

APLICAREA ANALIZELOR SPECTROGRAFICE ȘI CRISTALOGRAFICE LA STUDIUL ZGURILOR ARHEOLOGICE

de DOINA TURCU-ȘECLAMAN

C. Considerațiuni preliminare. Utilizarea metodelor fizico-chimice de analiză și a altor procedee pe care le oferă progresul tehnico-științific al vremii noastre cunoaște o răspândire mereu crescândă în diferite domenii ale cercetării științifice, arheologia numărându-se printre cele care deja le-au asimilat în arsenalul lor. Într-adevăr, cercetarea arheologică realizată prin metode oferite de științele exacte a condus nu o dată la confirmarea unor îndrăznețe ipoteze ce nu beneficiau altfel de suficiente argumente, tranșând o seamă de controverse ale istoricilor. Asemenea metode au ericim o bătaie mai lungă decât cele tradițional aplicate în cercetarea istorică, folosesc elemente mult mai ușor de procurat și strict obiective (iar nu documente și alte mărturii comportând adesea îndoieli cu privire la datarea sau autenticitatea lor), rezultatele lor sînt precise și conduc la concluzii definitive, neriscînd a fi răsturnate cu argumente superveniente.

În acest context, analiza chimică a zgurilor arheologice, de aplicare relativ recentă în țara noastră (15-20 de ani), poate oferi cercetării istorice - în special arheologiei - un sprijin de neprețuit datorită avantajelor exclusive pe care le prezintă. Astfel, utilizarea unor materiale probatorii teoretic neexpușe eroziunii timpului, accesibilitatea acestor zguri și prezența lor în diferite zone care au cunoscut, în perioada considerată, un nivel comun de dezvoltare a civilizației materiale și precizia rezultatelor obținute constituie premise suficiente pentru concluzii întemeiate. Posibilitatea de a investiga o largă arie geografică, înlesnind astfel delimitarea arealului socio-economic al unei populații în etapa istorică considerată, oferă posibilitatea stabilirii evoluției cronologice a unor tehnologii la diferite populații.

Atari rezultate, corelate cu altele obținute prin aplicarea metodelor proprii cercetării istorice și pe care le pot uneori chiar amenda, conduc la concluzii cu suficiente baze științifice pentru recompunerea istoriei unui popor sau luminarea unor perioade mai obscure ale istoriei sale. Analiza fizico-chimică a zgurilor arheologice procură elemente ce pot contribui la stabilirea perioadei cînd a fost practică o anumită tehnologie și, corelate în contextul general al dezvoltării istorice, oferă un indiciu prețios pentru a stabili nivelul de civilizație tehnică atins de o populație în perioada considerată.

Într-o primă etapă de studiu au fost analizate probe de zguri prelevate din trei zone considerabil distanțate în spațiul carpato-danubian (Sibiu, Teleorman, Ilfov), pentru a verifica astfel nivelul tehnologiei de

obținere a fierului folosită de locuitorii acestei părți a țării noastre în sec. III-VIII e.n.

Investigațiile arheologice din ultima vreme au dat la iveală numeroase vestigii ale activității de extracție, reducere și prelucrare a fierului în sec. III-VIII e.n., element fundamental în caracterizarea civilizației materiale, a dezvoltării forțelor de producție pe teritoriul patriei noastre în acea perioadă. Acest fapt atestă netăgăduit permanența și stabilitatea populației românești în zona carpato-danubiană într-o vreme caracterizată printr-o nefcctată transhumanță curgând spre sud și vest, asemenea activități de mare efort social al populațiilor nomade, cu o organizare social-politică adecvată altor rosturi istorice decât stabilitatea și progresul material prin efort social propriu.

Importanța abordării acestei teme de cercetare decurge din necesitatea cunoașterii unor date legate de procesul de valorificare a minereului de fier pe teritoriul țării noastre, urmărind în principal următoarele aspecte :

- existența minereurilor de fier, primare , metamorfice sau sedimentar-aluvionare din depozite de mineralizare secundară ;
- originea minereului de fier extras și prelucrat în condițiile inexistenței în zonă a unor depozite de materie primă ;
- căile de pătrundere a cunoștințelor tehnice legate de activitatea de reducere a minereului, modalitățile de prelucrare a acestuia, precum și eventualele legături comerciale ;
- nivelul tehnologic și randamentul activității extractiv-reducătoare.

