

STUDIM I GJASHTË MAJA HESHTASH ANTIKE TË GJETURA NË SHKODËR

*DUKA E.¹, ÇAKAJ O.¹, TAFILICA Z.², CIVICI N.³, STAMATI F.⁴, DILO T.⁵

¹Universiteti Politeknik i Tiranës, Fakulteti i Inxhinierisë Matematike dhe Inxhinierisë Fizike, Departamenti i Fizikës

²Muzeu Historik i Shkodrës, Departamenti Arkeologjik, Tiranë

³Universiteti i Tiranës, Qendra e Fizikës Bërthamore,

⁴Qendra e Studimeve Albanologjike, Tiranë

⁵Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave Natyrore, Departamenti i Fizikës

e-mail: edliraduka@hotmail.com

Përmbledhje

Një numër i madh maja heshtash prej hekuri të periudhave të ndryshme janë zbuluar nga gërmimet arkeologjike në zonat përreth Shkodrës. Në këtë punim është bërë një përshkrim tipologjik i 6 maja heshtash prehistorike të zbuluara në rrethinat e Shkodrës. Me metodën jo shkatërruese me floureshencë të rrezeve X (FRX) është llogaritur përbërja kimike elementore. Vetëm dy nga objektet (majë heshte (e) dhe (f)) janë analizuar me mikroskop optike me dritë të reflektuar dhe të polarizuar, gjithashtu është matur mikrofortësia Vickers. Me ndihmën e softit *analySIS* auto, tek mikrografitë optike janë llogaritur përmbajtjet relative të fazave ferrite - perlite dhe është përcaktuar përmbajtja e karbonit. Analizat treguan se këto objekte janë çelique me përmbajtje të ulët karboni. Bazuar në rezultatet e analizave të mësipërme mendohet se teknika e përdorur tek majë heshte (e) është rrahje në të nxehtë e pasuar nga një ftohje e shpejtë për arsye të orientimit të poreve dhe inkluzioneve, të strukturës Widmanstate dhe të mikrofortësisë më të lartë se tek objekti tjetër. Majë heshte (f) mund të jetë prodhuar me derdhje, pastaj pjekje, e më pas ftohje të ngadaltë.

Abstract

A large number of iron spearhead of different periods have been discovered by archaeological excavations in surrounding areas of Shkodra. In this paper is made a typological description of six prehistoric spearhead found in outskirts of Shkodra. With non-destructive X-ray fluorescence (XRF) method was calculated chemical elements composition. Only two of the objects (spearhead (e) and (f)) were analyzed by optical microscopy with reflected and polarized light, Vickers hardness is measured too. With help of the software *analySIS* auto at optical micrographs are calculated relative contents of phases ferrite - pearlite and determined carbon content. Analysis showed that these steels are low carbon content. Based on the results of the analysis above, due to the orientation of pores and inclusions, Widmanstatten structure, and higher hardness than other object, it is thought that the technique used at spearhead (e) was hot forging

followed by a rapid cooling. Spearhead (f) could be produced by casting, annealing, and then slow cooled.

Fjalëkyçe: majë heshte, hekur, FRX, mikroskopi optike, mikrofortësia Vickers.

