

AZ ŐSKŐKORI TECHNOLOGIA FEJLŐDÉSI RÁTÁI

VÉRTES LÁSZLÓ

„... if it is dangerous to assert an analogy on insufficient evidence, it is equally dangerous to reject one without proof of its inconsequentialness.”

N. Wiener: God and Golem, Inc.

1. Bevezetés

1.1 A régészeti emlékek morfológiai szempontú értékelése alkalmas egymást követő kronológiai kultúrszintek kijelölésére. Kevesebb siker kecsegtet, ha ezzel a módszerrel fejlődési folyamatokat kívánunk nyomon követni. Hosszabb ideje kísérletezem, hogy az őskőkori leletanyagból olyan információkat nyerjek, amelyek készítők fejlődési körülményeit is megvilágítják. Ilyeneket tartalmaznak az őskőkori kőeszközök mérhető, mennyiségileg kifejezhető technológiai jellegei. Adataikat — valószínűségi számítással feldolgozva — fel lehet használni olyan kérdések megválaszolására is, amelyekre más módszer kevésbé ad lehetőséget.¹ Feltűnt eközben, hogy amíg a tipológiai információk annál szűkszavúbbak, minél idősebb leletet vizsgálunk, a kvantitatív jellegekből nyert információk esetenként éppen a legidősebb anyagról adnak áttekinthetőbb képet, annak egyszerűbb szerkezete, egysíkúsága miatt.

Ezt az észrevételemet akkor sikerült bizonyítékokkal alátámasztani, amikor — a vértesszőllősi leletek kapcsán — Dr. L. S. B. Leakey és Mrs. M. Leakey meghívására, a *Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research* támogatásával módomban nyílt az Olduvai Gorge leleteinek tanulmányozására.² Az olduvai DK I, FLK I, HWK-East (3–5 szintje) és a BK II lelőhelyek teljes eszközanyagáról való méretfelvételek nélkül ugyanis nem merülhetett volna fel az a megközelítési mód, amit az alábbiakban közlök.

2. A módszer szemléleti alapjai

2.1. Ha embert vagy társadalmát készítményein keresztül kívánjuk vizsgálni, az egyik lehetséges model az, amikor az embert (társadalmat) egyszerű visszacsatolós automata rendszernek tekintjük abban az értelemben, ahogyan

¹Vö. Vértés L., Arch. Vestnik 13–14 (Brodarjev Zbornik) 1962/3 167–195. o.; *uő.* Palaeohistoria 10 (1964) 15–62. o.; *uő.* Arch. Hung. 43 (1964) 185. o. *uő.* Quartär 15/16 (1964/5) 79–132. o.; *uő.* Acta Arch. Hung. 17 (1965) 129–136. o.

²E helyen is köszönetet mondok a *Wenner-Gren Foundation* igazgatótanácsának támogatásukért; Dr. és Mrs. Leakeynek (Nairobi) meghívásukért, továbbá azért, hogy lehetővé tették a leletanyag tanulmányozását és nem utolsósorban azért, amiért jellemző nagylelkűséggel megengedték publikálatlan leleteikből levont eredményeim közlését.

N. Wiener fogalmazta meg e rendszerek lényegét: „Between receptor or sense organ and the effector stands an intermediate set up of elements, whose function is to recombine the incoming impressions into such a form as to produce a desired type of response in the effectors”.³ Régészetiileg úgy mondhatjuk, hogy az ember az igényelt eszközt (amelyre vonatkozó szükségletei kialakultak) megtervezte és kivitelezte; a kész eszköz aszerint, hogyan volt alkalmazható, ill. hogyan közelítette meg a kívánt feltételeket, visszahatott készítőjére, módosította elképzeléseit és manuális készségét, ezáltal befolyásolta a következő eszköz elkészítését.

2.2. Az evolúciót a biológiában régebben és alaposabban tanulmányozták, mint a régészetben, s mivel a biológiai fejlődést az emberi társadalom fejlődési modeljeként is felhasználhatjuk, célszerűnek látom a kettőben fellelhető megegyezéseket és eltéréseket röviden összefoglalni. Egy meghatározott eszköztípus készítés- (vagy fejlődés-) története ugyanis hasonlít ahhoz a folyamathoz, amely a biológiai egységekben játszódik le, amikor egy jelleghordozó gén eredeti, vagy mutáns alakjában öröklődik. *Dobzhansky* a biológiai folyamatot a következőképpen jellemzi: „... heredity is basically self-copying of the genes. Heredity is therefore a conservativ force; if it were perfect, there could not be no evolution. But the mechanism of heredity has a built-in feature, or, if you prefer, an inherent flaw, that occasionally makes a gene produce an imperfect copy. This is mutation”.⁴ *Dobzhansky* szavai megvilágítják az alapvető eltérést az élőlény fejlődési- és az ember működési-székémája között. Az élőlény fejlődése során a mutáció véletlenszerűen lép fel, mind az időpontot, mind a változás irányát tekintve. Az utódok közül az marad fenn inkább, amelyik az előnyös mutációt hordozza. A szelekciós előnyt azonban nem köti visszacsatolás az élőlényhez, tehát nem továbbkorrigálható, mint az emberi tevékenység eredménye. A másik közismert eltérés, hogy az élőlények fizikai-pszichikai tulajdonságait gének örökítik át; az ember a tanulás révén szerzett ismereteit — az általa kidolgozott „mesterséges miliő” tényezőit is⁵ — tanítással adja át utódainak. Meglepő, hogy e lényegbevágó eltérések ellenére a biológiai fejlődés mintájának szinte pontos izomorfja az emberi kultúra fejlődése,⁶ amit az alanti vizsgálatok is megerősítenek.

2.3. A továbbiakban vizsgálataimat körülhatárolom, s az embert pusztán igényeinek kielégítésére — homeosztázisának fenntartására⁷ — eszközöket készítő visszacsatolásos automata-rendszerként kezelem.

³ *Wiener, N.*, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. The Technology Press, New York, 1948. 42. o.

⁴ *Dobzhansky, T.*, *Mankind Evolving*. Yale Univ. Press, New Haven, 1962. 46. o.

⁵ *Malinowski, B.*, *A Scientific Theory of Culture*. New York, 1960. 68. o.

⁶ Vö. *Vértes L.*, *Az emberi faj kialakulásának szabályai és tanúi*. Valóság 9/7 (1966) 35—48. o.

⁷ A „homeosztázis” kifejezést itt megközelítőleg azonos értelemben használom, mint *N. Wiener* értelmezi a *God & Golem Inc. (The M.I.T. Press, Cambridge, 1964)* című könyvében. L. idevonatkozólag a 6. jegyzetben idézett cikket.