Prin prelucrarea datelor obținute, corelate cu informațiile socio-istorice se vor putea trage concluzii certe privind activitatea neîntreruptă de valorificare a minereului de fier pe teritoriul țării noastre, utilizarea unor tehnologii extractiv-reducătoare și de prelucrare specifice, cu valențe probatorii în continuitatea etnică de-a lungul timpului.

CAP. II. Principiile teoretice ale metodelor utilizate (generalități).

I. Analiza spectrografică de emisie.

Tranzițiile energetice datorită emiterii sau absorbției unor cuante de energie de către atomi sau molecule constituie baza unei întregi serii de metode fizice de analiză. Fiecare specie de atomi sau molecule, având nivele energetice bine definite specifice, energia emisă sau absorbită ca urmare a tranziției între aceste nivele, este caracteristică speciilor supuse analizei, permițând identificarea lor.

Spectrometria optică de emisie implică excitarea electronilor periferici ai atomilor în proba supusă analizei, așa încât energia realizată fiind acești electroni revin la starea lor inițială neexcitată, apare în U.V. apropiat și vizibil. Această lumină este compusă dintr-o serie de linii spectrale care sînt caracteristice pentru fiecare element excitat. Determinarea constitutivă (a lungimilor de undă) furnizează baza pentru identificarea elementelor prezente în probă, iar intensitatea luminii la o anumită lungime de undă în particular, conduce la estimări asupra con-

concentrației elementelor respective. În cadrul relației dintre intensitatea liniei emise și concentrația elementului de determinat se consideră concentrația egală în stare solidă cu cea în stare de vapori din spațiul descărcării. Excitarea se realizează cu ajutorul unei descărcări electrice între 2 electrozi sau o rază de laser. Lumina rezultată este separată în constituenții săi de lungimi de undă, prin întrebuințarea unei prisme sau a unei rețele de difracție și este apoi detectată cu ajutorul unei plăci fotografice sau a unui fotomultiplicator.

Analiza spectrografică în arc cu curent continuu este procedeul cel mai folosit, atât în analiza produselor neconductoare, cât și la cercetarea elementelor în urme, deoarece este sensibilă și nu necesită cantități mari de substanțe.

Principiul analizei constă în spectrografierea coloanei arcului cuprinsă între cei 2 electrozi sau prin fotografierea totalității coloanei arcului (în cazul când distanța între electrozi este de 1-4 mm). La analiza spectrografică în arc nu se pot folosi fie electrozi de cărbune, fie de grafit, în funcție de forma electrodului utilizat, de polaritatea electrodului ce conține eșantionul și de elementele studiate.

Expunerea spectrografică debutează în general cu aprinderea arcului, putând dura fie timpul necesar consumării totale a eșantionului (2-3 minute), fie numai 20-30 secunde, în funcție de sensibilitatea cerută în analiză. Ținând seama de faptul că elementele sînt de volatilități foarte diferite, este preferabilă efectuarea mai multor spectre la timpi diferiți de expunere. Intensitatea curentului nu trebuie să depășească 10A pentru a nu avea loc o combustie prea rapidă a eșantionului. Pentru studiul spectrografic s-a folosit spectrograful Q24 echipat cu generatorul UBI 1 folosindu-se electrodul rotativ în soluție.

2. Analiza cristalografică. Zgurile sînt de regulă sisteme heterogene, alcătuite din 2 sau mai multe faze amorfe și cristaline. Prin secționare în plăci de grosimi de 0,03 mm, majoritatea fazelor constituente devin transparente și pot fi examinate cu ajutorul microscopului polarizant. La carece între compoziția chimică a fazelor și proprietățile optice există relații directe, fazele pot fi determinate la microscop prin stabilirea diverselor constante optice ca gradul de transparență, culoarea proprie, culoarea de birefrigență, unghiurile de extincție, unghiurile dintre axe optice etc. În afară de acestea, cu ajutorul microscopului se capătă informații utile cu privire la condiția fizică de răcire a zgurii (lentă sau rapidă) prin urmărirea diverselor particularități structurale. Sînt raportul dintre faza sticloasă și fazele cristaline, porozitatea zgurii (dimensiunile, forma și frecvența bulelor gazoase caracteristice morfologice ale cristalelor, dimensiunile relative și absolute ale zgurii) și altele. Prin microscopia urmărind relictele petrografice și mineralogice din zguri, se poate stabili natura materiei prime și tehnologia de preparare. La studiul cristalo optic s-a folosit microscopul polarizant tip Amplival cu putere de mărire pînă la x 900.

