

SZENT ISTVÁN EGYETEM ÁLLATORVOS-TUDOMÁNYI KAR
Ökológia Tanszék

**A késő pleisztocén nagyemlősök méretváltozása az
éghajlati tényezők függvényében a Kárpát-
medencében**

Készítette: Szabó Bence
SZIE-ÁOTK, Biológia BSc

Témavezető: Gasparik Mihály
Magyar Természettudományi Múzeum

Belső konzulens: Fülöp Dávid
SZIE-ÁOTK, Biológiai Intézet

Budapest

2014

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	2
BEVEZETÉS	3
CÉKITŰZÉSEK	9
ANYAG ÉS MÓDSZER	10
1. MINTAVÉTEL	10
2. VIZSGÁLT FAJOK	11
3. A LELŐHELYEK KORMEGHATÁROZÁSA.....	13
EREDMÉNYEK	15
DISZKUSSZIÓ	24
ÖSSZEFOGLALÁS	27
SUMMARY	28
KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS.....	29
IRODALOMJEGYZÉK	30
MELLÉKLET.....	32

Bevezetés

Magyarország felszíni, valamint felszín közeli üledékes kőzeteinek 90%-a a negyedidőszak (kvarter) során keletkezett, ez a legrészletesebben leírt időszak nem csak rétegtani, hanem faunisztikai, archeológiai, abszolút kronológiai és botanikai szempontokból is (Jánossy, 1986).

A negyedidőszak idősebb szakasza, a pleisztocén mintegy 2,6 millió évvel ezelőtt kezdődött, és 11700 évvel ezelőtt ért véget. A korra jellemző volt a nagy eljegesedésekkel járó glaciális, valamint a jégtakaró visszahúzódásával jellemzett interglaciális időszakok váltakozása. A glaciális-interglaciális periódusokkal együtt a flóra és fauna is folyamatos változásokon ment keresztül.

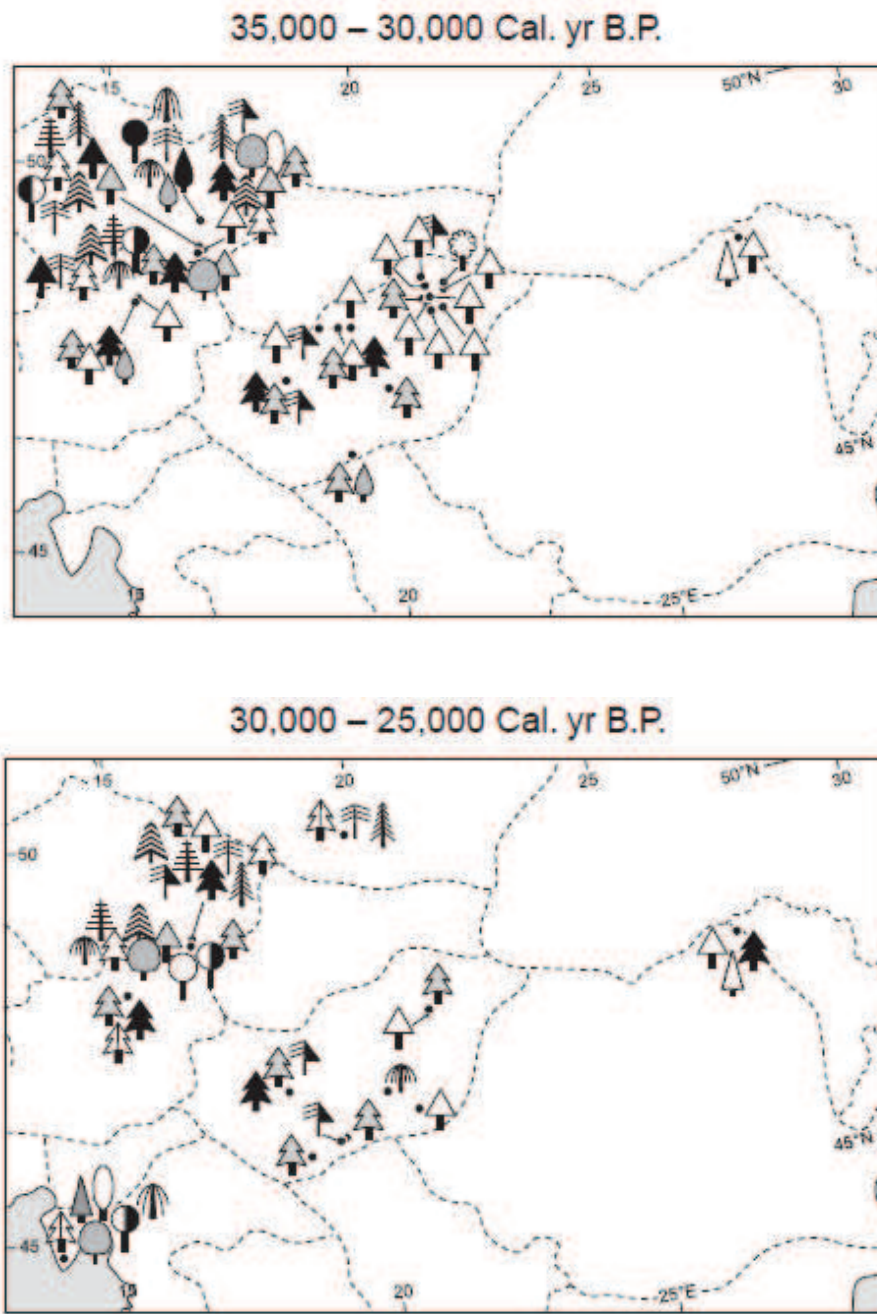
Az eljegesedések során az északi féltekén a klíma arid, a hőmérséklet alacsony volt, a kevés csapadék, nagy része hó formájában hullott le, a sarki jégtakarók kiterjedése jelentősen megnőtt, a Würm glaciális során a mai Németország és Lengyelország területéig lehúzódtak, ettől délre a permafrost területek húzódtak. Az összefüggő erdőségeket erdős sztyeppék és nyitott boreális erdők váltották fel (Willis et al. 2000), a mérsékelt öv jellemző fajai refúgiumokban vészelték át a hideg időszakokat, majd innen történt meg a visszaerdősülés (Willis & Andel, 2004).

A glaciálisok közötti interglaciális időszakokban a szárazföldi jégtakarók visszahúzódtak, a csapadék mennyisége nőtt. Ezekben a ciklusokban a nyílt területek beerdősülési folyamatát figyelhetjük meg erdősztyepp, majd cserjés erdő megjelenésével.

A würm glaciális volt a pleisztocén során az utolsó eljegesedési periódus, hidegmaximuma 22000 (cal BP) évvel ezelőtt kezdődött és 19000 (cal BP) évvel ezelőttig tartott (Yokoyama et al., 2000). Ebben az időszakban a sarkkörökön található jégtakaró és a hegyvidékeken található gleccserek együttes kiterjedése meghaladta a Föld felszínének 10 százalékát, és elérhette az 55 millió négyzetkilométert. Ekkor az eurázsiai tajga és lombos erdő zóna a dél-felé kiterjedő jégtakaró előtti tundra zóna, valamint a sztyeppövezet megnövekedett területe következtében jelentősen összezsugorodott, így a tundra és a mérsékeltövi sztyeppzóna közvetlenül keveredett egymással.

A jégkor mélypontján a Kárpát-medence belső területeire a sztyeppvegetáció volt a jellemző, a középhegységek területének jelentős részét is hidegtűrő elemek uralmával jellemezhető sztyepppek borították. A mélyebb völgyekben, valamint a kitett, meredek északi hegyoldalakon és a hidegzugokban a tundravegetáció jellegzetes elemei is megjelentek. Ugyanakkor a védettebb refúgiumokban még ebben a kifejezetten hideg és száraz éghajlati szakaszban is fennmaradtak az enyhébb éghajlatot kedvelő lombos fák és lágyszárúak. Ilyen refúgiumok a dél felé leszakadó, légköri csapadékban viszonylag gazdagabb 400-800 méter tengerszint feletti hegyperemeken, a párásabb mikroklímával jellemezhető árterekkel érintkező hegylábi és dombsági területeken, a sekély tavakat övező futóhomokbuckák belső, védett felszínein, az ártéri magas partok peremén alakultak ki.

Az őslénytani adatok azt sugallják, hogy a Kárpát-medence belső területein kisebb-nagyobb kiterjedésű erdő és mérsékeltövi lágyszárú menedékfoltok lehettek. Az erdőmenedékekben a tajgaerdő fajai (erdei fenyő, lucfenyő, jegenyefenyő, cirbolyafenyő, vörösfenyő) eltérő területi elhelyezkedésben élhettek, és helyenként lombos fákkal (nyír, fűz, éger, tölgy, szil, kőris, hárs, gyertyán) és cserjékkel (mogyoró, som, bodza) keveredtek (Willis & Andel, 2004; Sümegei & Törőcsik, 2007). (1-2. ábra)



1-2. ábra: A Kárpát-medence jellemző erdőalkotó fajai a LGM (last glacial maximum) során (Willis & Andel, 2004)

Ugyanakkor 40 ezer évtől kezdődően már biztosan voltak a Hortobágy területén szikes növények, például sziki útifű, sziki üröm és sziki sóballa. Mivel a lágyszárú fajok a hozzáférhető maradványokból igen nehezen határozhatók meg fajra pontosan, ezért gyepfajaink jégkori túlélése, jégkor előtti, alatti vagy utáni bevándorlásuk időpontjai szinte kutathatatlanok. A meglévő adatok alapján mégis feltételezzük, hogy a mérsékelt

övi sztyepei elemek a jégkor alatt is fennmaradtak a Kárpát-medencében. Tehát mai flóránk jelentős része nem az utóbbi tízezer év bevándorlásainak, hanem a túlélő növényzet szétvándorlásának eredménye (Sümegei & Törőcsik, 2007).

A würm glaciális során Magyarországra jellemző társulás volt a mamut-sztyepp. A mamut-sztyepp definíció szerint az a száraz, fű és kóró dominálta mozaikos ökoszisztéma, ahol az igen változatos legelő fajokkal jellemezhető késő-pleisztocén megafauna élt.

A mamut-sztyepp emlősfauna közössége nem csak az őslénytani lelőhelyek anyagából, hanem a csaknem teljes épségben megőrződött, jégbefagyott maradványokból is ismert. A jégbefagyott állatok gyomortartalmának ismerete, valamint a pollenanalitikai módszerek lehetővé teszik annak a környezetnek a rekonstruálását, ahol ez a jellegzetes közösség élt.

Az európai fauna legjellegzetesebb, szinte kizárólag fűfélékkel táplálkozó tagjai a gyapjas mamut (*Mammuthus primigenius*), a sztyepei bölény (*Bison priscus*), a ló (*Equus* sp.), a gyapjas orrszarvú (*Coelodonta antiquitatis*) és a rénszarvas (*Rangifer tarandus*) (Guthrie 2001; Kahlke 1999). Az ír szarvas (*Megaloceros giganteus*), a jávorszarvas (*Alces alces*), a szajga antilop (*Saiga tatarica*), valamint a pézsmatulok (*Ovibos moschatus*) elterjedési területe is részben átfedésben volt a mamutéval, ezek a fajok Magyarországon csak szórványosan jelentek meg. A mamuttal együtt élő ragadozók közül a legfontosabb a farkas (*Canis lupus*), a sarki róka (*Alopex lagopus*), a rozsomák (*Gulo gulo*), a barlangi hiéna (*Crocuta crocuta spelaea*) és a barlangi oroszlán (*Panthera leo spelaea*). A barlangi medve (*Ursus spelaeus*) és a hiúz (*Lynx lynx*) jelenléte csak Európára jellemző (Kahlke 1999).