2.4. E szemléleti alaphoz — vagy munkahipotézishez — nem nélkülözhetjük annak a körülménynek figyelembevételét, hogy az ember kialakulásában a *kommunikáció—fogalomalkotás—eszközkészítés* szoros kölcsönhatásban álló szindrómája játszotta a főszerepet. Ha az ember egy bizonyos munkafeladat elvégzésére meghatározott alakú és kidolgozású eszközt: típust készített, előbb meg kellett alkotnia az illető eszköz fogalmi képét agyvelejében. A határozott körvonalú fogalmi előkép birtokában kivitelezte az eszközt e célra \pm begyakorolt izmaival, motorikus berendezésével. Megismételjük: a kivitelezett eszköz visszacsatolva az előállítási folyamatot végző emberre korrigálta mind az előképet, mind az előállítási „receptúrát”, mind pedig a kivitelező manuális készségét.

3. Premisszák

3.1. Az ember, fejlődése korai időszakától kezdve, határozott fogalmi előképek birtokában, szigorúan meghatározott szándékkal ténykedett.

3.2. Ténykedésének eredményei megközelítőleg fedték terveit.

3.3. A terv és az eredmény közötti eltérés mértéke nyomon követhető, ha a régészeti tárgyak mérhető sajátosságait dolgozzuk fel.

3.4. A tanulás hasonló eredménnyel örökíti át az utódokra az átadó generáció addig elért eredményeit, mint a gének a faji specifikum tényezőit.

3.5. Az emberi kultúra fejlődése éppúgy, mint a biológiai fejlődése két dimenzióval ábrázolható: a már megszerzett és bevált minták specializálódásával (állandóan korrigálódó továbbfejlesztésével) és a fellépő új feltételek — igények — kielégítést célzó mutációk (az új felfedezések) bevezetésével.

3.6. Az emberi kultúrák fejlődéséről mindkét dimenzió állapotára információkat nyújtanak a készítmények kvantitatív jellemzőinek eloszlási paraméterei. A specializálódás szűkíti, az új invenciók szélesítik a technológiai méretek szórását.⁸

4. Vizsgálatok

4.1. Az Olduvai Gorge oldowan-kultúrája négy — különböző korú — lelőhelyének valamennyi eszközét összevettem a vértesszöllői lelőhely Budaiparának 5 egymást időben követő eszközanyagával, mert a régészeti tipológia alapján feltételeztem, hogy az oldowan és a Buda-ipar között genetikus kapcsolat áll fenn.

Ugyancsak tipológiailag következtettem arra, hogy bizonyos középső-paleolit iparokat is le lehet genetikusan vezetni az oldowan—Buda-ipar jellegű

⁸ Vö. *Vértes L. Arch. Hung.* 240. o.

chopper-kultúrákból. Ezeket *epi-chopper* kultúráknak neveztem.⁹ Idetartozónak ítéltam a franciaországi charentien La Quina-faciesét is. Ezért vizsgálataimat kiterjesztettem a Combe Grenal barlang három, időben egymást követő, La Quina ipart tartalmazó rétegeinek: a 17, 22. és 25. rétegek teljes leletanyagára is.¹⁰ Véleményem szerint ez az ipar — az oldowanból kiindulva, a Budaiparon át — meglehetősen egyenesvonalú fejlődési sort képvisel.

E három lelőhely eszközeinek itt csak hosszúság-eloszlását vizsgálom a következő megfontolásokból:

4.1.1. Nem vállalkozhatunk arra, s nem is szükséges, hogy teljes régészeti együttesek valamennyi jellegét analízis alá vonjuk. *G. G. Simpson* megállapítja, hogy elegendő, ha a biológiai evolúció tanulmányozására kiválasztunk egyes jellemző komplexusokat, amelyek vizsgálata ugyanolyan konklúziókra képes vezetni, mintha az egészet tanulmányoznánk.¹¹ Érvényesnek találtam ezt a szempontot a régészeti kultúrák fejlődésével foglalkozva is.¹²

4.1.2. Más munkámban ki tudtam mutatni, hogy egy régészeti lelőhely azonos rétegeinek egy típusú eszközei a normális — *Gauss-féle* — eloszlást követik az eszközök hosszúságának szempontjából. Egy leletegyüttesen belül az — önmagukban a normális eloszlást követő — egyes eszköztípusok átlagértékei azonban olyan közel fekszenek egymáshoz, hogy az eloszlási görbék átfedik egymást. A normális eloszlások ilyen szoros halmazára együttesen a lognormális-hoz közelítő eloszlási görbében egyesül.¹³

4.1.3. Az olduvai eszközgyüttesek vizsgálatánál azt találtam, hogy a legelső DK I réteg eszközeitől a legelső BK II-ig az eszközhosszak eloszlási görbéi egyre inkább közelítenek a lognormális-hoz, ugyanakkor egyre szűkebbek.¹⁴

Régészetileg ez azt jelenti, hogy az eszközöket készítő — nagyon hosszú életű — embercsoport, amelynek fejlődési útja Olduvaiiban meglepően egyenes vonalúnak bizonyult, egyre jobban kifejlesztette kezűgyességét, ezzel egyidejű-

⁹ *Vétes, L.*, „Zitrus”- (Epi-Chopper) Industrien in Ungarn, Sajtó alatt a „Rust-Festschrift”-ben. Kézirat leadva 1964. IX. 10-én.

¹⁰ A Combe Grenal barlang Európában talán a legkorrektebben feltárt ősköri lelőhely. 1964-ben módomban volt *F. Bordes* jóvoltából Bordeauxban felmérni ennek a lelőhelynek igen sok eszközét. Nincs mód megfelelő szavakat találnom itt köszönetem kifejezésére, amiért *F. Bordes* (1966. máj. 13-i levelében) feltétel nélkül megengedte publikálatlan anyagának a magam szempontjai szerinti feldolgozását és közzétételét.

¹¹ *Simpson, G. G.*, The Major Features of Evolution. Columbia Univ. Press, New York. 3rd Printing 1961. 20. o.

¹² *Vö. Vétes L.*, Acta Arch. Hung. 17.

¹³ *Vétes L.*, Quartär 15/16, 120. o.; *Vö. Prékopa A.*, Valószínűségelmélet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962. 229. o.

¹⁴ A szerző ez esetben bizalmat kell hogy kérjen munkája olvasóitól. Addig ugyanis, amíg *M. Leakey* nem publikálja egyedülálló olduvai leletanyagát, nem közölhetek deskriptív részleteket erről az anyagról, amelyet az ő jóvoltából dolgozhattam fel. A tervbe vett Olduvai-monográfia megjelenése után azonban engedélyt fogok kérni a saját szempontjaim szerint felvett adatok tüzetes közzétételére. Addig itt csak a számítások eredményeként jelentkező — a régészeti jellegét nem érintő — értékeket közlöm *M. Leakey* levélbeli (1966. jún. 29-i) szíves engedélyével.

leg mind élesebben körvonalozódott agyában a készítendő eszközök tipológiai képe és készítmódja. Ez a folyamat állandóan korrigálta pl. az eszközök hosszmet-eloszlását jellemző görbék alakját is, szűkítve szórásukat. Bár ez a megrajzolt görbéken világosan látszik, a szórás-értékek mégis megközelítőleg azonosnak bizonyultak. Fel tudjuk oldani ezt a látszólagos ellentmondást, ha meggondoljuk, hogy ugyanakkor, amikor növekszik a specializáció (amely szűkíti a szórásokat), ugyanakkor az emberi szükségletek növekedésének hatására egyre újabb munkafolyamatok válnak szükségessé, amelyek új eszköztípusokat termelnek ki. Nyilvánvaló, hogy az újfajta eszközök előképei kezdetben még homályosak: az elkészítésükhöz szükséges mesterségbeli tudás — különösen, ha új technológiát is be kell vezetni — eleinte alacsonyabb fokú. Mindez szélesíti a szórást, ugyanakkor növeli a legkisebb és a legnagyobb eszközök közötti méretkülönbséget: az intervallumot. A specializáció és a mutáció ez esetben megközelítőleg kiegyensúlyozza egymást, az eszközhosszak szórásával kifejezve.