Hyrje

E vendosur në pjesën perëndimore të Gadishullit Ballkanik, me dalje në detet Adriatik dhe Jon, Shqipëria zotëron pozicionin më të favorshëm për lidhjen midis Evropës dhe Azisë. Kështu, që në kohët më të hershme banorët e Shqipërisë kanë qenë në gjendje të zhvillojnë lidhjet me shumë rajone, jo vetëm brenda Ballkanit, por edhe me pjesën tjetër të Evropës dhe Azisë. (Prendi, 1982; Ceka, 2000) Sipas kronologjisë, epoka e hekurit në territorin e Shqipërisë përfshin periudhën që nga Shek. XI para erës sonë, kur për të parën herë shfaqen në zonat jugore të Shqipërisë objekte prej hekuri të prodhimit lokal, ndonëse ende shumë të rralla deri në fund të shekullit V/IV para erës sonë, kur zë fill në vendin tonë jeta dhe kultura qytetare Ilire. (Prendi, 1982; Prendi, 1985; Ceka & Korkuti, 1993). Ekspeditat arkeologjike por jo vetëm, kanë treguar se Veriu i Shqipërisë është një nga zonat më të pasura me objekte prehistorike të zbulura. Në Muzeun Historik të Shkodrës ruhen mjaft objekte interesante të zbuluara në Shqipërinë e Veriut, kryesisht në Shkodër dhe në rrethinat përreth saj. Prendi (1958) Pjesë e këtij muzeu janë dhe shumë maja heshtash, 6 prej të cilave janë të studiuara në këtë punim. Qëllimi kryesor i këtij studimi ishte karakterizimi i këtyre artefakteve nga pikëpamja e materialeve dhe teknologjisë së prodhimit.

Tërësia e investigimit të kryer, lidhur me përbërjen kimike, makro/mikrostrukturën dhe mikrofortësinë, duhet të na japë mundësi të gjykojmë mbi nivelin e teknikës/teknologjisë së përdorur nga paraardhësit tanë të epokës përkatëse, diagnostikimin e gjendjes së ruajtjes së objektit ashtu dhe për interpretime më të gjera që hedhin dritë mbi rrugët e shkëmbimit të produkteve apo lëndëve të para, etj (ASM Vol 9, 2004;) Shkëmbimi i kulturave, siç janë lidhjet tregtare dhe luftërat, si edhe aftësitë e ndryshme teknologjike, mund të shqyrtohen përmes studimit të materialit të objektit. Këto teknologji janë dëshifruar në bazë të njohjes së historisë të vetive termike, mekanike dhe kimike të objekteve, e cila është e bazuar në interpretimin e mikrostrukturës dhe atyre kimike e mikrokimike duke na dhënë informacion të rëndësishëm rreth procesit të shkrirjes, rafinimit, prodhimit të përlidhjeve dhe vjetërimit të tyre. (Wayman, 2000; ASM Vol 9,2004; Ashkenazi *et al.*, 2013, Eliyahu *et al.*, 2011)

Materiali dhe metodat

Majat e heshtave të studiuara dallohen njëra nga tjetra, nga forma e fletës sikurse edhe nga prania ose jo e një kurrizi në mesin e tyre. Të gjashtë majat e heshtave të emërtuara nga arkeologët si objekte hekuri, fillimisht janë fotografuar dhe skicuar (figura.2), më pas janë matur dimensionet e tyre dhe masa e tyre. (MIT,

2003; Einarsdóttir, 2012) Pjesët e trupit të një maje heshte por edhe të një maje shigjete përbëhen nga maja, trangu, baza dhe tuni (bishti). (Prendi, 1958, Ashkenazi *et al.*, 2013) Karakteristikat e skedimit në muzeun e Shkodrës sipas arkeologëve për secilën prej tyre janë paraqitur në tabelën në vazhdim (tabela 1). Sipas arkeologeve periudha antike fillon që nga mijëvjeçari I para erës sonë deri në shekujt IV-V të erës sonë. Majat e heshtave prej hekuri përfaqësojnë llojin më kryesor të armëve. Ato riprodhojnë variante të ndryshme me fletë në forma gjethi ose flake, të përshkuara për së gjati nga një kurriz mesor, e me tun (bisht) gypor me ose pa faqëzime nga jashtë, karakteristika këto të kulturës Ilire. Në shek. I të erës sonë, me pushtimin e plotë të Ilirisë, nisi të përhapej edhe kultura romake, duke u ndërthurur me kulturën vendase Ilire dhe duke zhdukur pak nga pak edhe ndryshimet kulturore që ekzistonin deri atëherë midis krahinave Ilire. (Prendi, 2008)

Tabela 1: Karakteristikat e objekteve (maja heshtash).

