

BERNADETA KUFEL-DIAKOWSKA, JAROSŁAW BRONOWICKI

PROBLEM UŻYTKOWANIA ENEOLITYCZNYCH GROTÓW TRZONECZKOWATYCH W ŚWIETLE MATERIAŁÓW Z TERENÓW GÓRNEGO I DOLNEGO ŚLĄSKA

Abstract: The collection of Eneolithic tanged points from Upper and Lower Silesia had been investigated with the use of traceological method of the analysis. Microscopic observations revealed various use-wear traces, which had been produced during shooting projectiles with flint points, as well as while playing other functions, e.g. perforating hide. Archaeological experiments helped us to understand how traces were produced, including controversial use modifications, such as surface abrasion on barbs and longitudinal traces on lateral edges. Experiments also proved a high points' resistance to fractures.

Keywords: Eneolithic, tanged point, use-wear, experiment

WSTĘP

Groty trzoneczkowate są specjalną kategorią późnoneolitycznych zabytków kamiennych. Pochodzenie tych zabytków budzi różnorakie kontrowersje, wynikające głównie z niejasnych relacji stratygraficznych towarzyszących odkryciom lub zgoła braku takich relacji (znaleziska luźne). Dlatego próbowano łączyć ich występowanie z różnymi kulturami neolitycznymi lub z wczesnego okresu epoki brązu, a nawet z paleolitu.

Funkcja grotów trzoneczkowatych nie była dotąd z kolei kwestią dyskusyjną, choć istnieją przesłanki traseologiczne, świadczące o różnej roli tego rodzaju ostrzy (Nowak, Osipowicz 2012). Forma grotów, ukształtowanie wierzchołka i trzonka jednoznacznie kwalifikowały okazy do grupy ostrzy broni miotanej. Wstępne obserwacje poczynione dla kilku grotów znajdujących się w zbiorach Muzeum Górnośląskiego w Bytomiu zmusiły nas jednak do głębszego zastanowienia się nad sposobem ich użytkowania. Stąd wziął się pomysł zebrania większej liczby grotów trzoneczkowatych o różnych formach, uzyskanych za pomocą różnego załuskania półsurowiaków i znalezienia podobieństw oraz różnic w modelach zniszczeń użytkowych.

Grupa zabytków, jaką udało się zgromadzić, nie jest liczna, jednak mocno zróżnicowana. Aby sprawdzić faktyczne zastosowanie grotów, posłużyliśmy się metodą

B. Kufel-Diakowska, bernadeta.kufel-diakowska@uwr.edu.pl, J. Bronowicki, bronowicki.lithos@gmail.com, Instytut Archeologii, Uniwersytet Wrocławski, Szewska 48, 50-139 Wrocław.

mikroskopowej obserwacji śladów użytkowania, wspartą badaniami eksperymentalnymi z użyciem replik ostrzy krzemiennych.

MATERIAŁY I KONTEKST

Badaniom poddano szesnaście grotów znalezionych na obszarze Górnego i Dolnego Śląska (tabela 1, ryc. 1). Zabytki odznaczają się kilkoma zasadniczymi cechami – wykonane są przeważnie z wiórów, mają symetrycznie ukształtowany liść oraz wyraźnie wyodrębniony, również symetryczny trzonek. Retusz liścia jest bifacjalny, całkowicie pokrywający powierzchnię okazu, częściowo bifacjalny lub przykrawędny. Są też okazy pozbawione retuszu liścia. Trzonek wyodrębniony jest z reguły retuszem bifacjalnym, rzadziej przykrawędnym, może mieć zakończenie proste, zaokrąglone, nieznacznie rozszerzone lub silnie rozszerzone, w formie zbliżonej do tzw. rybiego ogona. Ostrza te są silnie zróżnicowane pod względem metrycznym. Najmniejszy okaz mierzy 2,4 cm długości, 1,3 cm szerokości i 0,3 cm grubości, a największy 6,5 cm długości, 3,5 cm szerokości i 0,7 cm grubości. Wszystkie analizowane okazy, poza dwoma, zostały wykonane z krzemienia narzutowego. Jeden grot wykonano z krzemienia jurajskiego, inny – największy okaz – z kwarcytu.

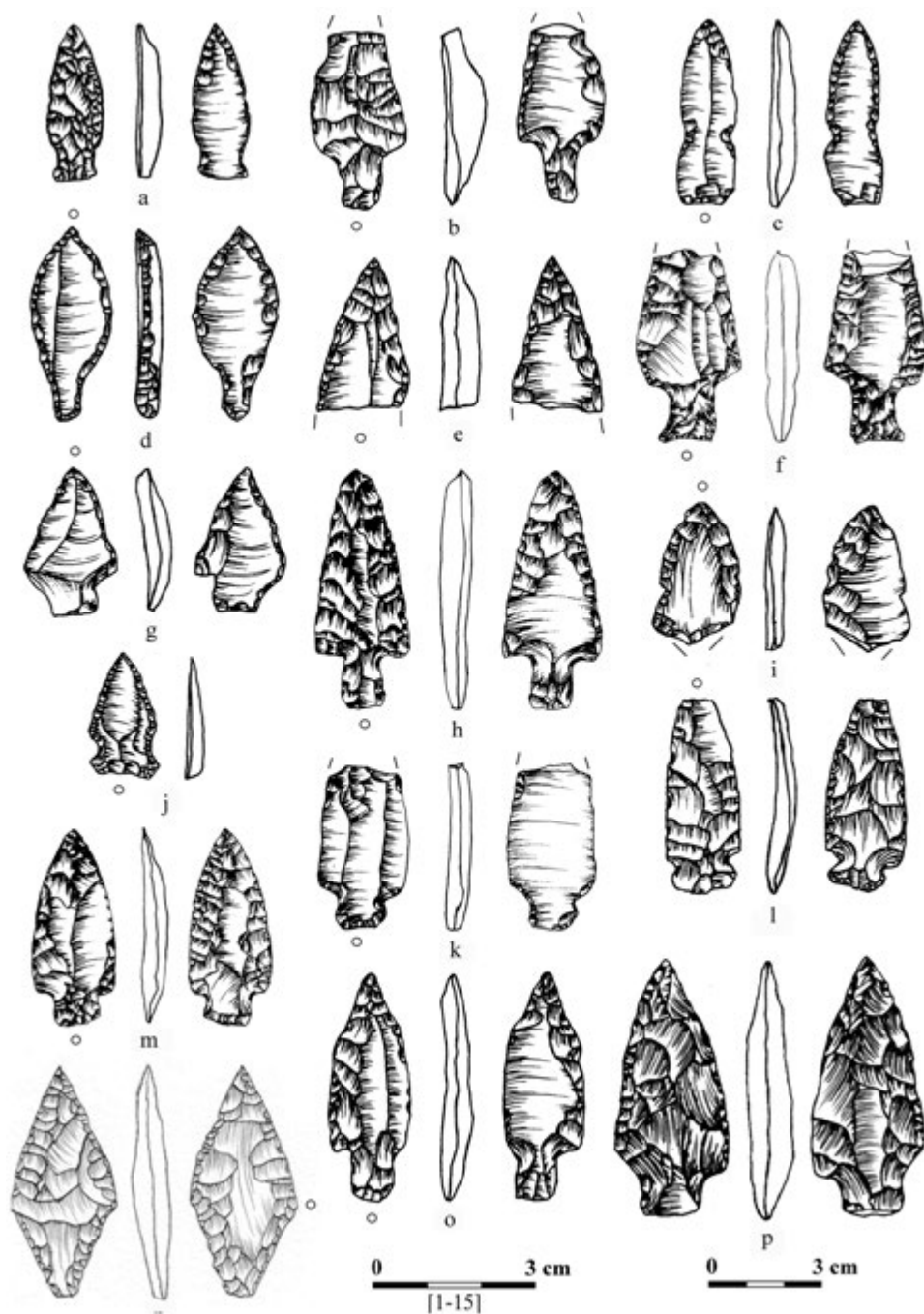
W przypadku jedenastu okazów kontekst znalezisk jest obecnie niemożliwy do ustalenia. Są to znaleziska przedwojenne. Cztery zabytki odkryto w różnych obiektach o chronologii ustalonej na kulturę pucharów lejkowatych – w obrębie chaty, w wypełnisku jamy gospodarczej lub grobowej. Jeden okaz pochodzi z grobu najprawdopodobniej kultury Chłopice-Veselè (informacja ustna M. Furmanka).

ANALIZA TRASEOLOGICZNA

Celem badań była identyfikacja mikrośladów użytkowania i na ich podstawie określenie rzeczywistej funkcji, a także stopnia zużycia ostrzy. Analizę wykonano w Pracowni Archeometrii i Konserwacji Zabytków Archeologicznych Instytutu Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego. Do obserwacji wykruszeń wierzchołków i boków grotów wykorzystano mikroskop stereoskopowy Olympus SZX9 (do 114×), a do analizy wyświeceń i śladów liniowych na krawędziach bocznych i zadziórach użyto mikroskopu metalograficznego Nikon ECLIPSE LV100 (50–500×).

Gros zabytków to znaleziska przedwojenne, jednak, mimo dawnej metryki znalezisk, ich stan zachowania pozwolił w większości przypadków na ocenę mikrośladów. Jedynie dwa groty są zniszczone w dość znacznym stopniu, ich krawędzie są starte lub zaokrąglone w wyniku działania czynników podepozycyjnych. Większość okazów to zabytki kompletne, tylko w trzech przypadkach wierzchołki zostały ułamane, a dwa groty są pozbawione trzonka.

Mikroślady zaobserwowane na zabytkowych grotach okazały się dość zróżnicowane (tabela 2). Niezbędne stało się więc odwołanie do modeli porównawczych, wykraczających poza schematy śladów, jakie powstają się na krzemiennych elementach



Ryc. 1. Grociki typu Stramberk (rys. J. Bronowicki)

Tabela 1. Groty trzecznekowate uwzględnione w badaniach

Lp.	Stanowisko	Numer inwentarza i własność	Kontekst	Wymiary	Surowiec	Rycina
1	Bielawa 12, pow. dzierzoniowski	(Bi/12/13) Instytut Archeologii UWŕ	obiekt 3 (KPL)	2,9×1,1×0,5 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:a
2	Bliszczycze 4, pow. gubczycki	MŚO-A-N-483/13 Muzeum Śląska Opolskiego w Opolu	znalezisko luźne	3,3×1,8×0,7 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:b
3	Bliszczycze 4, pow. gubczycki	MŚO-A-N-483/13, Muzeum Śląska Opolskiego w Opolu	znalezisko luźne	3,5×1,1×0,5 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:c
4	Bliszczycze 4, pow. gubczycki	MŚO-A-N-483/14 Muzeum Śląska Opolskiego w Opolu	znalezisko luźne	3,6×1,5×0,4 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:d
5	Bliszczycze 4, pow. gubczycki	MŚO-A-N-483/13» Muzeum Śląska Opolskiego w Opolu	znalezisko luźne	2,8×1,7×0,7 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:e
6	Bliszczycze, pow. gubczycki	B.341/2594:58 Muzeum Górnośląskie w Bytomiu	znalezisko luźne	3,6×1,9×0,6 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:f
7	Bogdanowice 6, pow. gubczycki	MŚO-A-N-008/17 Muzeum Śląska Opolskiego w Opolu	znalezisko luźne	2,8×1,7× 0,5cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:g
8	Dolędzin, pow. raciborski	MGB.827/4080:58 Muzeum Górnośląskie w Bytomiu	znalezisko luźne	4,4×1,8×0,7 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:h
9	Grodziszczce 7, pow. świdnicki	Gr/7/91 Instytut Archeologii UWŕ	obiekt 1 (chata KPL)	2,7×1,5×0,3 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:i
10	Muszkowice 18, pow. ząbkowicki	M18/2/IX/7-8 Instytut Archeologii UWŕ	pod kurhanem KPL	2,4×1,3×0,3 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:j
11	Pietrowice Wielkie 3, pow. raciborski	MGB/A/30:2008 Muzeum Górnośląskie w Bytomiu	znalezisko luźne	3,1×1,7×0,4 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:k
12	Racibórz, ul. Cegielińska	MR-A-916/7 Muzeum w Raciborzu	grób szkieletowy kultury Chłopice-Vesela	3,6×1,4×0,4 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:l
13	Racibórz-Studzienne, st. 2	B.829/4082:58 Muzeum Górnośląskie w Bytomiu	grób szkieletowy (KPL)	3,7×1,6×0,4 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:m
14	stanowisko nieznane	MJG-A-114 Muzeum Karkonoskie w Jeleniej Górze	nieznany	6,5×3,5×0,7 cm	kwarcyt	l:p
15	Śięża, stan. 26, pow. wrocławski	bez numeru IAiE PAN	obiekt 12, obok skupiska cera- miki KPL	4,4×2×0,7 cm	krzemień jurajski pod- krakowski odmiany G	l:n
16	Zubrzyce 9, pow. gubczycki	MŚO-A-N-872/4 Muzeum Śląska Opolskiego w Opolu	znalezisko luźne	4,3×1,5×0,5 cm	krzemień narzutowy bałtycki	l:o