4.2.1. El lehetett dönteni, hogy ennek a felismerésnek pusztán teoretikus értéke van-e, vagy kimutatható gyakorlatilag is; elegendő volt az eszközhosszak intervallumát (i) a szórással (s) viszonylatba állítani. Az így nyert $\frac{i}{s}$ hányados értékei a négy olduvai lelőhelyen a következők:

DK I	=	4,04
FLK I	=	4,55
HWK-East	=	4,83
BK II	=	6,00

Az értékek a leletek korával fordított arányban növekvő sort alkotnak.

Megfigyelésemet általánosítani kívántam, ezért kapcsoltam be a vizsgálatokba a két másik lelőhelyet. Az *I. táblázaton* közlöm a vértesszőllői és Combe Grenal-i eszközgyűttesek adatait.

4.2.2. Valamennyi lelőhely, ill. réteg anyagán elvégeztem a számításokat, amelyekből a következő értékeket nyertem:¹⁵

Vértesszőllős	I/1	=	6,03
„	I/2	=	5,81
„	I/3	=	6,56
„	I/4	=	5,81
„	III/5	=	6,94
Combe Grenal	25	=	5,84
„	22	=	8,60
„	17	=	11,03

¹⁵ A következő számításoknál Dr. Juvancz Iréneusz és Dr. Medgyessy Pál (MTA Matematikai Kutató Int.) sok támogatást adtak útbaigazításaikkal és számításaim kontrolljával. Fogadják e helyen is őszinte köszönetemet.

I. táblázat

Leőhely és réteg	A talált eszközök száma								
	< 10	10—19	20—29	30—39	40—49	50—59	60—69	70—79	80—89
Vértesszőllős I/1	—	164	232	68	19	4	2	—	—
Vértesszőllős I/2	—	53	148	67	23	6	2	—	—
Vértesszőllős I/3	2	206	432	133	47	10	2	—	—
Vértesszőllős I/4	—	28	61	43	10	4	1	—	—
Vértesszőllős III/5	—	11	66	64	33	20	5	—	—
Combe Grenal 25	—	—	17	87	130	93	44	36	8
Combe Grenal 22	—	1	23	155	341	325	184	47	13
Combe Grenal 17	—	15	121	282	340	202	71	15	7

A vértesszőllői I/2 és I/4 rétegek $\frac{i}{s}$ hányadosa kivételével — ezekre a továbbiakban visszatérek — ismét a leletek korával fordított arányban növekvő értékeket nyertem.¹⁶ Az $\frac{i}{s}$ hányados tehát nem csak az olduvai eszközök esetében viselkedik szabályszerűen. Kézenfekvő, hogy ezeket egy koordináta y-tengelyére vigyük fel és az x-tengelyen az időt ábrázoljuk.

4.3.2. Meg kell tehát határozni a leletek megközelítő korát. Az olduvaiakét *Evernden* és *Curtis* kálium/argon módszerrel határozta meg.¹⁷ Adataik szerint a DK I-et 1,85 millió évesnek, az FLK I („Zinj”) leőhely korát 1,75 millió évesnek vehetjük. A Bed II felső felében, egy csatornakitöltésben fekvő BK II korát¹⁸ — viszonyítva az 500 000 évesnek meghatározott „chellesi ember” rétegéhez¹⁹ — széles eltéréssel kétféleképpen: félmillió évesnek, vagy 1,1 millió évesnek határozta meg.

Vértesszőllősön az 1. és a 2. réteg anyaga mészsizapban, a fölöttük levő 3. és 4. réteg löszben; az 5. kulturszint — amely csak a III. leőhelyen volt meg — a lösz feletti felső mészsizapban feküdt. Eddigi bizonyítékaink szerint a két alsó réteg a mindeli eljegesedés interstadiálisában; a 3. és 4. a mindeli 2 stadiálisában és az 5. az ezutáni időszakban keletkezett.²⁰

Készültek kálium/argon kormeghatározások európai mindeli korú mintákból is²¹, amelyek nem állnak távol a „csillagászati kronológia” dátumaitól. Úgy véltem, nem tévedek nagyságrendileg, ha a vértesszőllői rétegek kor-

¹⁶ Az I. táblázatból kitűnik, hogy a vizsgált minták esetszáma (n) a 201 és az 1094 között változik. A mintanagyság ismert befolyást gyakorol a szórásra. A *Biometrica Tables* megfelelő helyén utananézve azonban kitűnt, hogy számításaink esetében ez az összefüggés elhanyagolható: a szórás-értékek változását az ilyen finomságú számításoknál függetlennek vehetjük az n-től. Szándékunkban áll vizsgálatainkat finomítani és kiszélesíteni. Akkor figyelembe fogjuk venni az ebből adódó korrekciós lehetőségeket is.

¹⁷ *Evernden, J. F. and H. G. Curtis*, Potassium-Argon Dating of Late Cenozoic Rocks in East Africa and Italy. *Current Anthropology* 6/4 (1965) 343—364. o.

¹⁸ *Vö. F. Clark Howell* comment-jével az *Evernden-Curtis* cikkhez, uo. 369. o.

¹⁹ Uo. 370. o.

²⁰ *Vö. Kretzoi, M. and Vértes, L.*, Upper Biharian (Intermindel) Pebble-industry Occupation-Site in Western Hungary. *Current Anthropology* 6/1 (1965) 74—87. o.

²¹ *Evernden-Curtis*, i.m. Table 8. és 371. o.

méretcsoportonként							Intervallum/mm i	Minta- nagy- ság/db n	Átlag- méret/mm \bar{x}	Szórás s
90—99	100—109	110—119	120—129	130—139	140—149	150—159				
—	—	—	—	—	—	—	12—62=50	489	24,22	8,298
—	—	—	—	—	—	—	12—65=53	299	27,88	9,132
—	—	—	—	—	—	—	9—64=55	832	25,66	8,380
—	—	—	—	—	—	—	10—65=55	333	28,36	9,473
—	2	—	—	—	—	—	14—101=87	201	35,55	12,530
2	2	—	—	—	—	—	24—107=83	419	50,29	14,23
3	1	—	1	—	—	—	18—121=103	1094	51,50	11,98
2	2	—	—	—	—	1	14—157=143	1058	43,87	12,96

meghatározásánál a *Milanković*-féle kronológiát veszem alapul. Eszerint a korokat a következőkben határoztam meg:

a mésziszapban fekvő I/1 kora:	460 000 év;
a vele azonos anyagban levő I/2 kora:	450 000 év;
az erre diszkordánsan települt löszben levő I/3:	430 000 év;
a löszréteg felszínén talált I/4 kora:	400 000 év;
a löszhullás utáni időszakból származó III/5:	380 000 éves.

