

INVESTIGATION OF EARLY COPPER-BASED ALLOYS FROM THE COLLECTION OF THE HUNGARIAN NATIONAL MUSEUM

KORAI RÉZÖTVÖZETEK VIZSGÁLATA A MAGYAR NEMZETI MÚZEUM GYŰJTEMÉNYÉBŐL

SARIEL SHALEV¹, TIBOR KOVÁCS², KATALIN T. BIRÓ²

¹ Dept. of Archaeology & School of Marine Sciences, University of Haifa, Israel

²Hungarian National Museum

E-mail: sariel.shalev@weizmann.ac.il, tbk@ace.hu

Dedicated to the memory of Ivan Ordentlich

Abstract

The data presented here are results of a pilot project initiated by Ivan Ordentlich in 2001 on early bronze and copper axes from the collection of the Hungarian National Museum. At the same time, a similar series of samples were analysed from Romania. Our aim is to make the data available as a starting point for comprehensive studies.

Kivonat

Ivan Ordentlich kezdeményezésére 2001-ben vizsgálatokat kezdtünk a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményéből származó korai (kora bronzkori és középső bronzkori) bronzbaltákon. A vizsgálatokat párhuzamosan indítottuk hasonló korú erdélyi gyűjtemények anyagának vizsgálatával, azzal az elképzeléssel, hogy ez egy későbbi átfogó vizsgálat első lépése lehet. Jelen tanulmányunk célja a vizsgálati eredmények közreadása, azzal a reménnyel, hogy a nagyvívű elképzelés megvalósulásához teszünk, egy apró hozzájárulást.

KEYWORDS: METAL ANALYSES, BRONZE, XRF, WDS, EARLY BRONZE AGE

KULCSSZAVAK: FÉMVIZSGÁLATOK, BRONZ, XRF, WDS, KORABRONZKOR

Introduction

On the initiative of Ivan Ordentlich in 2001 17 copper- and early bronze axes were selected for analysis from the Prehistoric Collection of the Hungarian National Museum. The aim of the analyses would be increasing the knowledge on early metallurgy in the Carpathian Basin in the framework of a „pilot project”, to be followed by further and more extensive analyses. At the same time a similar pilot project was started in Romania with the help of Florin Gogaltan. The evaluation of the two lots was planned to be realised together. Health problems and the decease of Ivan Ordentlich hindered the unfolding of this project. The existing results are presented here in the hope to support the original idea: give more information of early metallurgy of the region.

Samples selected

For the analyses, axes of Early and Middle Bronze Age were selected from various localities in Hungary and other parts of the Carpathian Basin (Fig. 1.).

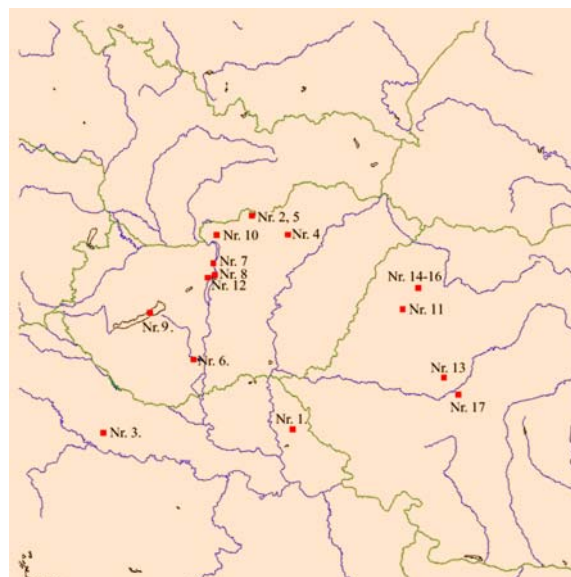


Fig. 1.: Map of the localities

1. ábra: A vizsgált balták lelőhelyei

Table 1.: Site and chronological assignment of the examined axes (see Fig. 3.)**1. táblázat:** A vizsgált balták lelőhelye és kronológiai besorolása (ld. 3. ábra)

Anal. nr.	Inventory nr.	Site	Reference	Chronology
Nr. 1.	86/1898.	Torontál county (?)		Ab (Fajsz type)
Nr. 2.	52.29.110.	Karancslapujtő	Kőszegi 1957	Ab (Fajsz type)
Nr. 3.	41/1877.	Lippik, Spa	Kőszegi 1957	Ba (shaft-hole axe)
Nr. 4.	51.1893.5.	Eger	Kőszegi 1957	Ba (shaft-hole axe)
Nr. 5.	51.1893.5.	Karancslapujtő	Kőszegi 1957	Aa (Bányabükk type)
Nr. 6.	59.438.7	Tolna county	Kovács 1996	Ab (Fajsz type)
Nr. 7.a,b	24a/1883.1.	Budapest, Óbuda	Kőszegi 1957	Ba (shaft-hole axe)
Nr. 8.	209/1874	Budapest, Kis-Duna	Kőszegi 1957	Ca (shaft-cup axe)
Nr. 9.	865/3	Balaton	Kőszegi 1957	Ba (shaft-hole axe)
Nr. 10.	85.7.1.	Tolmács	Kovács 1996	Ba (shaft-hole axe)
Nr. 11.	68/1871.	Rév (Bihar county) Sebes-Körös bed	Roska 1927-32	Ba (shaft-hole axe)
Nr. 12.	12/1946.	Érd	Kőszegi 1957	Ba (shaft-hole axe)
Nr. 13.	106/1907.9.	Zlatna	Kőszegi 1957	?? (atypical open shaft-hole axe)
Nr. 14.	55/1889.2.	Szilágysomlyó	Mozsolics 1967 Taf.20.2.	Cb (shaft-crest axe)
Nr. 15.	55/1889.1.	Szilágysomlyó	Mozsolics 1967 Taf.20.1.	Cb (shaft-crest axe)
Nr. 16.	55/1889.3.	Szilágysomlyó	Mozsolics 1967 Taf.20.3.	Cb (shaft-crest axe)
Nr. 17.	20/883	Oláhpán	Roska 1956	Aa (Bányabükk type)