3. P III. Analiza probelor luate în studiu. 1. Zgurile arheologice

de la Dridu (jud. Ilfov) și Bratei (jud. Sibiu).

a.- Scurtă prezentare socio-istorică. Dridu este o așezare de tip rural din sec. VIII-XI nefortificată, deschisă, alcătuită din cuiburi de locuințe (câte 3-4 la un loc), având semnificația comunităților de tip familial, care cunoaște cea mai mare densitate și dezvoltare în a doua jumătate a sec. al IX-lea - începutul sec. al XI-lea. Cercetările arheologice întreprinse au atestat existența în cadrul comunității de viață a unei game variate de artefacte, de la cele agrare (dovadă unelte agricole, cereale carbonizate, resturi osteologice) la cele meșteșugărești. O deosebită însemnătate reprezintă vestigiile valorificării minelor metali-fero, activitate pusă în evidență de numeroase bucăți de zgură rezultate din procesul de reducere a minereului în vederea obținerii lunei, din care se confecționau îndeosebi unelte agricole. Bratei este o localitate situată în Transilvania, unde cercetările arheologice efectuate au demonstrat o continuitate de viață în tot cursul mileniului I e.n., împuân-du-se cu precădere așezarea rurală din sec. al VI-lea e.n., cercetată sistematic în decursul mai multor campanii arheologice. Este o așezare deschisă, nefortificată, cu locuințele dispuse în cuiburi. În acestea s-au găsit urme ale îndeletnicirilor comunității, predominând cele de natură agrară, dar și bogate vestigii ale valorificării minereurilor metalifere ce probează existența activităților meșteșugărești.

b.- Rezultatele analizei spectrografice. Din câteva fragmente de zgură găsită în aceste așezări s-au prelevat probe. După o măcinare foarte fină și omogenizare, prin metoda sferturilor, s-au luat câte 2 probe pentru fiecare categorie de zgură, folosind în paralel și etaloane de zgură de concentrații diferite.

Tratament chimic: Probele de zgură au fost trecute în topituri în creuzet de platina, utilizând ca fondant un amestec de K_2CO_3 (3 p.), Na_2CO_3 (3 p.) și borax (4 p.). S-au reluat apoi cu HCl 1 : 1, soluția obținută trecându-se în baloane cetate, în fiecare din acestea punându-se câte 2 ml. soluție de cobalt 5% ca etalon intern. S-a analizat spectrografic o cotă parte din fiecare, după următorul plan :

	Poziția casetei	Probe înregistrată	Concentrația
	17	fier	
	18	sol. cobalt 5%	
1	21	etalon 174/2	0,15
	24		
2	27	etalon 174/2	0,10
	30		
3	33	etalon 174/2	0,05
	36		
4	39	etalon 174/2	0,025
	42		

Poziția casetei	Proba înregistrată	Concentrația
5 45 48	probă Bratei	0,10
6 51 54	probă Bratei	0,10
7 57 60	probă Dridu	0,10
8 63 66	probă Dridu	0,10
9 69 72	etalon 302	0,10
75 78	etalon 302	0,20

Compoziția etaloanelor folosite este:

Etalon 174/2		Etalon 302		Parametri utilizați	
SiO ₂	11,2%	SiO ₂	20,0 %	Intensitatea curentului	8 A
Fe ³⁺	20,96%	Fe ³⁺	35,5 %	fanta	0,020 mm/0,3 sau 20 /3 mm
Al ₂ O ₃	0,77%	Al ₂ O ₃	7,24%	prescinteiere	60"
V ₂ O ₅	0,96%	TiO ₂	0,36%	scinteiere	60"
TiO ₂	0,53%	CaO	3,30%	atenuator în 3 trepte	
MnO	3,80%	MnO	0,66%		
CaO	43,2 %	MgO	1,07%		
MgO	4,63%	S	0,12%		
		P	0,71%		

În urma fotometrării plăcii spectrale s-au obținut următoarele rezultate:

Tabel 1. Determinarea fierului.

Nr. crt.	D _{Fe}	D	Concentrația %	Antilog.	D _{Co} _{2666 Å}
1	88	-29	31,44	1,497	117
	90	-31			121
2	62	-55	20,96	1,321	117
	64	-58			122
3	36	-72	10,48	1,020	108
	35,5	-73			108,5

Nr. crt.	D _{Fe}	D	Concentrația %	Antilog.	D _{Co} 2666 Å
4	21	-89	5,24	0,719	110
	20,5	-91,5		1,73	112
5	112	-8	53,70	1,73	120
	114	-4	52,48	1,72	118
6	91	-17,5	42,70	1,63	108,5
	95	-22	38	1,58	117
7	94	-18,5	40,70	1,61	112,5
	95,5	-22	38	1,58	117,5
8	102	-24	36,30	1,56	126
	108	-18,5	40,70	1,61	126,5
9	97	-23	35,5	1,55	120
	96	-25			121,5
10	127	+7	71	1,85	120
	126	+5,5			121,5

D-reprezintă înnegrirea liniei analitice.

