

## CORELAȚII ÎNTRE METALURGIA DIN TRANSILVANIA ȘI ANATOLIA. PRELUCRĂRI DIN BAZE DE DATE CANTITATIVE.

### *Legăturile dintre metalurgia din Anatolia și Transilvania.*

Anatolia, un leagăn primar de civilizație pentru Balcani și regiunea carpato-dunăreană, a constituit și pentru metalurgia cuprului un centru de iradiere a unor tehnologii, prin fenomene de migrație și difuziune.

Momentul descoperirii primelor obiecte și tehnologii de cupru, în Transilvania, este încă din perioada neoliticului dezvoltat (la finele neoliticului timpuriu), odată cu chalcoliticul balcano-anatolian (Lazarovici — Nica 1991; Lazarovici 1993).

Primele obiecte de aramă descoperite în România (Lazarovici 1979, p. 32, n. 142; Horedt 1968) au fost contestate (Comșa 1974) sau s-a apreciat că nu țin de acest prim moment petrecut în Transilvania și Orient. Îndoilele erau firești datorită lipsei unor date ferme și a unor analize, dar și a neacceptării unor procese privind legăturile dintre zona dunăreană și Anatolia.

Influențele anatoliene sunt acceptate în ceramică, metal și os abia pentru mileniul III/II, indirect, prin intermediul primelor piese miceniene. Legăturile dintre neoliticul românesc și Anatolia sunt susținute de mai mulți specialiști (Lazarovici — Nica 1991).

### *Stadiul analizelor de obiecte și surse.*

În cadrul unui proiect mai larg, de analiza metalurgiei și tehnologiilor prelucrării aramei, au fost făcute noi analize asupra unor obiecte de cupru, din Muzeul de Istorie din Cluj-Napoca (Lazarovici — Beșliu 1990; Beșliu — Lazarovici — Olariu 1992).

Analizele au fost extinse apoi pentru surse de cupru nativ din colecția Muzeului Geologic din Cluj-Napoca, iar datele au fost coroborate cu cele ale obiectelor (Lazarovici — Popa — Beșliu — Olariu 1995). Primele valorificări s-au făcut dintr-o bază de date (ANACUPRU), ce cuprinde doar analizele efectuate de către Laboratoarele din Măgurele.

### *Baza de date CUPRUANA.*

Cercetarea a continuat prin reluarea analizelor pe aceleași piese în alte laboratoare și realizarea unor analize metalografice. În noua bază au fost și vor fi introduse și alte date din literatură din Bulgaria și zonele de la nord de Marea Neagră, pentru precizarea legăturilor cu zonele metalurgice dintre Transilvania, Anatolia, Caucaz și Urali.

În acest scop au fost introduse unele date din Anatolia, prevalată cu prilejul expedițiilor din 1983 (Wagner 1984).

### *Extrageri generale.*

Din baza de date au făcute analize de clusteri după toate elementele, exceptând elementele care nu sunt comune celor două zone. După o primă clasificare cu mulțimi nuanțate (mulțimi fuzzy, pentru metodă și aplicațiile ei în arheologie vezi Dumitrescu 1988) au fost sesizate 5 grupe (G1—G5) (vezi Anexa 1).

### *Clasificări pe clusteri.*

Clasificările următoare le facem în cadrul celor 5 grupe în parte. Pentru fiecare grupă am realizat o analiză de corespondență (pentru metodă și aplicațiile ei în arheologie vezi Frențiu — Lazarovici 1990; 1993) după care urmează o analiză de clusteri. De asemenea facem și analiza de corespondență pentru transpusa (analiza elementelor în funcție de apariția lor în probe sau în surse). Acest gen de analize ne dau caracteristica clusterului respectiv, a grupelor respective.

### *Grupa 1.*

În grupă (Anexa 1 Grupa 1) observăm asocierea unor piese de la Vâlcele, în partea inferioară a seriei, alături de sursele de la Cavnic, Bucium (cupru nativ) și Băița și Moldova Nouă (cupru nativ și malahit). Mai sesizăm însă și gruparea diferită a lor în zone în care domină unele elemente.

Făcând o analiză de clusteri (Fig. 1a) observăm deosebirile din grupa 1 precum și separarea descoperirilor din Transilvania (subcluster 1) față de cele din Anatolia grupate subclusterul 2, cu excepția unui cuțit (HDM96) și a unui nit cu toartă (HDM 76 din clusterul 1). În subclusterii respectivi intră și sursele de cupru nativ de la Cavnic și Bucium, iar în alt subcluster (1.2) sursele de malahit de la Moldova Nouă și Băița. Acestea pot fi folosite ca indicii pentru sursă și tehnologia de confecționare a respectivelor obiecte din cupru nativ, cu concentrațiile similare celor din cluster.

În acest fel credem că se pot oferi date celor care efectuează analizele metalografice pe respectivele piese ce anume elemente se caută și care este proveniența altora.

Din studiul analizei factoriale observăm că factorul 1 (F1) este determinat în cea mai mare parte de arsen și apoi argint (marcat cu \*), F2 de stibiu și zinc, F3 de aur și apoi argint, F4 de seleniu nichel și apoi staniu, F5 de cobalt. Fierul cel mai adesea este negativ (marcaj #). Din studiul de jos vedem importanța, gradul și măsura în care clasele sunt determinate de conținutul în elemente.

2	1.1	Necunoscut daltă lată 2978 L22, Yortan cutit HDM 96, Troada nit de toarta HDM 79, Necunoscut topor L13, Algero Sasari nativ U29, <i>Cavnic cupru nativ</i> U12, <i>Bucium cupru nativ</i> U11, Betzdorf cupru nativ pe cuprit U27 Szomolnok cupru nativ U20, Recks cupru nativ malahit U17,
	1.2	<i>Băița</i> cupru nativ malahit U3, <i>Moldova Nouă</i> cupru nativ cuprit malahit U10,
2		Troada gura de cană HDM 83, Troada gură de cană HDM 84, Hisarlic lama de pumnal HDM257, Hisarlic fragm. de vas imprimat HDM268, Hisarlic gura de vas HDM264, Hisarlic topor plat HDM100, Hisarlic burta de vas HDM266, Hisarlic topor plat HDM 76, Troada gura de cană HDM 65 Hisarlic toarta de vas HDM265,
		Troada gura de cana HDM 82, Troada toarta HDM 80, Troada toarta HDM 81, Yortan pumnal sau lance HDM 52, Troada nit de toarta HDM 91, Hisarlic topor plat HDM 75, Hisarlic lance HDM104, Hisarlic lama de pumnal HDM256,
		Troada nit HDM 86, Hisarlic inel de vas voluta HDM262, Troada toarta HDM 58, Hisarlic topor plat HDM103, Troada nit de toarta HDM 71, Troada toarta HDM90, Troada toarta HDM 69, Hisarlic toarta HDM263, Troada nit HDM 85, Troada curea HDM 87, Troada toarta HDM 61,