Az utolsó glaciális követő időszakban a mamut-sztyepp jellegzetes megafauna-elemei eltűntek. Hasonló nagy kihalások voltak megfigyelhetők a többi kontinens élővilágában is. Ennek a kihalásnak az emberi tevékenység (overhunt hipotézis; túlvadászás), valamint a környezeti változások állhattak a háttérben.

A magyar kvarter ősgerinces kutatás több mint 150 éves múltra tekint vissza. Ez idő alatt Eurázsiaiban egyedülálló módon sok lelőhelyet tártak fel, ismeretlen taxonok és faunák sokaságát ismerték meg, valamint kidolgozták a nemzetközi szinten használatos biokronológiai–biosztratigráfiai rendszereket.

A magyarországi gerinces őslénytani kutatás kezdete Petényi Salamon János nevéhez fűződik, aki 1847-ben egy kora-pleisztocén kisémlősfaunát írt le Beremendről, majd néhány évvel később, 1853-ban előkerült a Kárpát-medence területétől az első sarkvidéki állat maradványa (Ovibos), ami jelezte, hogy a pleisztocén eljegesedések hatással voltak a Kárpát-medencére. Az eljegesedésekre vonatkozó elméletek a 19. század végén és a 20. század elején alakultak ki, egyrészt faunavizsgálatok, másrészt az Alpok környékének morénaüledékei alapján (günz, mindel, rissz, würm glaciálisok elkülönítése). Eleinte a magyarországi paleontológusok többsége a monoglacialista elméletet fogadta el, míg a poliglacialista elméletet legtöbbször elvetették. Eszerint a pleisztocén három szakaszra - preglaciális, glaciális és posztglaciális – osztható. Elképzelésüket megerősítette, hogy az 1910 és 1916 között folyó ásatásokon előkerült anyagból csak egyetlen faunahullámot lehetett rekonstruálni, valamint az, hogy ekkor még nem ismertek középső-pleisztocén faunákat a területről.

A 20. század első felében nem csak a kora-pleisztocén, hanem az igen gazdag késő-pleisztocén barlangi anyagot is vizsgálták, és az előkerülő faunákat a francia paleolit rendszerrel (Mousteri, Aurignaci, Solutréi, Magdaléni) párhuzamosították.

A második világháborút követően a kvarter gerincesekkel foglalkozó paleontológusok fő célja egy általános geokronológiai törvényszerűségeken alapuló pleisztocén biosztratigráfia létrehozása volt, amely pontosabb és részletesebb, mint a korábbi rendszerek. A szárazföldi üledékek esetében egy ilyen rendszer létrehozása legjobban a gyorsan változó szukcessziójú, nagy mobilitású, gyorsan szétterjedő gerinces faunák alapján lehetséges. Különösen igaz ez az emlős faunákra, amelyek jól definiálható, éles sztratigráfiai határokat adnak, és egymástól távol eső területek korrelációjára is felhasználhatók.

Ilyen korrelációs lehetőséget ad a Hipparion hullám Eurázsia és Észak-Amerika, valamint az Elephantidae-k megjelenése Euráziában, Eurázsia és Afrika esetében. Az ilyen faunahullámok, amelyeket mindig nagy geológiai változások (transzgressziók, regressziók) indítanak el, ideális sztratigráfiai indikátorok. Az emlősfaunák vizsgálata alapján Kretzoi M. – Nehring elképzelésével ellentétben - nem egy hideg és egy meleg fauna ismétlődését, hanem öt vissza nem térő faunahullámot mutatott ki a kvarterben. A faunahullámok korrelálása során Kretzoi M. először a négy pleisztocén faunahullámot párhuzamosította a négy fő eljegesedéssel, majd az egyes faunahullámokon belül, az egyes fajok faunán belüli százalékos egyedszám-arányának megváltozása alapján faunadominancia szakaszokat különített el. A négy pleisztocén faunahullám a következő: (1)

villányi; (2) bihari; (3) steinheimi (oldenburgi) faunakomplexum; (4) névtelen (utrechti) faunakomplexum. A későbbiekben az újabb, főleg középső-pleisztocén faunák felfedezésével a rendszer pontosabbá vált, a nagy egységeken belül egyre több faunaszakaszt lehetett elkülöníteni, ami elősegítette a magyarországi faunák korrelációját a többi terület adataival. 1982-ben Kretzoi az oldenburgi és az utrechti emeletet összevonta és létrehozta a pilisi emeletet.

Kretzoi M. biokronológiai rendszerét Magyarországon kívül a Kárpát-medence egyéb területein is alkalmazzák, az egyes területeken kifejlesztett saját rendszerek mellett. Az osztrák G. Rabeder az arvicolidák evolúciója alapján állította fel biokronológiai rendszerét, melyet a Kretzoi M. által javasolt faunahullámokkal, illetve faunaszakaszokkal korrelált.

A biokronológiai rendszerek mellett meg kell említeni két kisemlősökön alapuló biosztratigráfiai beosztást is. 1990-ben Fejfar & Heinrich az egéralakú rágcsálók alapján állította fel rendszerét, amely a legmodernebb beosztások alapjává vált. A rendszer legkisebb egysége a zóna, mely az egyes evolúciós vonalakhoz tartozó fajok teljes fajlétjén alapul. A hosszabb időtartamú biosztratigráfiai egységeket a különböző evolúciós vonalakhoz tartozó nemek sztratigráfiai elterjedése határozza meg úgy, hogy a szuperzónák alsó határát mindig az adott nem első megjelenése, míg felső határát a rákövetkező nem első megjelenése adja.

A fenti biosztratigráfiai rendszer azon a feltevésen alapul, hogy a zónajelző fajok első és utolsó megjelenése mindenhol egyidejű volt, és az adott fajok a kontinens egészén megtalálhatók voltak. Ugyanakkor a lokális faunákon alapuló biosztratigráfiai rendszerek azt mutatják, hogy ez korántsem volt így. Európa egyes részeit az adott fajok különböző időpontban érték el, vagy el sem érték, emiatt szükség volt az állatföldrajzi adatok figyelembe vételével a rendszer revíziójára (Pazonyi, 1999).

Célkitűzések

Már többen foglalkoztak a negyedidőszak rétegtani tagolásával, a kvarter környezet rekonstruálásával, a bekövetkezett változások jellemzésével. Dolgozatomban az eddigi eredményeket szeretném finomítani, részletesen megnézni, hogy a fajok testméret-változásai értékelésével lehet-e plusz információkat hozzátenni a korábbi eredményekhez, lehet-e pontosítani azokat.

Ebben a munkában a magyarországi késő-pleisztocén lelőhelyek megafauna maradványait vizsgáltam. Céлом volt, hogy megvizsgáljam, kimutatható-e a kihalt csoportoknál egy, a kihalás előtti gyors méretcsökkenés, hasonló ahhoz, melyet észak-amerikai cabaloid lovaknál sikerült kimutatni (Guthrie, 2003). További célom az volt, hogy megvizsgáljam milyen összefüggés fedezhető fel az állatcsoportok testmérete, valamint az éghajlati változások között. Tapasztalható-e szignifikáns méretbeli különbség a hideg, valamint a meleg periódusokban élő populációk között?

Anyag és módszer

1. Mintavétel

A vizsgálathoz a Közép Európában előforduló késő-pleisztocén megafauna elemeket, azaz 45 kg-nál nagyobb testtömegű fajokat választottam ki (Miller et al., 1999). A fajok kiválasztásához Jánossy D. (1986) könyvét használtam, a benne szereplő fontosabb késő-pleisztocén lelőhelyek fajaiból azokat választottam ki, melyek a magyarországi lelőhelyek legalább felében előfordultak.

Ez alapján 7 fontos megafauna elem került kiválasztásra, ezek a barlangi medve (*Ursus spelaeus*), a gyapjas mamut (*Mammuthus primigenius*), a gyapjas orszarvú (*Coelodonta antiquitatis*), a sztyeppe-i bölény (*Bison priscus*), a ló (*Equus* sp.), a rénszarvas (*Rangifer tarandus*), valamint a gímszarvas (*Cervus elaphus*).

A dolgozatban vizsgált maradványok a Magyar Természettudományi Múzeum Őslénytani és Földtani Tárának gerinces gyűjteményében találhatóak. Minden lelet rendelkezik egy egyedi azonosító számmal, mely alapján azonosítható, hogy melyik lelőhely melyik rétegeből származik a maradvány, milyen fajhoz tartozik, valamint a gyűjtés éve és a gyűjtő neve.

A vizsgálathoz a csöves csontok közül a phalanx-ot, valamint a 3. metatarsus-t használtam. Részben azért, mert ezek a csontok maradtak fenn a legnagyobb mennyiségben, részben viszont azért, mert a metapodium-ok és phalanx-ok tömegbecslésre alkalmasabbak a többi csontonál. Alberdi és munkatársai 9 recens lóféle testtömege és koponya, állkapocs, fog, metapodium, valamint phalanx méretei közötti összefüggéseket elemezve jutott arra a következtetésre, hogy a testtömeg változása jobban korrelál az állat metapodium, illetve phalanx méretével, mint a többi csonttal (Alberdi et al., 1994). Egy-egy csontról nyolc méretet vettem fel, ezek a proximális szélesség, a proximális mélység, a disztális szélesség, a disztális mélység, a legnagyobb hossz, a mediális hossz, a csont legkisebb átmérője, valamint a csont szélessége a legkisebb átmérőnél.

A méreteket egy tolómércével vettem fel milliméteres pontossággal, majd a kapott adatokat egy adatbázisba vittem. A méréseim pontosságának ellenőrzése céljából az első 150 csont méréseit megismételtem.

2. Vizsgált fajok

I.) Gyapjas mamut (*Mammuthus primigenius* Blumenbach, 1799)

A gyapjas mamut a mamut-sztyepp jellemző hatalmas füevő elefántféléje volt, mely Észak-Spanyolországtól egész Eurázián keresztül Észak-Amerikáig tartó széles elterjedési területtel bírt (Braun & Palombo, 2012). Maradványai Magyarországon is gyakran számítanak, hiszen ezidáig ca. 400 lelőhelyről kerültek elő egyedek, ezek között 6 közel teljes csontváz (Katona et al., 2012).

Viszonylag gyakori előfordulása ellenére végül sajnos nem kerülhetett be a vizsgálatba. Ennek oka egyrészt a leletek szórványossága. A maradványok nagyrészt nem rétegtanilag jól leírt lelőhelyekről kerültek elő, hanem folyómedrekből, szántásokból, kavicsbányákból, így koruk jórészt ismeretlen. Másrészt a fennmaradt leletek a testméret becslésére nem alkalmasak, sok a töredékes csont, a leletek túlnyomó többségét pedig fogak teszik ki, mely a Proboscidea rend tagjainál – felépítéséből adódóan - méretbecslésre nem, sokkal inkább életkorbecslésre használható (Roth & Shoshani, 1988).