D-reprezintă diferența înnegririi liniilor analitice pe cele două trepte ale transmisiei.

Tabel 2. Determinarea calciului.

Nr. crt.	D _{Ca}	D	Concentrația	Antilog.	D _{Co} 3048 Å
1	175	-45	64,8	1,812	130
	185	-46			139
2	52	+27	43,2	1,636	125
	155	+28			127
3	111	-16		1,334	127
	122	-6			128
4		-26,5		1,034	117,5
	92,5	-32,5			125
	83	-52			135
	83,5	-46,5			130
	54	-66,5			4,20
67	-61,5	70	0,68	128,5	

Nr. crt.	D _{Ca}	D	Concentrația %	Antilog.	D _{Co} 3048 Å
7	62,6	-68	4,10	0,62	130
	67	-66			133
8	77	-58	5,12	0,71	135
	76	-64	4,40	0,64	140
9	60	-71	3,30	0,52	131
	62	-68			130
10	77	-46	6,60	0,82	123
	73	-55			128

Tabel 2. Determinarea magneziului.

Nr. crt.	D _{log}	D	Concentrația %	Antilog.	D _{Co} 2666 Å
	61	-56	6,94	0,842	117
	63	-58			121
	56	-61	4,63	0,666	117
	59	-63			122
	33	-78	2,31	0,364	111
	34,7	-78,8			113,5
4	28	-82	1,15	0,061	110
	26,5	-85,5			112
	28	-92	1,60	0,21	120
	26	-92			118
6	23,8	-84,7	2,15	0,33	108,5
	24	-83			1
	24,7	-87,8	1,90	0,28	112,5
	23,8	-93,7			1,58
	26,7	-99,3	1,32	0,12	126
	27,4	-99,1			126,5
9	20	-100	1,07	0,03	120
	21,7	-99,3			121
10	35,7	-84,4	2,14	0,33	120
	36,9	-84,6			121,5

Tabel 4. Determinarea siliciului.

Nr. crt.	D _{Si}	D	Concentrația	Antilog.	D _{Co} 2666 Å
1	80	-37	16,80	1,225	117
	89	-32			121
2	63,5	-53,5	11,20	1,049	117
	64,5	-57,5			122
3	34	-76	5,60	0,748	110
	36	-76,5			112,5
4	20,5	-89,5	2,80	0,447	
	20	-92			
5	116,5	-3,5	41,70	1,62	
	121	-3			118
6	104,5	-4	40,74	1,61	106,5
	109,5	-7,5			117
7	106,5	-6	38,40	1,584	106,5
	110,5	-7			110,5
8	116,5	-9,5	36,30	1,56	106
	117	-9,5			126,5
9	85	-35	20	1,301	120
	88,5	-32,5			121
10	116	-4	40	1,602	120
	117	-4,5			121

Tabel 5. Determinarea manganului.

Nr. crt.	D _{Mn}	D	Concentrația	Antilog.	D _{Co} 2666 Å
1	71	-46	5,70	0,756	117
	74	-47			121
2	63	-54	3,80	0,580	117
	65	-57			122
3	34,5	-73,5	1,90	0,279	108
	35	-73			108,5
4	25	-85	0,93	1,978	110
	25,1	-87			112

Nr. crt.	D _{Mn}	D	Concentrația %	Antilog.	D _{Co} 2666 Å
5	29,5	-90,5	0,77	1,898	120
	30,7	-88			118
6	25,5	-83	0,66	1,82	108,5
	28,7	-88			117
7	27,3	-82	1,09	0,04	109,3
	27,5	-84			113,5
8	26	-83	1,04	0,02	109
	26,3	-85			111,3
9	24,3	-86	0,66	1,82	110,3
	24,6	-87			111,6
10	29,6	-79	1,32	0,12	108,6
	31,8	-80			111,8

Tabel 6. Determinarea aluminului.