Fig. 1a. Clusterul grupei 1

Elementul	F1	F2	F3	F4	F5
Arsen	*0.94649	0.02413	-0.14879	-0.05484	-0.04028
Argint	*0.72924	0.0912	*0.52264	0.16931	-0.18004
Stibiu	0.18341	*0.83477	-0.07028	0.03089	-0.13528
Zinc	-0.08749	*0.87087	0.06382	-0.07062	-0.00227
Aur	-0.00265	-0.017	*1.07934	0.06488	-0.02259
Fier	#-0.33078 +	-0.25312	-0.06639	-0.49031	#-0.64247
Seleniu	-0.01394	-0.09203	0.07761	*0.86511	-0.0321
Nichel	-0.15261	-0.02456	-0.06169	*0.78627	0.24837
Staniu	-0.17625	-0.10046	0.13061	*0.5606	0.7723
Cobalt	-0.11342	-0.12996	-0.13682	-0.06344	*0.96023

Fig. 1b. Analiza factorială a grupei 1

Efectuând o clasificare ierarhică a elementelor grupei 1 observăm o separare netă a staniului urmat de arseniu și apoi celelalte.

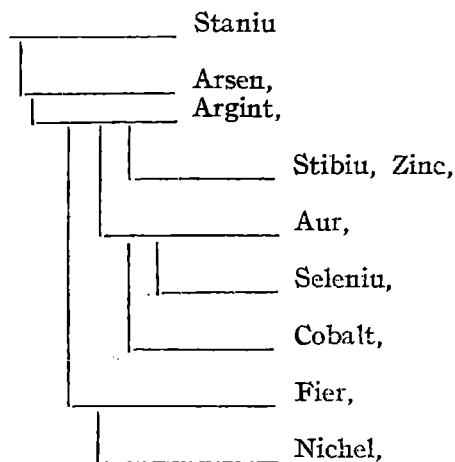


Fig. 1c. Arborele de reprezentare a ierarhiei pentru grupa 1

Din diagrama de concentrație a Sn pentru grupa 1 (Anexa 3) se văd foarte clar diferențele de valori între piesele din Anatolia și cele din Transilvania, diferențe care stau la baza despărțirii grupei inițiale în două subgrupe.

### Grupa 2

În grupa 2 (Anexa 1, grupa 2) observăm o grupare a pieselor de la Ariușd și Vâlcele cu o piesă de la Hisarlık (notate cu \*), separare cauzată de mai multe elemente: valori mari de argint, arsen și mici la fier și altele.

Din anexa 2 grupa 2 observăm că piesa de la Ariușd, pumnalul (L41), prin conținutul său în argint, este cap de serie. Cea mai apropiată analogie pentru cantitatea de argint este cea de la Hisarlık, un fragment de vas. După toate elementele în serie (Anexa 1, grupa 2) observăm că pumnalul (L41) se apropie de un topor plat, de aramă, de la Hisarlık (HDM 255) care este plasat cu securea din zona Dejului (L15).

În această grupă mai observăm, din datele aflate în bază, că nu există decât o singură sursă de cupru nativ, din cele analizate, cea de la Hetzdorf, fiind însă puțin probabil ca metalul să provină din această sursă. Ea este situată la coada seriei, cu o corelație foarte slabă, legătura fiind determinată de cantitatea fierului. Elementul mai puternic de legătură pentru grupa 2 este arseniul (16800 PPM).

În această grupă mai observăm, din datele aflate în bază, că nu există decât o singură sursă de cupru nativ, din cele analizate, cea de la Hetzdorf, fiind însă puțin probabil ca metalul să provină din această sursă. Ea este situată la coada seriei, cu o corelație foarte slabă, legătura fiind determinată de cantitatea fierului. Elementul mai puternic de legătură pentru grupa 2 este arseniul (16800 PPM).

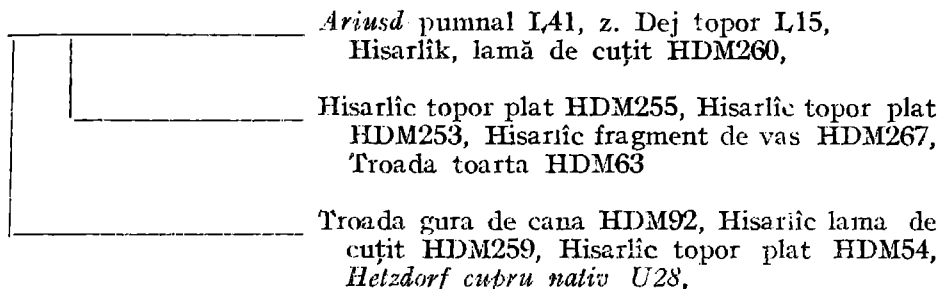


Fig. 2. Clusterul grupei 2

Din clusterul de mai sus se observă că cele două piese din Transilvania: toporul de la Dej și pumnalul de la Ariusd se leagă de una dintre piesele din Anatolia (HDM260), dar în același timp sursa de cupru nativ de la Hetzdorf face parte din alt cluster. Cele două lame de pumnal nu prezintă aspecte tehnologice deosebite. Tehnologia lor ar putea fi similară, mai ales că mai nou s-au precizat legături etno-culturale între cultura Precucuteni și Anatolia (Makkay 1993; Ufuk 1993). Este foarte posibil să fie vorba de legături etno-culturale mai strânse care să explice explozia și dezvoltarea metalurgiei aramei din Transilvania prin legături sau contacte reciproce cu Anatolia.

Analiza factorială pentru elemente caracteristice grupează după factorul 1 elementele: Fe, Zn, Au și Co (marcăj \*). Factorul al doilea se opune factorului 1 cu valori mici dar negative. Factorul 3 prezintă fluctuații ale Sb (valori între 12,3 și 16.700 ppm). Factorul 4 are drept caracteristică valori mari pentru As, valori mici pentru Se și fluctuații pentru Sn și Ni. Factorul 5 se caracterizează prin valorile mari ale Ag. Serierea de mai jos arată vecinătățile factorilor cu evoluție de la factorul 2 spre 5 care sunt capete de serie. Valorile mari ale argintului și arseniului la piesa din Ariusd și cele două piese de la Hisarlık (HDM255 și HDM267) presupune calități de plasticitate deosebită sau tehnologii de obținerea metalului. Acestea ar motiva unele legături cu Anatolia prin tehnologie.