Majë heshte	Periudha	Zbuluar	Nr. i objektit	Nr. i skedarit	Kultura	Teknika	Masa
(a)	Antike	Shkodër	41651	436	Ilire	Rrahje	100 gr
(b)	Shek.III. p.e.s	Shkodër	20075	88	Ilire	Rrahje	200 gr
(c)	Shek.III-I. p.e.s	Shkodër	17931	89	Ilire	Rrahje	145 gr
(d)	Shek.VII-VI. p.e.s	Shkodër	14812	91	Ilire	Rrahje	132 gr
(e)	Shek.VII-VI. p.e.s	Shkodër	14813	131	Ilire	Rrahje	822 gr
(f)	Antike	Shkodër	17929	129	Romake	Rrahje	208 gr

Gërmimet sistematike në nekropolin e Shkodrës kanë dhënë mundësinë të zbulohen dhe të vërehen qartë, jo vetëm prodhimi në një kohë i të gjitha tipeve të përshkruara më lart, por edhe vazhdimësia pa ndërpreje e përdorimit të tyre prej shekujve VII dhe deri në shekujt e fundit të mijëvjeçarit të I para erës sonë. Prendi (1958) Objektet e analizuara ishin të lyera me llak me qëllim mbrojtjen e tyre nga korrozioni kështu që ishte e nevojshme heqja e llakut në vende të caktuara ku do të kryhej analiza (në mënyrë që llaku të mos ndikonte në rezultate). (Scott. 1989; Jegdić *et al.* 2012; MIT, 2003; Einarsdóttir, 2012)

Për vlerësimin e përbërjes kimike të këtyre objekteve është përdorur teknika me metodën jo shkatërruese me floureshencë të rrezeve X (μ -FRX), e cila mund të

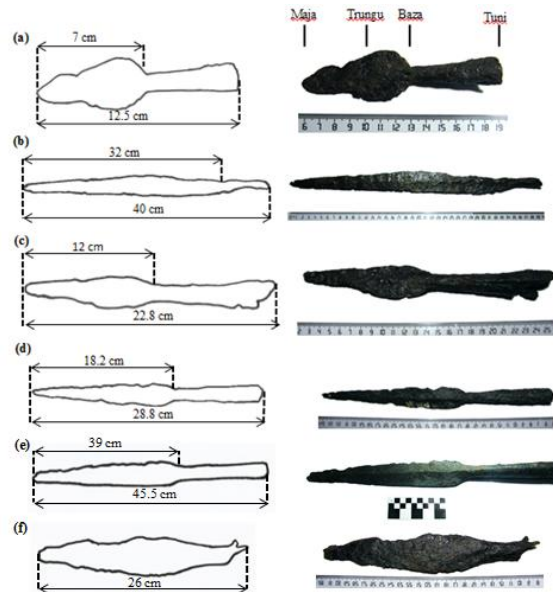


Figura 2: Paraqitja e pamjeve të skicave në të majtë dhe fotot e objekteve në të djathtë.

adoptohet për të kryer eksitimin si me tub të rrezatimit X, ashtu dhe me burim radioaktiv. Për të marrë dhe analizuar spektrat e ndryshëm janë përdorur softet: Spectra ARTAX versioni 7.2.5.0. dhe M-Quant-calib (BRUKER). Portabëli μ – FRX ka tub rrezatimit X MCBM 50-0.6B Rh, detektor të tipit XFlash® 4010 dhe kushtet gjatë kryerjes së analizimit ishin: 45kV, 300 μ A dhe koha e ekspozimit 60 sekonda. ARTAX është i përshtatshëm për dedektimin e elementëve nga Na (11) deri U (92). Karboni (6) nuk mund të dedektohet nga kjo pajisje. Diametri i tufës analizuese për këtë pajisje është nga 10 μ m deri në 10 mm, analizimi i objekteve u realizuan me një spot prej 60 μ m. Secili nga objektet është analizuar në dy pozicione, konkretisht në majë dhe në bisht.

