimax kotulai*, can be found only in the loess profiles of the southern parts of Transdanubia and the Great Hungarian Plain. This can be explained by the fact that the recent distribution of this Western European species is linked to the Köppen's Cf climatic region in the Carpathian Basin.

### 5. Southern parts of the Great Hungarian Plain

In one of these sites the first Palaeolithic finding of the Plain was found at Szeged-Öthalom (BANNER 1935), while T. Dobosi V. has excavated culture layers with gravetti tools in Madaras brickyard (T. DOBOSI 1967, 1989).

Based on radiocarbon data the medium section of the Szeged-Öthalom profile-studied in detail (KROOPP et al. 1995) also with shallow boreholes - was formulated between 16000-8000 BP. The composition of the fauna, but especially the high dominance of *Punctum pygmaeum*, exceeding 30% in some layers, the occurrence of *Vestia turgida* and the malacothermometer data make it quite evident that this section is identical with the *Punctum pygmaeum-Vestia turgida zonula*. Even the type locality of this zonula can be found in Öthalom sand-pit at Szeged, in the first profile, between 1.25-2.0 m (KROOPP-SÜMEGI, 1992, 1995, SÜME-

A malakofauna összetétele alapján úgy tűnik, hogy a napjainkban a közép-európai hegyládék alacsonyabb, kb. középhegységi régiójának megfelelő lomboserdői környezetre jellemző malakológiai elemek ezen a területen, folszerűen kiterjedt erdőkben fennmaradtak. Hasonlóan paleobiogeográfiai és paleoklimatikus jelzőértékű a kárpáti elterjedésű *Semilimax kotulai* vikariáns eleme a dél-dunántúli és a dél-alföldi löszszelvényekben megjelenő *Semilimax semilimax* faj is, hiszen egyértelműen nyugat-európai, alpi elterjedésű és hazánkban szorosan kötődik a Köppen-féle, uralkodóan Cf éghajlati területhez (SÜMEGI-KROOPP, 1995).

### 5. Dél-Alföld

A dél-alföldi lelőhelyek közül Szeged-Öthalomról az Alföld első paleolit lelete került elő (BANNER, 1936), Madarasról pedig T. Dobosi Viola tárt fel gravetti eszközöket tartalmazó kultúrréteget (T. DOBOSI, 1967, 1989). Az 1991-1994 között igen részletesen vizsgált Szeged-Öthalom (KROOPP et al. 1995) sekély mélységű fúrásokkal kiegészített rétegsorának középső része a radiokarbon koradatok alapján a 18.000-16.000 BP évek közötti időintervallumban képződött. A faunakép, de különösen a *Punctum pygmaeum* fajnak egyes szintekben 30%-ot meghaladó dominanciája, a *Vestia turgida* jelenléte, a malakohómérő adatok egyértelművé teszik (I. táblázat), hogy ez a szakasz a *Punctum pygmaeum-Vestia turgida* zonulának felel meg. A zonula kifejlődése olyan jellegzetes Szeged-Öthalom területén, hogy a rétegtani egység típuslelőhelye is itt található (Szeged-Öthalom I. szelvény 1.25-2.0 m közötti szakasza: KROOPP-SÜMEGI, 1992, 1995, SÜMEGI-KROOPP,

GI-KROLOPP, 1995, SÜMEGI, 1996). The micromorphological and geological position of the Szeged-Öthalom loess region is very special, because some sand hummocks developed on the surface of the alluvial fan and typical terrestrial loess layers developed on the top part of these hummock while alluvial (infusion) loess layers accumulated in the deepest part of this region, between the hummocks (KROLOPP et al. 1995). The alluvial loess layers and terrestrial loess layers interfingered thus we think these two loess formation was isochronos and heterotip lithological facies. Some typical higrophilous woodland (gallery forest) elements (*Discus ruderatus*, *Vitrina pellucida*, *Perforatella bidentata*) can be found on the interfingering zone. The relatively dense vegetation cover is proved by the high dominance value (>80%) of hygrophilous and subhygrophilous species living in the edge of open and closed habitats. Some gallery forest species (e. g. *Perforatella bidentata*) also appear in the fauna. By the recent 14 C measurement of the mammoth bone (Table I.) found in the course of the 1935 excavations (BANNER, 1936), it was possible to certify that it has identical age with the tools in the gravetti culture.

This analysed interstadial event, which can be found in Szeged-Öthalom, and other loess profiles from the southern part of the Great Hungarian Plain (Katymár, Madaras brickyard: MOLNÁR-GEIGER, 1995, MOLNÁR-KROLOPP, 1978, KROLOPP, 1989), was correlated with the interstadial level of the southern loess profiles of Transdanubia. This correlation was based on occurring of *Semilimax semilimax* and *Vitrina pellucida* and the higher July paleotemperature. But the

1995, SÜMEGI, 1996). A dúsabb növényzeti borítottságot a zárt és nyílt vegetáció határán élő, nedvességgigényes, illetve szubhigrofil csigafajok egyedeinek 80%-ot meghaladó dominanciája is jelzi. A Szeged-Öthalomi löszterület mikromorfológiai helyzetéből igen speciális, hiszen egy hordalékkúp felszínén futóhomokbuckák alakultak ki, majd a buckákon száraztérszíni lösz, míg a buckák közötti mélyedésekben mocsári környezetben nedvestérszíni löszös rétegek képződtek (KROLOPP et al. 1995). A két löszképződmény izokron és heterotip kifejlődését bizonyítja, hogy a két képződmény összefogazódik.