	F2	F3	F4	F1	F5
Fier	#-1.19199	-0.37067	0.29163	*0.8432	-0.04646
Arsen	*1.66183	-0.0506	#-0.82207	-0.04181	0.14289
Stibiu	-0.30453	*0.99569	0.19823	-0.11707	0.27644
Staniu	0.3945	-0.13553	#-1.85402	0.20274	-0.15316
Argint	0.12736	0.31522	0.19108	-0.23408	*0.96215
Nichel	0.4953	0.13626	#-1.85387	-0.01657	0.13106
Zinc	-0.28211	0.09272	0.04622	*1.33651	0.06786
Aur	-0.24097	-0.0724	-0.01081	*1.37658	-0.0995
Cobalt	-0.10928	-0.09569	-0.40464	*1.35972	-0.14074
Seleniu	*1.3408	-0.29815	#-1.22667	-0.20505	-0.21362

Fig. 2b. Analiza factorială a grupei 2

În clasificarea de mai jos observă o separare determinată de fluctuațiile As, Ni și Sn. În primul subcluster intră Sb și Fe prin fluctuațiile lor.

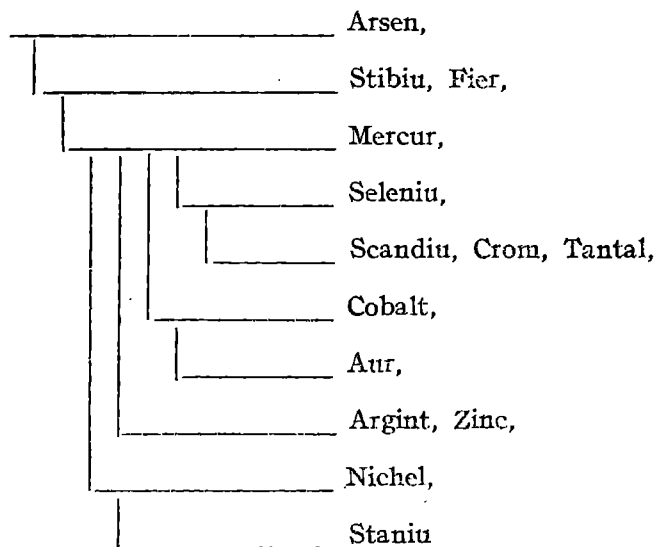


Fig. 2c. Arborele de reprezentare a ierarhiei grupei 2

### Grupa 3

În grupa 3-a observăm că se asociază mare parte din piesele din Transilvania, mai ales cele de la Cheile Aiudului, descoperiri din etapa târzie a culturii Coțofeni și de la începutul epocii bronzului (*Vlassa — Takacs — Lazarovici* 1985—1986; 1987). Descoperirile din Cheile Aiudului aparțin fazei finale a culturii Coțofeni și primelor descoperiri din epoca bronzului. Materialele provin din necropolele tumulare de la începutul epocii bronzului (*Ciugudean* 1986; 1988; 1991; 1995; *Lazarovici — Maxim* 1987; 1988; 1994).

În aceeași grupă este și un topor plat de la Hisarlık (HDM 73).

Din (Fig. 3a) observăm o separare a piesei din Anatolia și apoi a piesei L10 iar în clusteri finali sunt situate piesele de tip spirală ochelar (Brillenspirale) din Cheile Aiudului (L37, L38) și piesa toporul plat de la Hoghiz (L16) în asociație cu sursa de la Băița Bihor (proba U1) (*Lazarovici — Popa Beșliu — Olariu* 1995, Fig. 1—2). Amplasarea pieselor din Cheile Aiudului cu sursa Băița — Bihor arată, odată în plus, faptul că necropolele tumulare din Cheile Aiudului și din alte zone (*Lazarovici — Maxim* 1987—1988; 1994) plasate la începutul epocii bronzului sunt legate de exploatarea tuturor bogățiilor din munți (metale, pășunat). Interesant de semnalat este asocierea în această grupă a sursei U7 (Sântimbru Băiuțului din Maramureș) cu un inel de vas de la Hisarlık

(HDM261) prin concentrațiile de As, Ag ce țin de tehnologie (tărie și plasticitate) iar diferențele de concentrații ale Sn, Zn Co, Ni, Fe și Se arată că asocierea este întâmplătoare. Piesa L10 ține de tehnologia cuprului arsenic (*Beștiu — Lazarovici — Olariu*, p. 103, Fig. 6).

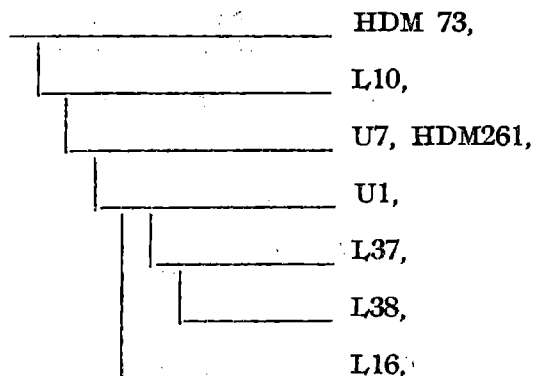


Fig. 3a. Clusterul grupei 3

Din clasificarea de mai jos, în care am clasificat transpusa și obținem ierarhia elementelor, observăm separarea elementelor majore de elementele minore, ierarhia sau asocierea lor în grupe și subgrupe.

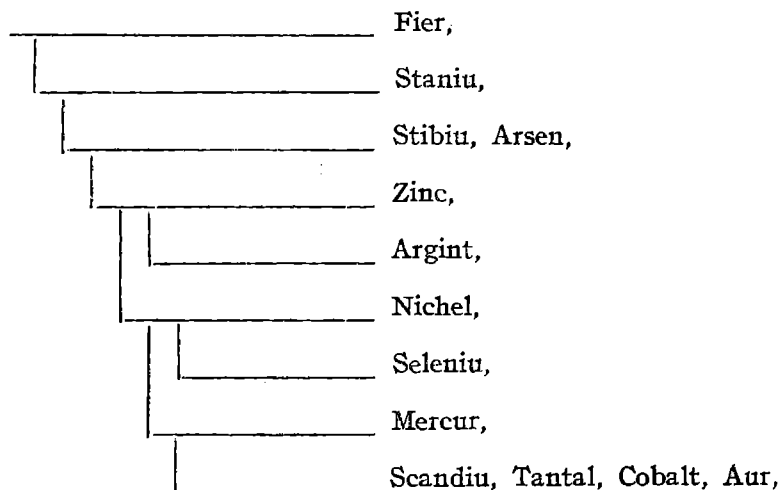


Fig. 3b. Arborele de reprezentare a ierarhiei a grupei 3

Sesizăm o bună corelație între Sb și As, iar apartenența la subgrupe finale între Zn cu Ag și Co cu Au. Acestea sunt elementele specifice grupei, parțial au fost referite și mai sus (Zn, Sn, Co).