A Combe Grenal-i La Quina típusú charentien rétegek a *Bordes* szerint würmi II időszakban képződtek. Korukat eléggé nagy valószínűséggel extrapolálhatta *F. Bordes* egy még publikálatlan C-14 kormeghatározásból. A tőle kapott információk szerint²² a három réteg korát a következőkben közelítettem meg:

Combe Grenal 25 =	46 000 év;
„ 22 =	43 000 év;
„ 17 =	40 000 év.

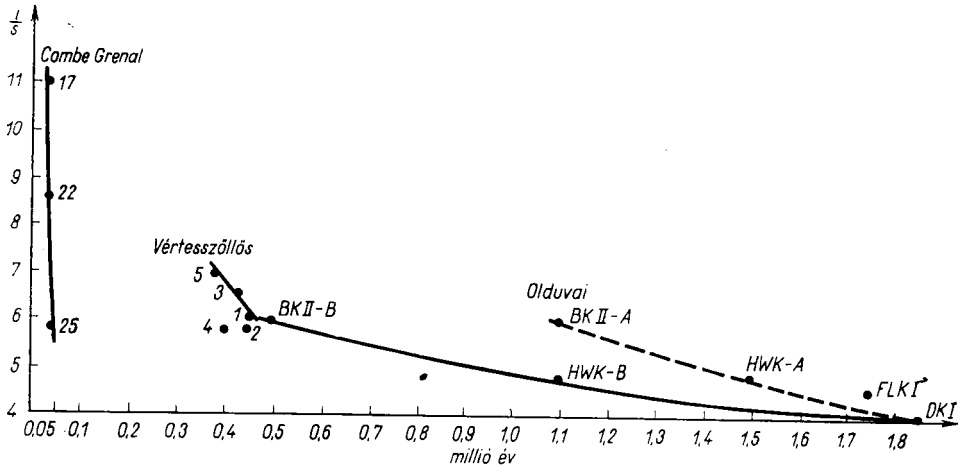
4.2.4. Az 1. ábra mutatja be azokat a regressziós kapcsolatokat, amelyek az $\frac{i}{s}$ -hányados és az idő között állnak fenn. A lelőhelyeken belüli pontokat összekötő vonalak gyaníthatólag logaritmusgörbék töredékei. E feltevésről meg akartam bizonyosodni, ezért ugyanezeket az adatokat úgy is ábrázoltam, hogy az idő-tengely léptékét logaritmikusnak adtam meg; az y-tengelyen az $\frac{i}{s}$ értékeket továbbra is aritmetikus léptékben hagytam (2. ábra). A vonalak

²² *F. Bordes* levélbéli közlése (1966. máj. 13.)

kiegyenesedtek. Felvittem az adatokat valószínűség papírra is, hasonló eredménnyel, tehát a feltevés helyesnek bizonyult.

4.3.1. A paleontologusok *Haldane* képletét is szokták használni a fajok fejlődési sebességének meghatározására.²³ Ennek alakja:

$$\frac{\log_e x_2 - \log_e x_1}{t}$$



1. ábra. Az $\frac{i}{s}$ hányados és az idő összefüggése

ahol x_1 és x_2 lehet pl. két vizsgált faj azonos csontján felvett méret és t a két faj élete között eltelt idő. *Haldane* képletét

$$\frac{y_2 - y_1}{\log x_2 - \log x_1}$$

alakúra módosítottam, ahol y_2 és y_1 a vizsgált $\frac{i}{s}$ -értékeket képviseli, x_2 és x_1 a hozzájuk tartozó idő, amelynek 10 alapú logaritmusával számolok.²⁴ A logaritmus értékekkel könnyebb a munka, ha azok nem negatív számok (amilyenek lennének, ha az időt a millió év tizedestörtjeként fejezném ki), hanem pozitív számok. Ezért időbeli kiindulópontnak az i.e. 3 millió évet választ-

²³ Idézi G. G. Simpson, i.m. 15. o.

²⁴ A rendelkezésemre álló arit-log papír 10 alapú, ezért a 10 alapú logaritmust használok számításaimnál is.

tottam és az egyes lelőhelyek korát az azóta eltelt idővel jelöltem²⁵. A *II. táblázat*on a lelőhelyek korban közvetlenül egymást követő szintjeit vettem össze. A további összehasonlíthatóság miatt az eredményeket a 2 hatványaival is kifejeztem.

II. táblázat

Az $\frac{i}{s}$ hányados és az idő összefüggései az $\frac{y_2 - y_1}{\log x_2 - \log x_1}$ alapján, ha $y = \frac{i}{s}$ és x a hozzá tartozó idő.

$$\text{Olduvai} \quad \frac{\text{FLK I}}{\text{DK I}} = \frac{4,55 - 4,04}{\log 1,25 - \log 1,15} = \frac{0,51}{0,0362} = 14,088 = 2^{3,82}$$

$$\text{Olduvai} \quad \frac{\text{HWK-East}}{\text{FLK I}} = \frac{4,83 - 4,55}{\log 1,5 - \log 1,25} = \frac{0,28}{0,0792} = 3,535 = 2^{1,82}$$

$$\text{Olduvai} \quad \frac{\text{BK II}}{\text{HWK-East}} = \frac{6,00 - 4,83}{\log 1,09 - \log 1,5} = \frac{1,17}{0,1027} = 11,392 = 2^{3,51}$$

$$\text{Vértesszőllős} \quad \frac{3}{1} = \frac{6,56 - 6,03}{\log 2,57 - \log 2,54} = \frac{0,53}{0,0051} = 103,92 = 2^{6,7}$$

$$\text{Vértesszőllős} \quad \frac{5}{3} = \frac{6,94 - 6,56}{\log 2,62 - \log 2,57} = \frac{0,38}{0,0084} = 45,24 = 2^{5,5}$$

$$\text{Combe Grenal} \quad \frac{22}{25} = \frac{8,60 - 5,84}{\log 2,957 - \log 2,954} = \frac{2,76}{0,00044} = 6272,73 = 2^{12,62}$$