The cultural / chronological assignment of the pieces are summarised on **Table 1.** A relative chronological ordering of the pieces are presented on **Fig. 2.** Sampling points were carefully recorded. The samples embrace the earliest metal axe types

(Fajsz-Bányabükk type) and some from more recent chronological horizon of the Middle Bronze Age. For the typological assignment of the pieces we used the scheme suggested by A. Mozsolics (1967, Abb 1, reproduced here on **Fig. 3.**)

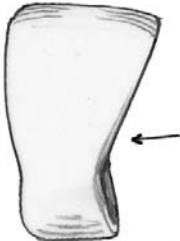
MBA3				
MBA(2)				
MBA(1)				
EBA(2)				
EBA(1)				

Fig. 2.: Objects with sampling points and chronological assignment

2, ábra: A vizsgált balták és kronológiai helyzetük a mintavételi pontokkal

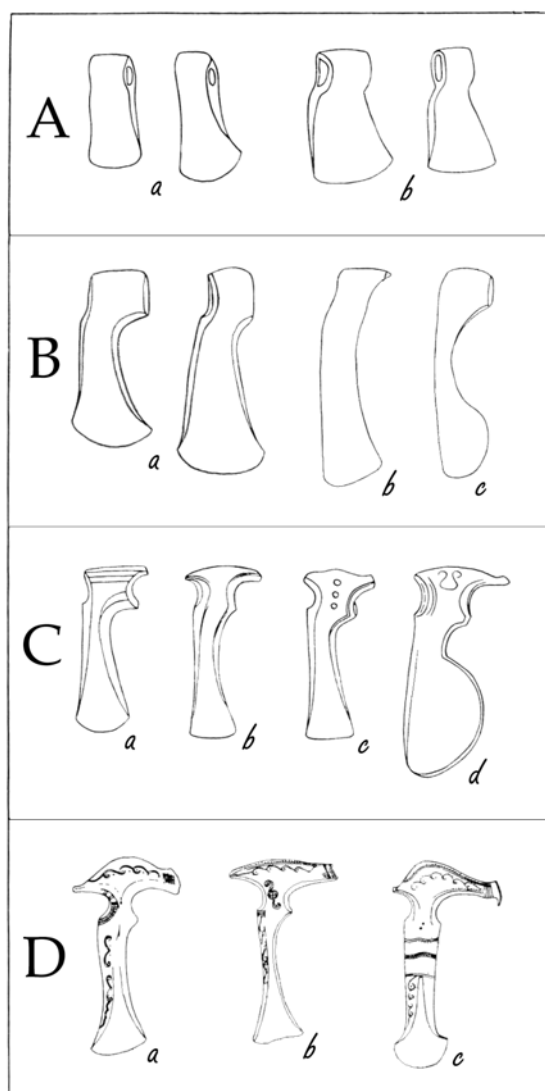


Fig. 3.: Typological classification of early copper- and bronze axes (after Mozsolics 1967)

3. ábra: Korai réz- és bronzbalták tipológiai osztályozása Mozsolics A. szerint (Mozsolics 1967)

Analytical method

The axes were sampled using a very thin file. The size of the removed pieces was typically < 5 mm³. On the fresh metal surface, Wavelength-Dispersive X-Ray Spectroscopy (WDS) was performed at the Dept. of Materials Oxford Univ. U.K.

Five measurements were performed at different topographical locations on all pieces and the average of the results were calculated. The results of the WDS measurements are presented on **Table 2**.

Further analysis on the axes

Some of the axes show traces of sampling with borer. They were most probably sampled for OES in the series SAM. Part of the axes analysed were further investigated by Zsombor Sánta and György Káldy in the Central Research Institute of Physics (samples 4, 5, 9, 12) using TOF/ND for structural information.

Results

Five measurements were performed on each samples. Character of metal qualitatively assessed (see **Table 2**). The numerical data were averaged (**Table 2**) and subjected to very basic statistical test. Ratio of Tin / Copper was plotted (**Fig. 4**). Cluster diagram of the total samples and the averages (**Fig. 5a, 5b**) were prepared.