Nr. crt.	D _{Al}	D	Concentrația %	Antilog.	D _{Co} 3900 Å
1	97	+15	1,15	0,061	82
	100	+10			90
2	87	-3	0,77	1,887	90
	88	-5			93
3	68	+8,5	0,38	1,580	77,5
	70	+12			82
4	68	-20	0,19	1,279	89
	71	-21			91
5	140	+38	3	0,49	102
	145	+38,5			106,5
6	125	+39	3,16	0,60	86
	135	+45			3,98
7	160	+65	8,31	0,92	95
	170	+76			12,50
8	185	+80	15,14	1,18	105
	190	+81			109

Nr. crt.	D Al	D	Concentrația %	Antilog.	D _{Co} 3900 Å
9	185	+86	7,24	0,86	99
	170	+89			101
10	194	+91	14,48	1,16	103
	196	+92			104

c. - Rezultatele analizei cristalografice.

Așezarea Brădu. Circa 90% din probă este reprezentată de fracțiunea metalică formată din oxizi de fier (magnetită sau hematită) de culoare neagră cu cristale translucide dendritice, circa 10 fayalit (olivină feroasă Fe_2SiO_4). Cristalizarea dendritică denotă o răcire lentă.

Așezarea Bratei. În probă apar 2 fracțiuni metalică și silicat, în proporție de circa 50%. Frațiunea silicat este reprezentată de fayalit care apare la microscop în cristale mai slab dendritice, ceea ce denotă o răcire foarte lentă. De aici se poate deduce existența unui flux intens de preparare, zgură în cantitate mare "îngropată" rapid. În sprijinul acestei afirmații concură și existența unui conținut de circa 2% sticlă devitrificată parțial, cristalizată după un timp mai îndelungat la temperatura relativ joasă, datorită rearanjării legăturilor chimice.

Fracțiunea metalică (magnetită sau hematită) apare sub formă de cristale dendritice de dimensiuni 0,1-0,3 este intim asociată cu silicații, ceea ce arată că furnalul nu era încălzit la temperaturi prea ridicate.

2. Zgurile arheologice de la Dulceanca (jud. Teleorman).

a. - Scurtă prezentare socio-istorică. Așezarea de la Dulceanca, din sec. VIII-X, din care provin fragmentele de zgură de fier analizate, face parte dintr-un context de așezări omenești din perioada sec. II-De.n. Situată în zona geografică denumită Cîmpia Burdea, așezarea este plasată între rîurile Teleorman și Vedea, în rîpele cărora existau depozite mineralogice de fier ce constituiau veritabile cariere de materie primă necesară meșteșugarilor. După cum au demonstrat cercetări recente,¹ la Dulceanca și în împrejurimi exista o continuitate de viață de la dacii liberi din sec. III e.n. la așezările populației românești din sec. VIII-IX. Aceasta a fost demonstrată pe baza vestigiilor materiale, mai cu seamă a ceramicii și a cuptoarelor casnice din locuințele cercetate, care au dat indicii asupra modalității tehnice de realizare a acestor meșteșuguri. La acestea se adaugă un aspect nou, deosebit de concludent, și anume în- deletnicirea de valorificare a rezervelor locale de minereu de fier, probată de numeroasele fragmente de zgură rezultate din procesul de reducere a minereului și de existența cuptorului de redus descoperit în interiorul locuinței.

Fragmentele de zgură descoperite apar vizibil diferențiate între ele prin aspectul lor (confirmat ulterior prin analiză). Marea majoritate au un conținut bogat în fier (minereu sau lupă), altele au un pronunțat aspect sticios sau aspect calcaros.

b.- Rezultatele analizei spectrografice. Din fragmentele de zgură descoperite, în funcție de aspectul lor, au fost selectate 3 categorii. Din fiecare categorie s-au prelevat probe care au fost măcinate foarte fin și omogenizate. Prin metoda sferturilor s-au luat eșantioane din fiecare categorie, supunându-le unui tratament chimic pentru trecerea în soluție (eșantioane și etaloane de zgură de diferite concentrații).