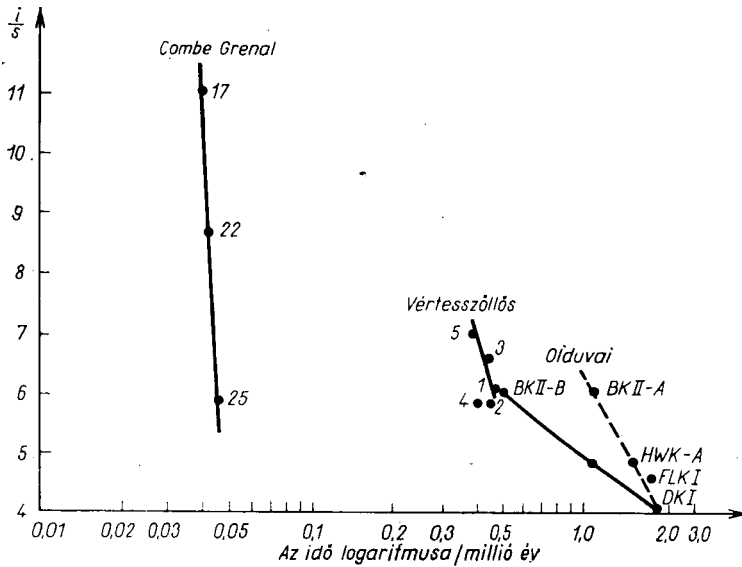
$$\text{Combe Grenal} \quad \frac{17}{22} = \frac{11,03 - 8,60}{\log 2,960 - \log 2,957} = \frac{2,43}{0,00044} = 5522,73 = 2^{12,43}$$

4.3.2. Az olduvaii lelőhelyek közötti változás mértékét a 2-nek az 1,8–3,8 közötti hatványaival lehetett kifejezni. A vértesszőllői szinteknél az értékek 2^{5,5} és 2^{6,7} között vannak; Combe Grenalnál pedig a 2¹²-vel fejezhetők ki. A változás mértéke — amit az idősebb paleolit kultúrák technológiai fejlődése sebességének mérésére lehet felhasználni — az idővel arányosan gyorsul. Minél fiatalabb egy kultúra, eszközkészlete adott idő alatt annál sebesebben specializálódik (más szóval: tipológiailag standardizálódik).

4.3.3. Pregnánsabban lehet kifejezni a törvényszerűséget, ha a lelőhelyeken nem a közvetlenül egymást követő, hanem a legidősebb és a leg-

²⁵ Az így nyert értékek:

Olduvai	DK I = 3	1,85	=	1,15	millió év
Olduvai	FLK I =			1,25	„
Olduvai	HWK-East =			1,9	vagy 1,5 millió év
Olduvai	BK II =			2,9	vagy 1,9 millió év
Vértesszőllős	I/1 =			2,45	millió év
Vértesszőllős	I/2 =			2,55	„
Vértesszőllős	I/3 =			2,57	„
Vértesszőllős	I/4 =			2,60	„
Vértesszőllős	III/5 =			2,62	„
Combe Grenal	25 =			2,954	„
Combe Grenal	22 =			2,957	„
Combe Grenal	17 =			2,960	„



2. ábra. Az $\frac{i}{s}$ hányados összefüggései az idő logaritmusával

fiatalabb rétegeket vetjük össze. A számítások eredményeit két lehetőség szerint közlöm: A) ha az olduvai BK II korát 0,5 millió évesnek vesszük és B), ha 1,1 millió évesnek tekintjük.

$$1/A \text{ Olduvai } \frac{BK \text{ II}}{DK \text{ I}} = \frac{6,00 - 4,04}{\log 2,5 - \log 1,15} = 8,873 = 2^{3,15}$$

$$1/B \text{ Olduvai } \frac{BK \text{ II}}{DK \text{ I}} = \frac{6,00 - 4,04}{\log 1,9 - \log 1,15} = 8,991 = 2^{3,17}$$

$$2. \text{ Vérteszöllős } \frac{5}{1} = \frac{6,94 - 6,03}{\log 2,62 - \log 2,54} = 67,41 = 2^{6,1}$$

$$3. \text{ Combe Grenal } \frac{17}{25} = \frac{11,03 - 5,84}{\log 2,96 - \log 2,954} = 5766,7 = 2^{12,6}$$

Ezeket a megközelítő értékeket adó számításokat elegendő akárcsak egy tizedesnyi pontossággal is közölni. Ha itt mégis két tizedesnyi pontossággal adtam meg az olduvai értékeket, azért tettem, hogy bemutathassam: az A) és a B) verzió között — a hatalmas időtáv miatt — az eltérés csak a 2 hatványainak második tizedesjegyében okoz változást. Ez teszi lehetővé.

hogy — mint a vértesszőllősi rétegek esetében is — a hozzávetőleges időértékek felhasználása ne torzítsa eredményeinket.

Az $\frac{i}{s}$ -hányados tehát a millió éves nagyságrendű olduvaii lelőhelyek esetében kifejezhető kereken a 23,2-nal;
 a százezer év nagyságrendű vértesszőllősieknél a 26,1-nal;
 a tízezer év nagyságrendben mozgó Combe Grenaliaknál a 212,6-nel.

A hányadosunkkal mérhető őskőkori fejlődés tehát időléptékenként a 2-nek mértani haladvány szerint növekvő hatványkitevőivel: a 3—6—12-vel fejezhető ki. Ez a számításainkból kialakult újabb törvényszerűség képletbe foglalva:

$$Am_i \approx 2^{3 \cdot 2^{(i-1)}}$$

ahol A a fejlődés gyorsulásának mértéke; az m_1 , m_2 , m_3 pedig az olduvaii, vértesszőllősi és Combe Grenal-i léptékű gyorsulást jelöli az $\frac{i}{s}$ -hányadossal kifejezve.

4.4. Igyekeztem a vizsgálatokat kiszélesíteni és a paleolit kőszköz-készítő technológia fejlődését más számítások segítségével is kifejezni a hosszúság-adatokból.

4.4.1. Az a folyamat, amelynek során az embercsoportok együttes ügyességének fejlődése, ill. az állandóan finomodó munkamódszerek tanulásával való átvétele az eszközhosszakat mindinkább stabilizálta oda vezetett, hogy a hosszúság-eloszlások görbéi korról-korra szűkebbek, hegyesebbek lettek. Változásuk mértékét nem csak a szórással fejezhetjük ki — amely függ az intervallumtól és a minta nagyságától — hanem az excesszussal (E) is. Az E szabadon választott érték, amely nem tükröz valós állapotot, mégis alkalmas a technológiai változás kifejezésére, mert azt jelzi, hogy egy eloszlás mennyivel csúcsosodik túl (amikor E értéke pozitív), vagy mennyivel marad alul (amikor E negatív értékű) a normális eloszlás középértékén. Alkalmas tehát a standardizáció ábrázolására, egyben lehetőséget kínál egy fontos fejlődési határ rögzítésére is: egy őskőkori kultúra eszközei akkor érik el morfológiai specializáltságuknak azt a fokát, hogy már valóban standard típusokról beszélhetünk, amikor a hosszúságmegoszlásukból számított $E > 0$.