The earliest samples are seemingly made of almost pure copper ore (Cu content > 98% in reverse order of copper content, H01 13; H01 12; H01 06; H01 01; H01 03; H01 17; H01 10; H01 05; H01 02). They are obviously made of native copper. Part of the axes contain less Cu but still contain no Sn. They are: H01 8, H01 11, H01 9, 7. The rest contains 88 to 96 % copper and considerable amount of Sn (3-10 %). These axes are Nrs. H01 4, H01 15, H01 14, H01 16 and clearly belong to the MBA horizon by type, too.

Conclusions

Obviously, our analyses and results are in a very preliminary state. We should work on much more specimens- as planned by Ivan Ordentlich. We should also extend the scope to wider regions of the Carpathian Basin and include other analytical results (on the same samples) into consideration. We think, however, that by simply publishing the results as they are we serve better understanding of Early Metallurgy in Central Europe.

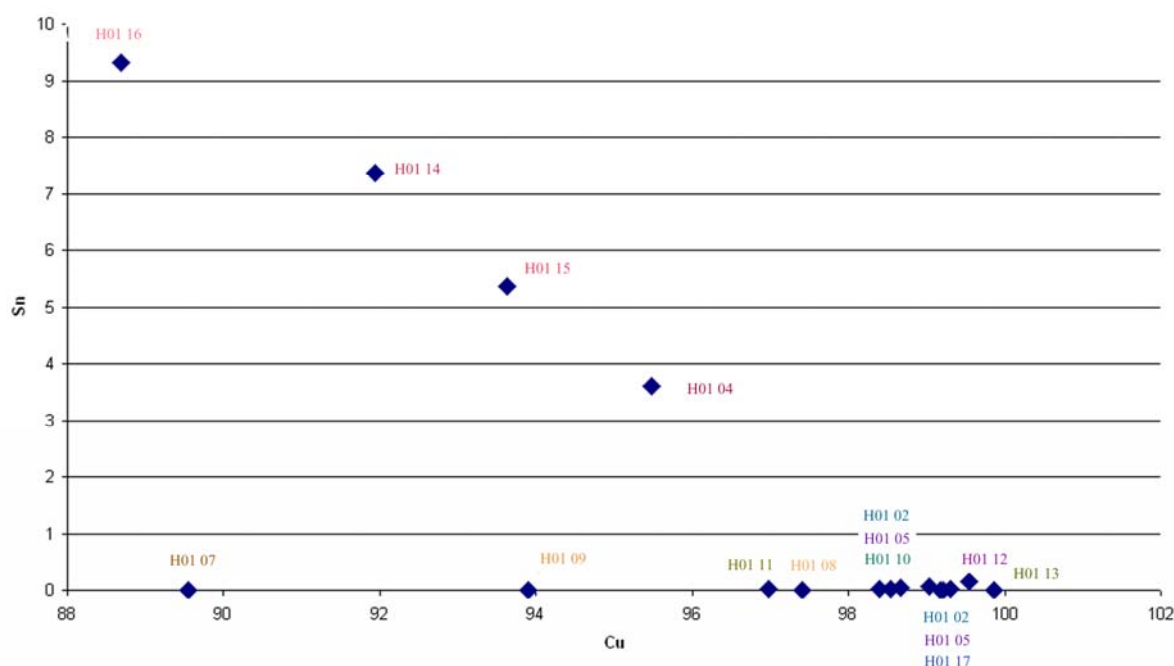


Fig. 4.: Sn / Cu ratio of the measured axes

4. ábra: Ón / réz arány a vizsgált baltáknál

References

HAMPEL J. (1886-1896): *A bronzkor emlékei Magyarhonban*. Budapest **I-III**. 1–600.

KOVÁCS T. (1982): A mezőkomáromi és tiszafüredi nyéltarélyos bronzcsákányok. *CommArch Hung.* 31–46.