Tratament chimic. Probele au fost trecute în topituri în creuzete de platină, utilizând ca fondant un amestec de K_2CO_3 (3 p.) cu Na_2CO_3 (3 p.) și borax (4 p.). S-au reluat apoi cu HCl 1:1, soluția obținută trecându-se în baloane cotate. În fiecare din acestea s-au pus câte 2 ml. soluție de cobalt 5% ca etalon intern și s-a analizat spectrografic o cotă parte din fiecare, după următorul plan de lucru:

Poziția casetei	Proba înregistrată	Concentrația
17	fier	
18	cobalt 5%	
21		
24	etalon 174/2	0,15
27		
30	etalon 174/2	0,10
33		
36	etalon 174/2	0,05
39		
42	etalon 174/2	0,025
45		
48	proba 1	0,10
51		
54	proba 2	0,10
57		
60	proba 3	0,10
63		
66	etalon 302	0,10
69		
70	etalon 302	0,20

Parametrii utilizați: intensitatea curentului 8 A ; fanta 0,20/0,3 ; prescînțiere 60" ; scfateiere 60" ; atenuator în 3 trepte.

Nr. crt.	Fe	CaO	Mn	MgO	SiO ₂	Al
1	72,10	1,75	0,39	0,77	8,90	0,79
2	54,90	2,20	0,87	0,91	46,70	5,75
3	3,70	4,16	0,63	0,92	66,10	9,33

Aceste rezultate confirmă faptul că sînt zguri de topire.

c. - Rezultatele analizei cristalografice.

Proba nr.1. S-au identificat cristale de magnetită (Fe_3O_4) sau hematită (Fe_2O_3) negre, translucide, cristale de hidroxid de fier $FeO(OH)$ și fayalit (Fe_2SiO_4). Fayalitul și oxizii apar în concreștere de tip eutectic. La microscop, oxizii apar opaci, cu forme de cristale dendritice sau reiforme iar fayalitul este transparent, încolor în nicoli paraleli (prezentînd culori de birefrință ridicată), extincție dreaptă în nicoli încruciași.

Proba nr.2. Această probă apare complet cristalizată, cristalele fiind în majoritate dendritice, cu culori de birefrință ridicată și relief ridicat. Printre acestea se recunosc cristale dendritice de fayalit (care sînt predominante). Subordonat, sînt unele cristale imperfect dezvoltate, cu aspect predominant fibros, ce pot fi Wollastonit ($CaSiO_3$) sau Hedenbergit $CaFe(SiO_3)_2$. Cele 2 tipuri de silcați se deosebesc prin structura spațială: wollastonitul este ciclic (SiO_3)_n compus din 3 tetraedre, iar hedenbergitul face parte din grupa piroxenii, silcați ce conțin lanțuri (SiO_3)_{2n} în care anionii macromoleculari catenari sînt uniți între ei prin cationi.

Proba nr.3 și 3 bis. Această zgură conține circa 60% sticlă cu globuli sferice și cu frecvente cristale de cuarț sparte, pe margini și de-a-lungul fisurii prezintă fusiuni parțiale sau recristalizări sub formă de tridimită. Prezența acestui compus poate da indicații asupra condițiilor de formare a zgurilor, în special a temperaturii. Unele porțiuni din fracțiunea sticloasă sînt puternic impregnate cu oxizi de fier, hematită. Local, acești oxizi apar recristalizați cu forme scheletice, ceea ce presupune un procedeu de preparare necorespunzător. Conținutul bogat în sticlă al probei reprezintă un indiciu asupra provenienței minereului redus, acesta fiind de neoformație sedimentar aluvionară; în acest fel există posibilitatea identificării sursei de aprovizionare cu minereu din zonă pornind de la analizele de laborator ce au determinat o structură asemănătoare.

Proba nr.4. Acest eșantion de zgură conține calcar organogen (cu fosile) și calcar colitic. Prezența acestui constituent presupune folosirea conștientă a acestuia drept fondant în procesul de reducere a minereului de fier.

Proba nr.5. Fragment de zgură cu oxizi de fier, sticlă, bucăți de cuarț și silcați.

Proba nr. 6. Zgură cu calcar, ce conține carbonați și bucăți de cuarț; pe lângă calcar, sînt prezente fragmente de sticlă, cuarț și oxizi de fier.

CAP. IV. Concluzii. Rezultatele analizelor efectuate pun în lumină valoarea documentară a vestigiilor activității de extracție și reducere a minereului de fier pe teritoriul patriei noastre, prezentîndu-se ca mărturie elocventă despre preocupările populației românești într-o perioadă a istoriei noastre pentru care nu dispunem de prea multe informații scrise. Ele aduc contribuții de o semnificație majoră la rezolvarea problemei fundamentale a istoriei poporului român, anume permanența și continuitatea sa în spațiul carpato-danubian, proiectînd lumină în conul de penumbra ce se întinde între retragerea romană și formațiunile politice statale atestate la noi începînd cu veacul al XI-lea.