4.4.2. Kizárólag a reprodukálhatóság miatt mutatok be példaképpen egy excesszus számítást a vértesszőllősi III/5 réteg anyagán:²⁶

²⁶ Vö. Weber, E., Grundriss der biologischen Statistik, Fischer Verlag, Jena, 4. Aufl. 1961. 84 o. skk. Az átlag és szórás kiszámítását itt nem részletezem. Ide vonatkozólag l. Vértes L., Palaeohist. 10

Méretcsoport középvértéke/mm x	Gyakoriság/db n_i	eltérés $x_i - x_0$	gyakoriság · eltérés $n_i(x_i - x_0)$	$n_i(x_i - x_0)^2$	$n_i(x_i - x_0)^3$	$n_i(x_i - x_0)^4$
15	11	-20	-220	4 400	- 88 000	1 760 000
25	66	-10	-660	6 600	- 66 000	660 000
35	64	0	-880		-154 000	
45	33	10	330	3 300	33 000	330 000
55	20	20	400	8 000	160 000	3 200 000
65	5	30	150	4 500	135 000	4 050 000
75	1	40	40	1 600	64 000	2 560 000
85	0	50				
95	0	60				
105	1	70	70		343 000	
			990	4 900	735 000	2 401 000
	201		110	33 300	581 000	36 570 000

$$\begin{aligned}\bar{x} &= 35,55 \text{ mm} \\ s^2 &= 157,04 \\ s &= 12,53 \\ s^4 &= 24\,649,5\end{aligned}$$

$$m'_1 = \frac{\sum z_i (x_i - x_0)}{n} = 0,547$$

$$m'_2 = \frac{\sum z_i (x_i - x_0)^2}{n} = 165,67$$

$$m'_3 = \frac{\sum z_i (x_i - x_0)^3}{n} = 2\,890,5$$

$$m'_4 = \frac{\sum z_i (x_i - x_0)^4}{n} = 181\,940,3$$

$$m_4 = m'_4 - 4m'_1 m'_3 + 6m_1'^2 m'_2 - 3(m_1')^4$$

$$\begin{aligned}m_4 &= 181\,940,3 - 4(0,547 \cdot 2\,890,5) + 6(0,299 \cdot 166,5) - 3 \cdot 0,009 = \\ &= 175\,322,57\end{aligned}$$

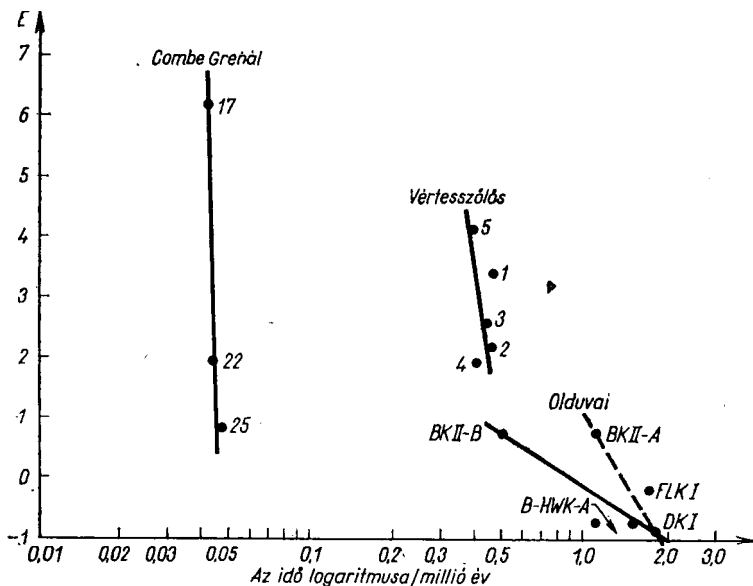
$$E = \frac{m_4}{s^4} - 3 = \frac{175\,322,57}{24\,649,50} - 3 = 4,11$$

Ez az érték azt jelzi, hogy a vizsgált ipar magas fokon kiegyénült, jól begyakorolt technológiával rendelkezett, eszközei határozottan standardizálódtak.

4.4.3. A már korábbiakban is érintett együttesekre a következő excesszus-értékeket számítottam ki:

Olduvai DK I	=	-0,90
„ FLK I	=	-0,20
„ HWK-East	=	-0,77
„ BK II	=	+0,76
Vértesszőllős I/1	=	3,38
„ I/2	=	2,13
„ I/3	=	2,55
„ I/4	=	0,88
„ III/5	=	4,11
Combe Grenal 25	=	0,78
„ 22	=	1,89
„ 17	=	6,14

Az Olduvai HWK-East, a Vértesszőllős I/1 és I/4 kivételével az E-értékek az egyes kultúrákon belül korukkal fordított arányban növekvő sorban rendeződnek. A 3. ábrán mutatom be azokat a regressziós egyeneseket, amelyeket akkor nyerünk, ha az E-értékeket az y-tengelyen, az idő logaritmusát az x-tengelyen ábrázoljuk. A III. táblázaton közlöm azokat az értékeket, amelyeket az E-kből az $\frac{i}{s}$ -éhoz hasonló számítással kaptam.



3. ábra. Az E-értékek összefüggései az idő logaritmusával

III. táblázat

Az E-értékek és az idő összefüggései az $\frac{y_2 - y_1}{\log x_2 - \log x_1}$ alapján, ha $y = E$ és x a hozzátartozó idő.

Olduvai	$\frac{FLK I}{DK I} = \frac{-0,20 - (-0,90)}{\log 1,25 - \log 1,15} = \frac{0,70}{0,0362} = 19,34 = 2^{4,27}$
Olduvai	$\frac{BK II}{FLK I} = \frac{0,76 - (-0,20)}{\log 1,9 - \log 1,25} = \frac{0,96}{0,1819} = 5,28 = 2^{2,40}$
Vértesszőllős	$\frac{3}{2} = \frac{2,55 - 2,13}{\log 2,57 - \log 2,55} = \frac{0,42}{0,0034} = 123, 53 = 2^{6,95}$
Vértesszőllős	$\frac{5}{3} = \frac{4,11 - 2,55}{\log 2,62 - \log 2,57} = \frac{1,56}{0,0084} = 185,71 = 2^{7,54}$
Combe Grenal	$\frac{22}{25} = \frac{1,89 - 0,78}{\log 2,957 - \log 2,954} = \frac{1,11}{0,00044} = 2522,73 = 2^{11,30}$
Combe Grenal	$\frac{17}{22} = \frac{6,14 - 1,89}{\log 2,960 - \log 2,957} = \frac{4,25}{0,00044} = 9659,09 = 2^{13,24}$

4.4.4. A továbbiakban itt is hasonlóan jártam el, mint az intervallum/szórás vizsgálatoknál, tehát összevettem az egyes kultúrákon belüli legtávolabbi pontokat is:

$$Ae_1 \left(\text{Olduvai} \frac{\text{BK II}}{\text{DK I}} \right) = \frac{0,76 - (-0,90)}{\log 1,9 - \log 1,15} = 7,515 = 2^{2,9}$$