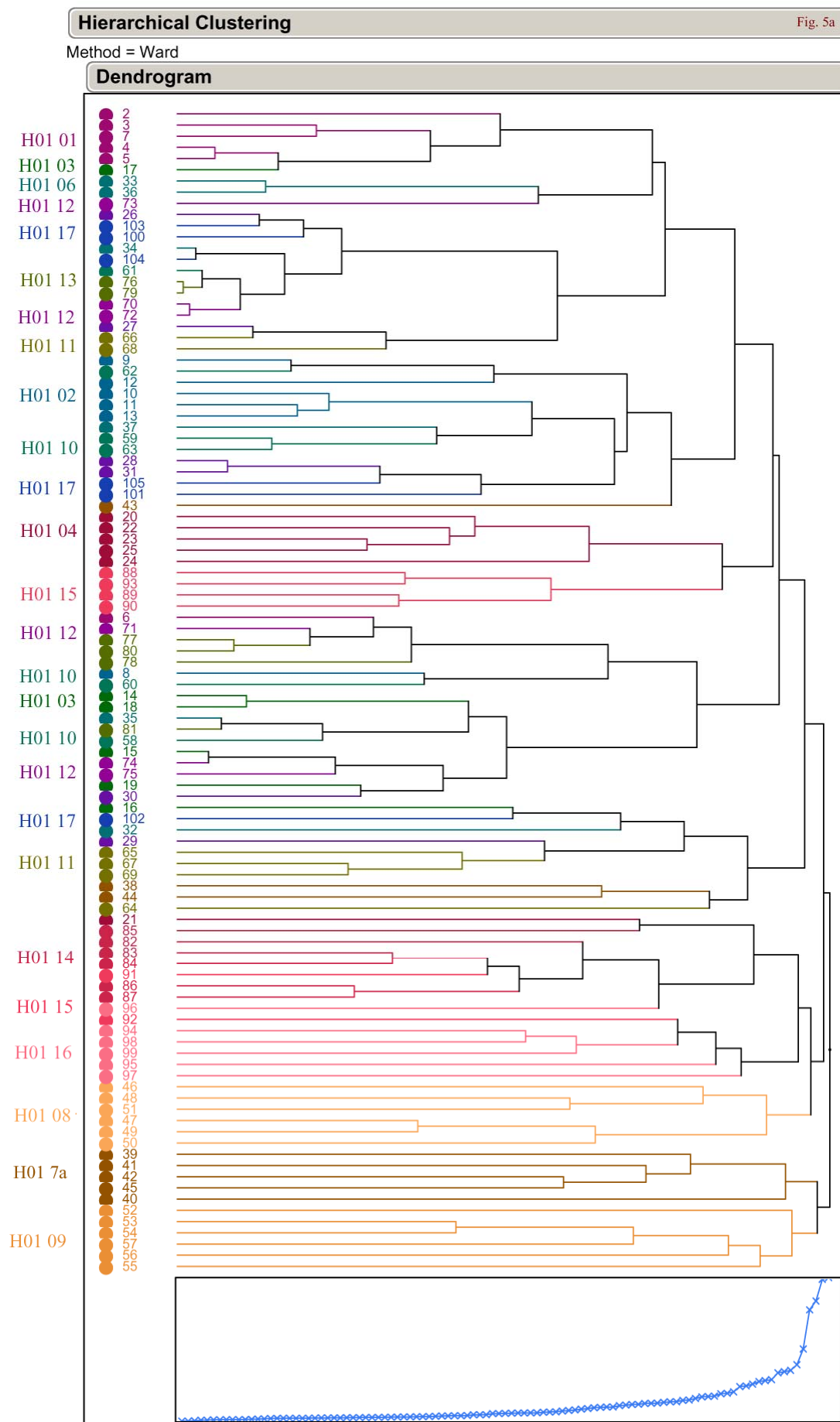
KOVÁCS T. (1996): Anknüpfungspunkte in der bronzezeitlichen Metallkunst zwischen den südlichen und nördlichen Regionen des Karpatenbeckens. In: N. Tasić (ed.): *The Yugoslav Banat and the neighbouring regions*. Beograd 115–125.

KŐSZEGI F. (1957): Keleti típusú bronzkori balták a Magyar Nemzeti Múzeumban. *FolArch* **9** 47–62. VI-VII tábla

MOZSOLICS A. (1967): *Bronzefunde des Karpatenbeckens (Depotfundhorizonte von Hajdúsámson und Kosziderpadlás)*. Budapest, Akadémiai Kiadó.

ROSKA M. (1956): A fajszi típusú rézbalták. *FolArch* **8** 43–46.

ROSKA M. (1927/32): Le depot de haches en cuivre de Baniabic. *Dacia* **3-4** 352–355.