Valoarea lor probatorie este obiectivă și definitivă, nefiind expusă la reconsiderări ulterioare, iar interpretarea lor ferită de influențe subiective și circumstanțe pasagere.

Trebuie menționat că în trecut atari vestigii erau aproape cu desăvîrșire ignorate, neatribuindu-li-se vreo importanță istorică și drept urmare numai accidental nu erau îndepărtate ca materiale nefolositoare. Abia după o lungă perioadă de acumulări și receptări, după reconsiderarea istoriei noastre pe baza materialismului dialectic și istoric, ele au fost integrate în rîndul izvoarelor, cu rol însemnat în reconstituirea multiplelor aspecte ale dezvoltării societății pe teritoriul României.

Cercetările arheologice au scos la lumină aria largă și permanența activității extractivo-reducătoare practică în spațiul carpato-danubian din cele mai vechi timpuri: diversele vestigii, de la fragmentele de zgură rezultate din operația de reducere a minereului la barele de metal pentru prelucrat, unelte și obiecte finisate, cuptoare de redus, evedențiază multitudinea operațiilor tehnice efectuate de meșteșugari în domeniul metalurgiei extractivo-reducătoare.

Volumul și frecvența vestigiilor aflate în zonele cercetate conduc incontestabil la concluzia permanenței locuirii și a continuității de viață social-economică a populației autohtone pe acest teritoriu în întreaga perioadă a migrației popoarelor nomade. Fără a intra în discuția problemei privind schimburile culturale cu aceste populații, se poate afirma fără riscul de a greși că n-au avut loc preluări sau asimilări de tehnologii de la acestea (care ar fi fost îndeosebi să le posede cîntă vreme e știut că progresul tehnologic al unei populații nu e niciodată cauza transhumanției, ci dimpotrivă, argument pentru sedentarism), ci o continuare a civilizației tehnice la care ajunsese Dacia romană. Situația social-politică din această perioadă n-a permis înflorirea unei civilizației tehnice la populația românească, a cărei continuitate de viață social-economică a fost permanent marcată de momente de reflux și retranșări, nefiînd posibilă formarea unor comunități social-politice puternice, cu activitate economică de proporții, cu diviziunea muncii avansată și specializarea activităților, cu un comerț extins și diversificat, cu o comunicare umană

intensă, premise indispensabile pentru progresul unei civilizații.

De aceea viața socială a continuat în așezări de dimensiuni reduse, în microsocietăți (obști) cu caracter închis, fondate pe principiul autarhiei și economia naturală, neparvenind la nivelul unor centre de putere economică și politică. Există un complex de cauze care explică această situație: natural-geografice, demografice, politice etc.

Cu toate aceste vicisitudini, nivelul tehnic cunoscut de comunitățile românești din această perioadă nu se situează sub standardul european al vremii. Analizele efectuate atestă cu certitudine că populația românească posedă la acea vreme tehnicile de construcție a cuptorului de redus, de preparare a minereului, de dozare a focului cu ajutorul foalelor manuale, probleme care frământau permanent pe meșterii vremii. Și, după cum vom arăta cu un alt prilej, nu o dată ei au ajuns la soluții comparabile cu cele obținute prin tehnicile avansate ale timpului nostru. Astfel, prezența calcarului în multe bucăți de zgură atestă utilizarea conștientă a acestuia ca fondant în procesul de reducere, iar analiza cristalografică a unor fragmente de zgură provenind din așezarea Ciurelu și Ocnița relevă un fapt cu totul senzațional, anume că meșterii vremii ajunseseră să mențină deliberat o anumită temperatură în cuptor pentru a asigura nemiscibilitatea celor două fracțiuni (metalică și siliceasă), fenomen cunoscut în tehnica actuală sub numele de licație.

Randamentul cuptorului rămânea totuși destul de scăzut, după cum rezultă din existența unei asocieri intime a fracțiunii metalice cu silicații (ceea ce înseamnă că furnalul nu era încălzit la temperaturi prea ridicate), cât și din concentrația mare în oxizi de fier a zgurii rezultate. De aici decurgea nevoia utilizării unor mari cantități de minereu ce necesita activitate în flux continuu. Acest fapt e probat de rezultatele analizei cristalografice în care fracțiunea silicat reprezentată de fayalit apare la microscop în cristale slab dendritice - ceea ce denotă o răcire lentă a zgurii (deci îngropată rapid) -, precum și existența unui procent de circa 2% sticlă devitrificată parțial, adică cristalizată după un timp mai îndelungat la temperatură relativ joasă.