Tabela 2. Mikroślady na grotach trzoneczkowatych

Lp.	Stanowisko	Numer inwentarza	Wykruszenia wierzchołka lub trzonka/podstawy	MLIT	Mikroślady na bocznych krawędziach	Inne ślady na wierzchołku	Ślady na zadziórach	Ślady oprawy na powierzchni	Brak śladów
1.	Bielawa 12, pow. dzierzoniowski	(Bi/12/3)	+				+	+	
2.	Bliszczycze 4, pow. głubczycki	MŚO-A-N-483/13							+
3.	Bliszczycze 4, pow. głubczycki	MŚO-A-N-483/13»			+				
4.	Bliszczycze 4, pow. głubczycki	MŚO-A-N-483/14			+		+		
5.	Bliszczycze 4, pow. głubczycki	MŚO-A-N-483/13»				+			
6.	Bliszczycze, pow. głubczycki	B.341/2594:58	+	+			+		
7.	Bogdanowice 6, pow. głubczycki	MŚO-A-N-008/17							+
8.	Dolędżin, pow. raciborski	MGB.827/4080:58			+		+		
9.	Grodziszczce 7, pow. świdnicki	Gr/7/91	+	+	+		+	+	
10.	Muszkowice 18, pow. ząbkowicki	M18/2/IX/7-8				+			
11.	Pietrowice Wielkie 3, pow. raciborski	MGB/A/30:2008	+		+				
12.	Racibórz, ul. Cegielniana	MR-A-916/7					+		
13.	Racibórz-Studzienna 2	B.829/4082:58	+				+		
14.	stanowisko nieznane	MJG-A-114					+		
15.	Ślęża 26, pow. wrocławski	bez numeru	+				+	+	
16.	Zubrzyce 9, pow. głubczycki	MŚO-A-N-872/4				+	+		

bronii miotanej. Dlatego zaistniała potrzeba wytworzenia nowych materiałów referencyjnych. Stały się nimi rezultaty badań eksperymentalnych, zaprojektowanych i przeprowadzonych celowo na potrzeby tego projektu. W kwestii nazewnictwa poszczególnych śladów posłużono się terminologią zniszczeń użytkowych na grotach, opracowaną na drodze dotychczasowych badań traseologicznych i eksperymentalnych innych autorów (np. Fischer *et al.* 1984; Dockall 1997; Yaroshevich 2012; i inni).

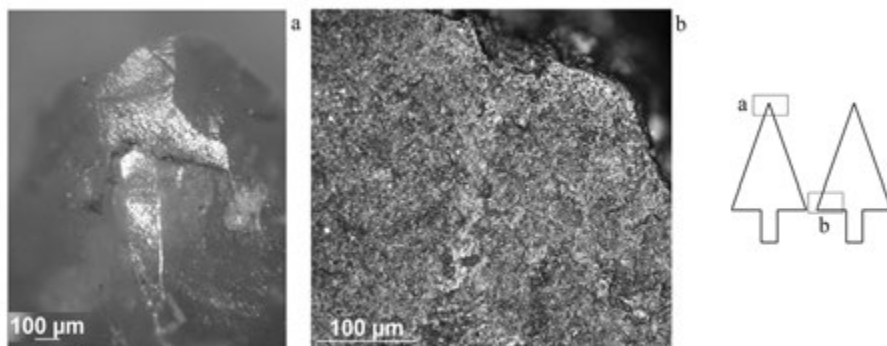
W toku obserwacji mikroskopowych wyróżniono następujące grupy mikrośladów:

- wykruszenia wierzchołka lub trzonka,
- pasma wyświeceń (MLIT),
- inne ślady na wierzchołkach,

- mikroślady o układzie równoległym na dłuższych bokach (zaokrąglenia, wyświecenia i rysy),
- mikroślady w rejonie zadziorów,
- ślady oprawy na powierzchni.

Zniszczenia z pierwszej grupy śladów – wykruszenia wierzchołka lub trzonka – zanotowano tylko na pięciu grotach (ryc. 2a; 3a; 4a). W trzech przypadkach od wierzchołka oddzieliły się negatywy wyłamujące z zakończeniem schodkowym (*step terminating bending fracture*), w dwóch innych negatywy wyłamujące zakończone zawiasem (*hinge terminating bending fracture*), do tego na przeciwnych stronach rozległe negatywy typu *spin-off*. Wykruszenia powstały najprawdopodobniej w wyniku uderzenia grotów w cel, tym bardziej zaskakująca jest ich niewielka frekwencja. Trzonek jednego z grotów także został zniszczony, poprzez obustronne oddzielenie zwielokrotnionych negatywów w typie zawiasu (ryc. 2a). Mogło się to stać podczas uderzenia lub usuwania zniszczonego grotu z brzechwy (por. eksperyment). Uszkodzenie wierzchołka szóstego okazu jest mniej typowe, negatyw typu *cone fracture* jest zakończony zawiasem (ryc. 5a). Wyświecone pasma (*MLIT*), towarzyszące często wykruszeniom wierzchołka, jako drugą charakterystyczną cechę wystrzelonych grotów, zaobserwowano tylko na dwóch grotach o użytkowo zniszczonych wierzchołkach (ryc. 6). Wszystkie pięć zabytków łączy współwystępowanie mikrośladów w rejonie zadziorów (ryc. 2b; 3c–d; 4b–d; 5b–c; 7c). Niektóre mają też na powierzchni ślady po oprawie (ryc. 3e).

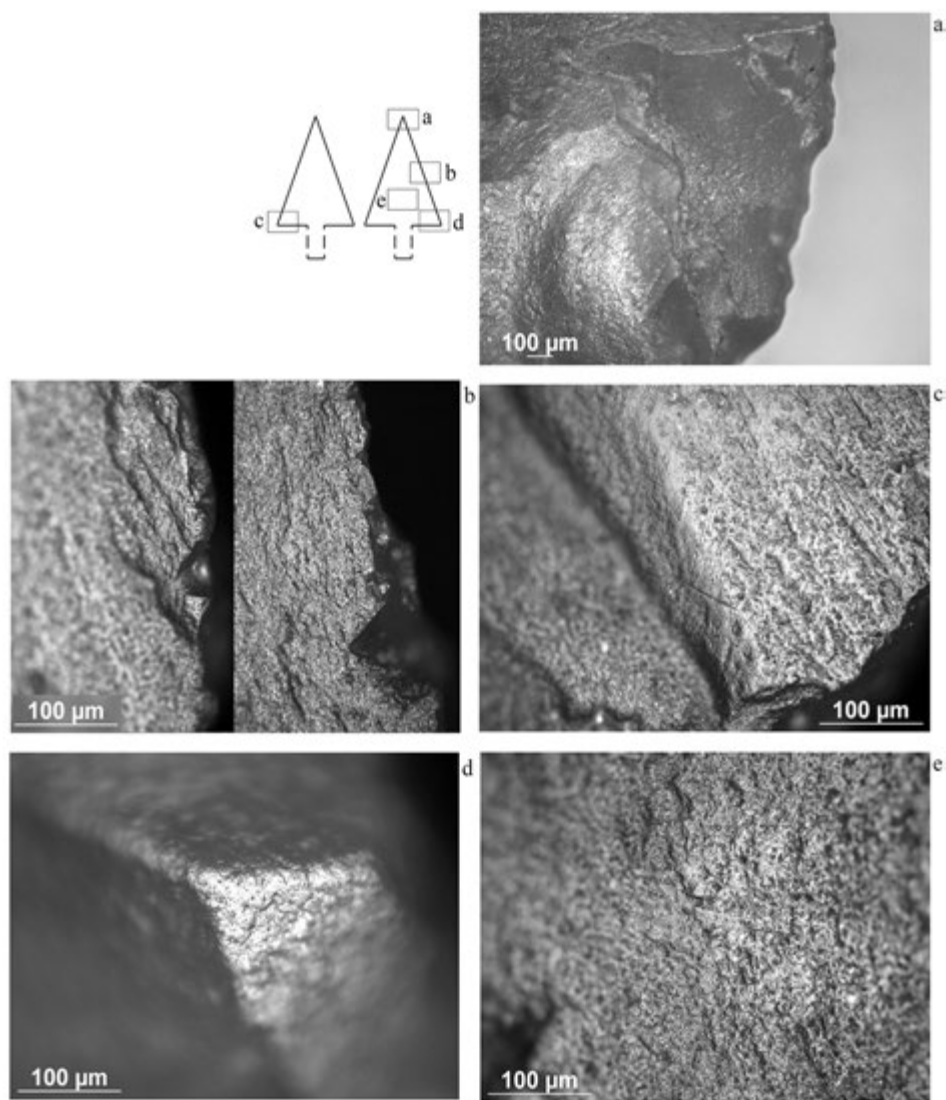
Ślady reprezentujące inny model zniszczeń wierzchołka wykryto na czubkach trzech dalszych okazów. Krawędzie wierzchołka jednego z grotów, wraz z graniami retuszu, są silnie zaokrąglone i wyświecone. „Tłustawe” wyświecenie sugeruje kontakt ze skórą. W jego obrębie widoczne są nieliczne, drobne, prostopadłe do osi artefaktu rysy, wskazujące na ruch obrotowy (ryc. 8b–c). Jednocześnie oba boki grocika, jak również zadziory, są pozbawione jakichkolwiek zniszczeń użytkowych.



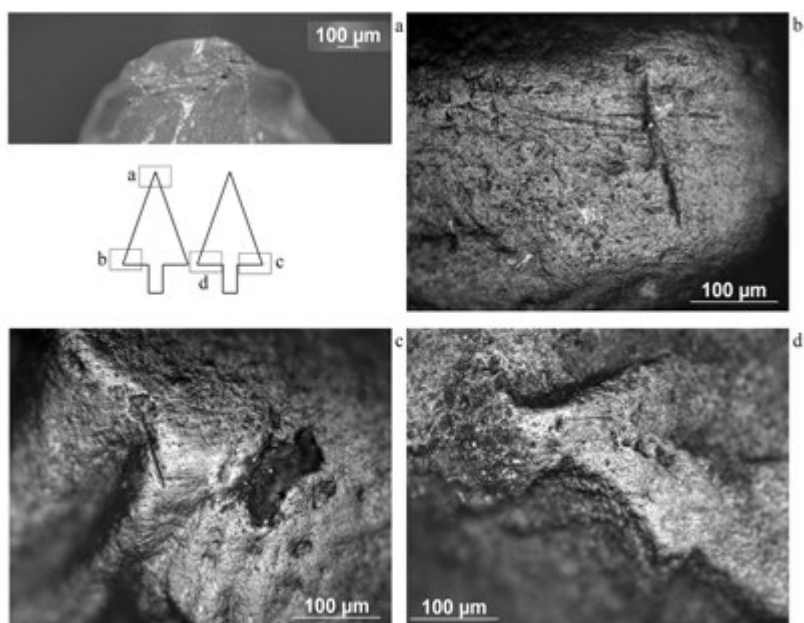
Ryc. 2. Mikroślady na zabytku z Bielawy, pow. dzierzoniowski (fot. B. Kufel-Diakowska)

Tylko na narożniku trzonka widoczne jest silne zaokrąglenie krawędzi i wygładzenie powierzchni (ryc. 8a).