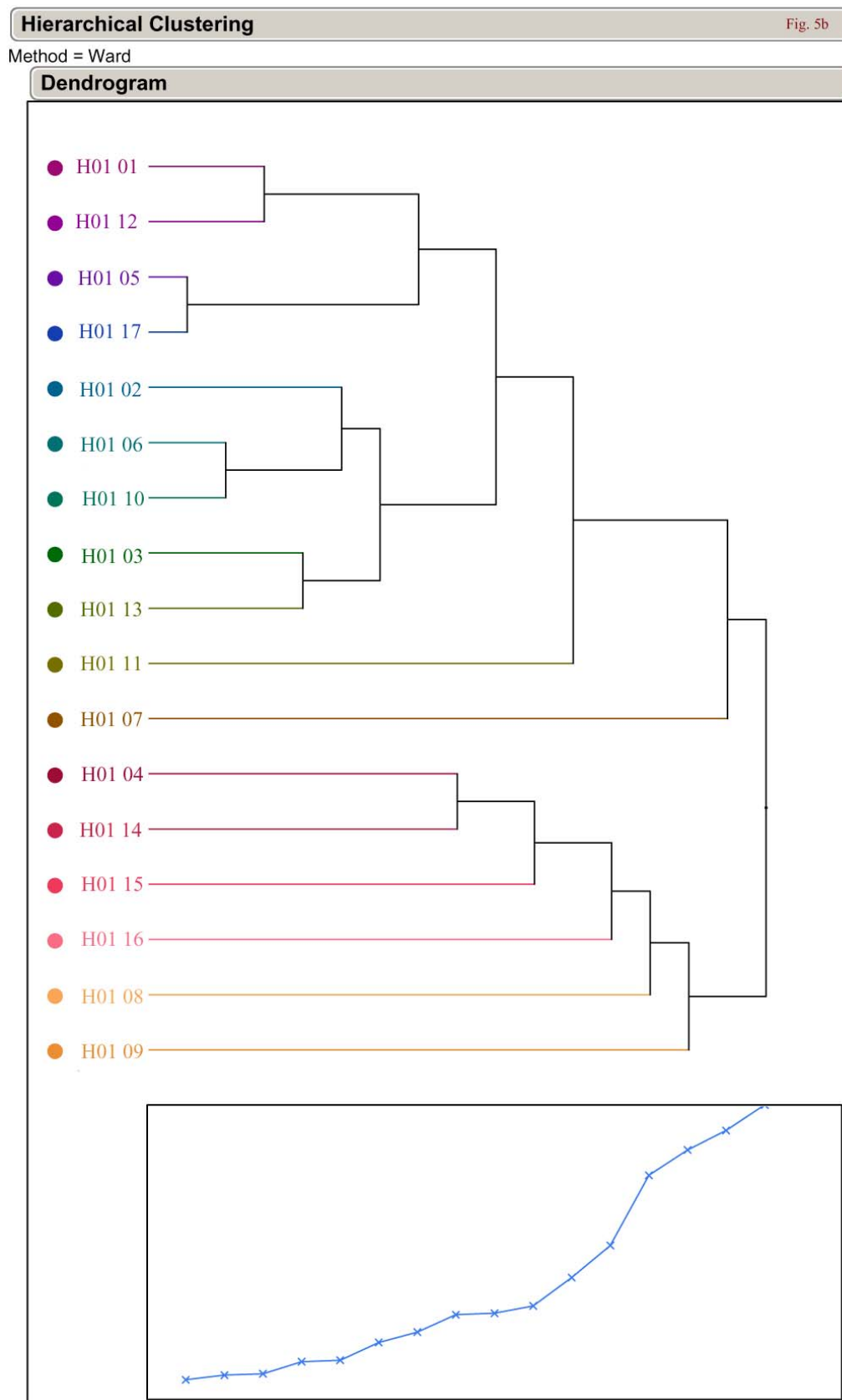


Fig. 5.: Hierarchical cluster analysis of the measurement results – a, all measurements; b, average values

5. ábra: A mérési eredmények klaszter analízise – a, az összes mérésre; b, az egyes darabokon történt mérések átlagára

Table 2.: Measurement results (WDS)**2. táblázat:** WDS mérési eredmények

Anal. No.	Point No.	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As
Hungary							
H01 1	1	0,008	0,005	0,000	98,621	0,001	0,025
H01 1	2	0,000	0,005	0,000	99,279	0,000	0,000
H01 1	3	0,022	0,003	0,000	99,305	0,034	0,026
H01 1	4	0,004	0,007	0,000	99,278	0,033	0,000
H01 1	5	0,035	0,000	0,000	99,525	0,014	0,000
H01 01 AVERAGE		0,014	0,004	0,000	99,202	0,016	0,010
H01 2	1	0,009	0,013	0,080	98,445	0,000	1,226
H01 2	2	0,000	0,000	0,101	97,171	0,035	2,331
H01 2	3	0,000	0,000	0,079	98,189	0,000	1,332
H01 2	4	0,000	0,000	0,053	98,581	0,000	1,203
H01 2	5	0,000	0,004	0,065	99,586	0,000	3,006
H01 02 AVERAGE		0,002	0,003	0,076	98,394	0,007	1,820
H01 3	1	0,000	0,000	0,042	99,589	0,000	0,019
H01 3	2	0,015	0,000	0,000	99,696	0,000	0,028
H01 3	3	0,000	0,000	0,042	97,634	0,021	0,024
H01 3	4	0,000	0,000	0,014	99,522	0,025	0,009
H01 3	5	0,009	0,000	0,009	99,484	0,000	0,000
H01 03 AVERAGE		0,005	0,000	0,021	99,185	0,009	0,016
H01 4	1	0,043	0,000	0,018	94,766	0,000	0,420
H01 4	2	0,046	0,027	0,047	95,068	0,000	0,298
H01 4	3	0,017	0,007	0,023	95,088	0,045	0,322
H01 4	4	0,022	0,009	0,042	93,889	0,053	0,402
H01 4	5	0,059	0,007	0,066	98,594	0,000	0,404
H01 04 AVERAGE		0,037	0,010	0,039	95,481	0,020	0,369
H01 5	1	0,022	0,002	0,076	99,409	0,013	0,376
H01 5	2	0,001	0,000	0,047	98,594	0,040	0,880
H01 5	3	0,000	0,005	0,064	98,335	0,000	0,943
H01 5	4	0,000	0,009	0,027	97,127	0,000	1,242
H01 5	5	0,000	0,000	0,083	99,219	0,000	0,279
H01 05 AVERAGE		0,005	0,003	0,059	98,537	0,011	0,744
H01 6	1	0,000	0,026	0,029	97,726	0,000	0,809
H01 6	2	0,009	0,014	0,084	99,660	0,000	0,113
H01 6	3	0,017	0,000	0,043	99,646	0,000	0,114
H01 6	4	0,000	0,000	0,000	99,652	0,000	0,194
H01 6	5	0,000	0,011	0,046	99,804	0,005	0,072
H01 06 AVERAGE		0,005	0,010	0,040	99,298	0,001	0,260
H01 7a	1	0,000	0,000	0,005	91,038	0,085	4,047
H01 7a	2	0,000	0,009	0,000	87,182	0,081	5,958
H01 7a	3	0,009	0,000	0,013	80,680	0,014	7,811
H01 7a	4	0,006	0,000	0,039	87,684	0,000	5,169
H01 7a	5	0,000	0,000	0,000	90,961	0,000	5,193
H01 7b	1	0,018	0,005	0,051	95,980	0,047	3,089
H01 7b	2	0,000	0,000	0,000	93,274	0,000	4,079
H01 07 AVERAGE		0,005	0,002	0,015	89,543	0,032	5,049
H01 8	1	1,092	0,026	0,024	96,304	0,373	0,652
H01 8	2	0,920	0,027	0,002	97,745	0,217	0,680
H01 8	3	1,055	0,027	0,000	96,814	0,357	0,617
H01 8	4	0,974	0,032	0,000	98,111	0,188	0,367
H01 8	5	0,998	0,016	0,025	98,077	0,260	0,376
H01 08 AVERAGE		1,008	0,026	0,010	97,410	0,279	0,538

