

KATARZYNA PYŻEWICZ, PIOTR ROZBIEGALSKI

SPOSOBY ROZPALANIA OGNI W MŁODSZEJ EPOCE KAMIENIA NA TERENIE ZIEM POLSKICH W KONTEKŚCIE BADAŃ EKSPERYMENTALNO-TRASEOLOGICZNYCH

Wstęp

Problematyka sposobów niecenienia ognia przez społeczności epoki kamienia była wielokrotnie poruszana w literaturze. Jednakże interpretacje źródeł archeologicznych, związane z umieszczaniem poszczególnych artefaktów w kontekście procesów rozpalania ognia, były zazwyczaj intuicyjne i opierały się jedynie na analogiach etnograficznych pochodzących z różnych części świata (FEUSTEL 1973: 208–215; GRADOWSKI 1976: 101–108; HARRISON 1958: 216–237). Nieco światła rzucają na tę problematykę nowsze prace. W efekcie wnikliwych obserwacji oraz zastosowania nowoczesnych metod badania zabytków archeologicznych, jak analiza mikroskopowa oraz testy eksperymentalne, udało się zidentyfikować artefakty, które mogły służyć do krzesania ognia w najstarszej epoce dziejów człowieka. Od pewnego czasu w zachodnioeuropejskich ośrodkach badawczych pojawia się coraz więcej prac omawiających problem krzesania ognia w różnych okresach archeologicznych (m.in. PAULSEN 1976; SEEBERGER 1977; NIESZERY 1992; JOHANSEN, STAPERT 1995; 2001; STAPERT, JOHANSEN 1999; JOHANSEN I IN. 2001; PAWLIK 2004; JOHANSEN, NIEKUS, STAPERT 2005; ROUSSEL 2005).

Natomiast na gruncie polskiej archeologii temat wydaje się być słabo rozpoznany. Może to wynikać z niewielkiego zainteresowania prezentowaną problematyką, a co ważniejsze – z trudności identyfikacji przedmiotów związanych z krzesaniem ognia, co zgoła nie jest rzeczą prostą. Pewną drogę wskazują badacze, którzy w swoich pracach dopuszczają możliwość interpretacji poszczególnych artefaktów krzemiennych, głównie na podstawie uszkodzeń makroskopowych, jako krzesaków (m.in. BALCER 2002: 109; BUDZISZEWSKI 1995; BUDZISZEWSKI, TUNIA 2000: 127–128; BUDZISZEWSKI, WŁODARCZAK 2010: 59–61). Jednak bez szczegółowych analiz mikroskopowych trudno z pewnością stwierdzić, które z okazów, zwłaszcza w przypadku tych o niejasnym kontekście (por. PIOTROWSKI, DĄBROWSKI 2009), były wykorzystywane w czynnościach rozpalania ognia. Jedynie Małgorzata Winiarska-Kabacińska (2007; 2008; por. BUDZISZEWSKI I IN. 2008: 48–52) zinterpretowała pojedyncze zabytki krzemienne z grobów kultury ceramiki sznurowej w Zielonej i Dąbrowie Biskupiej jako krzesaki, wykorzystując wyniki badań traseologicznych.

Celem prezentowanej pracy jest poszerzenie wiedzy na temat niecenienia ognia w epoce kamienia, w kon-

tekście analiz mikroskopowych oraz badań eksperymentalnych, a także przedstawienie wstępnych wyników badań artefaktów z okresu neolitu, które mogą być pomocne w realizacji tego zamierzenia. Skupiliśmy się na interpretacji jednego z możliwych sposobów rozpalania ognia, polegającego na pocieraniu przedmiotem krzemienym o bryłkę surowca zawierającą minerały żelaziste (np. piryty, markasyt). Tego typu metoda jest jedyną, którą można poddać weryfikacji za pomocą dostępnych źródeł archeologicznych i badań traseologicznych. Należy bowiem zauważyć, że w epoce kamienia mogły istnieć inne formy krzesania ognia, np. różne odmiany metody „drewno o drewno”, o czym w sposób pośredni informują źródła etnograficzne oraz ich pojedyncze analogie wśród zabytków archeologicznych (m.in. HOUGH 1890; SKERTCHLY 1890; BALFOUR 1926; DAVIDSON 1947; FEUSTEL 1973: 210–211; PERLÈS 1977: 34–41; ROUSSEL 2005: 21–34).