II.) Gyapjas orrszarvú (*Coelodonta antiquitatis* Blumenbach, 1807)

A gyapjas orrszarvú a mamut-sztyepp egy másik jellegzetes nagyemlőse, egy nagytestű füevő páratlanujjú patás (*Perissodactyla*) volt. Elterjedési területe Eurázsia arid részeire korlátozódott.

Erről a fajról is elmondható, hogy viszonylagos gyakorisága ellenére a gyapjas mamuthoz hasonló okok miatt ki kellett hagyni a vizsgálatból.

III.) Ló (*Equus* sp.)

A lófélék családja (Equidae) a pleisztocénben széles körben elterjedt család volt, Észak-Amerika, Eurázsia és Afrika területén is megtalálhatók képviselőik. A würm glaciális idején magyarországi területeken is nagy egyedszámban fordultak elő az *Equus* nemzetség tagjai. Mára a családnak egy neme, valamint kilenc faja maradt. A lovak szintén a mamut-sztyepp jellegzetes nagytestű növényevői voltak.

A fajok pontos meghatározása a lóféléknél nehéz feladat, hiszen a csontváz szerkezete, valamint felépítése a legtöbb fajnál nagyon hasonló. Szexuális dimorfizmus a lovaknál szinte elhanyagolható, a hím és nőstény lovak lábsont méreteiben nincsenek szignifikáns különbségek, elmondható ugyan, hogy a hímek kis mértékben nagyobbak a nőstényeknél, de a két nem között nagy az átfedés, így nem szükséges figyelembe venni azt (Van Asperen, 2010). A vizsgált intervallumban 13 magyarországi lelőhelyről kerültek be a dolgozatomba maradványok, ezek Kunpeszér, a Dorogi-kőfülke, Istállóskő, Tokod, Porlyuk, a Várhegyi-barlang, Ságvár, a Szelim-barlang, a Lengyel-barlang, Subalyuk, Kőlyuk, a Diósgyőri-barlang, valamint Szuhogy. Összesen 21 darab phalanx-ot, és 52 darab metacarpus-t vizsgáltam meg.

IV.) Sztyeppei bölény (*Bison priscus* Bojanus, 1827)

A sztyeppei bölény az Eurázsia és Észak Amerika pleisztocén füves pusztáit benépesítő nagytestű párosujjú patások (*Artiodactyla*) egyike. Würm végi kihalása után az európai, valamint az amerikai bölény vették át a helyét a pusztákon.

A vizsgálatba 5 lelőhely anyagai kerültek be, 9 phalanx és 19 metacarpus. A lelőhelyek a Szelim-barlang, a Kiskőháti-barlang, Tokod, a Lambrecht-barlang és a dorogi-kőfülke.

V.-VI.) Rénszarvas (*Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758)

Gímszarvas (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758)

A rénszarvas és a gímszarvas a késő-pleisztocén során Eurázsia nagy részén megtalálható volt, a középső és késő paleolitikum emberének legfontosabb zsákmányállatai voltak. A rénszarvas az északnyugati, középső és keleti területeken, a gímszarvas a délebbi területeken volt elterjedt. Mindkét faj csontmaradványai gyakoriak az archeológiai és őslénytani lelőhelyeken is, de változó arányban találhatók meg. Ez alapján a két faj egymással átfedő területeket népesített be, bár manapság jellemzően különböző biotópokon találhatók meg (Kozdeba, 2003).

A vizsgálatba 6 lelőhelyről 10 gímszarvas phalanx került be, a lelőhelyek a következők: Uppony, Tokod, Bajót, Bivak-barlang, Tarkó és Subalyuk.

Továbbá 4 lelőhelyről 13 rénszarvas phalanxot vizsgáltam. A lelőhelyek Istállóskő, Kiskőhádi-barlang, Szelim-barlang, Balla-barlang.

VII.) Barlangi medve (*Ursus spelaeus* Rosenmüller, 1794)

A barlangi medve az egyedüli ragadozó faj a tanulmányban. Bár a ragadozók rendjén belül a medvefélékre (Ursidae) a legkevésbé jellemző a ragadozó életmód, a mai medvék nagy része mindenevő, így a barlangi medve táplálékának jelentős részét is növények tették ki, sőt az őrlőfogak kúpmorfológiája alapján a barlangi medve a barna medvéénél is kifejezettebben növényevő volt (Géczy, 1993).

Ez a nagytestű medveféle Európa-szerte elterjedt volt, maradványai az európai, így a hazai barlangokban is tömegesen fellelhetők.

A gyűjteményben 268 medve metatarsus, valamint 186 phalanx volt az adott időszakból 7 lelőhelyről, ezek a Szeleta-barlang, a Hillebrand Jenő-barlang, a Szelim-barlang, a Tarkói kőfülke, a Baits-barlang, az Istállóskői-barlang, valamint Kőlyuk-barlang.

3. A lelőhelyek kormeghatározása

A vizsgálatban szereplő lelőhelyek korának megállapításához Pazonyi P. (2006) doktorijának adatait használtam fel (1. táblázat).

Leőhely	kor (ezer év)	Leőhely	kor (ezer év)
Rigó-lyuk 1. réteg	0,2	Függő-kő-barlang I. réteg	25,5
Rigó-lyuk 2. réteg	0,3	Gencsapán	26
Nagy-öddali-zsomboly 0. réteg	0,3	Függő-kő-barlang II. réteg	26,2
Nagy-öddali-zsomboly 1-2. réteg	0,4	Függő-kő-barlang III. réteg	27
Rigó-lyuk 3. réteg	0,5	Istálló-kő-barlang	30
Nagy-öddali-zsomboly 3. réteg	0,7	Tököd I. lelőhely	40
Rigó-lyuk 4. réteg	0,8	Székta-barlang	45
Rigó-lyuk 5. réteg	1,2	Diógyőr-Tapolca-barlang II/4. réteg	50
Nagy-öddali-zsomboly 4. réteg	1,5	Suba-lyuk 10-16. réteg	64
Petényi-barlang 1. réteg	1,5	Erd	73,5
Rigó-lyuk 6-7. réteg	1,8	Diógyőr-Tapolca-barlang II/5. réteg	77
Nagy-öddali-zsomboly 5. réteg	2	Tököd II. lelőhely	80
Rigó-lyuk 8-9. réteg	2,2	Lambrecht Kálmán-barlang	82
Nagy-öddali-zsomboly 6. réteg	2,5	Tar-kő-kőfülke IV. lelőhely	97
Kis-kőhát-zsomboly 4. réteg	2,5	Tata	100
Petényi-barlang 2. réteg	3	Bajót 3. számú kőfülke	101
Rejtek I. kőfülke 1. réteg	3	Pozos-lyuk	104
Petényi-barlang 3. réteg	4,5	Tatabánya, Kálmán-hegy 4. sz. kőfülke	105
Rejtek I. kőfülke 2. réteg	4,5	Sütnő 9. lelőhely	109
Jankovich-barlang 1. réteg	4,5	Uppony, Horvát-lík 7. réteg	110
Kőlyuk II. 1. réteg	5	Uppony, Horvát-lík 8. réteg	111
Kőlyuk II. 2. réteg	5,2	Uppony, Horvát-lík 9/A réteg	112
Bamda-barlang	5,5	Eger, Dobó-bástya	112
Rejtek I. kőfülke 3. réteg	5,5	Uppony, Horvát-lík 10. réteg	113
Kőlyuk II. 3. réteg	5,5	Uppony, Horvát-lík 11. réteg	114
Hosszú-hegy-zsomboly 2. réteg	5,5	Uppony, Horvát-lík 12. réteg	114,5
Kőlyuk II. 4. réteg	5,8	Uppony, Horvát-lík 13. réteg	115
Kőlyuk II. 5. réteg	6	Uppony, Horvát-lík 14. réteg	115,5
Jankovich-barlang 2. réteg	6	Uppony, Horvát-lík 15. réteg	116
Hosszú-hegy-zsomboly 3. réteg	6	Uppony, Horvát-lík 16. réteg	116,5
Rejtek I. kőfülke 4. réteg	6,5	Uppony, Horvát-lík 18. réteg	117
Kőlyuk II. 6-7. réteg	6,5	Uppony, Horvát-lík 20. réteg	118
Hosszú-hegy-zsomboly 4. réteg	6,5	Uppony, Horvát-lík 21. réteg	120
Kőlyuk II. 8. réteg	6,8	Por-lyuk	120
Petényi-barlang 4. réteg	7	Sütnő 6. lelőhely 1-5. réteg	128
Kőlyuk II. 9-11. réteg	7	Sütnő 6. lelőhely 6-10. réteg	132
Hosszú-hegy-zsomboly 5. réteg	7	Uppony I. kőfülke 1. réteg	170
Kőlyuk II. 12-14. réteg	7,3	Uppony I. kőfülke 2. réteg	175
Hosszú-hegy-zsomboly 6. réteg	7,5	Uppony I. kőfülke 3. réteg	180
Kőlyuk II. 15-17. réteg	7,6	Uppony I. kőfülke 4-5. réteg	200
Rejtek I. kőfülke 5. réteg	7,8	Uppony I. kőfülke 6. réteg	205
Ocsány-a-tető	8,6	Budapest, Vár-hegy, Hotel Hilton	220
Rejtek I. kőfülke 6. réteg	8,8	Nagyhársány-hegy 6. lelőhely	250
Rejtek I. kőfülke 7. réteg	9,4	Hörvölgyi-barlang	250
Tücsök-lyuk	9,5	Kőrös-barlang 5-7. réteg	255
Petényi-barlang 5. réteg	9,5	Solyáni-ördöglyuk	260
Rejtek I. kőfülke 8. réteg	9,8	Pongor-lyuk	270
Jankovich-barlang 4. réteg	9,8	Szuhogy-Csorbakó	270
Peskő-barlang 1. réteg	10	Tar-kő-kőfülke 1. réteg	290
Peskő-barlang 2. réteg	10,2	Tar-kő-kőfülke 2-3. réteg	300
Peskő-barlang 3. réteg	10,4	Budapest, Vár-hegy, Fortuna utca 16-18.	310
Peskő-barlang 4-5. réteg	10,8	Budapest, Vár-hegy, Fortuna utca 25.	310
Peskő-barlang 6. réteg	11	Budapest, Vár-hegy, Országház utca 16.	320
Peskő-barlang 7-8. réteg	11,4	Vértesszőlős II. lelőhely	320
Jankovich-barlang 5. réteg	11,4	Tar-kő-kőfülke 4-7. réteg	320
Peskő-barlang 9. réteg	11,6	Tar-kő-kőfülke 8-14. réteg	350
Peskő-barlang 10. réteg	11,8	Vár-hegy, Tancsics M. utca 23., Un. utca 72.	400
Peskő-barlang 11. réteg	12	Tar-kő-kőfülke 16. réteg	440
Peskő-barlang 12. réteg	12,2	Nagyhársány-hegy 4. lelőhely	500
Peskő-barlang 13. réteg	12,4	Uppony I. kőfülke 10. réteg	500
Peskő-barlang 14-15. réteg	12,8	Villány 6. lelőhely	640
Peskő-barlang 16. réteg	13	Kövesvánd	700
Peskő-barlang 18. réteg	13,4	Villány 8. lelőhely	800
Peskő-barlang 19. réteg	13,6	Somssich-hegy 2. lelőhely	900
Peskő-barlang 20. réteg	13,8	Betfia 9. lelőhely	1000
Jankovich-barlang 7. réteg	15	Villány 5. lelőhely	1100
Bvak-barlang sárga réteg	15,5	Ósztramos 8. lelőhely	1200
Bvak-barlang sárgászürke réteg	17	Újaki-hegy	1200
Jankovich-barlang 8. réteg	17	Ósztramos 2. lelőhely	1400
Jankovich-barlang 9. réteg	17,5	Vécelre 3+3B réteg	1500
Jankovich-barlang 10. réteg	18	Kolmány 1-3. réteg	1700
Jankovich-barlang 11. réteg	20	Villány 3. lelőhely	2000
Függő-kő-barlang 4. réteg	22	Ósztramos 3. lelőhely	2000
Függő-kő-barlang 5. réteg	22,5	Ósztramos 7. lelőhely	2300
Függő-kő-barlang 6. réteg	23,3	Beremend 15. lelőhely	2700
Függő-kő-barlang 7. réteg	23,8	Beremend 11. lelőhely	3000
Függő-kő-barlang 8. réteg	24,2	Beremend 5. lelőhely	3100
Függő-kő-barlang 9. réteg	24,6	Beremend 26. lelőhely	3200

1. táblázat: Magyarországi gerinces lelőhelyek kora (cal BP) (Pazonyi, 2006)

Eredmények

Barlangi medve

Barlangi medve maradványok kerültek elő Magyarország területéről a legnagyobb mennyiségben, így erre a fajra a többihez képest nagyobb hangsúlyt fektettem az elemzések során.