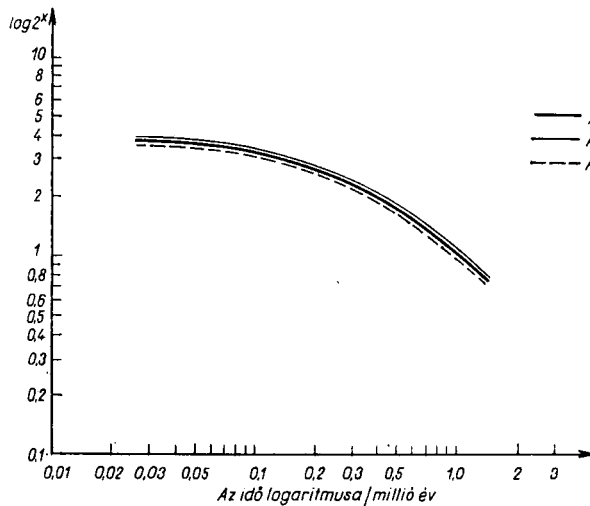
$$Ae_2 \left(\text{Vszöllős} \frac{5}{2} \right) = \frac{4,11 - 2,13}{\log 2,62 - \log 2,55} = 42,04 = 2^{5,4}$$

$$Ae_3 \left(\text{C. Grenal} \frac{17}{25} \right) = \frac{6,14 - 0,78}{\log 2,96 - \log 2,954} = 5955,56 = 2^{12,5}$$

Ismét A-val jelöltem a fejlődés mértékét és e_1 , e_2 , e_3 -mal az olduvaii milliós, vértesszöllői százezres és Combe Grenal-i tízezres időléptékű adatokat. Közelítő képletbe foglalva az eredményeket:

$$Ae_i \approx 2^{2,9 \cdot 2^{(i-1)}}$$

4.4.5. Az excesszus számítás tehát majdnem ugyanazt az eredményt adta, mint az $\frac{i}{s}$. A 4. ábrán $\log \times \log$ -papíron ábrázolom a kétféle fejlődési vonal

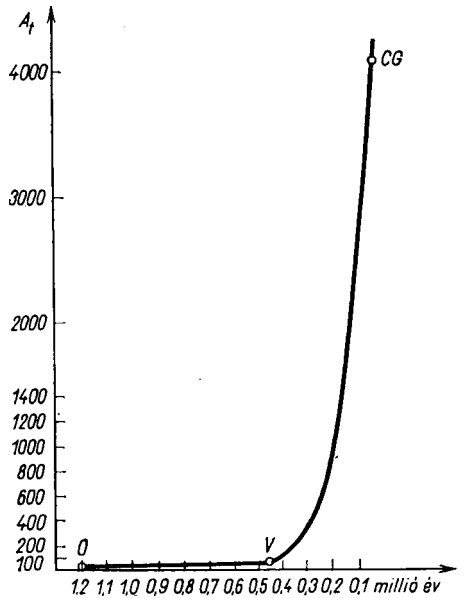


4. ábra. A kétféle technológiai gyorsulás-függvény kétszer-log papíron ábrázolva. A fekete vonal az E-értékekből, a szaggatott vonal az $\frac{i}{s}$ értékekből nyert függvény lefutását ábrázolja

legvalószínűbb lefutását. Az eltérés csekély volta miatt — figyelembe véve azt is, hogy az emberi kultúrákra a másodlagos tényezők erősebben hatnak, mint pl. a biológiai egységekre (ilyenek a vizsgált sorokba nem illeszkedő $\frac{i}{s}$ és E értékek) — jogosnak látom a két hasonló képletet a következő alakúra összevonni:

$$A_{t_i} \approx 2^{3 \cdot 2^{(i-1)}},$$

ahol A_t = az alsó és középső paleolit kultúrák technológiai fejlődésének gyorsulásával. Az 5. ábra mutatja be az eszerint megrajzolt fejlődési görbe lefutását aritmetikus léptékben.



5. ábra. A fejlődési görbe aritmetikus léptékben

5. Ellenőrző vizsgálatok

5.1. Az eredményekből kitűnő törvényszerűségek bizonyítják, hogy helyes volt a kultúrák eszközeinek hosszúság-eloszlását választani a vizsgálat céljaira: ez a jellemző alkalmas az emberi szerszámkészítő tevékenység fejlődése gyorsulásának ábrázolására. A gyorsulás a függvény tanúsága szerint elképesztően nagy.

5.2. Ellenőrizni akartam azonban, hogy milyen mértékben lehet hasonló számításokat másfajta kultúrák anyagán végezni, ezért kiszámítottam néhány olyan középső paleolit ipar értékeit, amelyek ismereteink szerint más fejlődési vonalhoz tartoznak, továbbá néhány felső paleolit ipar értékeit is. Ezek a következők:

Lelőhely:	$\frac{i}{s}$	E
Combe Grenal (C58), acheuli	7,93	2,77
„ (G) , denticulés	7,19	1,92
„ (P) , charentien, La Ferrassie típus	6,42	0,60
Arka, keleti gravetti, alsó réteg (C-14 kor: 17 000 év)	6,68	—
„ „ „ felső „ („ „ 13 000 „)	8,49	4,18
Bodrogkeresztúr „ („ „ 28 000 „)	6,11	1,14
Szekszárd-Palánk epigravetti („ „ 10 000 „)	6,17	2,23

Az adatok nem illeszkednek az eddigi megfigyelésekhez, ami a felső paleolit kultúrák esetében természetes, hiszen abban a korban már voltak — esetenként domináltak — csontból és más időt nem álló nyersanyagból készült eszközök is, amelyeket be kellene kapcsolni az átlagok, szórások és intervallumok számításába. Ezért adnak a kőeszközökből számított adatok a vártnál lényegesen alacsonyabb értékeket. Valószínűleg jogunk van ezt a megfigyelést úgy felfogni, mint bizonyítékot arra is, hogy viszont az alsó és középső paleolitikum eszközkészletében — legalábbis az „ipari” eszközök között — nem játszottak jelentős szerepet a nem-kovából készült eszközök.

Figyelemre méltó, hogy az arkai alsó és felső kultúrréteg között az A_m értéke $2^{12,6}$, tehát viszonylag magas. Ezzel a két kultúrszinttel kapcsolatban másfajta módszerrel meg lehetett állapítani, hogy közöttük a fejlődésnek robbanásszerűen gyorsuló szakasza játszódott le, amelyben egyaránt részt vett a specializálódás és a mutáció.²⁷

A Combe Grenal acheuli, La Ferrassie és denticulés kultúrát tartalmazó rétegei részben a La Quina rétegek alatt, vagy felett, részben azok között helyezkednek el. Értékeik határozottan eltérnek a La Quina eszközökből számított értékektől. Feltehetőleg, ha külön vizsgálánánk pl. a denticulés rétegsort, amely ugyancsak több szintből áll, közöttük is regressziót találnánk a maguk sajátos fejlődési vonalának megfelelő értékekkel.²⁸

²⁷ Vö. Vértes, L., Quartár 15/16.

²⁸ F. Bordes lehetővé tette, hogy megszerezhessem további „denticulés” rétegek teljes eszközkészletének méreteit. Amint ez rendelkezésemre fog állni, vizsgálataimat abban az irányban fejlesztem tovább, hogy az ezekből kialakult regressziós egyenesnek a La Quina faciesével alkotott szögéből nyerhetünk-e ugyanolyan felvilágosításokat a paleolit kultúrák kapcsolatáról, mint az allometria vizsgálatoknál a taxonómiai fajok kapcsolatáról.