Pas analizimit me FRX, e cila u realizua në ambientet e Muzeut të Shkodrës, u mundësua marrja e kampioneve nga objektet majë heshte (e) në majë dhe tek majë heshte (f) në bisht rreth 3 mm për të studiuar mikrostrukturën e tyre. Është përdorur stereomikroskopi XTL6445 për vrojtimin paraprak të mostrave. Përgatitja e mostrës për studimin e mikrostrukturës kalon në disa etapa; fillimisht mostrat janë futur në rezinë, më pas ato janë poleruar duke përdorur letër karbit silici nga 320 deri në 4000 dhe pastë diamanti 6 μ m, 3 μ m, 1 μ m. Për investigimin e mikrostrukturës të sipërfaqjes së poleruar në objektet majë heshte (e) dhe (f) është përdorur atakues nital 2% dhe picral 2% të përziera së bashku

në raport 1:1. Mikrostrukturat janë ekzaminuar me ndihmën e mikroskopit optik me dritë të reflektuar dhe polarizuar tipi Kozo XJP300. Për marrjen e mikrografive dhe për të gjitha vëzhgimet mikroskopike janë përdorur kamera TCC-8.1 dhe softi TS View Version 1.0.0.1. Matjet e mikrofortësisë Vickers tek majë heshte (e) dhe (f) janë realizuar me ndihmën e matësit të mikrofortësisë në mikroskopin optik Metalloplan. Ngarkesa e aplikuar ishte $490.5 \times 10^{-3} \text{N}$. Analiza fazore sasiore e fazave ferrite dhe perlite është bërë me softin analySIS auto Olympus dhe më pas është llogaritur përqindja e karbonit.

Rezultate dhe diskutime

Analizat e kryera me μ - FRX për objektet treguan që përmbajtja e hekurit tek këto objekte është e lartë duke varjuar nga 98.8% - 99.4%. Të pranishëm tek disa nga këto objekte janë dhe elementë të tjerë kimikë si Co, Mn dhe Cu (të paraqitura në tabelën 2). Karboni që është element kryesor tek çeliquet nuk mund të analizohet. Tek 5 majat e heshtave (a-e) vihet re prania e Mn dhe Cu të cilët përveç karbonit janë elementë përlidhje tek çeliquet. Tek majë heshte (f) nuk është dedektuar as Mn dhe as Cu. Vetëm tek objekti majë heshte (c) vihet re prania e arsenikut nga $0.38\% \pm 0.03$ në tun deri në $0.65\% \pm 0.05$ në majë.

Tabela 2: Analizat sasiore për çdo objekt në majë e në bisht dhe devijimet standarde. (% \pm S.D.)

Nr.	Emri i Objektit Majë heshte dhe pozicioni i analizimit	Co (%)	Fe (%)	Mn (%)	Cu (%)
1	(a)-në majë	0.42 \pm 0.26	99.02 \pm 4.46	0.14 \pm 0.01	0.42 \pm 0.03
2	(a)-në bisht	0.49 \pm 0.25	98.92 \pm 4.22	0.25 \pm 0.02	0.34 \pm 0.03
3	(b)-në majë	0.40 \pm 0.27	99.28 \pm 4.93	0.25 \pm 0.02	0.07 \pm 0.01
4	(b)-në bisht	0.40 \pm 0.25	99.35 \pm 4.60	0.19 \pm 0.02	0.06 \pm 0.01
5	(c)-në majë	0.4 \pm 0.26	99.26 \pm 4.80	0.32 \pm 0.03	0.02 \pm 0.01
6	(c)-në bisht	0.42 \pm 0.24	99.22 \pm 4.36	0.32 \pm 0.02	0.04 \pm 0.01
7	(d)-në majë	0.35 \pm 0.25	99.4 \pm 4.87	0.25 \pm 0.02	0.02 \pm 0.01
8	(d)-në bisht	0.37 \pm 0.25	99.35 \pm 4.64	0.28 \pm 0.02	0.06 \pm 0.01
9	(e)-në majë	0.49 \pm 0.27	98.83 \pm 4.46	0.3 \pm 0.02	-
10	(e)-në bisht	0.36 \pm 0.23	98.95 \pm 4.21	0.47 \pm 0.03	-
11	(f)-në majë	-	98.89 \pm 4.76	-	-
12	(f)-në bisht	-	98.83 \pm 4.46	-	-