	F3	F1	F4	F2
Stibiu	*0.87971	-0.27435	-0.08419	0.12455
Arsen	#-0.67325	#-0.67818	0.04036	-0.05589
Argint	0.24916	-0.39321	-0.07129	*0.82491
Fier	0.0809	*0.81458	0.34007	-0.36416
Staniu	0.04483	0.08817	0.2485	*0.96569
Zinc	0.01436	0.07874	0.25222	*0.96115
Seleniu	-0.07168	0.95485	-0.13597	-0.24369
Nichel	-0.16705	*0.82956	0.16296	0.26381
Cobalt	-0.15779	-0.04368	*0.84102	0.46567
Aur	-0.22734	*0.81319	-0.35015	0.07511

Fig. 3c. Analiza factorială a grupei 3

În (Fig. 3c) este gruparea seriată a factorilor. Observăm că în această clasă arseniul are rol negativ în determinarea clasei. Mai vedem din tabel și vecinătățile. La un cap al seriei este Sb și As (unul pozitiv, altul negativ) iar la pol opus este argintul, Ni, Co și Au. Dintre aceștia As joacă rol negativ în factorul 1 și 3. Interpretând daele se știe că arseniul, ca și stibiul, dau o tărie mai mare aliajelor. Nu știm în această grupă dacă acestea sunt adăugate intenționat, sunt din procesul de reducere sau provin din sursă. Unele analize metalografice, pe unele din piesele noastre, ar putea aduce noi informații utile.

#### Grupa 4

În grupa a 4-a (Anexa 1 grupa 4) sunt seriate elementele (transpusa). Pe linie sunt elementele iar pe coloană descoperirile. Observăm în această grupă o corelare a descoperirilor de la Decea Mureșului (L35 perla, L36 colier) cu cele din Anatolia (HDM101 și HDM252). Comune sunt proporțiile ridicate de fier. Deosebite sunt proporțiile de Sb, mai ridicate în Anatolia.

	Decea L36	Decea L35	HDM101	HDM252
Crom	0	1.3	0	0
Seleniu	0	2.3	179	14
Zinc	160	16.8	19	49.9
Fier	1300	14400	2200	999
Staniu	0	60	160	79.9
Nichel	0	67.7	380	200
Arsen	0	0	360	209
Cobalt	0	0	28	30
Aur	0	2.76	10.5	30
Argint	23	27.1	54	1100
Stibiu	3.63	14.2	80	3500

Fig. 4. Seria transpusei din grupa 4

Din analiza nuanțată de mai jos se poate observa o asociere a fierului cu argintul și stibiu, nichel cu arsen, seleniu cu staniu și aur cu cobalt, având creșteri proporționale sau fiind din clusteri finali. Pro-



porțiile ridicate ale zincului, la colierul de la Decea Mureșului (L36), este determinată de necesitățile tehnologice ce permit maleabilitatea și torsionarea piesei.

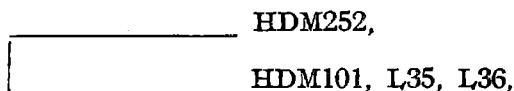


Fig. 4a. Subclusterii grupei 4

Clasificarea ierarhică a transpusei ne dă, mai jos, legătura dintre elementele grupei. Reținem separarea în clusteri a elementelor Ta, Hg, Sc, Cr și Zn pe de o parte și Fe, Sb și Ag, pe de altă parte.

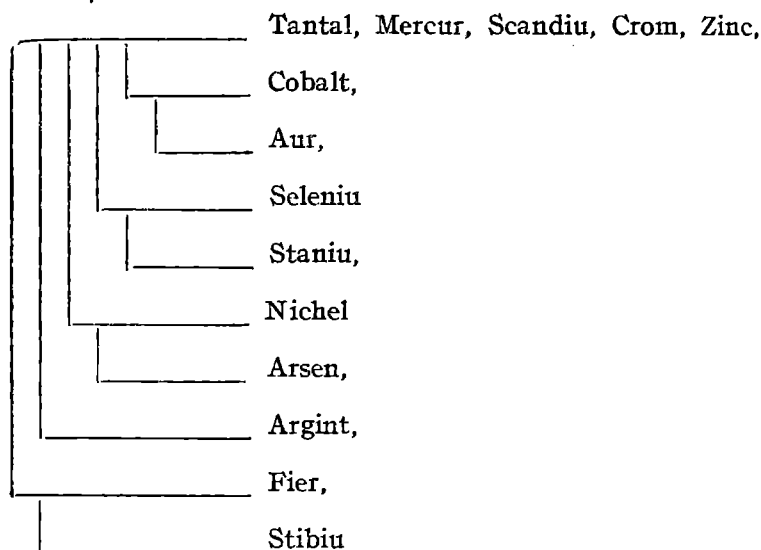


Fig. 4b. Arborele de reprezentare a ierarhiei grupei 4

#### Grupa a 5-a.

În seriarea de mai jos se pot observa grupările: în partea superioară sursele, iar în cea inferioară obiectele (vezi și Anexa 1, grupa 5). Lucrurile se văd mai clar mai jos (Fig. 5). Aici observăm separarea în 4 clusteri finali:

1) cuprinde securile de la Vilcele și sursele din Carpații Apuseni (Băița) și din Sândominic, mina Bălan, un produs recent, de furnal; 2) sunt câteva surse (U30, U21, U26, U2, U24, U18), multe din piesele de la Vâlcele, o mărgea (L30) și acul (L34) de la Decea Mureșului; 3) sunt numai surse; și 4) sunt numai obiecte prelucrate.

- 1 *Sindominic* cupru produs de furnal U6, *Turdaș*, topor-ciocan, L21, *Băila* cupru nativ cu calciu U2, *Nijni Taghil* cupru nativ U31, *Turdaș* brățara L23, *Necunoscut* topor L6, *Ugrușiu* topor L1, *Lacu* topor P 843 L7,
- 2 *Bogoslowsh* cupru nativ U30, *Szomolnok* cupru nativ U21, *Banska Stiavita* cupru nativ U26, *Turdaș* topor-ciocan L12 *Vilcele* topor L31 *Vilcele* topor L33, *Vilcele* topor L32, *Vilcele* topor L29, *Decea Mureșului* margele L30 *Cata* brățara L24 *Vilcele* topor L28, *Cetatea de Baltă Jaslad* L3, *Vilcele* topor L27 *Necun.* topor L20 *Necunoscut* topor L5 *Necun.* topor L19 *Vilcele Pădureni* L17 *Micojlaca* topor L2 *Spani Dolina* cupru nativ U24, *Gomor* cupru nativ+malahit U18, *Șincai* topor L4, *Decea Mureșului* ac M15 L34
- 3 *Sindominic* cupru nativ U4, *Recsk* cupru nativ+malahit U16, *Szomolnok* cupru nativ U19, *Sindominic* cupru nativ U5, *Recsk* cupru nativ+malahit U15, *Recsk* cupru nativ U13, *Siberia* cupru nativ U32, *Spani Dolina* cupru nativ U25, *Banat* cupru nativ pe cuarț U9, *Spani Dolina* cupru nativ U23, *Spani Dolina* cupru nativ U22, *Criscior* cupru nativ U8, *Recsk* cupru nativ+malahit U14,
- 4 *Cheile Aiudului* Topor M L39; *zona Turda* topor L8, *Necunoscut* topor L9; *Necunoscut* topor L11, *Balomir* ac L25, *Ariusd* ac L40, *Turdaș* topor târnăcop L18

Fig. 5a. Clusterul grupei 5

Din studiul tabelului cu analiza factorială observăm că factorul 1 este determinat de arsen, zinc și stibiu, lor i se opune factorul 3 și 4 dar cu valori slabe. F2 este determinat de Au și Se, F3 de Fe și Sn cu opunere din partea Ag, iar F4, mai slab este determinat de Sn.