Asistăm astfel la o seamă de achiziții de progres tehnic în această activitate, fie spontane fie ca urmare a unor observații și practici îndelungate, dar în orice caz nu la asimilări și împrumuturi de la alții, difuziunea progresului tehnic în această perioadă nefiind posibilă datorită condițiilor mai sus enunțate.

O problemă uneori controversată este proveniența minereului de fier în condițiile inexistenței în zonă a unor depozite metamorfice. În această privință, observații de ordin geologic coroborate cu rezultatele analizelor de laborator spectrale și cristalografice acreditează ideea că minereul redus nu provine din depozitele metamorfice cunoscute, situate la mari distanțe de locul de reducere, ci e vorba de surse locale constând în mici lentile de oxizi de fier de vîrstă cuaternară, de origine sedimentar-aluvionară, găsite în niveluri lenticulare în malurile rîurilor sau versanții dealurilor.

Determinarea compoziției elementare a probelor prin analiză spectrografică a evidențiat o analogie a unor probe provenind din localități diferite (Dridu-Dulceanca), iar prezența aluminiului în mare cantitate constituie un indiciu asupra sursei de exploatare a minereului de fier, acele gisturi silicoase de neoformație existente în zonele respective cu conținut de mineralizații de oxizi de fier.

Se confirmă astfel presupunerile că la nivelul epocilor respective erau puse în valoare nu numai depozitele primare, dar și cele secundare răspândite în toate formele de relief, în special micile lentile de oxizi de fier de vîrstă cuaternară, de origine sedimentar-aluvionară.

De altfel, practica curentă și constantă pentru întreaga perioadă, de reducere a minereului la locul de extracție sau în imediata apropiere, conduce incontestabil la această concluzie că vreme nu se poate vorbi de schimburi economice și comunicare social-umană intensă și permanent pe vremea aceea, ținînd seama de distanțele dintre depozite și locurile de prelucrare. Pe de altă parte, minereul de fier nu putea fi considerat o marfă, obiect de schimburi comerciale în condițiile economice ale vremii, atît datorită dificultăților de transport foarte costisitoare, cît și pentru faptul că dimensiunile socio-economice reduse ale acestor așezări nu pot întemeia ipoteza unei producții specializate în acest domeniu. Putem afirma aceeași, abstractie făcînd de toponimia din această perioadă, care n-ar putea fi altfel explicată, ca și de faptul că în alternativa unor importuri de minereu de la mari distanțe ne lipsesc dovezile existenței unor rețele de comunicație adecvate și ale unor schimburi de activități ca o consecință logică a acestei comunicări. Rămîne astfel plauzibilă ipoteza extracției locale în scopul reducerii și prelucrării pentru necesitățile domestice, interne ale obștii, ca o activitate continuă, dar nu destinată unei producții specializate ce ar fi necesitat un potențial economic imposibil de realizat în aceste formațiuni reduse.

Vînd însă în vedere neomogenitatea compoziției și structurii zgurilor, atît în cadrul aceleiași probe, cît și în diferite fragmente din același loc de descoperire, pentru a obține date semnificative și pentru o interpretare riguros științific se impune un volum considerabil de probe și analize. În măsura obținerii de noi date și esenționale, acestea se vor analiza în continuare, coroborînd rezultatele cu informațiile geologice privind tipurile de zăcăminte minerale din diferite regiuni ale țării, pentru realizarea unei priviri de ansamblu asupra relațiilor economice și nivelului de civilizație tehnică atins de populația din zona carpato-dunăbiană.

NOTĂ

1. S. UZANA, COL. INDESCU-FERCHE, Așezări din sec. III-VI e.n. în S.V. Munteniei. Cercetările de la Dulceanca, București, 1974.

L'APPLICATION DES MÉTHODES D'ANALYSE SPECTROGRAPHIQUE ET CRISTALLOGRAPHIQUE POUR L'ÉTUDE DES SCORIES ARCHÉOLOGIQUES

Résumé

L'ouvrage présente une série de données concernant le processus de mise en valeur du ferrominerais, sur le territoire de notre pays, en partant de l'analyse des scories dépistées pendant les fouilles archéologiques. Ces données, fondées sur l'interprétation des résultats spectrographiques et cristallographiques, représentent seulement une première étape du travail. L'étude se propose d'élucider plusieurs aspects concernant l'activité extractive-réductrice du ferrominerais, en vue d'établir le niveau de développement technique atteint par la population de la zone carpatho-danubienne.