Table 2.: Measurement results (WDS) cont.**2. táblázat:** WDS mérési eredmények folyt.

Sb	Sn	Ag	Pb	Bi	Au	S	Total (calculated)	Metal
0,287	0,000	0,942	0,032	0,081	0,000	0,000	100,000	Cu + Ag
0,081	0,000	0,620	0,000	0,016	0,000	0,000	100,000	
0,044	0,000	0,429	0,061	0,072	0,003	0,002	100,000	
0,068	0,000	0,467	0,065	0,075	0,000	0,004	100,000	
0,056	0,000	0,255	0,003	0,009	0,082	0,021	100,000	
0,107	0,000	0,543	0,032	0,051	0,017	0,005	100,000	
0,004	0,000	0,035	0,036	0,050	0,101	0,003	100,000	
0,069	0,018	0,016	0,259	0,000	0,000	0,000	100,000	
0,043	0,049	0,030	0,248	0,014	0,016	0,000	100,000	
0,010	0,047	0,022	0,000	0,059	0,025	0,001	100,000	
0,124	0,007	0,091	0,106	0,009	0,000	0,002	100,000	Cu + <u>As</u> (Pb;Ni)
0,050	0,024	0,039	0,130	0,026	0,028	0,001	100,000	
0,021	0,000	0,285	0,000	0,000	0,043	0,001	100,000	
0,009	0,000	0,199	0,000	0,026	0,028	0,000	100,000	
0,241	0,000	0,588	1,296	0,103	0,047	0,005	100,000	
0,014	0,000	0,325	0,042	0,049	0,000	0,000	100,000	Cu+(Ag)
0,008	0,010	0,377	0,036	0,002	0,053	0,013	100,000	
0,059	0,002	0,355	0,275	0,036	0,034	0,004	100,000	
0,568	3,433	0,670	0,000	0,044	0,038	0,000	100,000	
0,479	3,111	0,704	0,029	0,030	0,137	0,026	100,000	
0,537	3,291	0,634	0,009	0,000	0,022	0,006	100,000	Cu+Sn (Ag;Sb;As)
0,659	4,092	0,779	0,000	0,000	0,041	0,014	100,000	
0,686	4,083	0,784	0,195	0,113	0,000	0,008	100,000	
0,586	3,602	0,714	0,047	0,037	0,048	0,011	100,000	
0,031	0,000	0,000	0,067	0,000	0,003	0,002	100,000	
0,115	0,000	0,073	0,199	0,044	0,000	0,007	100,000	Cu +As (Sb;Pb;Ag) (point 1: corr.)
0,059	0,048	0,052	0,428	0,068	0,000	0,000	100,000	
0,158	0,004	0,128	1,297	0,000	0,000	0,009	100,000	
0,046	0,057	0,041	0,187	0,054	0,035	0,000	100,000	
0,082	0,022	0,059	0,436	0,033	0,008	0,004	100,000	
0,282	0,025	0,026	1,012	0,000	0,062	0,004	100,000	Cu (As)
0,025	0,036	0,030	0,000	0,005	0,016	0,009	100,000	
0,039	0,000	0,010	0,127	0,000	0,000	0,004	100,000	
0,074	0,001	0,000	0,000	0,012	0,052	0,015	100,000	
0,029	0,024	0,006	0,000	0,000	0,003	0,000	100,000	
0,090	0,017	0,014	0,228	0,003	0,027	0,006	100,000	Cu+As Bi+Sb (Pb;Ag)
1,220	0,000	0,730	1,456	1,411	0,003	0,004	100,000	
1,808	0,000	0,317	0,618	3,963	0,042	0,023	100,000	
2,032	0,000	0,726	2,579	6,110	0,000	0,029	100,000	
1,345	0,000	1,444	0,763	3,543	0,000	0,006	100,000	
1,202	0,014	0,489	0,381	1,745	0,000	0,015	100,000	Cu+As Bi+Sb (Pb;Ag) (point 3: corr.)
0,410	0,000	0,317	0,021	0,000	0,059	0,004	100,000	
0,985	0,000	0,404	1,014	0,234	0,000	0,009	100,000	
1,286	0,002	0,632	0,976	2,429	0,015	0,013	100,000	
0,011	0,011	0,000	0,000	0,000	0,091	1,416	100,000	
0,016	0,013	0,012	0,284	0,000	0,000	0,085	100,000	Cu +Fe;S (As; Pb; Zn)
0,021	0,000	0,043	0,164	0,000	0,028	0,873	100,000	
0,000	0,012	0,040	0,080	0,099	0,006	0,091	100,000	
0,000	0,000	0,000	0,164	0,000	0,044	0,039	100,000	
0,010	0,007	0,019	0,138	0,020	0,034	0,501	100,000	