Në figurën 3 janë paraqitur mikrografitë e majë heshte (e). Ne figurën 3.a me dritë të reflektuar vihet re prania e produkteve të korrozionit të hekurit, e poreve të shumta si dhe e inkluzioneve të ndryshme të shpërndara në sipërfaqen metalike. Produktet e korrozionit janë vëzhguar me ndihmën e mikroskopit optik me dritë të polarizuar me nikole të kryqëzuar dhe janë krahasuar me imazhet e literaturës tek (Pracejus, 2008) Si rezultat këto produkte mund të jenë gëtit, hematit dhe magnetit (figura 3.b). Produktet e korrozionit kanë depërtuar në brendësi të objektit, fakt ky që shpjegohet me veprimin për një kohë shumë të gjatë të lagështisë dhe të faktorëve të tjerë mjedisorë. Në mikrografinë 3.c paraqitet mikrostruktura pas 10 sekondash atakim. Mikrostruktura tregon se nuk kemi të bëjmë me objekt hekuri siç thonë arkeologët por çeliku. Në mikrostrukturën e këtij çeliku vihet re pamja e një strukture Widmanstate. Faktorët kryesorë që ndikojnë në formimin e strukturës Widmanstate tek çeliquet janë përbërja kimike e çelikut, shpejtësia e ftohjes dhe madhësia e kokrrizave austenite. Widmanstate është një lloj strukture që formohet kur një fazë e re solide prodhohet nga një fazë solide mëmë në formë pllake ose rrjete përgjatë planeve kristalografike përkatëse të kokrrizave

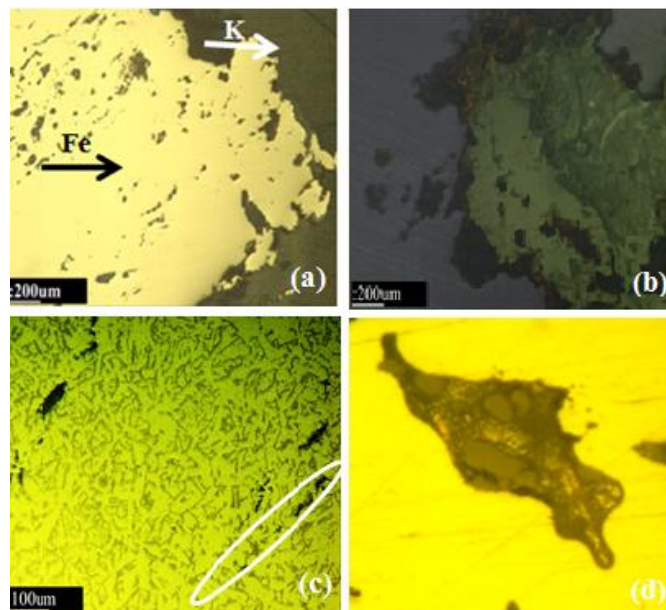


Figura 3: Mikrografi optike e objektit majë heshte (e). 3.a mikrografia me dritë të reflektuar; Fe-hekur, K-shtresa korrozioni, 3.b me dritë të polarizuar me nikole të kryqëzuar , 4.c mikrostruktura, faza ferrite (e ndritëshme) dhe perlite (e zezë), 4.d