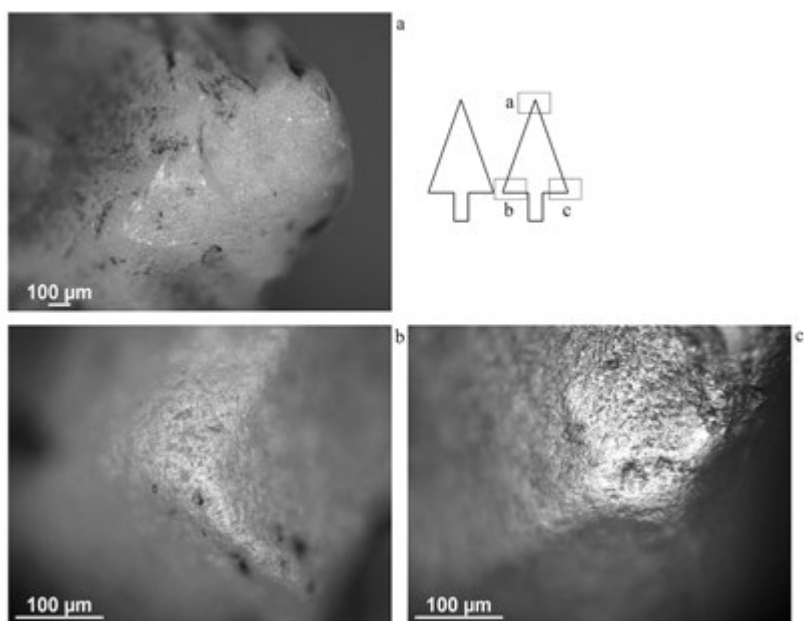
Dwa inne groty mają zwrotnie usytuowane wykruszenia samego czubka wierzchołka, wskazujące na ruch obrotowy. Na krawędziach i graniach widoczne są także inne ślady: jasne, wyświecenia, które mogą sugerować kontakt z materiałem kostnym oraz towarzyszące im lokalnie matowe starcie krawędzi, które może wskazywać na oprawę



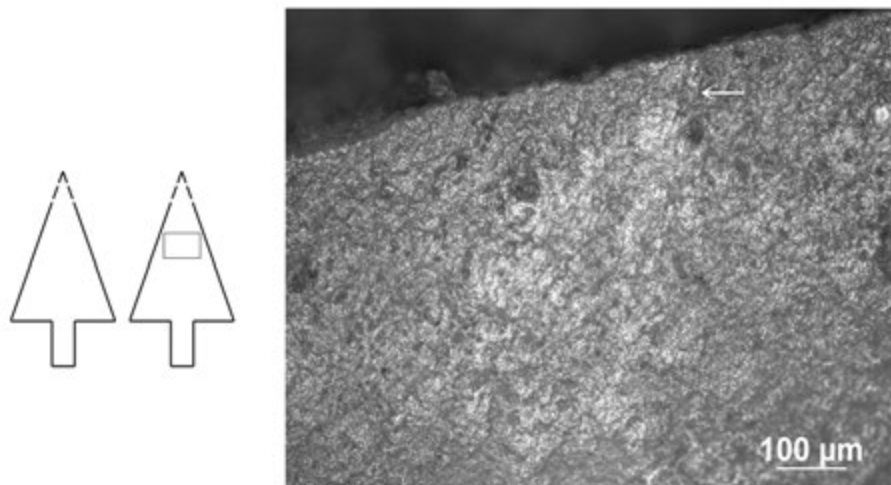
Ryc. 3. Mikroślady na zabytku z Grodziszcz, pow. świdnicki (fot. B. Kufel-Diakowska)



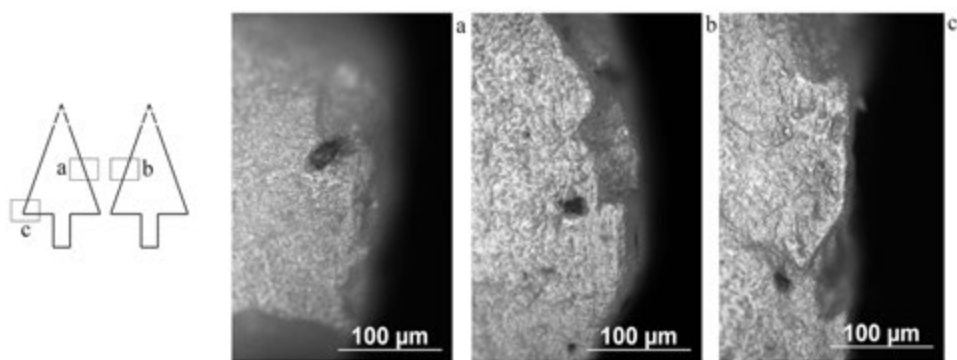
Ryc. 4. Mikroślady na zabytku ze Ślęzy, pow. wrocławski (fot. B. Kufel-Diakowska)



Ryc. 5. Mikroślady na zabytku z Raciborza-Studziennej (fot. B. Kufel-Diakowska)



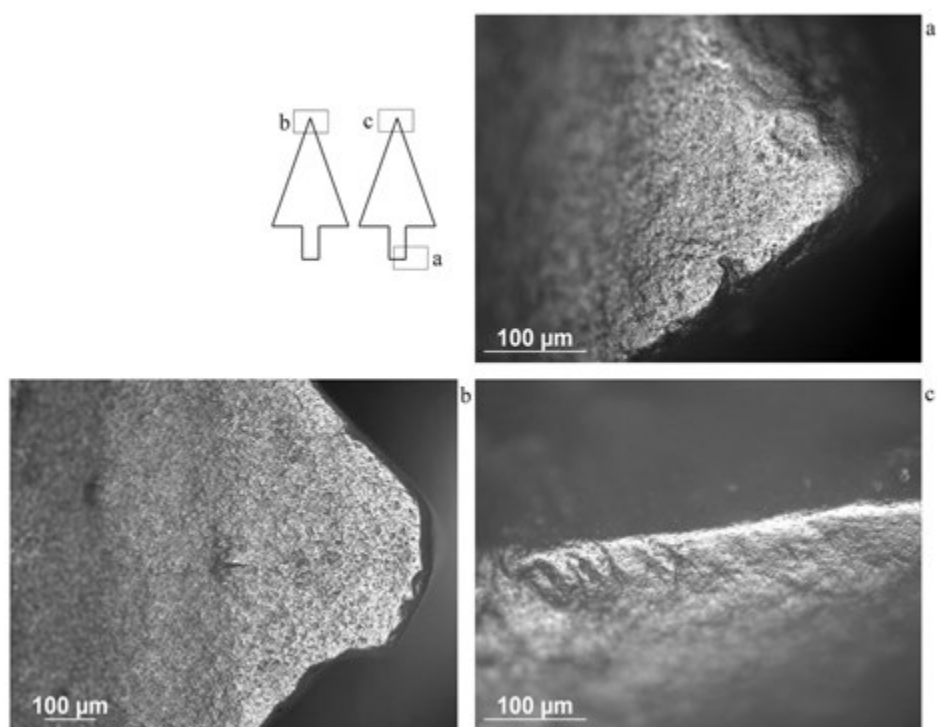
Ryc. 6. Mikroślady na zabytku z Bliszczyc (B.341/2594:58), pow. głubczycki (fot. B. Kufel-Diakowska)



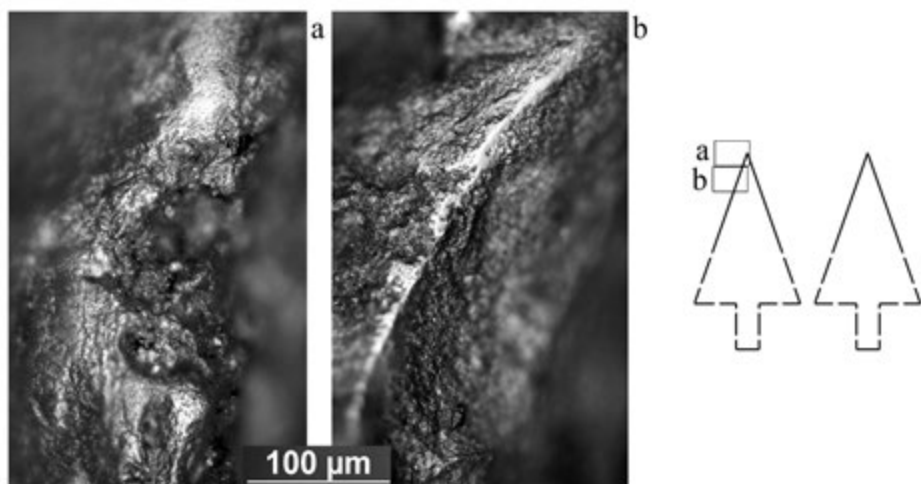
Ryc. 7. Mikroślady na zabytku z Pietrowic Wielkich, pow. raciborski (fot. B. Kufel-Diakowska)

(ryc. 9a–b; 10). Lokalizacja śladów przynajmniej w jednym przypadku wyklucza tę drugą możliwość. Grot mógł pełnić funkcję wiertnika do kości, jego czubek jest nawet bardziej masywny niż czubki innych grotów. Nie można jednak wykluczyć, że była to funkcja wtórna. Nie bez znaczenia jest bowiem fakt, że jeden z grotów ma także słabo zaznaczone ślady w rejonie jednego z zadziorów. Drugi z artefaktów to tylko fragment części wierzchołkowej.

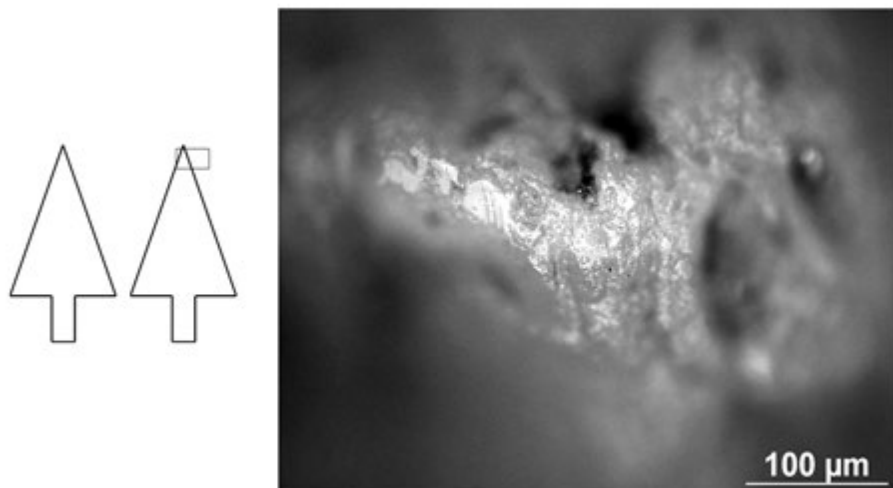
Na pięciu artefaktach stwierdzono ślady, które nie są typowymi zniszczeniami grotów. Ślady te obejmują obie krawędzie boczne, od wierzchołków do około 2/3 długości boku. Silnym zaokrągleniom krawędzi towarzyszy jasne, „tłustawe” wyświecenie



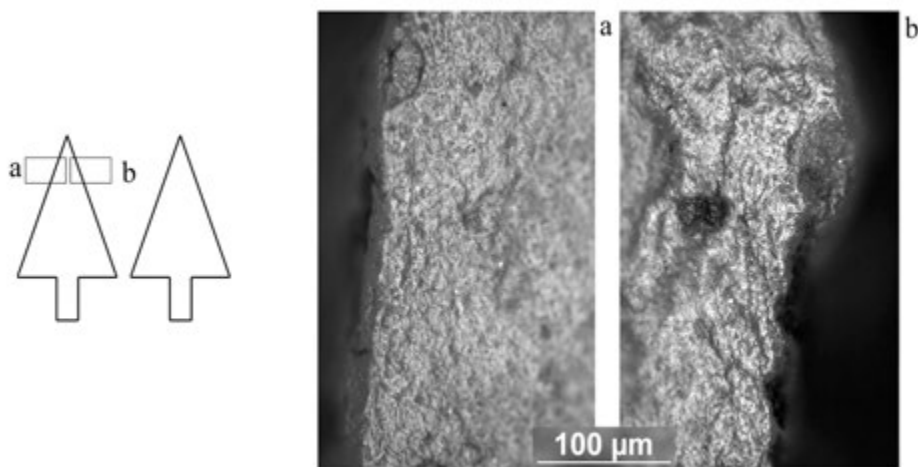
Ryc. 8. Mikroślady na zabytku z Muszkowic, pow. ząbkowicki (fot. B. Kufel-Diakowska)