Elementul	F1	F2	F3	F4
Arsen	*0.9481	0.02726	-0.14777	-0.02705
Zinc	*0.9821	0.05919	0.0431	-0.06846
Stibiu	*0.9769	0.02097	-0.03556	-0.02961
Nichel	0.33665	0.6332	0.47984	-0.16563
Fier	-0.01109	0.00177	*0.83247	-0.13487
Aur	0.08266	*0.84725	-0.26276	0.00232
Seleniu	-0.09837	*0.90037	-0.0162	0.06934
Argint	0.12448	0.16041	#-0.53597	-0.13371
Staniu	0.02095	0.2133	*0.40321	*0.65948
Cobalt	0.09768	0.12147	0.21421	-0.8097

Fig. 5b. Analiza factorială a grupei 5

#### Semnificația clusterilor.

Analizele de mai jos, precizează cele mai bune corelații (asemnare, deosebire, diferență), analize de mulțimi nuanțate în care sunt

precizate apartenența la o subgrupă și analiza factorială în care se precizează care sunt factori de bază și ce elemente determină respectiva clasă și gradul, măsura în care o face.

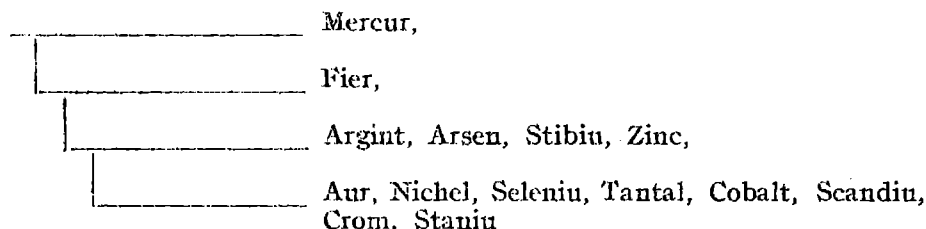


Fig. 5a. Arborele de reprezentare a ierarhiei grupul 5

### Concluzii. Limitele metodei.

Cu toate datele de mai sus socotim că ne lipsesc elemente de legătură dintre cele două zone. În această privință trebuiesc introduse datele din Bulgaria, Grecia și estul Mediteranei. Pe de altă parte lipsesc studii de metalurgie pentru precizarea tehnologiilor folosite și a elementelor auxiliare în procesul de reducere, aliere sau rafinare. În fine, lipsa unei surse de finanțarea proiectelor nu permite dezvoltarea unui sistem bine pus la punct.

MIHAI CIORTEA — GHEORGHE LAZAROVICI

## CORRELATION BETWEEN METALLURGY FROM TRANSYLVANIA AND ANATOLIA. WORK FROM QUANTITATIVE DATA BASES

### (Summary)

Anatolia, a primary bassinet of civilization for the Balkans and the Carpatho-Danubeian region, was — for the copper metallurgy — an irradiation center for some technologies, trough the migration and diffusion phenomenon.

In this project of copper processing, metallurgy and technology analyses, were analyzed some objects and sources from Cluj-Napoca's museums. The results of the analyses were put in a data base, with some data from the literature (the 1983 expedition from Turkey (Wagner 1984).

After a primary classification using fuzzy sets resulted 5 groups in which were made correspondence analysis and cluster's analyze.

In group 1 we can see an association of some pieces in the neighborhood of the sources from Căvnic, Bucium, from native cooper from Băița and Moldova Nouă, from native cooper and malachite.

In group 2 we can see separated pieces from Ariușd and Dej with a piece from Hisarlik characterized by: big valor of silver, arsenic and scarceness of iron. The poniard (L41), trough his silver content is the first. In this group there is a single piece of native cooper from Hetzdorf.

The hatchet from Dej and the poniard from Ariuşd link with a piece from Anatolia (HDM260). The technology could be similar. Recently were specified ethno-cultural links between the Precucuteni and Anatolia cultures.

In group 3 there are a part of the pieces from Cheile Aiudului, the first bronze-age discovery. The material is from tumular necropolis from early bronze-age.

In group 4 there are on rows the elements and on columns the discoveries. We can see a correlation between discoveries from Decea Mureşului (L35 pearl, L36 necklace) with Anatolia (HDM101 and 252 trough high iron proportion. The high zinc proportion in the necklace from Decea Mureşului (L36) can be explained with the technology necessary for the piece's malleability and torsion.

In group 5 in the higher part there are the sources and in the lower part the objects. From the classification we can see 4 final clusters: 1) the big cooper objects and sources from Carpații Apuseni (Băița) and Sândominic, Bălan ore, a recent furnace product; 2) the sources U30, U21, U26, U2, U24, U18, many pieces, a bead (L30) and a needle (L34) from Decea Mureşului; 3) only sources; 4) only objects.

In conclusion we think that with all this data, we will introduces data from Bulgaria, Greece and Mediterranean area. In this moment we can conclusion that between Transylvania and Anatolia are some technological links and in the future with more data we will extended our work.

#### ABREVIERI ȘI BIBLIOGRAFIE

- Beşliu — Lazarovici — Olariu 1992 C. Beşliu, Gh. Lazarovici, Agatha Olariu, *O piesă de cupru din Sălaj și câteva probleme teoretice privind analizele de cupru preistoric*, în *Muzeul din Cluj*, în *ActaMP*, XVI, 1992, p. 97—128.
- Ciugudean 1986 H. Ciugudean, *Grupul tumular Bedeleu și câteva considerații privind epoca timpurie a bronzului în vestul Transilvaniei*, în *Apulum*, 23, 1986, p. 67—82.
- Ciugudean 1988 H. Ciugudean, *O așezare din epoca timpurie a bronzului la Alba-Iulia*, în *Thraco-Dacia*, 9, p. 15—22.
- Ciugudean 1991 H. Ciugudean, *Zu frühen Bronzezeit in Siebenbürgen in Licht der Ausgrabungen von Ampoța, Kreis. Alba*, în *PZ*, 66, 1994, S. 77—118.
- Ciugudean 1995 H. Ciugudean în *Cronica cercetărilor arheologice. Campania 1995*.
- Comșa 1974 E. Comșa, *Unele date privind începuturile folosirii aramei în neoliticul României*, în *IMCD*, 1974, p. 73—84.
- Dumitrescu 1988 D. Dumitrescu, *Hierarchical pattern classification, Fuzzy sets linear clustering*, în *Studia*, p. 8 și urm.
- Frențiu — Lazarovici 1990 M. Frențiu, Gh. Lazarovici, *Seriation and relative Chronology of Archaeological complexes from Gornea*, în *Archaeometry in Romania*, 2, Bucharest, p. 65—85.
- Horedt 1968 K. Horedt, *Die Kupferzeit in Transilvanien*, în *Apulum*, VII, 1968, p. 103—116.
- Lazarovici — Beşliu 1990 Gh. Lazarovici, C. Beşliu, *Analizele de cupru preistoric aflate în Muzeul din Cluj*, în *SympThr*, 8, Satu Mare, p. 109.