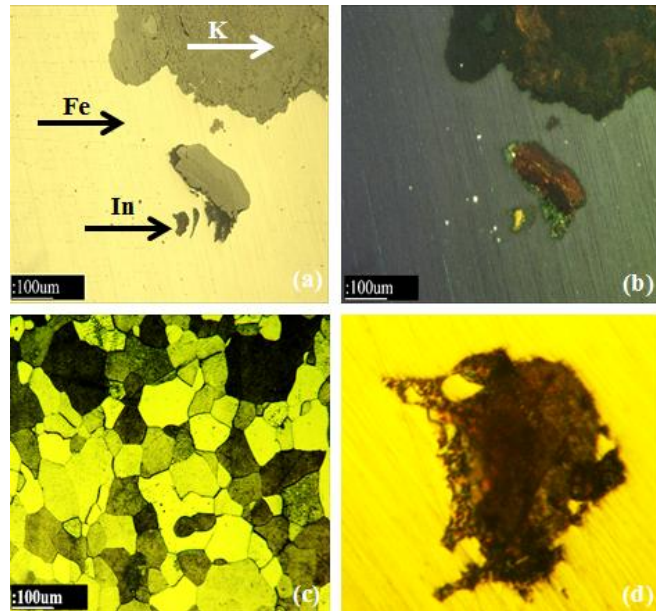
inkluzion i vëzhguar me llamp me intesitet të lartë me dritë të reflektuar në mikroskopin optik Metalloplan me zmadhim 800 herë.

fillestare. Kur kokrrizat e trasha austenitike ftohen shpejt duke u transformuar në perlite dhe ferrite, disa nga kokrrizat ferrite formojnë strukturë Widmanstate. Kjo strukturë ndodh edhe tek çeliquet antike të farkëtuara me përmbajtje të ulët karboni kur ftohen shpejt nga temperatura shumë të larta deri në një vlerë kritike të ftohjes, si rezultat i trajtimeve termike që përdoren gjatë prodhimit të objekteve. (Scott, 1991) Në mikrostrukturën e paraqitur në figurën 3.c vihet re se inkluzionet apo poret janë të orientuara sipas një drejtimi të caktuar, sipas boshtit të madh të elipsit të skicuar. Vihet re se edhe inkluzionet e tjera janë të gjitha pothuajse paralel me këtë drejtim. Prania e inkluzioneve (skorje dhe/ose minerale) është vëzhguar me llampë me intesitet të lartë në mikroskopin optik Metalloplan (figura 3.d). Këto inkluzione skorjesh apo minerale nuk rikristalizohen kur çeliku nxehet nga farkëtari, ato zgjaten sipas një drejtimi të caktuar si rezultat i përpunimit të fortë në të nxehtë për ti dhënë formë objektit. Scott, D.A. (2013) Për të njohur përmbajtjen e karbonit u bë analiza sasiore relative e fazave ferrite (kokrrizat e ndritëshme) dhe perlite (kokrrizat e zeza) me ndihmën e softit *analySIS* auto. Janë ekzaminuar 5 fusha me zmadhim 100x të zgjedhura në mënyrë të rastësishme. Në mikrografitë e analizuara janë përjashtuar zonat ku duket qartë prania e poreve apo inkluzioneve të ndryshme. Fraksioni vëllimor i perlitit në mikrogarfi të ndryshme është në intervalin 14.5-22.2%, ndërsa fraksioni vëllimor i ferritit është 77.8-85.5%. Llogaritjet treguan se ky është çelik me karbon të ulët në intervalin 0.1-0.2 %.

Në figurën 4 janë paraqitur katër mikrografi të objektit majë heshte (f). Në mikrografinë e 4.a është praqitur sipërfaqja e kampionit të pa atakuar me dritë të reflektuar ku vihen re pjesa metalike, shtresat e korrozionit, produktet e korrozionit dhe inkluzione/kokrriza minerale. Nga vëzhgimi me dritë të reflektuar i të gjithë sipërfaqes metalike shihen pak pore apo inkluzione të shpërndara në të. Në mikrografinë 4.b gjatë vëzhgimit me mikroskop optik me dritë të polarizuar me nikole të kryqëzuara, vrojtohen prani inkluzionesh minerale që janë të ndritëshme.