268 metacarpus, valamint 186 phalanx került be a vizsgálatba.

Phalanx

A 186 phalanx 6 lelőhelyről került elő, melyek egymástól korban eltértek, ezek a lelőhelyek az Istállóskői-barlang, Bajót 3. számú kőfülke, Tarkó, a Szelim-barlang, a Hillebrand Jenő-barlang, valamint a Szeleta-barlang.

A lelőhelyek közül a legidősebb a bajóti 3. számú kőfülke, melynek kora 101 ezer év. Erről a lelőhelyről két medve phalanx került be a vizsgálatba.

A következő lelőhely a Tarkói kőfülke, melyből mindösszesen egy phalanx került be a vizsgálatba. A lelőhely kora 97 ezer év.

A Szelim-barlang alsó würm korú C-rétegéből nagy mennyiségű csont került elő, összesen 84 darab vizsgálható phalanxot találtam, koruk ca. 75 ezer évben határozható meg.

45 ezer éves leletekkel a rákövetkező lelőhely a Szeleta-barlang, erről a lelőhelyről 30 maradványt használtam.

Az Istállóskői-barlangban talált maradványok kora 30 ezer év körülire tehető, innen 65 csontot használtam fel.

Végül a Hillebrand Jenő-barlang a legfiatalabb a lelőhelyek közül, kora ca 8 ezer év. Erről a lelőhelyről 4 phalanx került elő.

A lelőhelyeken fellelt csontok mérete csoportonként normális eloszlású.

A korok populációi testméretében mutatkozó különbségek vizsgálatára először ANOVA-val összehasonlítottam a különféle változók várható értékét. Mivel a szignifikanciaszint a

proximális szélesség kivételével minden változó esetében kisebb, mint 0,05, ezért ezeknél elutasítottam a nullhipotézist, azaz nem egyezik meg a változók várható értéke az egyes populációkban. (melléklet I. táblázat)

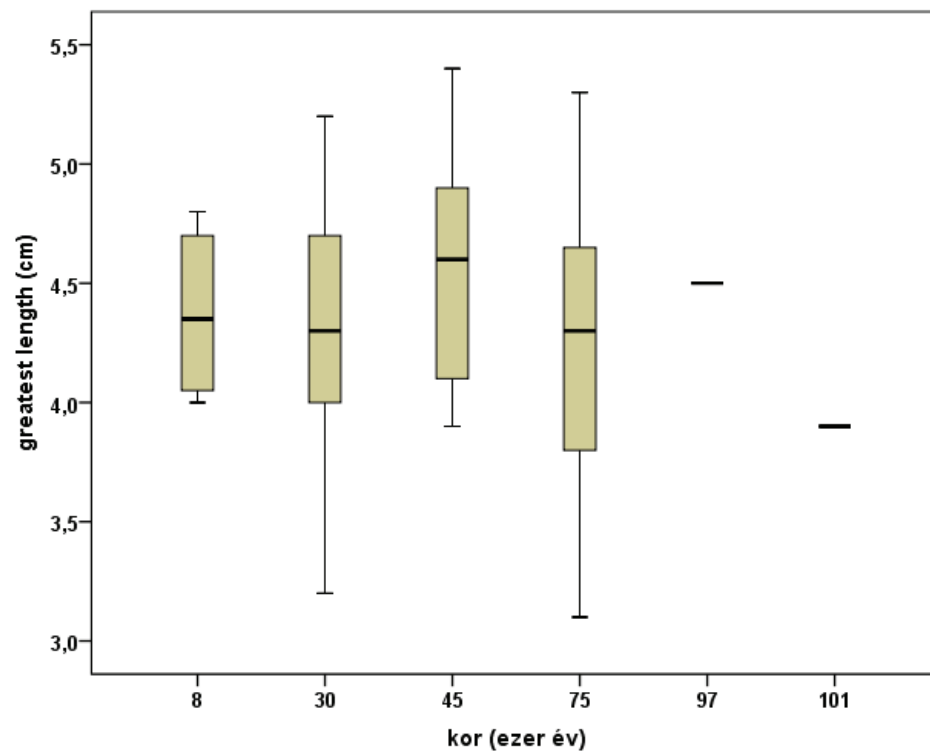
Ezután külön-külön összehasonlítottam a populációkat kétmintás t-próbával.

Először a szórások egyezését vizsgáltam meg Levene teszttel. Ha a szignifikanciaszint nagyobb, mint 0,05, akkor a szórások egyezőségét tételezzük fel. A Levene teszt eredményei alapján a szórások egyezősége áll fenn.

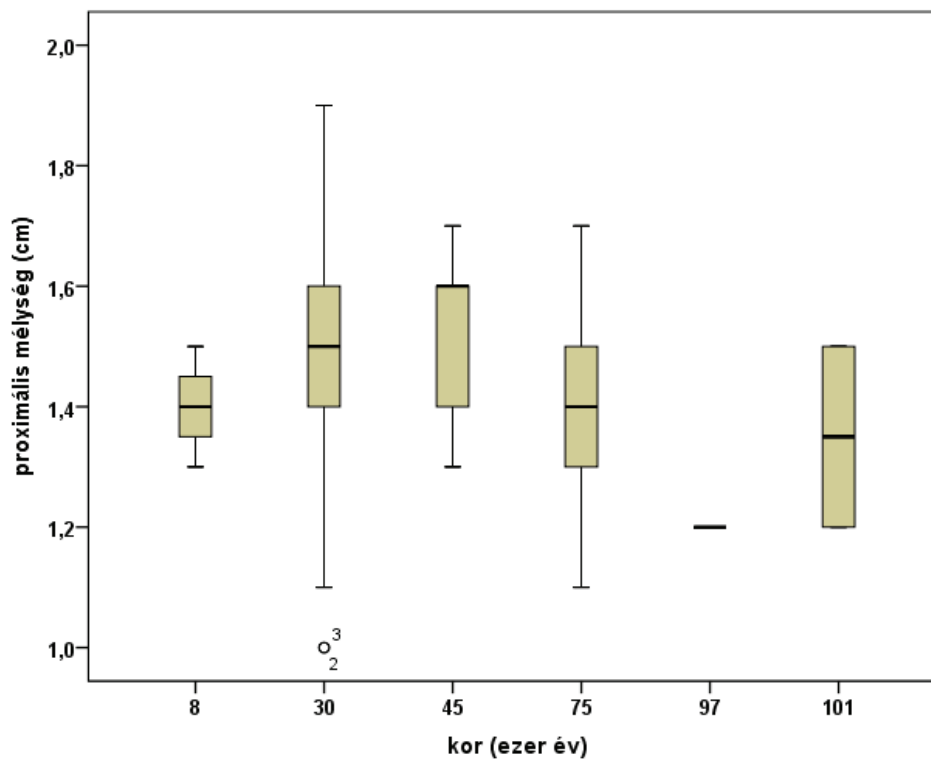
Ezután megvizsgáltam a t-értéket, ha ez nagyobb, mint 0,05, akkor nincs jelentős eltérés az adott változóban a két populáció között. A teszt azt mutatja, hogy szignifikáns eltérések mutatkoznak az egyes populációk méretei között 75 ezer és 45 ezer év között. (melléklet I. táblázat)

További szignifikáns eltérések mutatkoznak a 45 ezer és 30 ezer éves populációk között is.(melléklet II. táblázat)

Ábrázolva a phalanx méretének változásait a kor függvényébe a következő ábrákat kapom:
(3-4. ábra)



3. ábra: *U. spealeus* phalanx legnagyobb hossza a különböző időszakokban



4. ábra: *U. spealeus* phalanx proximális mélysége a különböző időszakokban

Metatarsus

A metatarsus maradványok közül a legnagyobb mennyiségben fennmaradt 3. metatarsust használtam fel a méréseimhez.

A 268 metatarsus 7 lelőhelyről került elő, melyek egymástól korban eltértek, ezek a lelőhelyek az Istállóskői-barlang, Bajót 3. számú kőfülke, Tarkó, a Szelim-barlang, a Hillebrand Jenő-barlang, a Szeleta-barlang, valamint Kőlyuk.

A lelőhelyek közül a legidősebb a Bajóti 3. számú kőfülke, melynek kora 101 ezer év. Erről a lelőhelyről öt metatarsus került be a vizsgálatba.

A következő lelőhely a Tarkói kőfülke, kora 97 ezer év. Erről a lelőhelyről egy metatarsus került be a vizsgálatba.

A Szelim-barlang alsó würm korú C-rétegéből 70 darab metatarsus került elő. Koruk ca. 75 ezer év.

A Szeleta-barlang kora 45 ezer év, erről a lelőhelyről 62 darab metatarsust használtam fel.

Az Istállóskői-barlangban talált maradványok kora 30 ezer év körülire tehető, innen 116 metatarsust használtam fel.

A Kőlyuk 12 ezer éves maradványai közül 7 darab metatarsus került be a vizsgálatba.

Végül a Hillebrand Jenő-barlang a legfiatalabb a lelőhelyek közül, kora 8 ezer év körüli. Erről a lelőhelyről 7 metatarsus került elő.

A lelőhelyeken fellelt csontok mérete csoportonként normális eloszlású.