Ryc. 9. Mikroślady na zabytku z Bliszczyc (483/13»), pow. głubczycki (fot. B. Kufel-Diakowska)

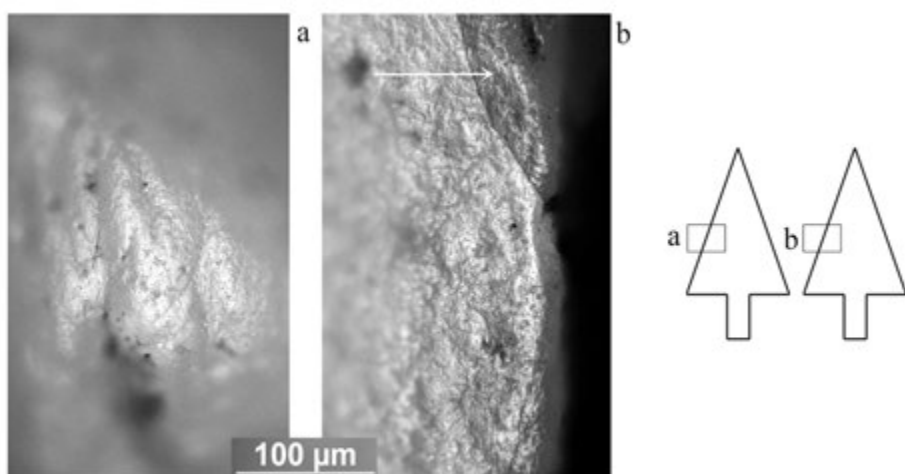


Ryc. 10. Mikroślady na zabytku z Zubrzyc, pow. głubczycki (fot. B. Kufel-Diakowska)

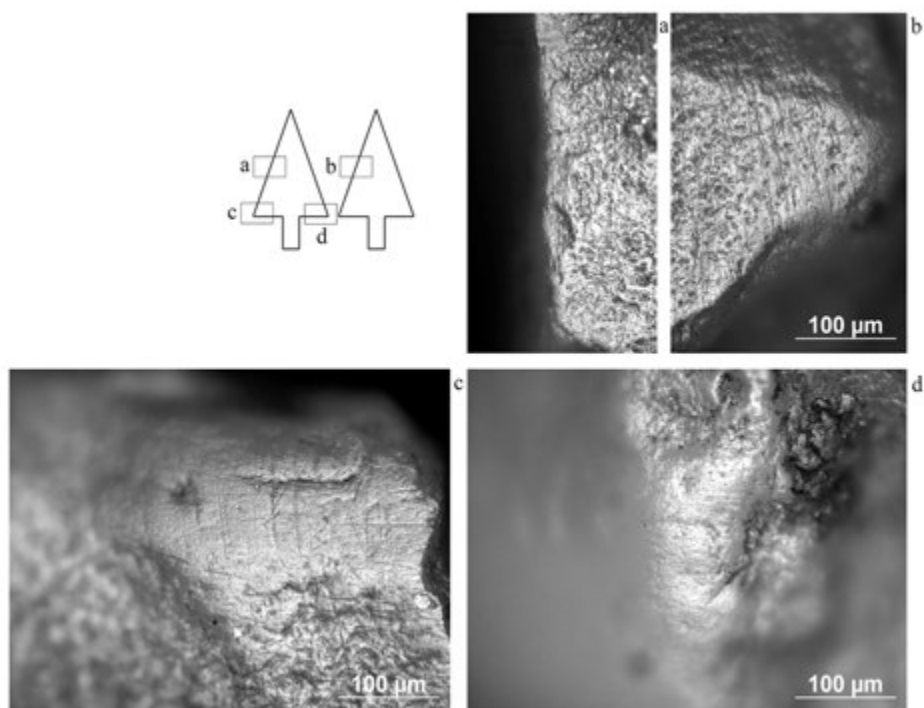


Ryc. 11. Mikroślady na zabytku z Bliszczyc (483/13), pow. głubczycki (fot. B. Kufel-Diakowska)

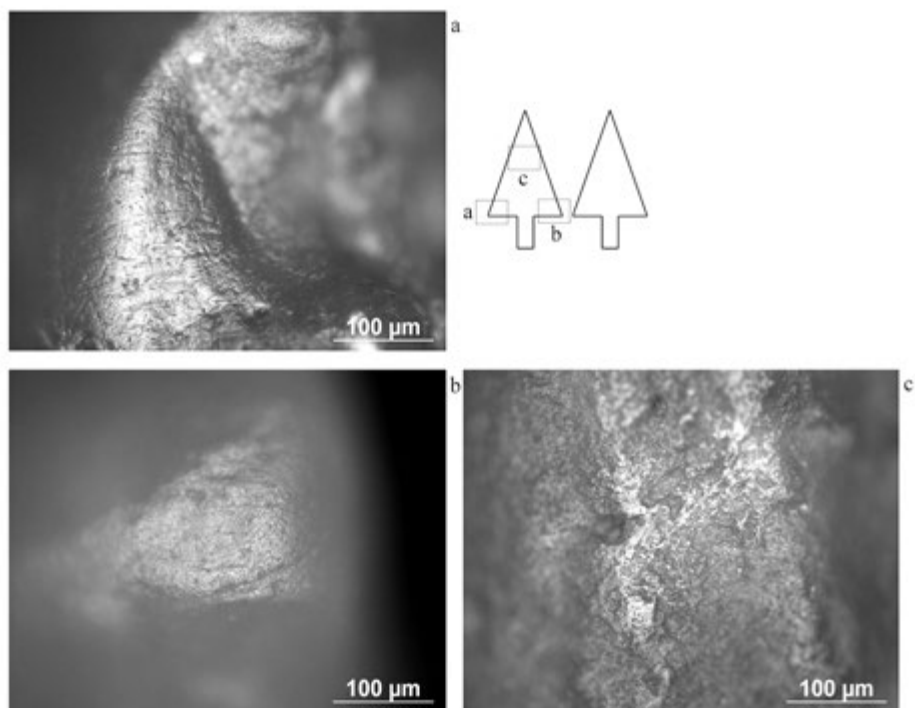
o układzie równoległym lub układ ten jest zaznaczony przez ślady liniowe w formie rys (ryc. 3b; 7a–b; 11a–b; 12a–b; 13a–b). Geneza tych śladów nie jest jednoznaczna, z pewnością chodzi o kontakt z miękkim materiałem, podczas którego narzędzie wykonywało ruch równoległy, ale nie kontakt jednorazowy, jak to ma miejsce w sytuacji trafienia strzałą w cel. Komentarza wymagają dwa okazy. Na jednym z nich opisane wyżej mikroślady sięgają aż do samych zadziórów (ryc. 7a–c), gdzie zazwyczaj obraz mikroskopowy jest zupełnie inny (patrz opis poniżej). Na kolejnym grocie zaokrąglony



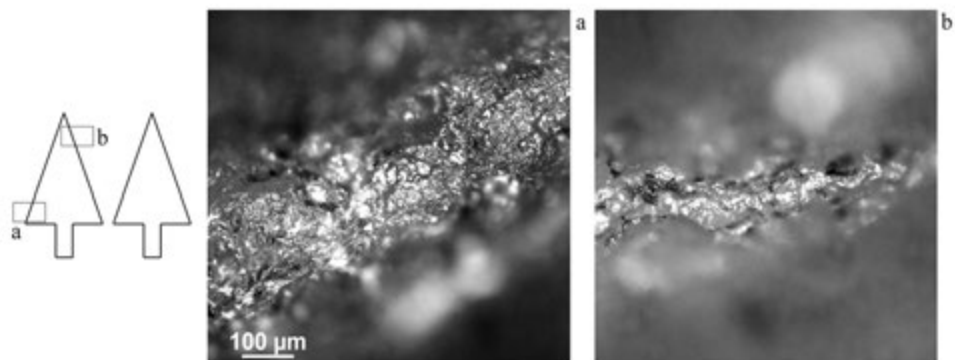
Ryc. 12. Mikroślady na zabytku z Bliszczyc (483/14), pow. głubczycki (fot. B. Kufel-Diakowska)



Ryc. 13. Mikroślady na zabytku z Dolędzina, pow. raciborski (fot. B. Kufel-Diakowska)



Ryc. 14. Mikroślady na zabytku z Raciborza, ul. Cegielniana (fot. B. Kufel-Diakowska)



Ryc. 15. Mikroślady na zabytku z nieznanego stanowiska (fot. B. Kufel-Diakowska)

jest tylko jeden bok, w dodatku słabo; wyświecenia mają bardziej „kościane” cechy, ale niewątpliwie ich układ jest równoległy, zaznaczony przez ślady liniowe w formie rys (ryc. 3b). Oba grotory mają również ślady uderzeń w cel.

Kolejny rodzaj mikrośladów, o specyficznej lokalizacji na fragmentach powierzchni i krawędzi w rejonie zadziurów, jest opisywany jako jedno z bardziej typowych zniszczeń użytkowych narzędzi krzemiennych w typie grotów. Model jest powtarzalny i składają się na niego silne zaokrąglenie krawędzi i grani negatywów retuszu, starcie grani i powierzchni sąsiadujących, w wyniku czego stają się one jasne i matowe, oraz liczne rysy, przede wszystkim prostopadłe do krawędzi lub o układzie wielokierunkowym (por. van Gijn 2010). Obserwacje analizowanych grocików są tego potwierdzeniem. Ślady w rejonie zadziurów wykryto aż na dziesięciu okazach. Mikroślady, o których mowa, znajdują się na i przy krawędzi zadziurów lub, w przypadku braku zadziurów, powyżej trzonka grotu (ryc. 2b; 3c–d; 4b–d; 5b–c; 13c–d; 14a–b; 15a). Mikroślady występują w dwóch wariantach. Te najbardziej typowe zaobserwowano na siedmiu grotach. Trzy kolejne artefakty mają jedynie w różnym stopniu zaokrąglone czy zmatowiałe krawędzie zadziurów, bez żadnego układu kierunkowego (Bielawa, Grodziszczce), w tym jeden z okazów wykonany z kwarcytu (stanowisko nieznane), na którym mikroślady tworzą się słabiej niż na krzemieniach. Mimo częstości występowania opisywanych mikrośladów, ich pochodzenie nie jest jednoznaczne. Van Gijn (2010) łączy się je z mocowaniem grotów, wskazując przy tym na celowe zabiegi, prowadzące do uzyskania abrazyjnej powierzchni. Dlatego warto zaznaczyć, na których okazach śladów na zadziurach brak. Są to, oprócz dwóch zabytków bez śladów użytkowania, dwa grotory ze śladami obrotowymi na wierzchołku, jeden ze śladami uderzenia w cel i jeden ze śladami równoległymi na krawędziach bocznych.

Na trzech grotach, które noszą ślady impaktu, widoczne są mikroślady powstałe w wyniku interakcji z elementami mocowania ostrza w promieniu strzały. Ślady te to jasno wyświecone punkty lub plamy na powierzchni, zwykle na elewacjach, a także na graniach negatywów przy krawędzi, w części grotu bliżej trzonka (ryc. 3e).

Na dwóch grotach ślady użytkowania nie są widoczne. Trzeba jednak zaznaczyć, że są to okazy mocno zniszczone, jeśli wziąć pod uwagę kondycję boków i powierzchni. Krawędzie i granie negatywów retuszu są obtoczone, pogrubione lub starte, przy czym nie zaznacza się żadna kierunkowość tych śladów. Jeden z grotów jest uszkodzony mechanicznie, jego wierzchołek został złamany (*snap fracture*). Stało się to być może podczas produkcji, czego dowodem może być wnęka z dużym negatywem, powstała przy złamaniu na lewym boku.

EKSPERYMENTY

Interpretacja części opisanych śladów nie jest jednoznaczna. Aby dokonać próby wyjaśnienia genezy niektórych śladów i zniszczeń na krawędziach i powierzchniach analizowanych grotów, przygotowany został program badań eksperymentalnych.