6. Általános következtetések

6.1.1. A kultúrák morfológiai alakulásától független vizsgálatok segítségével mód nyílt az evolúció útjának megközelítő ábrázolására az őskőkor idősebb, még jól áttekinthető szakaszára vonatkozólag.

6.1.2. Ha az egyszerű kőeszközök kvantitatív adataihoz hasonló információk állnának rendelkezésünkre a felső paleolitikum elpusztult fa-, szaru- és csonteszközéről, megközelítőleg ugyanaz a függvény fejezné ki ezek fejlődését, mint ami ábrázolja az idősebb kőeszközökét. E merésznak ható megállapításra logikai alapot ad az a megfontolás, hogy az emberi tevékenységet nyilvánvalóan azonos törvényszerűségek vezérlik kialakulása óta, s alaptalan lenne olyan hipotézist felállítani, amely szerint a fejlődés más és más szakaszaira egyre újabb fejlődési törvények lennének érvényben.

6.2.1. Fenti vizsgálatok bizonyították azt a — különben is elfogadott — nézetet, amely szerint a fejlődés a paleolitikumban (általánosítva: az emberi kultúrában) a biológiai evolúcióhoz hasonlóan a specializáció + mutáció eredője.

6.2.2. A 2. és 3. ábra regressziós egyenesének lefutásából arra lehet következtetni, hogy az új régészeti kultúrák, éppúgy, mint az új taxonómiai egységek, mindig generalizáltak és a fajon belüli fejlődés útját — bár mindig egy magasabb szintről indulva — újból és újból megjárják.

6.2.3. A mutációt hordozó géneknek az utód populációban való homogén eloszlása miatt a biológiai rendszertani egységek tényleges egységként viselkednek; ugyanígy homogén egységként viselkednek az emberi társadalmak egységei, amikor az elődök vívmányai a tanulás és tapasztalatátadás révén homogén módon oszlanak el az utódok között. Egy-egy kultúrszintben vizsgált — gyakran sok ezer — eszköz sok ember, esetleg több generáció készítménye. Eloszlási adataik azonban olyanok, mintha valamennyi egyazon automata, egyetlen kéz terméke lenne.

6.2.4. A fentiek alapján egy új emberi kultúra létrejöttének feltételét technológiai szempontból úgy fogalmazhatjuk meg, hogy abban a specializáció mértékén túlnő az új felfedezések (mutációk) mértéke. Hozzátehetjük, hogy ez a folyamat általában gyors.

6.3.1. Az adatok nem-illeszkedésének okait vizsgálva azt látjuk, hogy az $\frac{i}{s}$ -értékek sorában rendellenesen viselkedik a vértesszőllősi 2. és 4. réteg; az E-értékek sorában az olduvaii HWK-East, a vértesszőllősi 1. és 4. réteg eszközanyaga. Az olduvaiival itt nem foglalkozom. A vértesszőllősi 4. réteg eszközei mindkét esetben a hányadosnak a vártnál alacsonyabb értékével tűnnek ki. Ezt a réteget mindkét eddig feltárt vértesszőllősi lelőhelyen (I. és III.) szórványos eszközanyag, összetöretlenül szétszórt állati csontok képviselik, s csak nagyon szórványosan jelentkezik ebben a szintben tüzelési nyom.

Ez a réteg nem települési szint, hanem „trancsirozó hely” volt mindkét lelőhelyen, szemben az 1., 3. és valószínűleg az 5. réteggel, amely kifejezetten települési jellegű. Nyilvánvaló, hogy a 4. szint eszközei nem reprezentálhatják a lakóhelyek teljes eszközkészletét: nem használhatók az itt szükséges finomságú vizsgálatokra.

Kiugróan magas értéket nyertem az 1. kultúrszint excesszusára; túl alacsonyat a 2. réteg $\frac{i}{s}$ -hányadosára. Ez utóbbi esetben nem lehet azonban megállapítani, nem ismét csak az 1. rétegre számolt érték túl magas-e a többihez viszonyítva? Az 1. a leggazdagabb települési szint Vértesszőllősen. A kultúrréteg vastag, itt találtuk a tűzhasználat legintenzívebb nyomait, innen származik a koponyakultusz valószínű nyoma is²⁹. Ilyen körülmények között számolhatunk azzal, hogy a kontinuanusan, hosszú ideig egy helyben élő csoport túlspecializálódott. Az sem bizonyítható, hogy a felsőbb szintek lakói az ő közvetlen leszármazottai voltak, hiszen a környéken más embercsoportok is éltek, s az egyes rétegek lerakódása között évezredek teltek el.

6.3.2. Mindebből azt a következtetést lehet levonni, hogy a hosszú életű embercsoportok hagyatéka éppúgy, mint a laza települési körülmények között élőké, könnyen eltérhet az általánostól; vagy a várt értékek alatt maradnak jellemzőik, vagy túllépnek rajta.

7. Összefoglalás

A tanulmányban az idősebb őskőkor eszközeinek azt a sajátosságát igyekeztem megközelíteni, hogy mérhető technológiai jellegek is tartalmaznak információkat készítőik szellemi és manuális fejlettségéről, sőt, bizonyos szempontú megfigyelési lehetőségeket elsősorban ezek képesek nyújtani.

Ilyen a fejlődési út gyorsulása, amelynek ismeretére szükségünk van, ha egy időszak, vagy embercsoport életéről őstörténeti képet akarunk nyerni.

A fenti vizsgálatokból körvonalazódtak ilyen — általánosítható — törvényszerűségek a fejlődés gyorsulásáról, amelyeket megközelítő matematikai képletbe lehetett foglalni. A függvény alakja:

$$A_{t_i} \simeq 2^{3 \cdot 2^{(i-1)}}$$

A képlet ebben a formájában első közelítése egy hosszú munkát igénylő vizsgálat-sorozatnak. Már így is előnyökhöz juttat azonban: segítségével fel lehet vázolni kultúrák fejlődési útját olyan — esetleg jelentős hiátust képviselő — időszakokra is, amelyekből az illető kultúrát még nem ismerjük.

²⁹ Vö. Vértés L., *Discovery of Homo erectus in Hungary*. *Antiquity* 39 No. 156 Dec. 1965. 303 o.; *u.ö.*, Jelentés a vértesszőllői őstelep újabb ásatairól. MTA II. Oszt. Közl. 15 (1966) 111–114. o.

Alkalmos arra — mint pl. az olduvai leletek esetében —, hogy valószínűsítsen más módszerekkel megállapított abszolút korokat, mert jelentősebb kor-meghatározási tévedés esetén a kiszámított hányadosok nem adhatnának jó regressziós egyeneseket az idővel. Több-kevesebb biztonsággal meghatározza: helyes volt-e egy feltevés, amely bizonyos kultúrákat azonos genetikai vonalra helyezett, mint pl. a Combe Grenal-i La Quina charentien esetében. Végül, az allometria vizsgálatokhoz hasonlóan, valószínűleg módot nyújt arra, hogy az elágazó fejlődést (évol. buissonnante) nyomon kövessük és így tipológiai alapon feltételezett kapcsolatokat bizonyítsunk.