Elsőként itt is egy ANOVA-t futtattam le. A szignifikanciaszint a proximális szélesség kivételével minden változó esetében kisebb, mint 0,05, ezért ezeknél a változóknál elutasítottam a nullhipotézist, azaz nem egyezik meg a változók várható értéke az egyes populációkban. (melléklet III. táblázat)

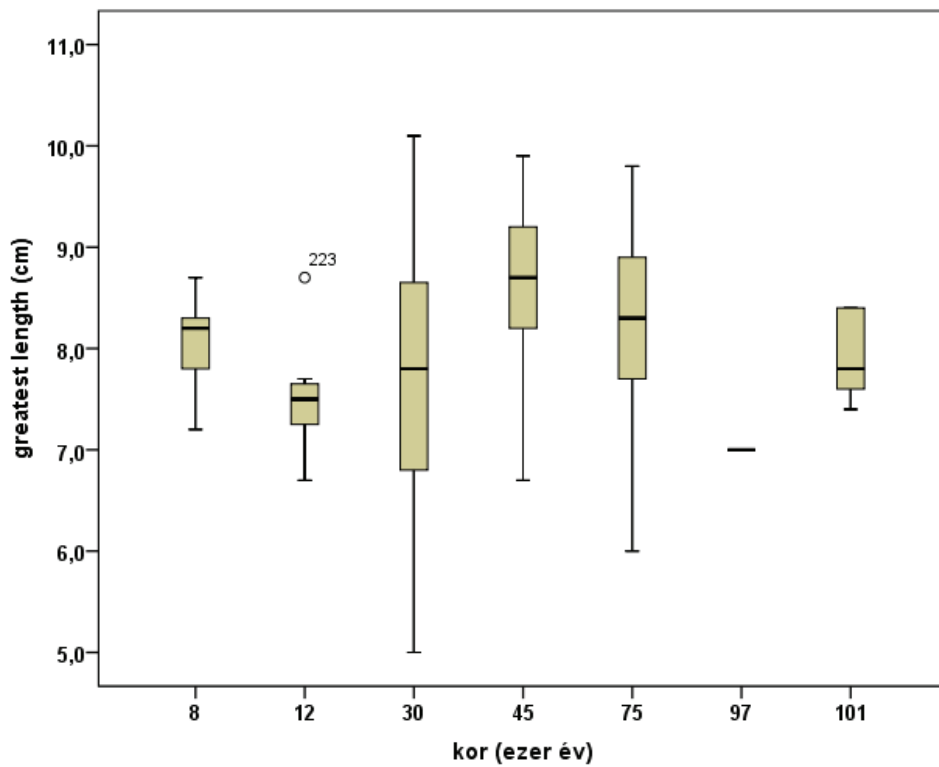
Ezután külön-külön összehasonlítottam a populációkat kétmintás t-próbával.

A Levene teszt eredményei alapján a szórások egyezősége áll fenn.

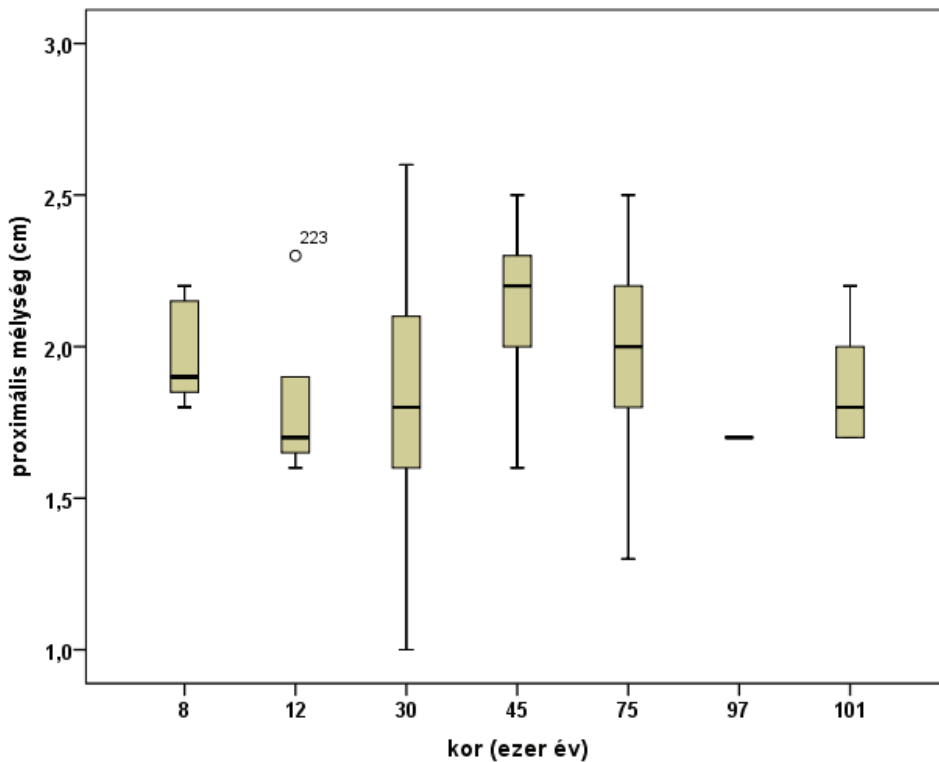
Ezután megvizsgáltam a t-értéket. A teszt azt mutatja, hogy a 75 és 45 ezer éves populációk között szignifikáns eltérések mutatkoznak a 8-ból 4 csontparaméter esetén, ezek a proximális mélység, a legnagyobb hossz, a legkisebb átmérő, valamint a csont szélessége a legkisebb átmérőnél. (melléklet IV. táblázat)

További szignifikáns eltérések mutatkoznak a 45 ezer és 30 ezer éves populációk között a proximális szélesség kivételével mind a 8 csontparaméterben. (melléklet V. táblázat)

Ábrázolva a metatarsus méretének változásait a kor függvényében a következő ábrákat kapom: (5-6. ábra)



5. ábra: *U. spealeus* metatarsus legnagyobb hossza a különböző időszakokban



6. ábra: *U. spealeus* metatarsus proximális mélysége a különböző időszakokban

Gímszarvas

Jóval kevesebb gímszarvas maradvány került elő, mint barlangi medve. A csontok jelentős része töredékes volt, azokat ki kellett hagyni a vizsgálatból. Így összesen 11 gímszarvas phalanxot mértem le, melyek 7 lelőhelyről származtak. A lelőhelyek közül Solymár, valamint Uppony nem késő-pleisztocén, hanem középső-pleisztocén korú.

A lelőhelyek közül a legidősebb Solymár, kora 260 ezer év körüli, innen egy csont került elő.

Az upponyi lelőhely kora 170 ezer évre tehető. Erről a lelőhelyről 3 phalanxot használtam.

A bajóti 3. számú kőfülke kora 101 ezer év. Erről a lelőhelyről 1 gímszarvas maradvány került elő.

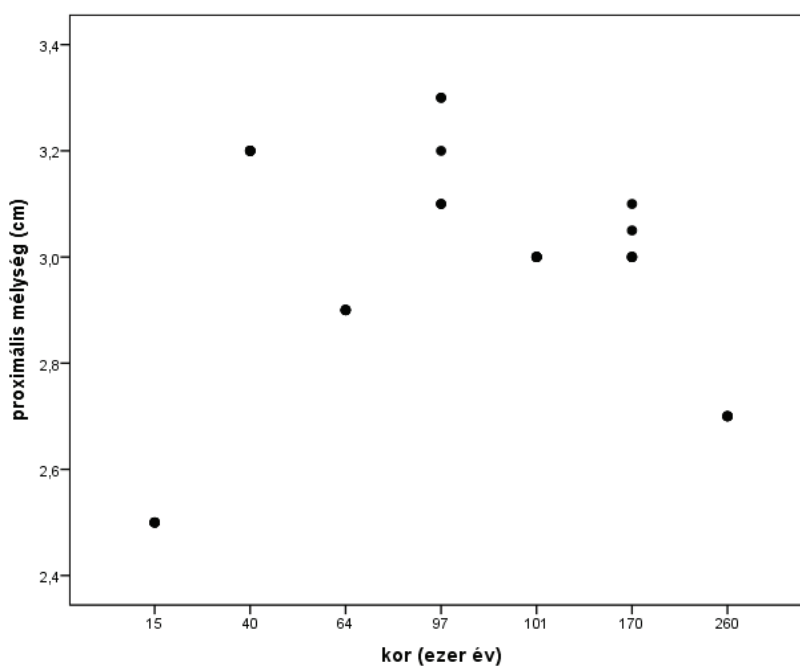
A tarkói lelőhely kora 97 ezer év. Innen 3 csont került elő.

A Subalyuk lelőhely 64 ezer év korú. Erről a lelőhelyről összesen 1 maradvány került be a vizsgálatba.

A tokodi lelőhely kora 40 ezer év, erről a lelőhelyről szintén 1 phalanx került elő.

A vizsgált gímszarvas lelőhelyek közül a Bivak-barlang a legfiatalabb, kora 15 ezer év. Erről a lelőhelyről 1 csont került be a vizsgálatba.

A nagyon alacsony mintaszám miatt nem lehetne megbízható statisztikát készíteni erről a fajról, így ezt mellőztem, csak a kor függvényében ábrázoltam a csontparamétereket. (7. ábra)



7. ábra: *C. elaphus* phalanx proximális mélységének változásai a különböző korokban

Rénszarvas

Használható rénszarvas maradványok 4 lelőhelyről kerültek be a vizsgálatba, összesen 13 phalanx.

A lelőhelyek kora 95 és 2,5 ezer év között van.

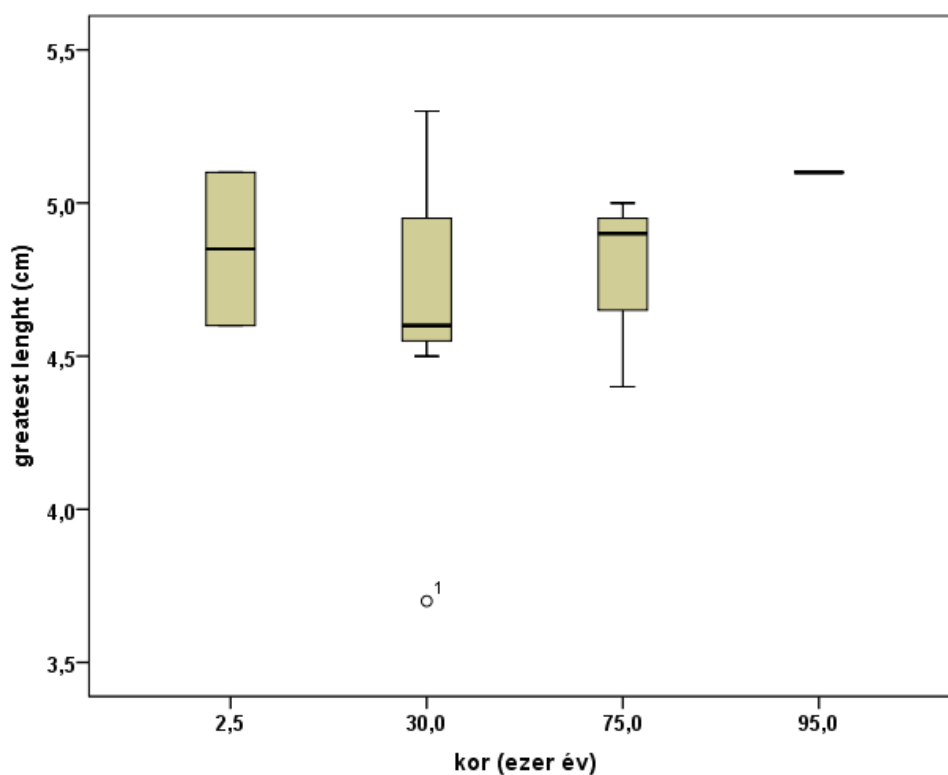
A legidősebb lelőhely, a Balla-barlang 95 ezer éves. Innen mindössze 1 phalanx került be a vizsgálatba.