Table 2.: Measurement results (WDS) cont.**2. táblázat:** WDS mérési eredmények folyt.

Anal. No.	Point No.	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As
Hungary							
H01 9	1	0,998	0,003	1,105	90,309	0,017	0,530
H01 9	2	0,000	0,008	1,114	95,258	0,032	0,313
H01 9	3	0,000	0,000	1,107	95,829	0,000	0,278
H01 9	4	0,014	0,058	1,677	94,779	0,000	0,251
H01 9	5	0,016	0,000	1,008	93,326	0,000	0,424
H01 09 AVERAGE		0,206	0,014	1,202	93,900	0,010	0,359
H01 10	1	0,010	0,007	0,044	99,605	0,000	0,190
H01 10	2	0,001	0,007	0,020	98,233	0,039	1,136
H01 10	3	0,011	0,011	0,024	98,412	0,000	0,931
H01 10	4	0,012	0,000	0,000	99,538	0,000	0,276
H01 10	5	0,012	0,000	0,046	97,551	0,031	1,702
H01 10 AVERAGE		0,009	0,005	0,027	98,668	0,014	0,847
H01 11	1	0,000	0,000	0,004	94,724	0,008	1,463
H01 11	2	0,000	0,000	0,060	96,407	0,000	1,193
H01 11	3	0,012	0,000	0,065	98,777	0,039	0,679
H01 11	4	0,000	0,002	0,055	96,634	0,062	1,184
H01 11	5	0,000	0,000	0,062	98,368	0,000	0,989
H01 11 AVERAGE		0,002	0,000	0,049	96,982	0,022	1,102
H01 12	1	0,000	0,000	0,041	99,582	0,000	0,036
H01 12	2	0,011	0,000	0,024	99,444	0,000	0,000
H01 12	3	0,000	0,001	0,040	99,585	0,000	0,000
H01 12	4	0,027	0,027	0,033	99,496	0,000	0,017
H01 12	5	0,000	0,002	0,029	99,633	0,000	0,001
H01 12 AVERAGE		0,008	0,006	0,033	99,548	0,000	0,011
H01 13	1	0,000	0,000	0,000	99,949	0,000	0,009
H01 13	2	0,000	0,000	0,009	99,836	0,024	0,000
H01 13	3	0,019	0,007	0,000	99,868	0,000	0,000
H01 13	4	0,000	0,000	0,000	99,847	0,000	0,042
H01 13	5	0,003	0,000	0,000	99,799	0,000	0,000
H01 13 AVERAGE		0,004	0,001	0,002	99,860	0,005	0,010
H01 14	1	0,031	0,035	0,220	90,996	0,050	0,172
H01 14	2	0,046	0,031	0,254	92,560	0,005	0,146
H01 14	3	0,034	0,026	0,192	92,009	0,000	0,136
H01 14	4	0,050	0,011	0,258	91,674	0,025	0,165
H01 14	5	0,085	0,020	0,191	92,446	0,056	0,117
H01 14 AVERAGE		0,049	0,025	0,223	91,937	0,027	0,147
H01 15	1	0,064	0,005	0,322	94,996	0,000	0,193
H01 15	2	0,039	0,000	0,311	95,631	0,037	0,187
H01 15	3	0,065	0,000	0,323	96,954	0,000	0,195
H01 15	4	0,052	0,022	0,319	92,611	0,000	0,374
H01 15	5	0,089	0,014	0,344	87,949	0,000	0,601
H01 15 AVERAGE		0,062	0,008	0,324	93,628	0,007	0,310
H01 16	1	0,310	0,040	0,348	89,000	0,000	0,432
H01 16	2	0,383	0,046	0,454	83,345	0,000	0,545
H01 16	3	0,234	0,023	0,429	87,802	0,000	0,478
H01 16	4	0,610	0,022	0,351	90,945	0,000	0,247
H01 16	5	0,377	0,037	0,373	92,344	0,020	0,195
H01 16 AVERAGE		0,383	0,034	0,391	88,687	0,004	0,379
H01 17	1	0,000	0,000	0,083	99,679	0,000	0,129
H01 17	2	0,000	0,000	0,006	98,525	0,000	0,491
H01 17	3	0,008	0,001	0,025	97,713	0,010	0,617
H01 17	4	0,013	0,000	0,023	99,762	0,030	0,090
H01 17	5	0,000	0,000	0,042	99,512	0,000	0,122
H01 17 AVERAGE		0,004	0,000	0,036	99,038	0,008	0,290

Table 2.: Measurement results (WDS) cont.**2. táblázat:** WDS mérési eredmények folyt.