Sipërfaqja metalike e vëzhguar me dritë të reflektuar është e ndritshme, kur vëzhgohet me dritë të polarizuar me nikole të kryqëzuara errësohet sepse hekuri është izotropik. Inkluzionet e skorjeve apo të mineraleve të cilat janë anizotropike nën vëzhgimin me polarizatorë të kryqëzuar nuk errësohen por duken të ndritëshme. Shihet nga mikrografia prania e produkteve të korrozionit. Figura 3.c paraqet mikrostrukturën e këtij objekti pas 30 sekondash atakim. Shihet prania e një strukture ferrite-perlite ekuiaksiale, pra edhe ky objekt është prej çeliku. Nga vëzhgimi i të gjitha mikrografive që mbulojnë të gjithë sipërfaqjen metalike nuk vihet re orientim poresh apo inkluzionesh të ndryshme. Në figurën 4.d është paraqitur inkluzion minerali i vëzhguar me llampë me

intesitet të lartë në mikroskopin optik Metalloplan, me zmadhim 800 herë i cili është i ndritshëm polarizatorë kryqëzuar.



me
të

Figura 4: Mikrografi optike e objektit majë heshte (f). 4.a paraqet mikrografi me dritë të reflektuar; Fe-hekur, K-shtresa korrozioni, In-inkluzione, 4.b e njëjta mikrografi si 4.a por e vëzhguar me dritë të polarizuar me nikole të kryqëzuara, 4.c mikrografia e sipërfaqjes së atakuar pas 30 sekondash e cila tregon një strukturë ferrite-perlite ekuiaksiale, 4.d inkluzion minerali (i paraqitur në figurën 4.a me shigjetë dhe grimca e ndritëshme në figurën 4.b) i vëzhguar me llampë me intesitet të lartë në mikroskopin optik Metalloplan, me zmadhim 800 herë.

Analiza sasiore relative e fazave ferrite dhe perlite për majë heshte (f) treguan se fraksioni vëllimor i perlitit në mikrografi të ndryshme është në intervalin 19.2–42.5%, ndërsa fraksioni vëllimor i ferritit është 57.5–80.8%. Llogaritjet treguan se ky është çelik me karbon të ulët në intervalin 0.16-0.35 %.

Vlerat e marra nga matjet e mikrofortësisë Vickers për objektet majë heshte (e) dhe (f) janë paraqitur në tabelën e mëposhtme (tabela 3).

Tabela 3: Mikrofortësitë Vickers për objektet majë heshte (e) dhe (f)

Objekti	Matja 1	Matja 2	Matja 3	Matja 4
majë heshte (e)	183±5.5 HV	183±5.5 HV	193±4.5 HV	195±6.5 HV
majë heshte (f)	115±4.5 HV	118±1.5 HV	120±0.5 HV	125±5.5 HV

Të gjitha gjurmët janë realizuar në zonën metalike. Ky ndryshim i mikrofortësive mund të ketë lidhje me përbërjen elementare dhe proçsin e përpunimit të këtyre objekteve.

Orientimi i poreve ose inkluzioneve sipas një drejtimi të caktuar është tregues që kjo majë heshte (e) është e rrahur. Meqenëse është e pranishme struktura Widmanstate tregon se kjo majë heshte (e) është rrahur në të nxehtë dhe është ftohur shpejt e cila ka shkaktuar dhe rritjen e mikrofortësisë. Kampioni majë heshte (f) i cili nuk përmban elementë të tjerë përlidhës përveç karbonit, mund të jetë prodhuar në fund të antikitetit të vonë ose në fillim të mesjetës ku metalurgjia e përpunimit të hekurit në atë periudhë u zhvillua shumë si pasojë e pushtimit romak. Mungesa e orientimit të poreve ose të inkluzioneve, struktura ekuiaksiale si dhe fortësia më e ulët na bënë të mendojmë që kjo majë heshte supozohet të mos jetë rrahur por mund të jetë prodhuar me derdhje pastaj pjekjur dhe në fund është lënë të ftohet ngadalë.