A következő lelőhely a Szelim barlang, ahonnan 3 rénszarvas csont került be a vizsgált maradványok közé.

Az Istállóskői-barlangban talált maradványok kora 30 ezer év. Innen 7 ép phalanx került elő.

A lelőhelyek közül a legfiatalabb a Kiskőhíti-zsomboly, kora 2500 év. Erről a lelőhelyről 2 phalanx került elő.

Az alacsony mintaelemszám miatt itt sem lehetne megbízható statisztikát készíteni, így ennél a fajnál is csak a kor függvényében történő ábrázolásra szorítkoztam. (8. ábra)



8. ábra: *R. tarandus* phalanx legnagyobb hosszának változása a különböző időszakokban

Sztyeppei bölény

Sztyeppei bölény maradványok összesen 4 lelőhelyről kerültek elő, melyek kora 100 és 2,5 ezer év közötti. A maradványok között nagyobb mennyiségben maradtak fenn metatarsusok, így ezeket vizsgáltam.

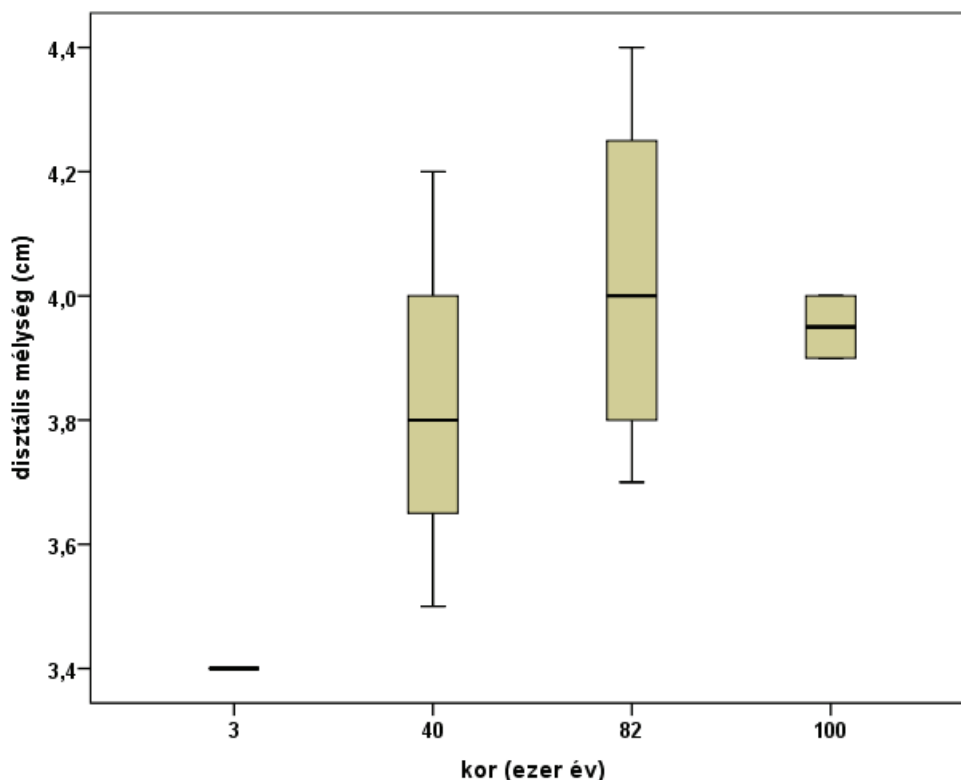
A legidősebb lelőhely Tata, melynek kora 100 ezer év. Erről a lelőhelyről 4 metatarsus került elő.

A következő lelőhely – a Lambrecht Kálmán-barlang - kora 82 ezer év, innen 5 metatarsus került be a vizsgálatba.

A tokodi lelőhely kora 40 ezer év. Erről a lelőhelyről 8 metatarsust használtam.

A legfiatalabb lelőhely 2500 éves, a Kiskőhádi-zsomboly, innen 2 metatarsus került elő.

Az alacsony mintaelemszám miatt itt is elhagytam a statisztikai elemzést, és csak a csontméretek változásait ábrázoltam a kor függvényében. (9. ábra)



9. ábra: *B. priscus* metatarsus disztális mélységének változása a különböző időszakokban

Ló

Lómaradványok viszonylag nagyobb mennyiségben kerültek elő, összesen 94 csontot mértem le, amiből végül 21 használható phalanxot választottam ki. Ezek 7 lelőhelyről származnak, Ezek a Diósgyőri-barlang, a Hillebrand Jenő-barlang, Subalyuk, a Lengyel-barlang, a Szelim-barlang, Porlyuk, valamint a Dorogi kőfülke.

Sajnos a lelőhelyek közül mindösszesen 4 lelőhely kora van meghatározva, ezen a 4 lelőhelyen pedig összesen 5 ép phalanx található, a maradék 16 csont kora kérdéses. Ezért ennél a fajnál sem a statisztikai elemzést, sem a csontparaméterek ábrázolását nem végeztem el, mert a használható mintaszám így elenyészően kicsi.

További, akár külföldi lelőhelyek bevonásával, illetve az ismeretlen korú lelőhelyek kormeghatározásával a jövőben érdemes lenne megvizsgálni ezt a fajt.

Diszkusszió

Szaktervezőzetombon megvizsgáltam, hogy milyen méretbeli változások mehettek végbe a magyarországi késő-pleisztocén lelőhelyek megafauna elemeiben, valamint azt, hogy az éghajlati változások mennyire lehetnek összefüggésben az esetleges méretváltozásokkal.

A fajok testméret és valamely környezeti tényező közötti összefüggését részletesen eddig nem vizsgálták. Guthrie (2003) tanulmányában két Észak-Amerika területén élő caballoid lovat vizsgált. Az alaskai leletek részletes vizsgálata során sikerült kimutatnia egy kihálás előtt bekövetkező gyors testméret csökkenést.

Hasonló testméret változást mutatott ki Wilson. Az ő vizsgálatában az amerikai bölény (*Bison bison*) egyedeiben a pleisztocén végén nagyon rövid idő alatt nagymértékű testméret csökkenés ment végbe (Wilson, 1996).

A méretváltozások okait mindkét kutató a vegetációban bekövetkező változásokban kereste. A würm glaciális során a hideg, nyitott mamut-sztyeppe elegendő tápanyagot biztosított a nagyméretű növényevőknek, majd a glaciális követő felmelegedés során a füves területeket rövid idő alatt felváltották a zárt erdők, a tundrára jellemző bozótosok, ami már nem volt képes fenntartani a nagytestű növényevőket. A nagytestű növényevők helyére először kisebb testű rokonaik vándoroltak be, majd idővel ezek is eltűntek, a pleisztocén megafauna legtöbb képviselőjével együtt (Alberdi et al, 1994).

Elgondolásom szerint a fajok testméretének megváltozása valamilyen összefüggésben lehet az éghajlati tényezőkkel, azok közül is a hőmérséklettel. Kimutatták ugyanis, hogy hidegebb területeken jellemzően nagyobb testméretűek az állatok, mint a meleg területen élő rokonaik, hiszen a nagyobb testű állatok testfelszín-testtömeg aránya jóval kisebb, mint a kistestű állatoké, így a nagytestű állatok relatív testfelszíne kisebb, tehát hőháztartása a kisebb testű állatokhoz képest jobb. Testhőjét a relatív kisebb testfelszínen keresztül lassabban adja le, így kevésbé van kitéve a hideg veszélyeinek (Atkinson & Sibly, 1997; Phillips & Heath, 1995).

A saját vizsgálatomban a mintába sajnos nem sikerült minden magyarországi lelőhelyet bevonni, közülük csak a legfontosabbak kerültek be, azok, ahol a vizsgált fajok a legnagyobb mennyiségben előkerültek. A fajok közül részletes statisztikai elemzésre csak a barlangi medve volt alkalmas, köszönhetően annak, hogy a többi faj a lelőhelyekről csak alacsony számban került elő.

Mintámban a barlangi medve különböző korú populációit összehasonlítva arra az eredményre jutottam, hogy mind a phalanx, mind a metatarsus méretében a 75 és 45, valamint a 45 és 30 ezer éves populációk között szignifikáns különbség van. Ezek közül mindkét esetben a 45 ezer éves populáció mérete volt a legnagyobb.

A vizsgált időszakra volt jellemző a mamut-sztyepp vegetáció megjelenése Magyarországon. 102 ezer évvel ezelőtt megkezdődött az addigi nyílt területek beerdősülése, erdősztyepp vegetáció kialakulása, majd 98,5 ezer évvel ezelőtt megkezdődött a cserjés erdők kialakulása. A mamut-sztyepp létrejötté 90 ezer évvel ezelőtt kezdődött, és 75 és 57 ezer évvel ezelőtti időszakban teljesedett ki. Az 57-27 ezer évvel ezelőtti időszak egy hideg, száraz időszak volt, melyet aztán 27 ezer évvel ezelőtt egy melegebb, de szintén száraz sztyepp vegetációval jellemezhető időszak követte. Ez a melegebb időszak 21 ezer évvel ezelőttig tartott, majd az időszak lehidegebb szakasza következett, melyre tundra-sztyepp vegetáció volt jellemző (21-16 ezer év BP). Ezt követően 16 ezer évvel ezelőtt kezdődött egy felmelegedő periódus, először erdősztyepp vegetációval erdő és tundrafoltokkal, majd 12 ezer évvel ezelőtt megkezdődött a beerdősülési folyamat az erdő, illetve az erdősztyepp vegetáció kialakulásával (Pazonyi, 1999).

A 101 és 97 ezer éves, valamint a 97 és 75 ezer éves populációk között nem volt jelentősebb különbség, bár a 97 ezer éves lelőhelyről (Tarkői kőfülke) mindösszesen egy-egy phalanx és metatarsus került be a vizsgálatba, így ezek az eredmények nem relevánsak.

Azonban az 57 ezer évvel ezelőtől 27 ezer évvel ezelőttig tartó kifejezetten hideg időszakba tartozik a vizsgált populációk közül a két legnagyobb. A 45 ezer éves populáció ennek a hideg időszaknak a derekán élt, tehát egy a hideg szakaszba tartozó populáció volt a legnagyobb a vizsgált populációk közül. A 30 ezer éves populáció ennek a hideg időszaknak a végén élt, ekkor már megkezdődhetett a későbbi melegebb szakasz létrejötté, a hőmérséklet-emelkedésnek indulhatott.

Az időszak lehidegebb szakaszából sajnos nincs minta, így a 21 ezer évtől 16 ezer évig tartó nagyon hideg időszak faunáiban bekövetkezett esetleges változásokról nincs információnk. A hideg időszakot követő felmelegedő szakaszban élő populáció testmérete nem különbözik lényegesen a 30 ezer évvel ezelőtti populációtól, de mindkét időszak egy felmelegedés kezdeti szakasza, így a köztük levő hideg időszak ismerete nélkül nem lehet további következtetéseket levonni.

A legfiatalabb lelőhely kora 8 ezer év, az itt talált maradványok alapján itt sem jött ki eltérés az előző korhoz (12 ezer év) képest.