Projekt eksperymentalny obejmował symulację następujących czynności: strzelanie do tuszy zwierzęcej, a następnie jej oprawienie, przenoszenie strzał w skórzanym kołczanie, wyjmowanie i wkładanie strzał do kołczanu. Największą uwagę skupiono na działaniach mających na celu zbadanie pochodzenia śladów równoległych na bocznych krawędziach grotów. Dlatego wiele czasu poświęcono doświadczeniom polegającym na wyjmowaniu strzał ze skórzanego worka i użytkowaniu sztyletu z krzemiennym ostrzem. Eksperyment z udziałem broni miotanej uzbrojonej w groty miał na celu nie tyle poznanie zniszczeń użytkowych, bo takie są stosunkowo dobrze opisane, ale sprawdzenie wydajności strzał z krzemiennymi ostrzami trzoneczkowatymi. Przed przystąpieniem do oględzin wszystkie narzędzia eksperymentalne były poddane dziesięciominutowej kąpieli w myjce ultradźwiękowej.

Doświadczenia zostały zaplanowane zgodnie z koncepcją eksperymentu realistycznego, ukierunkowanego na odtwarzanie prawdopodobnej sytuacji rzeczywistej. Eksperymenty przeprowadzono z udziałem współczesnych replik narzędzi, wykonanych przy pomocy materiałów i technik, znanych eneolitycznym rzemieślnikom. Do wykonania grocików zostały wykorzystane bryły surowca pochodzące z terenu Pogórów Chełmskich (krzemień kredowy tzw. rejowiecki) oraz z Przedgórza Iłżeckiego (krzemień z utworów jurajskich, tzw. czekoladowy). Narzędzia (łącznie 14 grotów) wykonano z półsurowca odłupkowego i wiórowego, posługując się techniką uderzenia bezpośredniego miękkim tłukiem kamiennym lub używając pośrednika z poroża. Wióry i odłupki zostały następnie zaretuszowane. Inicjalny etap obróbki bifacjalnej polegał na odbiciach redukujących, wykonanych techniką uderzenia bezpośredniego, następnie wykańczano produkt przy pomocy nacisku, posługując się narzędziem typu *Ishi Stick* (Gruzdź 2015). Całe groty, ich wierzchołki i wybrane krawędzie zostały zadokumentowane przed dalszym etapem prac eksperymentalnych. Wykonano fotokopie i fotografie mikroskopowe.

Strzały i kołczan zostały wykonane na wzór i wielkość przedmiotów znalezionych przy Ötzim (Egg 1993). Dwanaście replik grotów zostało osadzonych w brzechwach z łupanego drewna jesionu i świerku, z pni o średnicy od 10–20 cm. Lotki gęsie i groty krzemienne połączono z brzechwami przy pomocy dziegiu lub mieszanki żywicy z popiołem i obwiązano ścięgnami lub nasączonymi włóknami konopnymi (ryc. 16a, 16f). Kołczan został wykonany z koziej skóry wyprawionej roślinnie, doczyszczonej przed skrojeniem przy pomocy krzemiennego drapacza, a następnie namoczonej i wysuszonej w celu usunięcia przykrego zapachu. Podczas cięcia i przekłuwania otworów posługiwano się narzędziami krzemiennymi. Skóra została zszyta rzemieńnikami, a kij wzmacniający skórzaną workę wykonano z leszczyny (ryc. 16e–f). Dwa groty zamontowano w drewnianych oprawach. W ten sposób uzyskano narzędzia, które miały służyć do oprawiania tuszy zwierzęcej (ryc. 16c).

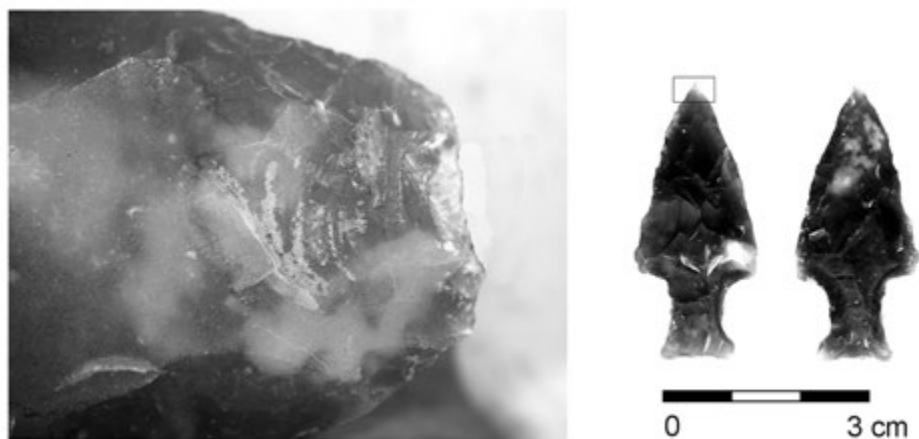
W doświadczeniu z użyciem broni miotanej wykorzystano tuszę dziką¹ i łuk prosty o naciągu około 18 kg. Posługując się sześcioma strzałami, oddano łącznie

¹ Tusza dzika została pozyskana z legalnego źródła (zakup od Uniwersytetu Przyrodniczego).



Ryc. 16. Eksperymenty: a – repliki strzał i zbliżenie na mocowanie grotu i lotek; b – tusza dzika z otworami postrzałowymi i złamanym grotem; c – replika sztyletu; d – oprawianie tuszy; e – szycie kołczanu; f – replika kołczanu; g – repliki strzał (fot. M. Diakowski)

66 strzałów z bliskiej odległości 4-5 m, w tym pięć niecelnych (wysstrzelone w ziemię). Większość strzałów trafiła w okolice klatki piersiowej i brzucha, nieliczne w okolice szyi lub grzbietu (ryc. 16b). Trzy strzały, którymi oddano trzy, sześć i 35 strzałów nie zostały zniszczone. W trzech pozostałych przypadkach groty oddzieliły się od promieni i utkwili w ciele dzika, z tym, że grot strzały wysstrzelonej pięć razy wypadł w całości, a groty strzał wysstrzelonych dwa i piętnaście razy złamały się tak, że ich trzonki pozostały w drewnianych brzechwach.



Ryc. 17. Mikroślady na replice grotu G6 (fot. N. Lenkow i B. Kufel-Diakowska)



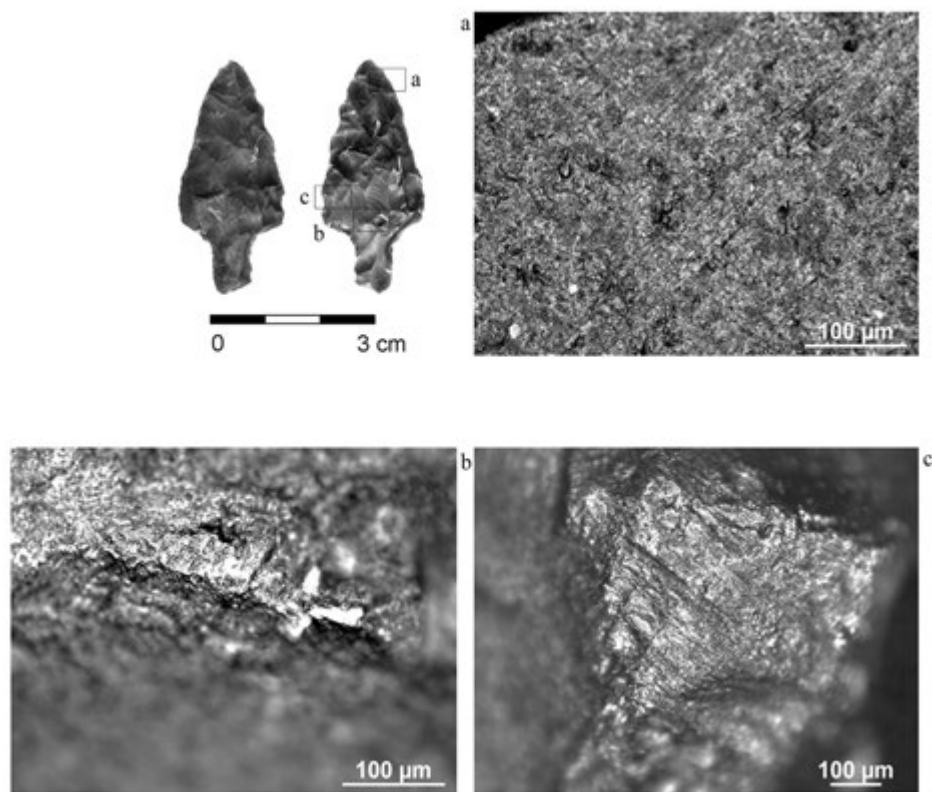
Ryc. 18. Mikroślady na replice grotu G15 (fot. N. Lenkow i B. Kufel-Diakowska)

Zróznicowanie śladów powstałych na replikach zostało przedstawione w tabeli 3. Same krzemienne groty uległy tylko nieznacznym modyfikacjom użytkowym, nieprzekreślającym ich dalszej skuteczności bojowej². Wyjątek stanowią dwa złamane egzemplarze. Trzeba jednak zaznaczyć, że obie strzały przy ostatnim uderzeniu trafiły w twarde grzbiec zwierzęcia. Uszkodzenia trzonków prezentują typowe odboczne złamanie pseudorylcowe lub negatyw wyłamujący zakończony zawiasem. W zasadzie tylko dwa groty zostały silniej uszkodzone w rejonie wierzchołków. Powstały na nich jedno- lub obustronne wydłużone negatywy zakończone schodkiem lub zawiasem, a także pasma wyświeceń na krawędziach i graniach (ryc. 17; 18a–b).

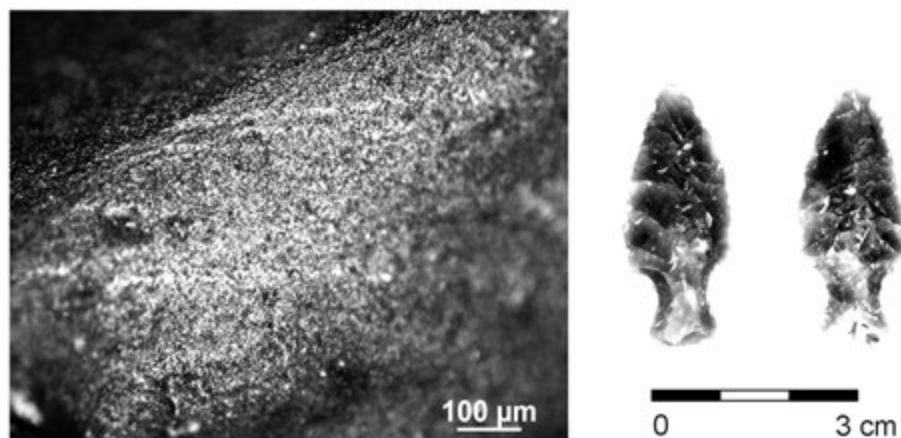
² Podobne rezultaty uzyskano podczas eksperymentu w Laboratory of Artefact Studies Uniwersytetu w Leiden, Holandia (niepublikowane materiały archiwalne).