Sb	Sn	Ag	Pb	Bi	Au	S	Total (calculated)	Metal
4,336	0,000	3,369	0,141	0,000	0,003	0,007	100,000	Cu +Ag;Sb;Ni (As)
1,822	0,000	1,408	0,038	0,000	0,000	0,007	100,000	
1,454	0,000	1,297	0,030	0,000	0,000	0,005	100,000	
1,781	0,035	1,296	0,000	0,019	0,084	0,006	100,000	
2,670	0,000	2,327	0,095	0,023	0,107	0,004	100,000	
2,413	0,007	1,939	0,061	0,008	0,039	0,006	100,000	
0,014	0,047	0,023	0,000	0,014	0,047	0,000	100,000	
0,152	0,008	0,060	0,276	0,000	0,028	0,041	100,000	Cu+As (Pb;Sb)
0,156	0,086	0,023	0,197	0,038	0,081	0,030	100,000	
0,040	0,019	0,060	0,000	0,056	0,000	0,000	100,000	
0,237	0,010	0,058	0,287	0,019	0,000	0,049	100,000	
0,120	0,034	0,045	0,152	0,025	0,031	0,024	100,000	
0,533	0,075	0,323	2,456	0,410	0,000	0,004	100,000	
0,326	0,037	0,324	1,080	0,557	0,016	0,000	100,000	
0,160	0,000	0,180	0,045	0,045	0,000	0,000	100,000	Cu+As;Pb (;Sb;Ag;Bi)
0,316	0,000	0,246	0,960	0,532	0,000	0,009	100,000	
0,254	0,000	0,163	0,134	0,031	0,000	0,000	100,000	
0,318	0,022	0,247	0,935	0,315	0,003	0,003	100,000	
0,014	0,150	0,117	0,059	0,000	0,000	0,000	100,000	
0,029	0,224	0,202	0,000	0,005	0,063	0,000	100,000	
0,026	0,166	0,126	0,012	0,045	0,000	0,000	100,000	
0,058	0,120	0,152	0,000	0,063	0,000	0,008	100,000	Cu (Ag;Sn)
0,049	0,086	0,163	0,000	0,000	0,034	0,001	100,000	
0,035	0,149	0,152	0,014	0,023	0,019	0,002	100,000	
0,015	0,015	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000	
0,009	0,007	0,008	0,000	0,038	0,070	0,000	100,000	
0,000	0,027	0,000	0,009	0,000	0,070	0,001	100,000	
0,020	0,000	0,008	0,054	0,028	0,000	0,001	100,000	
0,000	0,000	0,000	0,048	0,073	0,073	0,004	100,000	Cu
0,009	0,010	0,006	0,022	0,028	0,043	0,001	100,000	
0,000	8,322	0,000	0,000	0,000	0,003	0,172	100,000	
0,000	6,689	0,000	0,044	0,000	0,025	0,201	100,000	
0,000	7,426	0,000	0,096	0,000	0,025	0,057	100,000	
0,002	7,586	0,000	0,000	0,014	0,125	0,092	100,000	
0,000	6,831	0,000	0,000	0,000	0,046	0,208	100,000	
0,000	7,371	0,000	0,028	0,003	0,045	0,146	100,000	Cu +Sn (Ni; As; S)
0,013	4,233	0,004	0,085	0,000	0,000	0,104	100,000	
0,016	3,657	0,008	0,044	0,070	0,000	0,000	100,000	
0,000	2,301	0,000	0,079	0,083	0,000	0,000	100,000	
0,025	6,484	0,000	0,043	0,019	0,043	0,008	100,000	
0,084	10,133	0,000	0,000	0,000	0,034	0,752	100,000	
0,028	5,362	0,002	0,050	0,034	0,015	0,173	100,000	
0,071	9,388	0,008	0,040	0,000	0,000	0,363	100,000	Cu+Sn (Ni; As; S)
0,179	13,969	0,000	0,000	0,000	0,027	1,051	100,000	
0,097	10,861	0,000	0,000	0,012	0,064	0,000	100,000	
0,000	6,112	0,000	0,000	0,000	0,037	1,677	100,000	
0,026	6,229	0,000	0,000	0,000	0,000	0,399	100,000	
0,075	9,312	0,002	0,008	0,002	0,026	0,698	100,000	
0,000	0,037	0,016	0,054	0,040	0,013	0,000	100,000	Cu+Sn (Fe;Ni;As;S)
0,088	0,016	0,039	0,817	0,019	0,000	0,000	100,000	
0,143	0,323	0,048	0,967	0,089	0,057	0,000	100,000	
0,021	0,000	0,054	0,000	0,007	0,000	0,000	100,000	
0,075	0,000	0,000	0,209	0,033	0,000	0,006	100,000	
0,065	0,075	0,031	0,409	0,038	0,014	0,001	100,000	