Az összefogazásnál kialakított szelvényrészeken 18.000-16.000 BP évek közötti rétegekben ligeterdei környezetre jellemző fajok kerültek elő jelentősebb arányban (*Discus ruderatus*, *Vitrina pellucida*, *Perforatella bidentata*).

A Szeged-Öthalmi lelöhely régészeti anyagának egykorúságát a *Punctum pygmaeum-Vestia turgida* zonulával az 1935-ben feltárt felső-paleolit leletanyag kísérében kimutatott *Vestia turgida* egyedekkel (BANNER, 1936) és az ásatás során feltárt mamutcsont 1994-ben elvégzett radiokarbon méréssével (I. táblázat) sikeres bizonyítani. A radiokarbon és a malakosztratigráfiai adatok alapján a Szeged-Öthalimi régészeti lelöhely a Ságvár-Lascaux interstadiálisban kialakult gravetti hullámhoz kapcsolódik és jól szinkronizálható, mind a Duna-kanyarban, mind az Alföld többi részén (Madaras, Jászfelsőszentgyörgy: T. DOBOSI, 1967, 1989, 1993, 1994) kimutatható würm végi régészeti kultúrával.

Az öthalmi lelöhely mellett a többi dél-alföldi lelöhely (Katymár, Madaras: MOLNÁR-GEIGER, 1995, MOLNÁR-

occurring of the *Vestia turgida* and *Mastus venerabilis* species in the loess profile of the Szeged-Öthalom show that the effect of the Carpathian fauna unit developed again in this part of the Great Hungarian Plain. Probably, front zones of the distribution of the Carpathian and Balkanic fauna units were overlapping in the analysed region during the Ságvár-Lascaux interstadial, between 16.000-18.000 BP years. The quarter-malacological record suggest that the hidrochor spreading process of Mollusc and the Carpathian rivers helped this overlapping process in the southern part of the Great Hungarian Plain. The highest species number of the Weichselian malacofaunas of the Carpathian Basin can be found in the loess-profiles at Szeged-Öthalom (58 species). But the dissected micromorfologic surface of this area and the mosaic-like habitats were very favourable for Mollusc because the Mollusc species with different ecological tolerances could live near to each other (double refugial effect).

(to be continued)

Pál SÜMEGI  
University of Szeged  
Department of Geology and  
Paleontology  
H-6277 Szeged,  
Egyetem u. 2.  
Hungary

E-mail: sumegi@geo.u-szeged.hu

Endre KROLOPP  
Hungarian Geological Survey  
H-1143 Budapest,  
Stefánia u. 14.  
Hungary

KROLOPP, 1978, KROLOPP, 1989)  
18.000-16.000 BP évek között kifejlődött interstadiális szint a dél-dunántúli löszszelvényekben kifejlődött interstadiális szinttel rokonítható, elsősorban a *Semilimax semilimax*, *Vitrina pellucida* fajok jelenléte és a magasabb júliusi hőmérséklet alapján. Ugyanakkor a Szeged-Öthalmi lelőhelyen a *Vestia turgida*, *Mastus venerabilis* fajok jelenléte alapján a kárpáti faunakör hatása is kimutatható. Valószínűleg a pleisztocén végén, a Ságvár-Lascaux interstadiális folyamán a kárpáti és balkáni faunakörök peremi részei átfedésben voltak a Dél-Alföldön. Az átfedésben szerepet játszhatott a Kárpátokból eredő folyók faunaközvetítő hatása is. Ezt valószínűsíti a Szeged-Öthalmi lelőhely kimagasló fajszáma (58) is, amely a Kárpát-medence felső-würm anyagában a legjelentősebb. Természetesen a jelentősebb fajszám kialakulásban szerepet játszott az Öthalom mikromorfológiai tagoltsága is, hiszen a mozaikos mikrokörnyezeti feltételek kialakulását és az eltérő ökológiai igényű Mollusca fajok párhuzamos fennmaradását (kettős refugium hatás) is lehetővé tette.

(folytatása következik)

SÜMEGI Pál  
Szegedi Tudományegyetem  
Földtani és Őslénytani Tanszék  
H-6277 Szeged,  
Egyetem u. 2.

E-mail: sumegi@geo.u-szeged.hu

KROLOPP Endre  
Magyar Földtani Intézet  
H-1143 Budapest,  
Stefánia u. 14.