Pozostałe egzemplarze dowodzą wytrzymałości i skuteczności grotów trzoneczkowatych. Ani wierzchołek, ani trzonek grotu wystrzelonego pięć razy nie wykruszyły się. Interesujące ślady o charakterze abrazyjnym zanotowano natomiast na prawym boku, przy zadziorze. Starcie grani nie jest tak silne jak na zabytkach, ale dobrze widoczne, a rysy mają kierunek prostopadły (ryc. 19c). Grot wystrzelony sześciokrotnie pozostał także w nienaruszonym stanie, pojawiły się tylko nieliczne pasma wyświeceń na jego powierzchni (ryc. 20). Nie wykruszył się też wierzchołek grotu wystrzelonego piętnaście razy, za to jego krawędzie i powierzchnie zostały pokryte licznymi pasmami wyświeceń, w tym tworzącymi bardziej rozległe, jasne powierzchnie wyświeceń o „kościanej” teksturze, przecinane rysami, o układzie równoległym do boków (ryc. 21a–c). Ślady te wytworzyły się na większości grani między negatywami i sięgają aż do miejsca, gdzie grot był owinięty ścięgnami. Poza tym krawędzie miejscami uległy lekkiemu zaokrągleniu, tu też obserwujemy jasne wyświecenia na elewacjach powierzchni negatywów. Po raz kolejny obserwujemy także ślady abrazyjne przy zadziorach, tym razem intensywniejsze i dwukierunkowe (ryc. 21e–g). Interesujące, że podobne ślady o układzie prostopadłym wystąpiły wyżej, przy samym wierzchołku, z tym że jest to najbardziej wysunięte miejsce krawędzi (ryc. 21d). Kolejny okaz eksperymentalny, grot strzały wystrzelonej 35-krotnie wykruszył się nieznacznie, jednostronnie (dwa drobne płaskie negatywy zakończone schodkiem; ryc. 22a). Jego obie powierzchnie natomiast pokryły się gęsto wąskimi pasmami wyświeceń. Linie obu boków zostały wyrównane, wszystkie granie na obu krawędziach zaokrągliły się, powstały na nich jasne wyświecenia, których układ wyznacza kierunek uderzenia (ryc. 22b–d). Ciekawe ślady wytworzyły się w okolicy zadziorów. Same krawędzie zadziorów pozostały nienaruszone, ale na graniach pojawiła się abrazja i jasne wyświecenie, a mikroślady mają zarówno kierunek prostopadły, jak i równoległy (ryc. 22e–f). Groty trzoneczkowate, jako ostrza bardzo wytrzymałe na uderzenia, po oddaniu strzału nie od razu zostawały w ciele ofiary i były usuwane dopiero podczas ćwiartowania tuszy. Wszystkie ślady, jakie się na nich wytworzyły, są związane z wielokrotnym wbijaniem i wyciąganiem strzały z ustrzelonej zdobyczy.

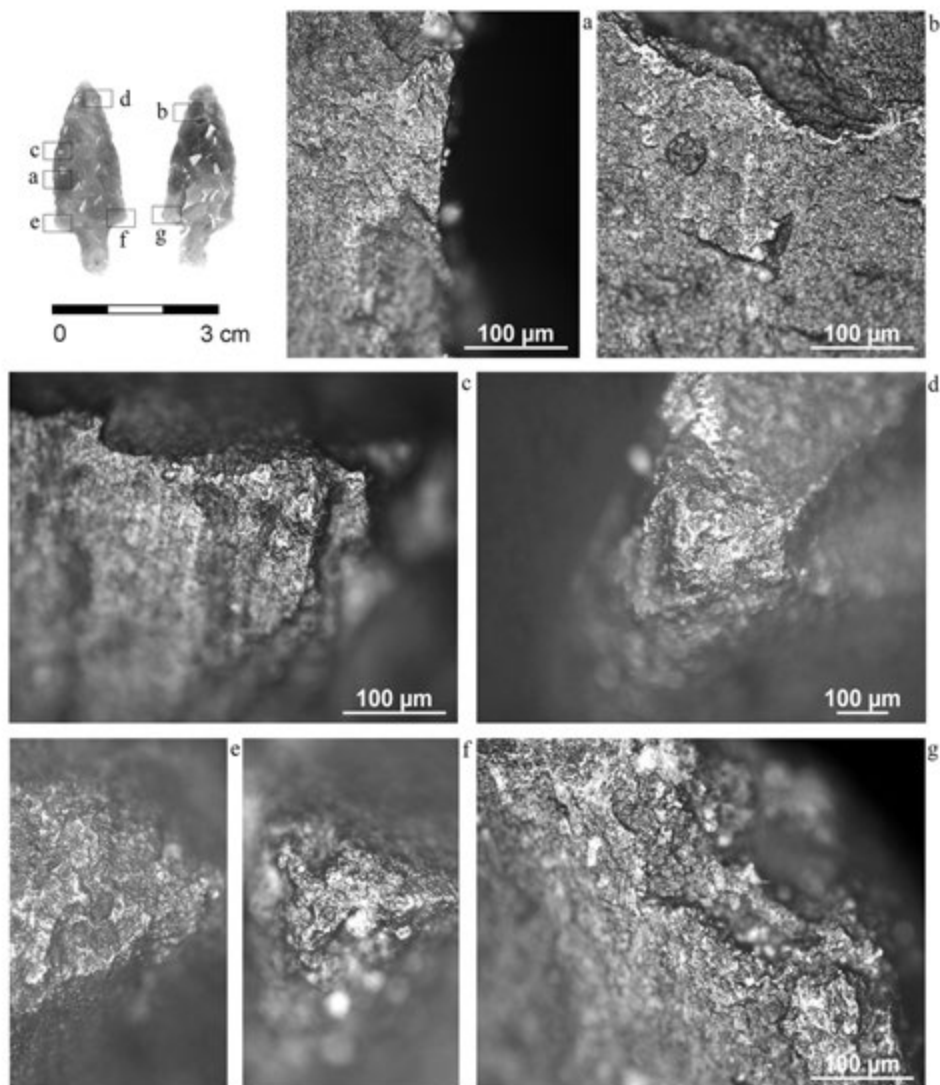
Tę samą tuszę dzika wykorzystano w dalszej części projektu, której celem było sprawdzenie skuteczności i sposobu niszczenia sztyletów, użytych w eksperymencie do oprawiania tuszy zwierzęcej. Tusza dzika została rozebrana (zdjęcie skóry, oddzielenie mięsa od kości, porcjowanie mięsa, wydobycie grotów, które utkwiły w ciele) przy pomocy dwóch replik, bez udziału narzędzi współczesnych. Czas pracy wyniósł: 4 godziny w przypadku pierwszego sztyletu, który był użyty do skórowania i porcjowania mięsa i 1,5 godziny w przypadku drugiego sztyletu, który służył tylko do porcjowania mięsa. Narzędzia okazały się bardzo skuteczne, a zarazem wygodne i nie niszczyły się podczas pracy. Zaokrąglony kształt krawędzi ostrzy wpływał na dużą efektywność i ergonomię pracy. Analiza mikroskopowa ujawniła na krawędzi pracującej pierwszego ostrza intensywne ślady użytkowania. Obie strony lewego boku uległy zaokrągleniu, od wierzchołka do około $\frac{2}{3}$ długości wytworzyło się „tłustawe” wyświecenie, współwystępujące miejscami z jasnym, pokrywającym wyblyszczaniem



Ryc. 19. Mikroślady na replice grotu G11 (fot. N. Lenkow i B. Kufel-Diakowska)

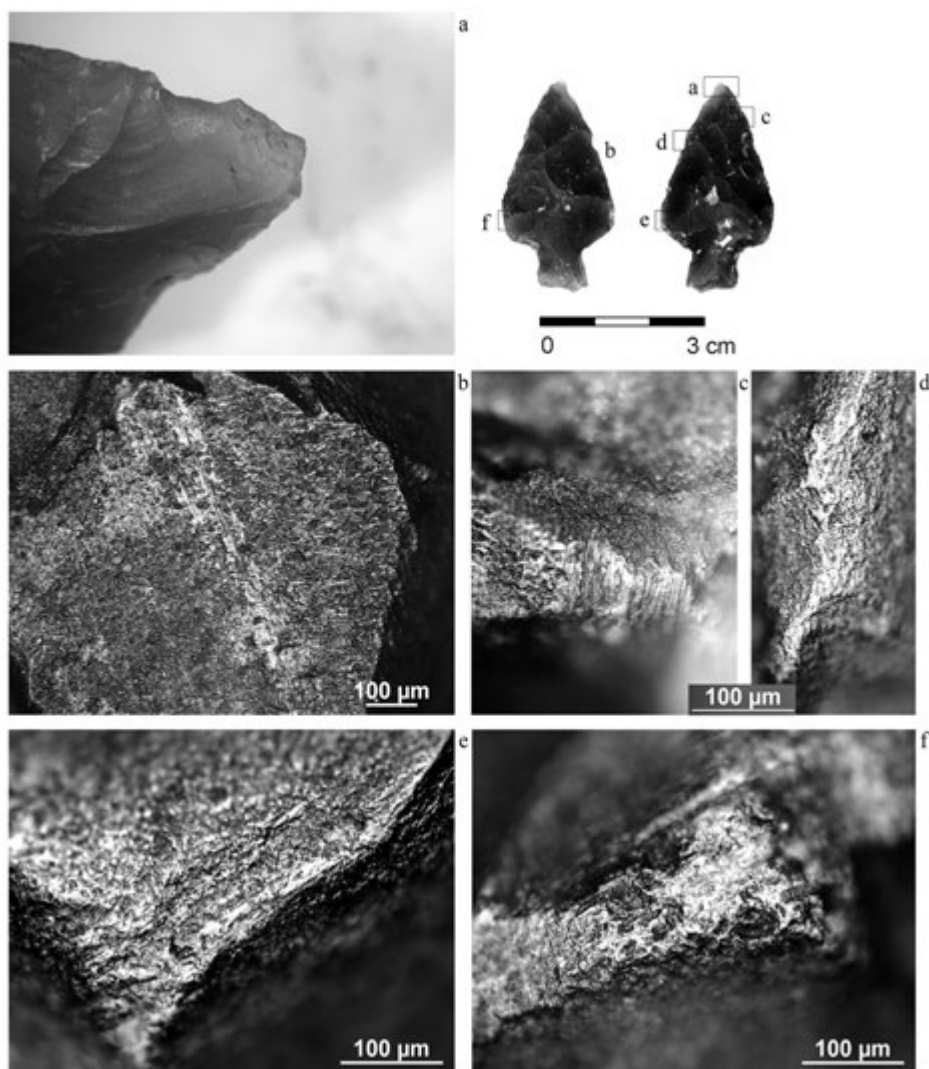


Ryc. 20. Mikroślady na replice grotu G3 (fot. N. Lenkow i B. Kufel-Diakowska)



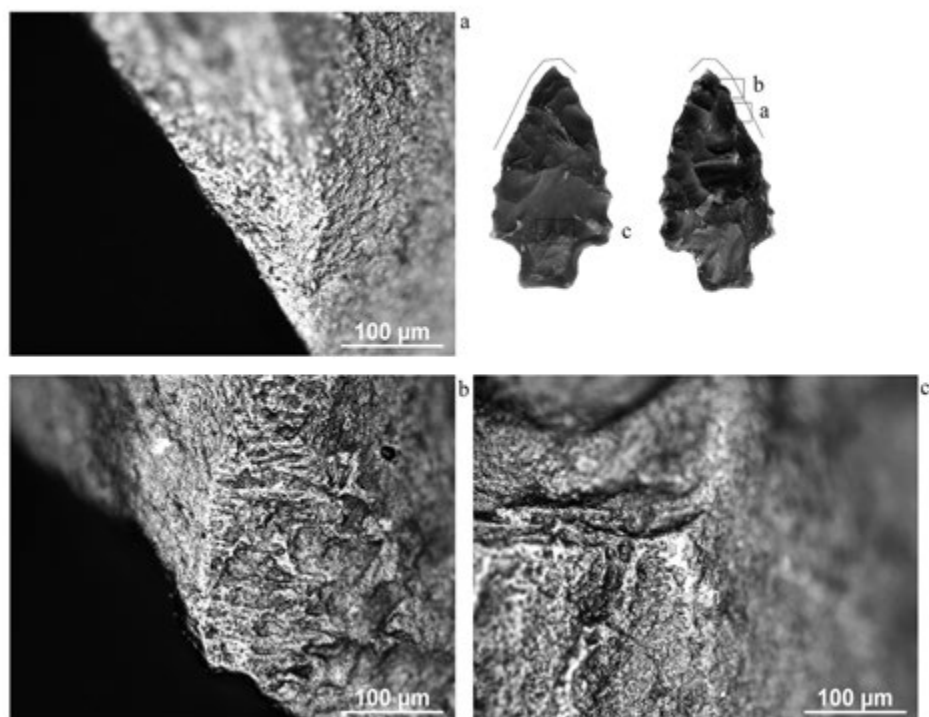
Ryc. 21. Mikroślady na replice grotu G12 (fot. N. Lenkow i B. Kufel-Diakowska)

o układzie siatki. Na graniach widoczny jest równoległy układ mikrośladow (ryc. 23a–b). Na powierzchni grotu pojawiły się jasne wyświecenia od oprawy (ryc. 23c). Porównując te zniszczenia do śladów na krawędziach zabytkowych grotów, mają one znaczenie większy zasięg i są bardziej pokrywające. Na drugim sztylcie, który miał kontakt tylko z mięsem, powstały jedynie nieznaczne wykruszenia krawędzi przy wierzchołku i ślady po oprawie w środkowej części powierzchni, na wysokości zadziórów (ryc. 24).