- Lazarovici — Kalmar Maxim 1987—1988 Gh. Lazarovici, Zoia Maxim, *Necropolele tumulare din Munții Petrindului și Dealul Feleacului*, în *ActaMN*, 1987—1988, p. 997—1009.
- Lazarovici — Maxim 1994 Gh. Lazarovici, Zoia Maxim, *Despre necropolele tumulare din Transilvania și*, în *ActaMN*, 31, 1994, p. 11—20.
- Lazarovici — Nica 1991 Gh. Lazarovici — M. Nica, *Chalcoliticul balcano-anatolian*, în *Cultura Vină în România*, Timișoara, 1991, p. 5—16.
- Lazarovici — Popa — Beșliu — Olariu 1995 Gh. Lazarovici, Dana Popa, C. Beșliu, Agatha Olariu, *Conclusions of the Geochemical Analysis of some Cooper Sources and Objects*, în *ActaMN*, 32, I. 1995, p. 209—230.
- Lazarovici 1979 Gh. Lazarovici, *Neoliticul Banatului*, *BMN*, IV, 1979.
- Lazarovici 1993 *Așezarea neolitică de la Zăuan. II. Migrație și difuziune. Chalcolithicul balcano-anatolian. Propuneri pentru un model de analiză procesuală*, în *ActaMP*, XVII, 1993, p. 11—47.
- Makkay 1993 J. Makkay, *Pottery Links between late Neolithic Cultures of the NW Pontic and Anatolia, and the Origins of the Hittites*, în *Anatolica*, XIX, 1993, p. 117—128.
- Ufuk 1993, E. Ufuk, Gelveri — *Ein Beispiel für die kulturellen Beziehungen zwischen Zentralanatolien und Südosteuropa während des Chalkolithikums*, în *Anatolia*, 1993, XIX, p. 47—56.
- Vlassa — Takács — Lazarovici 1985—1986 N. Vlassa, Matilda Takács, Gh. Lazarovici, *Mormintele tumulare din Banat și Transilvania din perioada eneolitică târzie*, în *ActaMN*, XXI—XXVIII, p. 59—78.
- Vlassa — Takács — Lazarovici 1987 N. Vlassa, M. Matilda Takács, Gh. Lazarovici, în *Hügelbestattung in der Karpaten, — Donau — Balkan — Zone, während der Aneolithischen Periode*, Beograd, 1982, p. 107—119.
- Wagner — Pernicka — Seiliger — Schmit — Stecker — Eibner — Oztunali — Barany 1984 G. Wagner, E. Pernicka, E. Seiliger, C. Schmit, C. Stecker, C. Eibner, O. Oztunali, I. Barany, *Arheometalurgische Untersuchungen in Nordwestanatolien*, în *JbRGZM*, 31, 1984, p. 553—599.

## ANEXE

Anexa 1: Concentrațiile în părți pe milion a tuturor elementelor analizate pentru fiecare probă (așezate în grupe):

## GRUPA I

Loc, obiect, probă	Zn	Sn	Co	Se	Ni	As	Sb	Au	Ag	Fe
Nec. daltă lată tăiș rotund L22	20700	28200	7.8	0	1210	1540	2040	10.9	925	0
Hisarlic topor plat HDM103	36	132000	530	41	610	7900	510	9.7	82	2000
Vortan pumnal HDM 52	39	84000	14	60	450	6100	570	26.7	730	999
Hisarlic lama de pumnal HDM257	19.9	60000	19.94	113	2010	5400	112	8.1	161	830
Hisarlik topor plat HDM 75	29	76000	54	96	2200	5700	1300	27.1	257	1300
Hisarlic daltă HDM104	36	73000	109	21	1500	4100	840	2.8	362	1850
Hisarlik topor plat HDM 76	134	44000	12	74	95	12800	1200	34.6	560	1200
Hisarlic lamă de pumnal HDM256	29.9	82000	29.962	31	1910	8200	186	6.3	155	4300
Vortan cuțit HDM 96	59	9.9	5	7	221	62000	146	14.3	2900	999
Topor, ciocan necunoscut L13	23	0	1.6	0	49.99	47.7	1.76	0	3.5	379,9
Cavnic Cu nativ U12	0	0	0	0	0	49.999	100	242	3380	104000
Bucium Cu nativ U11	0	0	0	0	0	90	458	1.999	100	150000
Bai a Cu nativ malahi U3	0	0	0	0	0	160	16.7	0.4	110	392000
Moldova Nouă Cu nativ U10	0	0	0	0	0	46	6.1	4.999	49.9	237000

## GRUPA 2

Loc, obiect, probă	Ag	Sb	Ni	As	Se	Sn	Zn	Co	Au	Fe
Ariusd pumnal L41*	6230	12.3	91.99	15300	12	0	68	0	0.899	849.99
Hisarlic topor plat HDM255*	3800	6800	230	13200	6.9	119.9	74.9	2.9	0.29	1399
Vilcele topor. Colecția Dej L15*	54.9	20.5	68.9	16800	48.8	0	19.3	0	3.4	0
Hisarlic topor plat HDM253	2.6	12400	247	5700	6	129.9	79.9	2.9	0.8	1499
Hisarlic fragment devas HDM267	8300	16700	3800	14000	19.9	160	690	6.9	1.4	3999
Hisarlic topor plat HDM254	430	7300	300	13300	4	99.9	93	33	0.39	1099
Hisarlic topor plat HDM102	293	1100	9200	18700	54	11600	49	256	23.5	799
Hisarlic lama de cutit HDM260	117	420	1790	18400	43	120	39.9	70	14.2	3100
Troada toarta HDM83	640	2200	660	10200	33	2800	68	89	16.3	6000
Troada gura de cana HDM92	610	2280	690	16000	35	3300	59	107	15.6	10000
Hisarlic lama de cutit HDM259	283	570	340	5900	13	830	44.9	23	11	9700
Hisarlic topor plat NDM54	250	3400	600	9700	4.9	2300	2900	990	480	23000
Hetzdorf cupru nativ U28	54	51	0	345	0	0	0	0	0.999	22600