A többi fajról messzemenő következtetéseket nem lehetett levonni, hiszen a többi faj mintaelemszáma nem elegendő a statisztikai elemzésekhez.

Érdemes lenne tovább folytatni a vizsgálatot, minél több lelőhely és faj bevonásával, hogy növelve a mintaszámot pontosabb statisztikákkal még jobb képet kapjunk a fajok testméretében bekövetkezett változásokról.

Összefoglalás

A pleisztocén során az egymást követő glaciális, valamint interglaciális időszakok egy folyamatosan, viszonylag gyorsan változó környezetet hoztak létre. A glaciálisok hideg és száraz klímájához képest az interglaciálisok melegebb és nedves időszakok voltak, amelyek változásaihoz az élővilágnak is alkalmazkodnia kellett. A különféle vegetációk a számukra legkedvezőbb területeket követve észak-dél irányban vándoroltak, a faunák pedig a számukra létfontosságú tápanyagforrásokat követték.

A hőmérsékletváltozások túlélésére a különböző állatfajok különféle stratégiákat fejlesztettek ki, ezek közül lehet az egyik a hidegebb időszakokban a nagyobb testméret létrehozása, ezáltal a relatív testfelszín csökkentésével a hőleadás csökkentése.

Dolgozatomban a késő-pleisztocén megafauna elemek testméret változásait vizsgáltam, és megpróbáltam a méretváltozásokat az éghajlati tényezők, azok közül is a hőmérséklet változásával összefüggésbe hozni.

A vizsgálat során különböző korú magyarországi késő-pleisztocén lelőhelyek megafauna elemeit vizsgáltam meg. Összesen 5 fajon végeztem el a méréseket, egy-egy faj 2 típusú csöves csontján (a phalanxon, valamint a metatarsuson) vettem fel 8 méretet.

Az 5 vizsgált faj közül megfelelő méretű minta csak a barlangi medve esetében volt. A megvizsgált különböző korú populációk alapján a würm glaciális hidegebb periódusaiban az egyedek mérete szignifikánsan nagyobb volt, mint a melegebb időszakokban.

Ezáltal feltételezhetjük, hogy a hőmérséklet, mint élettelen környezeti tényező hatással lehet az állatok testméretének alakulására. A mintaszám növelésével és új lelőhelyek, új fajok bevonásával tovább lehetne pontosítani ezt az eredményt, hiszen ebben a dolgozatban csak a barlangi medvére sikerült részletesebb statisztikákkal alátámasztani ezt az elképzelést.

Summary

During the Pleistocene, the successions of glacial and interglacial periods have created a continuous, relatively fast-changing environment. Interglacials compared to the cold and dry climate of the glacials were warmer and more humid periods, and the ecosystem had to follow these changes as well. The different types of vegetation following their most favourable areas migrated north to south, and the faunas had to follow their vital food sources.

To survive the temperature changes different animals had developed different strategies. One of these strategies is to develop a larger body size in colder periods, thereby reducing the relative body surface area to reduce heat dissipation.

In my thesis I examined changes in the body size of the late Pleistocene megafauna elements, and I tried to find a relationship between body size changes and climatic factors, such as temperature.

In this study I examined megafauna elements of the late Pleistocene deposits in Hungary . A total of five species were included in this study, these were the cave bear, steppe bison, horse, reindeer and red deer. I measured eight dimensions of two tubular bones (phalanx; metatarsal) from each species.

From the five species only the cave bear had the necessary sample size for statistical analysis. Based on the different populations of the Würm glacial I examined, the body size of the animals during the colder periods were significantly larger, than during the warmer periods.

Thus, we can assume that the temperature, as an abiotic factor, may affect the evolution of the animals' body size. In this paper I could only examine the cave bear with more detailed statistics to confirm this idea. To create a more accurate estimate the sample size should be increased, new sites and new species should be included.

Köszönetnyilvánítás

Elsősorban szeretném megköszönni témavezetőmnek, Gasparik Mihálynak a vizsgálatban és a dolgozat megírásában nyújtott segítséget.

Szeretném megköszönni továbbá Bárány Annamáriának, hogy segített témavezetőt találnom, valamint témakeresés közben a szakma szépségét meglátnom.

Köszönöm a témabeszámolókon adott javaslatokat illetve hozzászólásokat a kar tanáraitól, mellyel segítették a szakdolgozatom előrehaladását.

Irodalomjegyzék

- Alberdi M. T., Prado J. L., Ortiz-Jaureguizar E.: Patterns of body size changes in fossil and living Equini (*Perissodactyla*). In: Biological Journal of the Linnean Society, 1995. 54. vol. 349-370 p.
- Atkinson D., Sibly R. M., Why are organisms usually bigger in colder environments? Making sense of a life history puzzle. In: Trends in Ecology & Evolution, 1997. 12. vol. 235-239 p.
- Braun I. M., Palombo M. R., *Mammuthus primigenius* in the cave and portable art: an overview with a short account on the elephant fossil record in Southern Europe during the last glacial. In: Quaternary International, 2012. 276-277. vol. 61-76 p.
- Géczy B., Ösállattan, Vertebrata paleontologia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1993. 367-368. p.
- Guthrie R. D., Rapid body size decline in Alaskan Pleistocene horses before extinction In: NATURE, 2003. 426. vol. 169-171. p.
- Jánossy D., Pleistocene vertebrate faunas of Hungary. Akadémia Kiadó, Budapest, 1986.
- Kahlke R. D., The history of the origin, evolution and dispersal of the Late Pleistocene *Mammuthus-Coelodonta* faunal complex in Eurasia (large mammals), In: Mammoth Site of Hot Springs, 1999.
- Katona L., Kovács J., Kordos L., Szappanos B., Linkai I., The Csajág mammoths (*Mammuthus primigenius*): Late Pleniglacial finds from Hungary and their chronological significance. In: Quaternary International, 2012. 255. vol. 130-138. p.
- Kozdeba B., Reindeer and red deer populations in Central and Eastern Europe during the late Pleistocene. In: BAR International, 2003.
- Miller G. H., Magee J. W., Johnson B. J., Fogel M. L., Spooner M. A., McCulloch M. T., Ayliffe L. K., Pleistocene Extinction of *Genyornis newtoni*: Human Impact on Australian Megafauna. In: Science, 1999. 283. vol. 205-208. p.
- Pazonyi P., A Kárpát-medence késő-neogén és kvarter emlősfauna közösségeinek paleoökológiai és rétegtani vizsgálata. Diplomamunka, ELTE Őslénytani Tanszék, 1999.
- Pazonyi P., A Kárpát-medence kvarter emlősfauna közösségeinek paleoökológiai vizsgálata Manuscript (PhD Thesis), Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 2006.

- Phillips P. K., Heath J. E., Dependency of surface temperature regulation on body size in terrestrial mammals. In: *Journal of Thermal Biology*, 1995. 20. vol. 281-289. p.
- Roth V. L., Shoshani J., Dental identification and age determination in *Elephas maximus*. In: *Journal of Zoology*, 1988. 214. vol. 567-588. p.
- Sümeği P., Törőcsik T., Hazánk növényzete az éghajlatváltozások tükrében. In: *Természet Világa*, 2007. 138. vol.
- Van Asperen E. N., Implications of age variation and sexual dimorphism in modern Equids for middle Pleistocene Equid taxonomy. In: *International Journal of Osteoarcheology*, 2010. 23. vol. 1-12. p.
- Willis K. J., van Andel T. H., Trees or no trees? The environments of central and eastern Europe during the Last Glaciation. In: *Quaternary Science Reviews*, 2004. 23. vol. 2369-2387. p.
- Willis K. J., Whittaker R. J., The refugial debate. In: *Science*, 2000. 287. vol. 1406-1407. p.
- Wilson M. C., Late Quaternary vertebrates and the opening of the ice-free corridor, with Special reference to bison. In: *Quaternary International*, 1996. 32. vol. 97-105. p.
- Yokoyama Y., Lambeck K., De Deckker p., Johnston P., Fifield L. K., Timing of the Last Glacial Maximum from observed sea-level minima. In: *Nature*, 2000. 406. vol. 713-716 p.

Melléklet

I. táblázat: Barlangi medve phalanx méretek várható értékei

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Legnagyobb hossz * kor	Between Groups	2,789	5	,558	2,300	,047
	Within Groups	43,657	180	,243		
	Total	46,446	185			
Disztális mélység * kor	Between Groups	,492	5	,098	5,596	,000
	Within Groups	3,162	180	,018		
	Total	3,654	185			
Disztális szélesség * kor	Between Groups	,708	5	,142	2,676	,023
	Within Groups	9,520	180	,053		
	Total	10,227	185			
Proximális mélység * kor	Between Groups	,441	5	,088	3,256	,008
	Within Groups	4,880	180	,027		
	Total	5,322	185			
Proximális szélesség * kor	Between Groups	1,130	5	,226	2,213	,055
	Within Groups	18,381	180	,102		
	Total	19,511	185			
Mediális hossz * kor	Between Groups	1,993	5	,399	2,608	,026
	Within Groups	27,504	180	,153		
	Total	29,497	185			
Legkisebb átmérő * kor	Between Groups	1,046	5	,209	13,622	,000
	Within Groups	2,764	180	,015		
	Total	3,810	185			
Szélesség a legkisebb átmérőnél * kor	Between Groups	1,322	5	,264	4,349	,001
	Within Groups	10,940	180	,061		
	Total	12,262	185			

II. táblázat: 75000 és 45000 éves barlangi medve populációk összehasonlítása t-teszttel
Phalanx méreteiben való eltérések

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)
Dorzális mélység	Equal variances assumed	1,737	,190	-4,482	112	,000
	Equal variances not assumed			-4,086	43,818	,000
Dorzális szélesség	Equal variances assumed	1,073	,303	-2,504	112	,014
	Equal variances not assumed			-2,753	62,055	,008
Proximális mélység	Equal variances assumed	,027	,871	-3,554	112	,001
	Equal variances not assumed			-3,631	53,252	,001
Proximális szélesség	Equal variances assumed	2,869	,093	-3,136	112	,002
	Equal variances not assumed			-3,441	61,741	,001
Legnagyobb hossz	Equal variances assumed	,900	,345	-3,023	112	,003
	Equal variances not assumed			-3,287	60,548	,002
Mediális hossz	Equal variances assumed	1,285	,259	-3,125	112	,002
	Equal variances not assumed			-3,459	62,981	,001
Legkisebb átmérő	Equal variances assumed	2,306	,132	-2,307	112	,023
	Equal variances not assumed			-2,479	59,020	,016
Szélesség a legkisebb átmérőnél	Equal variances assumed	,713	,400	-3,921	112	,000
	Equal variances not assumed			-4,245	59,945	,000

III. táblázat: Barlangi medve metatarsus méretek várható értékei

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Disztális mélység * kor	Between Groups	2,166	6	,361	2,365	,031
	Within Groups	39,846	261	,153		
	Total	42,012	267			
Disztális szélesség * kor	Between Groups	7,599	6	1,267	7,454	,000
	Within Groups	44,351	261	,170		
	Total	51,950	267			
Proximális mélység * kor	Between Groups	4,119	6	,687	8,788	,000
	Within Groups	20,390	261	,078		
	Total	24,509	267			
Proximális szélesség * kor	Between Groups	1,201	6	,200	1,693	,123
	Within Groups	30,853	261	,118		
	Total	32,054	267			
Legnagyobb hossz * kor	Between Groups	44,487	6	7,414	7,986	,000
	Within Groups	242,322	261	,928		
	Total	286,809	267			
Mediális hossz * kor	Between Groups	7,351	6	1,225	2,141	,049
	Within Groups	149,322	261	,572		
	Total	156,673	267			
Legkisebb átmérő * kor	Between Groups	2,056	6	,343	6,969	,000
	Within Groups	12,833	261	,049		
	Total	14,889	267			
Szélesség a legkisebb átmérőnél * kor	Between Groups	1,138	6	,190	2,443	,026
	Within Groups	20,268	261	,078		
	Total	21,407	267			