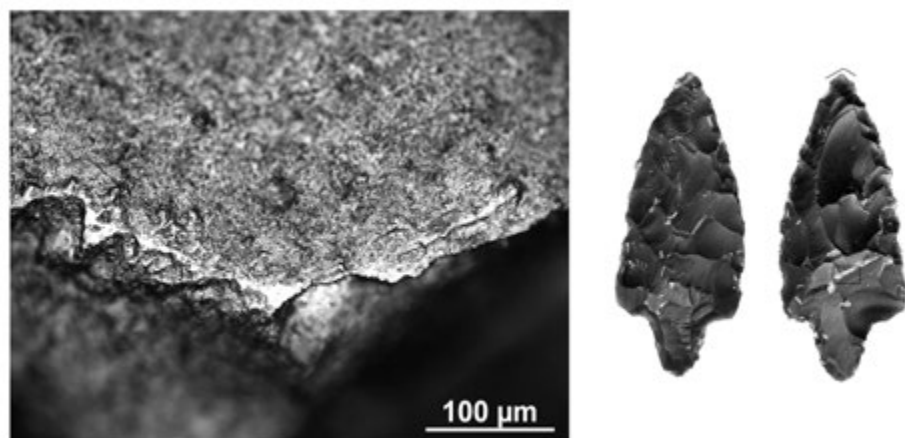


Ryc. 22. Mikroślady na replice grotu G19 (fot. N. Lenkow i B. Kufel-Diakowska)

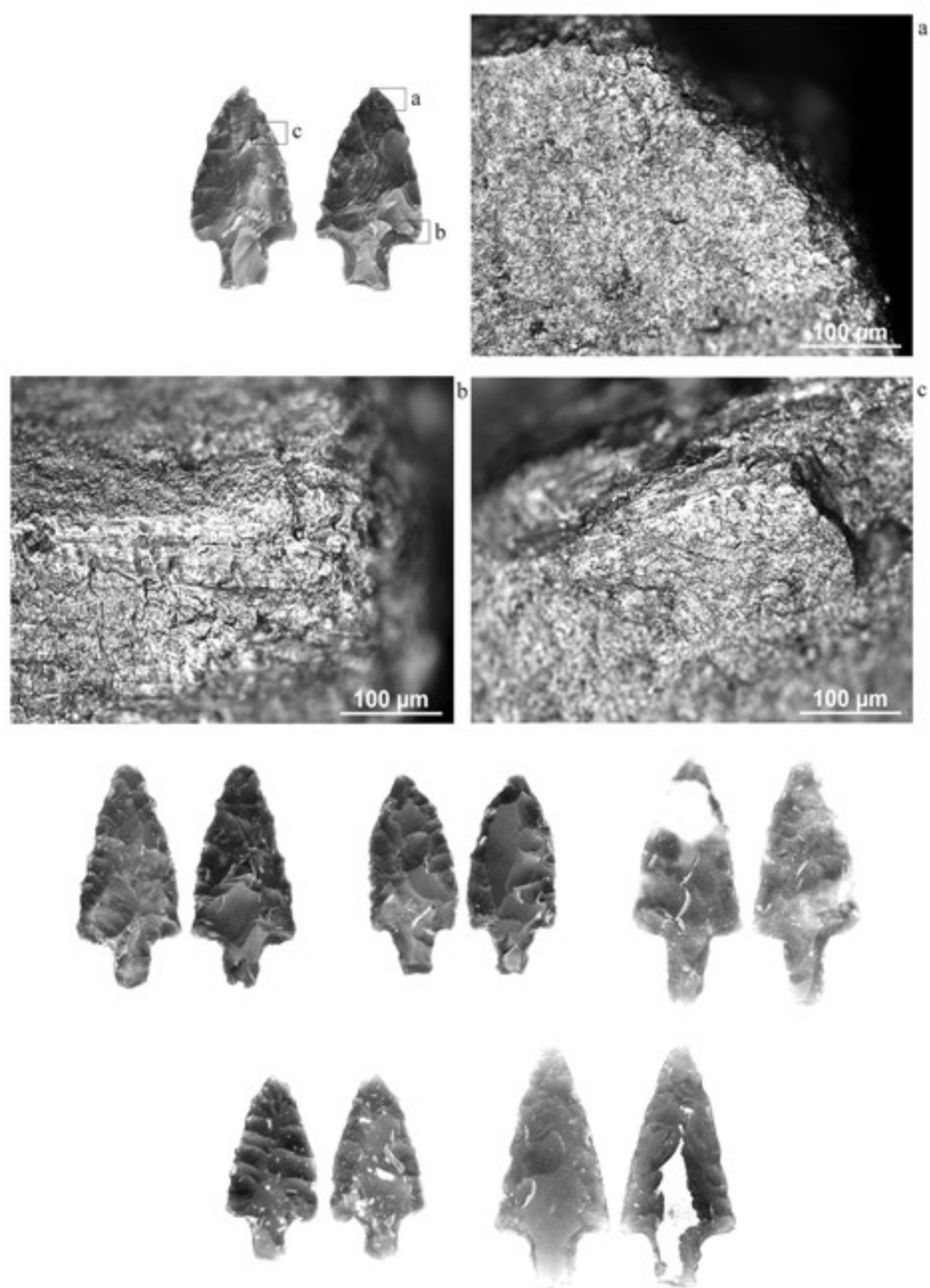
Eksperyment, polegający na sprawdzeniu oddziaływania skórzanego worka na krawędzie grocików, był najbardziej czasochłonny. Polegał na przenoszeniu strzał w kołczanie oraz wyjmowaniu i ponownym wkładaniu ich do kołczanu. W kołczanie umieszczono sześć strzał. Przez 15 tygodni kołczan był przemieszczany na różne sposoby: noszono go, biegano z nim, przewożono autem. Ponadto strzały były wyjmowane i wkładane do kołczanu, każda z nich po 200 razy. Wyniki obserwacji okazały się najbardziej zaskakujące. Opisany proces nie spowodował praktycznie żadnych



Ryc. 23. Mikroślady na replice grotu G2 (fot. N. Lenkow i B. Kufel-Diakowska)



Ryc. 24. Mikroślady na replice grotu G10 (fot. N. Lenkow i B. Kufel-Diakowska)



Ryc. 25. Mikroślady na replikach grotów G5, G7, G8, G14, G16, G20 (fot. N. Lenkow i B. Kufel-Diakowska)

zniszczeń na grotach. Na ich bokach, gdzie spodziewano się dostrzec wyświecenia o układzie równoległym, próżno było szukać jakichkolwiek mikrośladów. Jedynie niewielkie fragmenty samych czubków czterech grotów uległy ledwo widocznemu zaokrągleniu lub starciu (por. Marquez *et al.* 2008; Winiarska-Kabacińska 2008; Wolski, Kalita 2015; Kufel-Diakowska *et al.* 2017). Na powierzchni jednego z grotów zanotowano jasne wyświecenie od owijki, a o okolicach zadziurów trzech grotów ślady abrazyjne o różnym stopniu intensywności, w formie prostopadłych rys lub starć (ryc. 25). Brak śladów na krawędziach bocznych wynika zapewne z tego, że kołczan był bardzo sztywny, wobec czego groty osadzone na brzechwach nie mogły się ocierać o skórę. Bardziej widoczne efekty można uzyskać nosząc w pojemnikach luźne okazy grotów (Pyżewicz 2012).

ZRÓŻNICOWANIE FUNKCJONALNE GROTÓW

Dyskusję nad funkcją grocików trzoneczkowatych należałoby rozpocząć od rozpatrzenia kontekstu znalezisk. Niestety, w przypadku aż dziesięciu analizowanych zabytków miejsce ich zdeponowania nie jest obecnie możliwe do ustalenia – są to znaleziska przedwojenne. Pozostałe zabytki odkryto w różnych obiektach, tak w obrębie osiedli mieszkalnych, w chatach lub jamach gospodarczych, jak i w grobach. Z tych względów zarówno ich znaczenie utylitarne, jak i symboliczne nie budzi wątpliwości. Wywołują je natomiast mikroślady użytkowania, które zmuszają do zastanowienia nad przeznaczeniem tych narzędzi i długością ich użytkowania.

Analiza mikroskopowa pokazała, że groty trzoneczkowe mają rozmaite zniszczenia, z tym że typowe ślady impaktów, czyli ślady, które potwierdzałyby funkcję zbrojenia strzał zakładaną na podstawie cech morfologicznych, są wyjątkowe (tabela 3). Najliczniejsze są natomiast ślady obejmujące krawędzie boczne ostrzy oraz okolice zadziurów. Wystąpiły też dowody na zupełnie inne zastosowanie grocików. Na przykład jeden z nich pełnił funkcję przekłuwacza do skór i w tym przypadku nie są to ślady czynności wtórnej. Inny grot ze śladami obrotowymi na wierzchołku mógł zostać zniszczony podczas wyciągania strzały z ciała zwierzęcia lub ponownego wykorzystania go jako wiertnika (por. Nowak, Osipowicz 2012).

Bezpośrednim dowodem na wykorzystywanie strzał z krzemiennymi grotami trzoneczkowatymi jest znalezisko pochodzące z włoskich Alp (Egg 1993). Nie podając w wątpliwość tej przewodniej funkcji analizowanych narzędzi, trzeba jednak przedyskutować trzy kwestie: niską częstotliwość zniszczeń mechanicznych w formie impaktów, genezę wspomnianych już śladów na krawędziach bocznych i pochodzenie mikrozniszczeń powierzchni w okolicach zadziurów. Istotnym głosem w dyskusji są wyniki badań eksperymentalnych przeprowadzonych w ramach tego projektu. Eksperymenty pokazały, że mała frekwencja wykruszeń wierzchołków na zabytkowych grotach nie pozwala kwestionować ich funkcji jako długo użytkowanych elementów zbrojenia strzał. Groty okazały się bardzo wytrzymałe na uderzenia, ich czubki rzadko ulegają złamaniom. Jednocześnie liczba oddanych strzałów wpływa na intensywność

Tabela 3. Mikroślady na replikach grotów

Lp.	Nr repliki	Czynność	Liczba strzałów / czas pracy	Wykruszenia wierzchołka lub trzonka	MLIT	Mikroślady na bocznych krawędziach (w – tylko wykruszenia)	Zaokrąglenie lub starcie wierzchołka	Ślady na zadziorach	Ślady oprawy na powierzchni	Brak śladów
1.	G3	strzelanie	6		+	+				
2.	G6	strzelanie	3	+	+					
3.	G11	strzelanie	5		+	+		+	+	
4.	G12	strzelanie	15		+	+		+		
5.	G15	strzelanie	2	+	+	+ w			+	
6.	G19	strzelanie	35	+	+	+		+		
7.	G2	oprawianie tuszy	4 h			+			+	
8.	G10	oprawianie tuszy	1,5 h			+ w			+	
9.	G5	przenoszenie	15 tygodni + po 200 ruchów				+	+	+	
10.	G7	przenoszenie					+			
11.	G8	przenoszenie					+			
12.	G14	przenoszenie						+		
13.	G16	przenoszenie								+
14.	G20	przenoszenie					+	+		

mikrośladów, powstających wzdłuż krawędzi bocznych, rozwijają się one od pojedynczych pasm wyświeceń, po bardziej rozległe wybłyszczenia o układzie równoległym do boku. Mikroślady na bokach artefaktów mogły zatem powstać podczas długiego, wielorazowego użytkowania ich jako grotów strzał, ale nie spowodowało ich ocieranie ostrzy w kołzanie, związane z częstym wyciąganiem strzał, lecz powtarzające się wbijanie i usuwanie grotu z ciała ofiary. W związku z tym rodzi się jeszcze jedna propozycja funkcji – ostrza sztyletów myśliwskich lub bojowych. Te same, wielokrotnie powtarzane czynności, dodatkowo interakcje z pochewką, powodowałyby powstanie zniszczeń użytkowych na bokach grotów. Oczywiście mogła być to także funkcja wtórna, gdyż przynajmniej jeden okaz ze śladami na krawędziach bocznych ma ślady impaktu (Pietrowice Wielkie). Wykluczyć należy stosowanie grotów jako ostrzy noży do oprawiania tuszy. Podczas takiej czynności powstają odmienne, bardziej rozległe mikrozniszczenia.