Përfundime

Majat e heshtave janë objekte çeliku me përmbajtje të ulët karboni, kokretisht majë heshte (e) 0.1-0.2% dhe majë heshte (f) 0.16-0.35%. Majë heshte (e) bazuar në përbërjen elementore përmban elementë përlidhës si Cu e Mn, mikrostrukturë të tipit Widmanstate, orientimin e inkluzioneve apo poreve sipas një drejtimi, si dhe vlera më të larta të mikrofortësisë, atëherë themi se ky objekt mund të jetë prodhuar me rrahje në të nxehtë dhe ftohje të shpejtë. Majë heshte (f) përveç karbonit nuk ka elementë të tjerë përlidhës. Prania e strukturës ferrite - perlite ekuiaksiale, mos pasja e poreve apo e inkluzioneve të orientuara si dhe mikrofortësi të ulët në krahasim me objektin e majë heshte (e), ky objekt mund të jetë prodhuar me derdhje pastaj pjekje dhe në fund me ftohje të ngadalë.

Literatura

Prendi F. (1982): The prehistory of Albania, Cambridge Ancient History, vol. III, part. I, Chapter V, The prehistory of Balkans, The Middle East and Aegean World tenth to eighth centuries B.C., 187-237

Ceka N. (2000): Ilirët, Shtëpia botuese e librit universitar, 36-37

Prendi F. (1985): Unitet dhe veçori në kulturën Ilire të epokës së hekurit në territorin e Shqipërisë, Iliria 1, 63-92

Ceka N, Korkuti M. (1993): Arkeologjia: Greqia-Roma-Iliria, Tiranë, 62

Prendi F. (1958): Materiale të kulturës ilire të zbulueme në Shqipërinë e veriut, BUSHT II, 109-136

Prendi F. (2008): Studime Arkeologjike, Prishtinë, 2008

ASM Metals Handbook Volume 9 (2004): Metallography and Microstructures. ASM International, The Materials Information Company.

Wayman M. L. (2000): Archaeometallurgical contributions to a better understanding of the past. *Material Characterization* 45, 259-267

Ashkenazi D., Golan O., Tal O. (2013): An archaeometallurgical study of 13th-century arrowheads and bolts from the crusader castle of Arsuf/Arsur, *Archaeometry* 55, 2, 235-257

Eliyahu M, Barkai O, Goren Y, Eliaz N, Kahanov Y, Ashkenazi D. (2011): The iron anchors from the Tantura F shipwreck: typological and metallurgical analyses, *Journal of Archaeological Science* 38, 233-245

Scott, D.A. (1991): Metallography and microstructure of ancient and historic metals. The J. Paul Getty Trust, 16

Jegdić B, Polić-radovanović S, Ristić S, Alil A. (2012): Corrosion stability of corrosion products on an archaeological iron artifact, *International Journal of Conservation Science*, Volume 3, Issue 4, 241-248

MIT. (2003): The Metallographic Examination of Archeological Artifacts, Laboratory Manual. Summer Institute in Materials Science and Material Culture. **Massachusetts** [Institute of Technology](http://www.mit.edu) USA. 4-6

Einarsdóttir Sif.S. (2012): Mass-conservation of Archaeological Iron Artefacts, A Case Study at the National Museum of Iceland

Scott B.G. (1989): Methods of conserving early iron objects in R.Pleiner (ed.) *Archaeometallurgy of Iron: International Symposium of the Comité pour la Siderurgie Ancienne de l'UISPP*

Pracejus B., (2008): The Ore Minerals Under the Microscope, An Optical Guide, *Atlases in Geoscience* 3, ELSEVIER

Scott, D.A. (2013): Ancient metals: Microstructure and Metallurgy, Vol IV, Iron And Steel