## GRUPA 3

Loc, obiect, probă	Sn	Zn	Sb	Ag	As	Co	Au	Ni	Se	Fe
Necunoscut. topor L10	11100	1310	1220	913	2820	410	12.7	370	24	0
Sintimbru Băiuțului cupru nativ U7	0	0	4160	480	2350	0	5.5	0	0	0
Băița cupru nativ U1	0	0	4.3	620	2530	0	4	0	0	0
Hoghiz. topor P853 L16	0	27.99	10.4	378	6270	0	9.19	23	8.4	0
Cheile Aiudului pandantiv Ochelar TML37	0	0	548	307	3600	10	25.9	229.9	181	0
Cheile Aiudului pandantiv Ochelar TML38	0	140	307	97.5	3250	2	7.5	419	71.5	0
Hisarlic inel de vas HDM261	45	19.9	279	196	4800	440	6.7	131	31	5100
Hisarlic topor plat HDM73	137	10	24	70	550	30	24.1	460	340	18500

## GRUPA 4

Loc, obiect, probă	Cr	Se	Zn	Fe	Sn	Ni	As	Co	Au	Ag	Sb
Decea, colier L36	0	0	160	1300	0	0	0	0	0	23	3.63
Decea, perlă L35	1,3	2,3	16.8	1440	60	67.7	0	0	2.76	27.1	14,2
HDM101	0	179	19	2200	160	380	360	28	10.5	54	80
HDM252	0	14	49.9	999	79.9	200	209	30	30	1100	3500

## GRUPA 5

Loc, obiect, probă	As	Sh	Ag	Au	Zn	Se	Ni	Co	Fe
Sindominic cupru nativ U4	54.999	9.999	0	0.799	0	0	0	0	0
Turdaş, topor L21	549	18.3	256	11.7	33.99	13.9	0	8.8	0
Baita cupru nativ cu calcit U2	162	6,7	910	0.899	0	0	0	0	0
Banat cupru nativ pe cuarţ U9	2.99	1	19.999	0.599	0	0	0	0	0
Criscior cupru nativ U8	3,4	3,6	0	4.999	0	0	0	0	0
Cheile Aiudului pandantiv ochelar TM 39	1300	634	155	4.66	755	0	150	12	0
Necunoscut bratara L23	0	3.36	381	7.82	22	19.6	47	27.6	0
Turdaş, topor P 848 L12	24.4	124	5.4	0.749	13	2.499	47.1	6.1	0
Decea Mureşului mărgelă L30	0	6.69	53.8	1	26	3.8	55.2	0	0
Ca'a bratara L24	19	3.1	17.9	0.32	31.9	1.4	43.9	0	0
Vilcele topor L28	0	4.37	81.5	1.4	17.999	13.7	63.9	11.3	0
Decea Mureşului ac L34	0	1.68	6.21	0.399	25.3	9.73	32.4	0	149.999
Necunoscut, topor L11	14	4.34	16.4	0.69	18	3.6	32.999	52	339.99
Balomir ac L25	0	8.53	39.8	0	30	0	109.999	0	559.999
Ariusd ac L40	0	2.58	4.82	0	39	17.9	173	2.7	689.999
Turdaş, topor L18	0	0.72	4.8	0	24.99	0	48.99	16.7	399.9



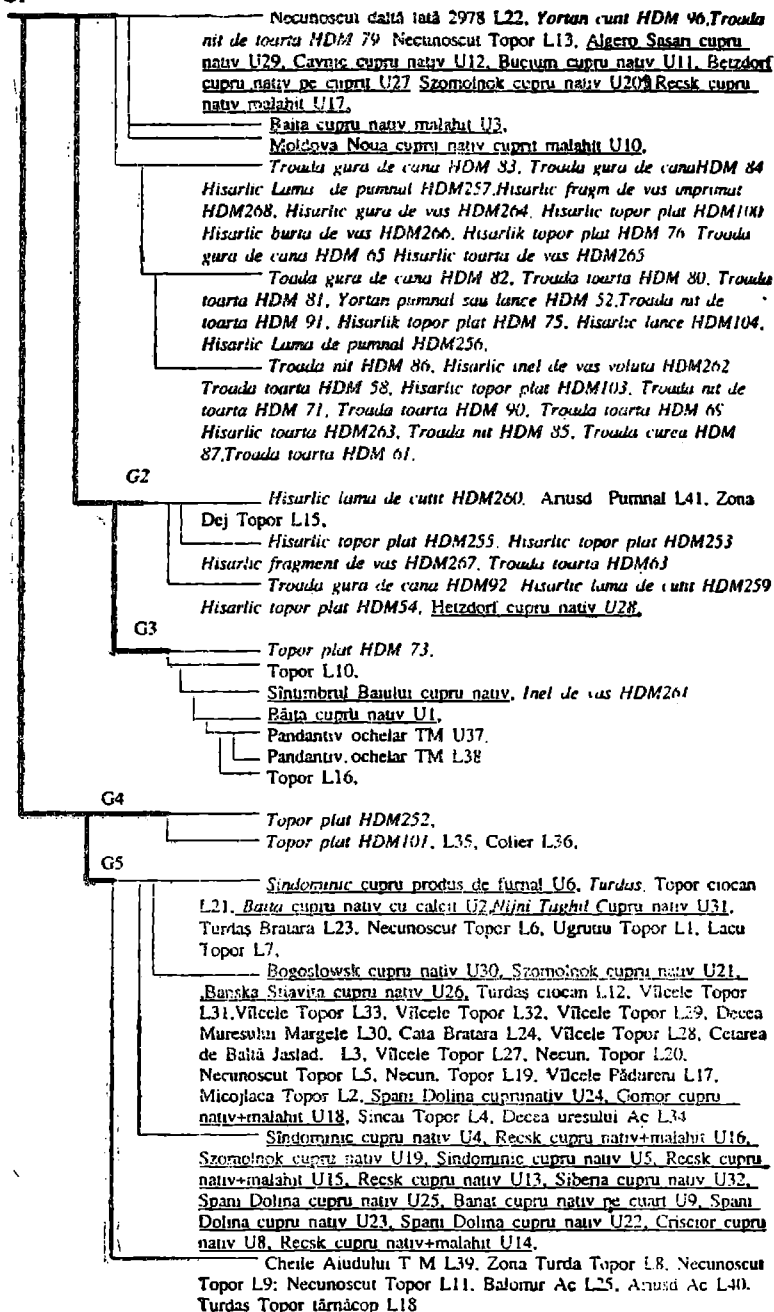


Fig. 6

Anexa 2: Arborele general de împărțire a probelor analizate grupe și subgrupe.

Notă: Obiectele din Turcia sunt trecute cu italic, sursele de cupru sunt subliniate, iar obiectele din Transilvania sunt scrise normal.