**IV. táblázat: 75000 és 45000 éves barlangi medve populációk összehasonlítása t-teszttel
Metatarsus méreteiben való eltérések**

Independent Samples Test

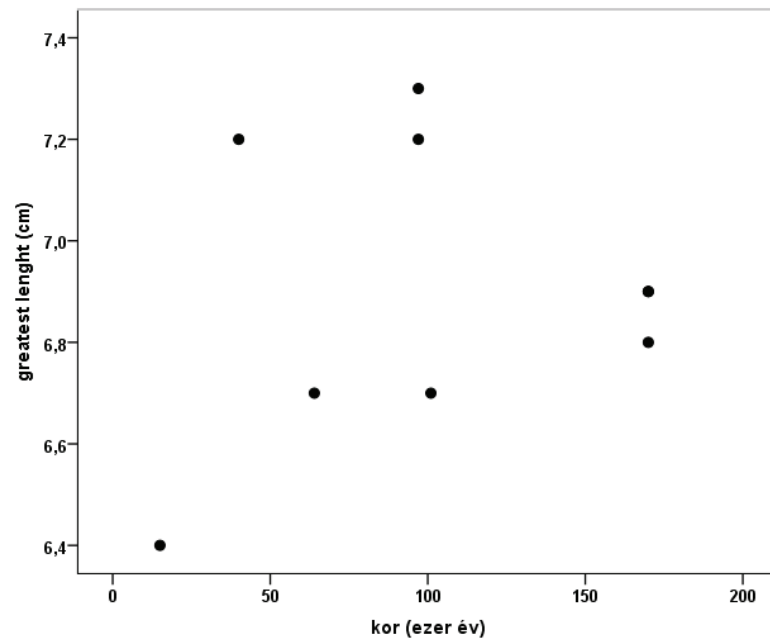
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)
Dorzális mélység	Equal variances assumed	1,321	,252	-,359	130	,720
	Equal variances not assumed			-,361	129,967	,719
Dorzális szélesség	Equal variances assumed	1,652	,201	-,765	130	,446
	Equal variances not assumed			-,768	129,521	,444
Proximális mélység	Equal variances assumed	,171	,680	-3,888	130	,000
	Equal variances not assumed			-3,902	129,528	,000
Proximális szélesség	Equal variances assumed	8,559	,004	-1,551	130	,123
	Equal variances not assumed			-1,584	123,052	,116
Legnagyobb hossz	Equal variances assumed	,340	,561	-3,129	130	,002
	Equal variances not assumed			-3,134	128,795	,002
Mediális hossz	Equal variances assumed	5,008	,027	-,696	130	,487
	Equal variances not assumed			-,708	127,337	,480
Legkisebb átmérő	Equal variances assumed	1,082	,300	-5,034	130	,000
	Equal variances not assumed			-4,999	123,047	,000
Szélesség a legkisebb átmérőnél	Equal variances assumed	3,672	,058	-2,055	130	,042
	Equal variances not assumed			-2,078	129,438	,040

**V. táblázat: 45000 és 30000 éves barlangi medve populációk összehasonlítása t-teszttel
Metatarsus méreteiben való eltérések**

Independent Samples Test

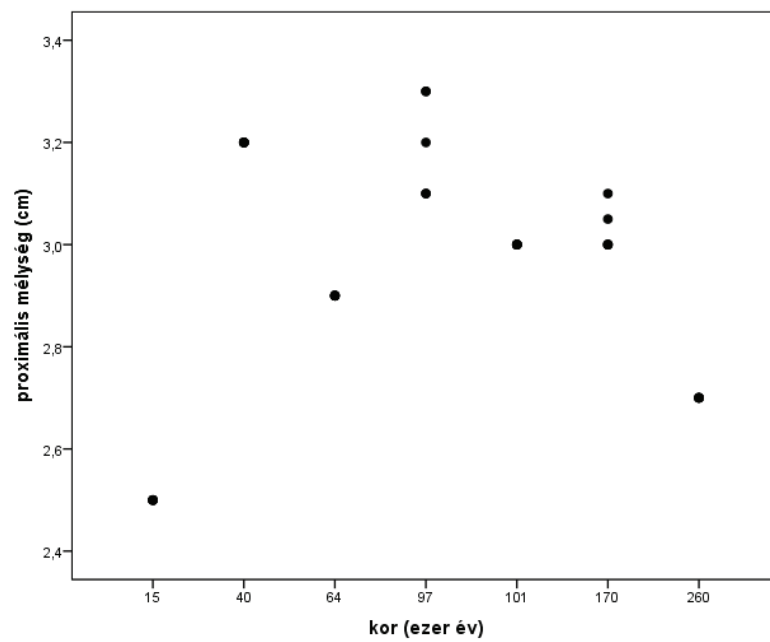
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)
Dorzális mélység	Equal variances assumed	9,831	,002	2,403	176	,017
	Equal variances not assumed			2,763	172,736	,006
Dorzális szélesség	Equal variances assumed	12,854	,000	5,287	176	,000
	Equal variances not assumed			5,756	156,674	,000
Proximális mélység	Equal variances assumed	9,592	,002	6,588	176	,000
	Equal variances not assumed			7,282	161,949	,000
Proximális szélesség	Equal variances assumed	33,961	,000	,359	176	,720
	Equal variances not assumed			,436	174,127	,663
Legnagyobb hossz	Equal variances assumed	17,506	,000	5,929	176	,000
	Equal variances not assumed			6,711	169,129	,000
Mediális hossz	Equal variances assumed	20,114	,000	1,829	176	,069
	Equal variances not assumed			2,148	175,584	,033
Legkisebb átmérő	Equal variances assumed	13,037	,000	5,741	176	,000
	Equal variances not assumed			6,471	168,005	,000
Szélesség a legkisebb átmérőnél	Equal variances assumed	20,387	,000	2,970	176	,003
	Equal variances not assumed			3,475	175,277	,001

1. ábra



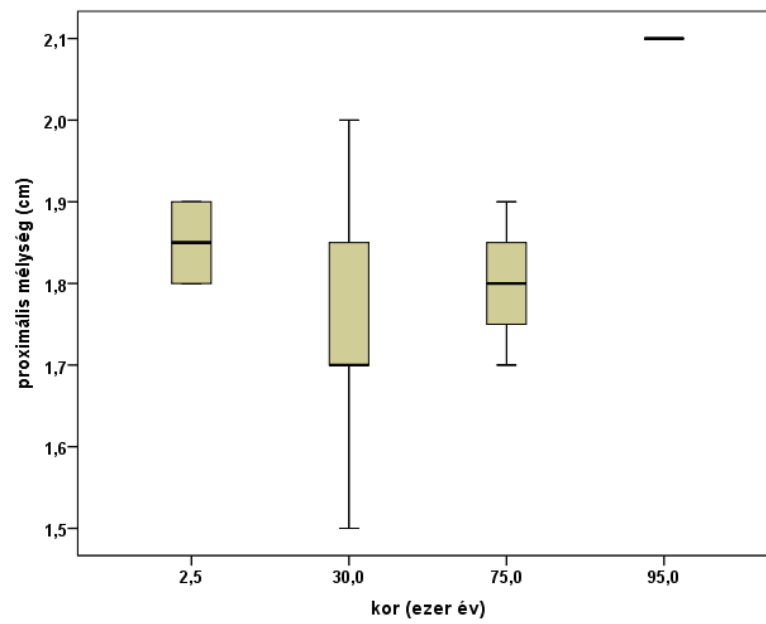
Gímszarvas phalanx legnagyobb hosszának változása a kor függvényében

2. ábra



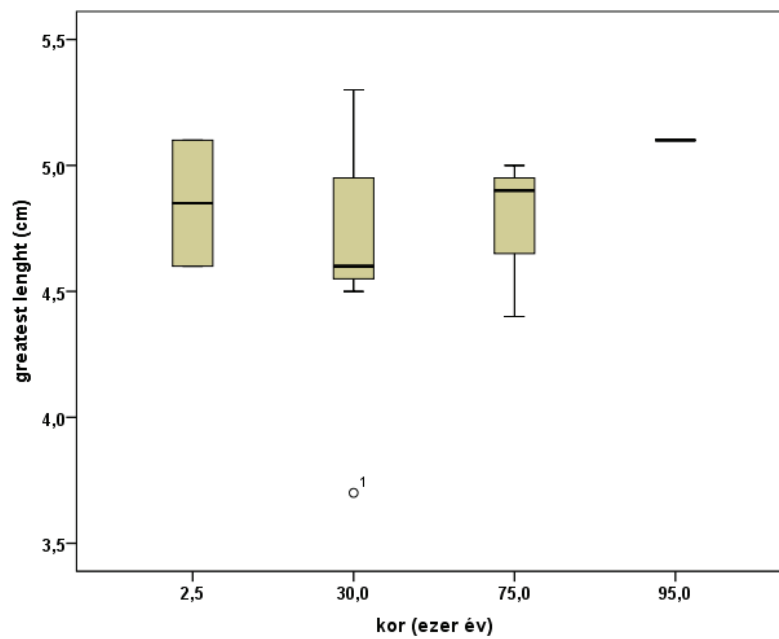
Gímszarvas phalanx proximális mélységének változása a kor függvényében

4. ábra



Rénszarvas phalanx proximális mélységének változása a kor függvényében

5. ábra



Rénszarvas phalanx legnagyobb hosszának változása a kor függvényében

HuVetA - SZIA

ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név:

Elérhetőség (e-mail cím):.....

A feltöltendő mű címe:.....

.....

A mű megjelenési adatai:.....

Az átadott fájlok száma:

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA és a SZIA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédtett PDF formára konvertálja és szolgáltatassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyeznek, hogy a HuVetA és a SZIA egynél több (csak a HuVetA és a SZIA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy a átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyag rész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg (**egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel**):

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban/SZIA-ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- a Szent István Egyetem belső hálózatára (IP címekre) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a SZIE Állatorvos-tudományi Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

* Jelen nyilatkozat az 5/2011. számú, *A Szent István Egyetemen folytatott tudományos publikációs tevékenységgel kapcsolatos adatbázis kialakításáról és alkalmazásáról* című rektori utasításhoz kapcsolódik, illetve annak alapján készült.

Kérjük, nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:

Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA/SZIA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban/SZIA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénysértő módon visszaélne.

Budapest, 201... évhónap

aláírás
szerző/a szerzői jog tulajdonosa

A HuVetA Magyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive a Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltatassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén

- *a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;*
- *a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;*
- *az Állatorvos-tudományi Kar és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;*
- *a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,*
- *a nyílt hozzáférés támogatása.*

A SZIA Szent István Archívum a Szent István Egyetemen keletkezett tudományos dolgozatok tára.