Przypomnijmy, że mikroślady o charakterze abrazyjnym w okolicach zadziorów zaobserwowano aż na dziesięciu zabytkach. Jaką zatem funkcję pełniły zadziory? Od

modelu zbrojenia strzały zależy jakość i ilość śladów użytkowania (Lammers-Keijzers *et al.* 2014). Ślady dziegciu zachowane na nielicznych zabytkach tego typu, jednak z krótszymi trzonkami, obejmują także zadziory, które wówczas nie pełniłyby żadnej funkcji zaczepnej (Ramseyer 2000). Z kolei zadziory w strzałach Ötziego były odkryte (Egg 1993). Podobnie zostały wykonane strzały eksperymentalne. Ślady abrazyjne zaobserwowano w okolicach zadziorów sześciu takich strzał – trzema strzelano do tuszy zwierzęcej, trzy inne były noszone w kołczanie. Ślady te to przede wszystkim szerokie, gęsto ułożone rysy, prostopadłe do krawędzi, umiejscowione na najwyższej elewacji w rejonie zadziorów. Ich technologiczna geneza nie budzi wątpliwości (retuszowanie), natomiast można zauważyć, że starcie wzmacnia się wraz z liczbą oddanych strzałów, na dodatek na grotach wystrzelonych piętnaście i trzydzieści pięć razy krzyżują się rysy prostopadłe z równoległymi. Pomimo że jest to niewielka próba, niewątpliwie intensyfikacja mikrośladów na zadziorach ma podłoże nie tylko techniczne, ale również użytkowe, na dodatek mocno związane z czynnością, w jaką zaangażowane były krawędzie boczne, a więc z funkcją zbrojenia strzał lub ostrzy sztyletów. Ślady przy zadziorach strzał noszonych w kołczanie są nieznaczne. Na grotach zabytkowych ślady przy zadziorach wystąpiły niemal zawsze w towarzystwie śladów uderzeń w cel i/lub mikrośladów na krawędziach bocznych. Mało wyraźne ślady na zadziorach wykryto właśnie na dwóch grotach o najsłabiej zaznaczonych trzonkach (Bielawa, Grodziszczce) i na grocie z kwarcytu. W pierwszym przypadku w grę mógł wchodzić inny model zbrojenia strzał, w drugim rodzaj surowca wpływał na jakość śladów. Można zaryzykować stwierdzenie, że mikroślady na zadziorach są rezultatem celowych zabiegów technologicznych, jakim było retuszowanie, i zabieg ten nie wiązał się z przygotowaniem grocika pod oprawę, ani też ślady nie są rezultatem oprawy, ponieważ zadziory nie były objęte wiązaniem. Zadziory miały funkcję zaczepną i jako najbardziej wysunięte rejon powierzchni artefaktów były narażone na kontakt z materiałem obrabianym podczas pracy i powstawanie mikrośladów użytkowania. Nie można jednak wykluczyć, że przynajmniej w jednym przypadku abrazja na zadziorach była celowa. Grocik z Raciborza, z ul. Cegielnianej, oprócz mocno startych grani, nie ma śladów pracy. Być może w ogóle nie był użytkowany, ponieważ jego wierzchołek jest tępy – jest nim płaski fragment piętki wióra. Nie bez znaczenia jest fakt, że zabytek składał się na wyposażenie pochówku.

Ostatnią kwestią jest czas użytkowania grotów. Wykonanie okazów trzoneczkowatych wymagało względnie większego nakładu czasu i pracy. Retusz obejmował albo wszystkie krawędzie obu stron artefaktu, z jednym wyjątkiem, albo całe powierzchnie. Do tego trzeba było wyretuszować wnęki, dzięki którym w mniejszym lub większym stopniu został wyizolowany trzonek groty. Nic więc dziwnego, że groty miały większą odporność na uderzenia niż groty z bardziej skąpą obróbką. Widoczne jest to doskonale w liczbie śladów użytkowania. Po raz kolejny trzeba wspomnieć, że krawędzie boczne i okolice zadziorów artefaktów noszą intensywne ślady użytkowania, przy niewielkiej liczbie zniszczeń mechanicznych wierzchołków. Na podstawie doświadczeń istnieje korelacja między liczbą wystrzałów, ilością i intensywnością mikrośladów

na krawędziach bocznych, także mikrośladów liniowych, śladów opraw i abrazji na zadziórach. Wynika z tego, że z pozoru nieużywane okazy mogły *de facto* być bardzo długo w obiegu i spełniać swoje pierwotne i wtórne funkcje (tabela 4).

Tabela 4. Funkcja grotów trzoneczkowatych

Lp.	Stanowisko	Numer inwentarza	Prawdopodobna funkcja	Względny czas użytkowania
1.	Bielawa 12, pow. dzierzoniowski	(Bi/12/3)	grot strzały	średni
2.	Bliszczycze 4, pow. głubczycki	MŚO-A-N-483/13	nieokreślona – brak śladów	nieznany
3.	Bliszczycze 4, pow. głubczycki	MŚO-A-N-483/13	grot strzały?/ostrze sztyletu?	długi
4.	Bliszczycze 4, pow. głubczycki	MŚO-A-N-483/14	grot strzały/ostrze sztyletu	długi
5.	Bliszczycze 4, pow. głubczycki	MŚO-A-N-483/13»	wiertnik?/oprawa?	nieokreślony
6.	Bliszczycze, pow. głubczycki	B.341/2594:58	grot strzały	średni
7.	Bogdanowice 6, pow. głubczycki	MŚO-A-N-008/17	nieokreślona – brak śladów	nieznany
8.	Dolędźcin, pow. raciborski	MGB.827/4080:58	grot strzały/ostrze sztyletu	długi
9.	Grodziszczce 7, pow. świdnicki	Gr/7/91	grot strzały/ostrze sztyletu	długi
10.	Muszkowice 18, pow. ząbkowicki	M18/2/IX/7-8	przekłuwacz do skór	długi
11.	Pietrowice Wielkie 3, pow. raciborski	MGB/A/30:2008	grot strzały/ostrze sztyletu	długi
12.	Racibórz, ul. Cegielniana	MR-A-916/7	grot strzały?	krótki
13.	Racibórz-Studzienna 2	B.829/4082:58	grot strzały?	średni
14.	stanowisko nieznane	MJG-A-114	grot strzały?	nieokreślony
15.	Ślęża, pow. wrocławski	bez numeru	grot strzały?	średni/długi
16.	Zubrzyce 9, pow. głubczycki	MŚO-A-N-872/4	grot strzały, wiertnik?	nieokreślony

ZAKOŃCZENIE

Badania mikroskopowe wsparte doświadczeniami w zakresie użytkowania eneolitycznych grocików trzoneczkowatych pokazały, że tego typu artefakty, oprócz podstawowej funkcji zbrojenia strzał, mogły służyć także do innych czynności. Mikroślady zaobserwowane na zabytkach są różnorodne, a zarazem intensywne i wskazują na wykorzystanie ich jako grotów strzał, ostrzy sztyletów, a także wkładek narzędzi służących do przekłuwania czy wiercenia. Jednocześnie okazy z trzonkiem były narzędziami dłuższego użytku, mogły być wykorzystywane wielokrotnie do tej samej czynności, a następnie ich przeznaczenie mogło być modyfikowane.

PODZIĘKOWANIA

Projekt został w całości sfinansowany z funduszy Wydziału Nauk Historycznych i Pedagogicznych Uniwersytetu Wrocławskiego na dofinansowanie projektów badawczych pracowników Wydziału, z dotacji statutowej na utrzymanie potencjału badawczego

(II konkurs wewnętrzny). Zabytki do badań zostały pozyskane dzięki niezwyklej życzliwości pracowników muzeów: Beaty Badury z Muzeum Śląskiego w Bytomiu, Elwiry Holc i Ewy Matuszczyk z Muzeum Śląska Opolskiego w Opolu oraz Tomasza Miszczyka z Muzeum Karkonoskiego w Jeleniej Górze. Część eksperymentalna projektu nie mogłaby być zrealizowana bez udziału profesjonalnych odtwórców, którzy zajęli się wykonaniem replik narzędzi i innych przedmiotów. Grociki krzemienne wykonał Witold Grużdź, wykonaniem strzał zajął się Tomasz Zwierzchowski, a replikę kołczanu uszył Marcin Diakowski, który również zrealizował eksperyment polegający na przenoszeniu strzał, użytkowaniu broni miotanej oraz sztyletów. Składamy im serdeczne podziękowania za trud włożony w realizację eksperymentów.

LITERATURA

- Dockall J. 1997. Wear traces and projectile impact: A review of the experimental and archaeological evidence, *Journal of Field Archaeology* 24 (3), 321-331.
- Egg M. 1993. Die Gletschermumie vom Ende der Steinzeit aus den Ötztaler Alpen. Mainz: Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums (Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 39).
- Fischer A., Hansen P.V., Rassmussen P. 1984. Macro- and micro-wear traces on lithic projectile points. Experimental results and prehistoric examples, *Journal of Danish Archaeology* 3, 19-46.
- Grużdź W. 2015. Eksperyment związany z wytwarzaniem grocików typu Stramberk. Wrocław: Archiwum Instytutu Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego (maszynopis).
- Gijn A.L. van, 2010. Flint in focus. Lithic Biographies in the Neolithic and Bronze Age. Leiden: Sidestone Press.
- Kufel-Diakowska B., Wiśniewski A. and Chłoń M. 2017. Wyroby ze skał krzemionkowych w pochówkach kultury jordanowskiej stanowiska Domasław, (w:) B. Gediga (ed.), *Archeologiczne Zeszyty Autostradowe 19 Badania na autostradzie A-4, cz. XIV. Cmentarzysko ludności kultury jordanowskiej w Domasławiu, pow. wrocławski*. Wrocław: Instytut Archeologii i Etnologii PAN, 215-268.
- Lammers-Keijsers Y., Verbaas A., van Gijn A., Pomstra D. 2014. Arrowheads without Traces: Not Used, Perfect Hit or Excessive Hafting Material?, (w:) J. Marreiros, N. Bicho, J. Gibaja Bao (red.), *International Conference on Use-Wear Analysis Use-Wear 2012*. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing, 457-465.
- Marquez B., Gibaja J.F., Gonzales J.E., Ibañez J.J., Palomo A. 2008. Projectile points as signs of violence in collective burials during 4th and 3rd millennia cal. BC in the North-East, (w:) L. Longo, N. Skakun (red.), "Prehistoric Technology" 40 years later: Functional Studies and the Russian Legacy. Oxford: Oxford University Press (BAR Int. Series 1783), 321-326.
- Nowak D., Osipowicz G. 2012. Krzemienne zbrojniki broni miotanej z ziemi chełmińskiej w świetle analiz traseologicznych i badań eksperymentalnych, *Acta Universitatis Nicolai Copernici, Archaeologia* 32, 57-112.
- Pyżewicz K. 2012. Tropem mezolitycznych łowców. Interpretacja funkcji zbrojników z wybranych stanowisk, *Fontes Archaeologici Posnanienses* 48, 97-110.
- Ramseyer D. 2000. Les armes de chasse néolithiques des stations lacustres et palustres suisses, (w:) C. Bellier (red.), *La Chasse dans la Préhistoire. Hunting in prehistory. Actes du Colloque international de Treignes. 3-7 octobre 1990* (Anthropologie et Préhistoire 11, ERAUL 51, Artefacts 8), 130-142.
- Winiarska-Kabacińska M. 2008. Functional analysis as a tool for the interpretation of mortuary practices. A case study from the Corded Ware Culture graves at Zielona, southern Poland, (w:) L. Longo, N. Skakun (red.), "Prehistoric Technology" 40 years later: Functional Studies and the Russian Legacy. Oxford: Oxford University Press (BAR Int. Series 1783), 331-335.

- Wolski D., Kalita M. 2015, An attempt at interpreting untypical modifications of flint arrowheads: an experimental and use-wear perspective, *Sprawozdania Archeologiczne* 67, 301-314.
- Yaroshevich A. 2012. Experimentally obtained examples of projectile damage: cases of similar fracture types on microlithic tips and side elements, <http://be-ja.org/index.php/Be-JA/article/view/32> (15.06.12)