GRUPA<sub>F</sub>

Loc, obiect , probă	Cr	Se	Zn	Fe	Sn	Ni	As	Co	Au	Ag	Sb
Decea, colier L36	0	0	160	1300	0	0	0	0	0	23	3.63
Decea, perla L35	1,3	2.3	16.8	1440	60	67.7	0	0	2.76	27.1	14,2
HDM101	0	179	19	2200	160	380	360	28	10.5	54	80
HDM252	0	14	49.9	999	79.9	200	209	30	30	1100	3500

## GRUPA 5

Loc, obiect, probă	As	Sh	Ag	Au	Zn	Se	Ni	Co	Fe
Sîndominic cupru nativ U4	54.999	9.999	0	0.799	0	0	0	0	0
Turdaş. topor L21	549	18.3	256	11.7	33.99	13.9	0	8.8	0
Baita cupru nativ cu calcit U2	162	6,7	910	0.899	0	0	0	0	0
Banat cupru nativ pe cuarţ U9	2.99	1	19.999	0.599	0	0	0	0	0
Criscior cupru nativ U8	3,4	3,6	0	4.999	0	0	0	0	0
Cheile Aiudului pandantiv ochelar TM 39	1300	634	153	4.66	755	0	150	12	0
Necunoscut bratara L23	0	3.36	381	7.82	22	19.6	47	27.6	0
Turdaş. topor P 848 L12	24.4	124	5.4	0.749	13	2.499	47.1	6.1	0
Decea Mureşului mărgele L30	0	6.69	53.8	1	26	3.8	55.2	0	0
Ca'a bratara L24	19	3.1	17.9	0.32	31.9	1.4	43.9	0	0
Vilcele topor L28	0	4.37	81.5	1.4	17.999	13.7	63.9	11.3	0
Decea Mureşului ac L34	0	1.68	6.21	0.399	25.3	9.73	32.4	0	149.999
Necunoscut. topor L11	14	4.34	16.4	0.69	18	3.6	32.999	52	339.99
Balomir ac L25	0	8.53	39.8	0	30	0	109.999	0	559.999
Ariusd ac L40	0	2.58	4.82	0	39	17.9	173	2.7	689.999
Turdaş. topor L18	0	0.72	4.8	0	24.99	0	48.99	16.7	399.9

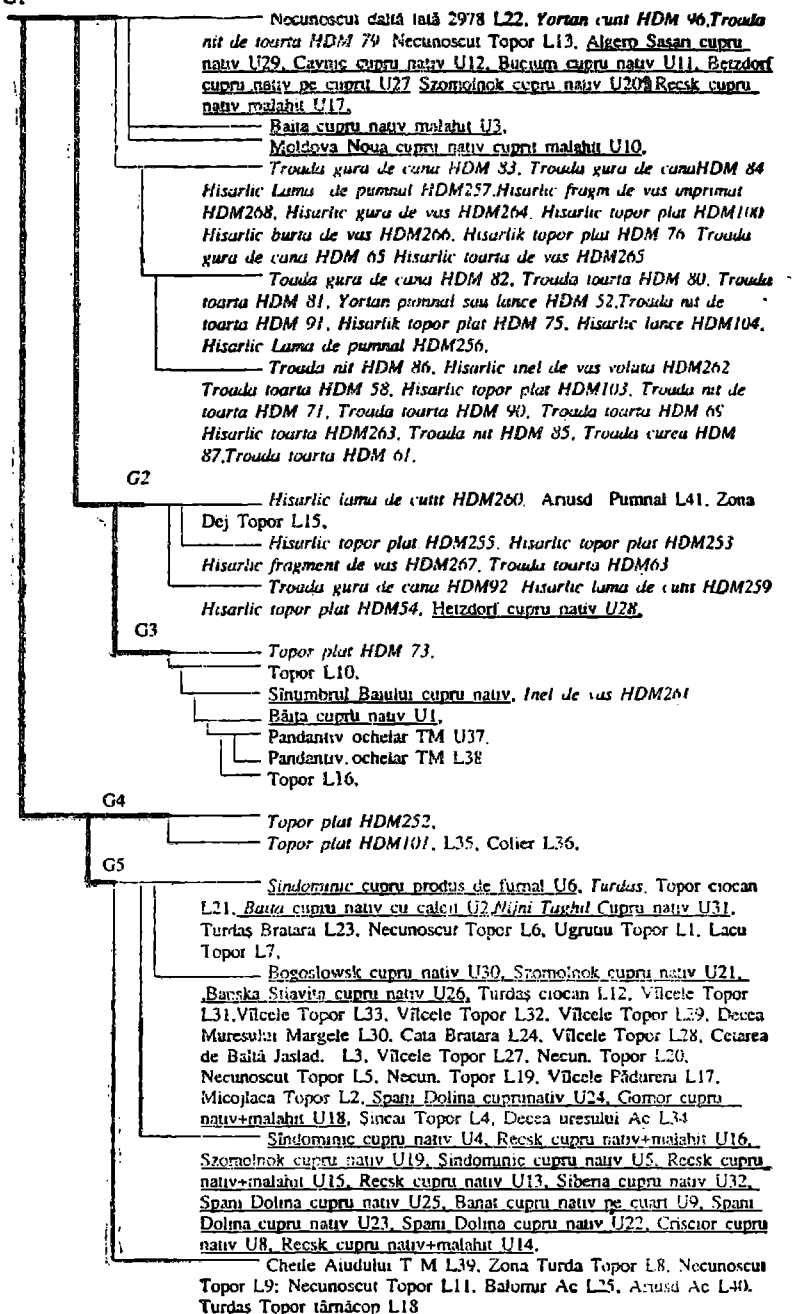


Fig. 6

Anexa 2: Arborele general de împărțire a probelor analizate grupe și subgrupe.

Notă: Obiectele din Turcia sunt trecute cu italic, sursele de cupru sunt subliniate, iar obiectele din Transilvania sunt scrise normal.

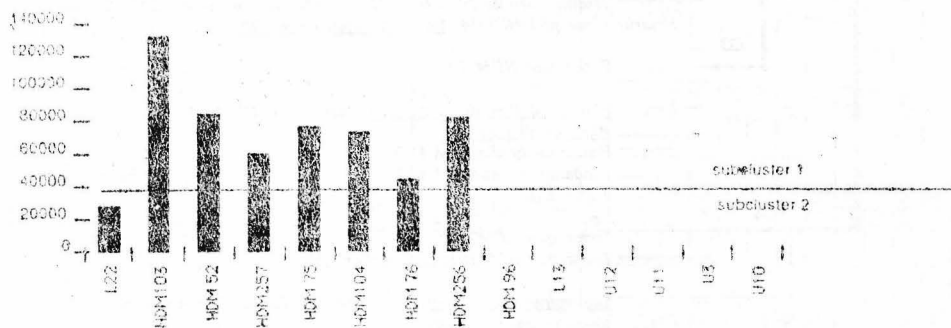


Fig. 7

Anexa 3: Diagrama cu concentrațiile Sn în probele (obiecte și surse) din grupa 1.