Źródła archeologiczne

Można wyróżnić trzy zasadnicze rodzaje źródeł związanych z niecenieniem ognia, spotykane na stanowiskach archeologicznych. Są to narzędzia krzemienne, grudki piritu oraz fragmenty huby drzewnej z gatunku *Fomes fomentarius*. Występują one w różnym natężeniu na obszarze całej Europy.

Najstarsze narzędzia krzemienne służące do krzesania ognia znane są z okresu paleolitu. Stanowią one zróżnicowaną grupę pod względem typologicznym. Najczęściej reprezentowane są przez okazy nieretusowane, a także wiórowce jedno- i obustronnie załuskane. O wiele rzadziej spotykane są formy rylcowe oraz przekłuwacze. Wszystkie wymienione artefakty cechują się występowaniem starć i zagładzeń powierzchni w partiach przysęczkowych lub dolnych, niekiedy jednocześnie na obu krańcach. Zazwyczaj ślady te występują w partiach przeciwnych do pierwotnych krawędzi pracujących opisywanych typów narzędzi, a w przypadku półsurowca – na ich piętach. Na większości artefaktów, pod zagładzonymi powierzchniami, wyraźnie zarysowują się negatywy po dodatkowym retuszu (m.in. STAPERT, JOHANSEN 1999: 152–156). Na okres paleolitu datowane są również nieliczne grudki surowca zawierającego minerały żelaziste, z których pojedyncze okazy odznaczają się występowaniem paz użytkowych, najprawdopodobniej powstałych poprzez ocieranie o powierzchnie krawędzi krzemienia, czego przykładem są znaleziska ze stanowiska Trou de Chaleux, Laussel czy Vogelherd

(NIESZERY 1992: 359–360; WEINER, FLOSS 2004; ROUSSEL 2005: 107–114).

Wymienione wyżej typy znalezisk występują również na pojedynczych stanowiskach mezolitycznych, łączonych z kulturami Star Carr, Duvensee, Maglemose czy Kongemose. Pozostałości skał zawierających minerały żelaziste (niekiedy przepalone) i huby zostały zlokalizowane na licznych stanowiskach mezolitycznych, np. Starr Carr, Mullerup, Ulkestrup, Maglelyng czy Sværdborg. Znane jest również znalezisko fragmentu pirytu z grobu męskiego z Nederst (Jutlandia), łączonego z kulturą Ertebølle (CLARK 1954: 18, 167–168; STAPERT, JOHANSEN 1999: 152; ROUSSEL 2005: 114–115, 150–151). Natomiast mezolityczne formy krzemienne, interpretowane na podstawie analiz mikroskopowych jako krzesaki, znane są m.in. ze stanowiska Tågerup. Są to głównie wióry i odlupki, jak i bryłki surowca krzemienno (KNARRSTRÖM 2001: 51–52).

Dość dobrze rozpoznane są neolityczne i wczesno-brązowe znaleziska związane z procesem rozpalania ognia. Występują one przede wszystkim w grobach męskich, jako zestawy wyposażenia zmarłych. Składają się z jednego albo kilku narzędzi krzemienno, grudki pirytu (lub analogicznego surowca), niekiedy ze śladami użytkowymi, czy pozostałościami huby (m.in. PAULSEN 1976; SEEGER 1977; NIESZERY 1992; STAPERT, JOHANSEN 1999: 150–152; ROUSSEL 2005: 115–131, 151–155; VAN GIJN 2008; BUDZISZEWSKI, WŁODARCZAK 2010: 59–61). Jednakże rzadkością jest obecność kilku wyżej opisanych elementów w tym samym zespole. Cechy makroskopowe neolitycznych narzędzi krzemienno nie różnią się od tych, które znane są z wcześniejszych okresów. Na ich powierzchniach, podobnie jak na formach paleolitycznych i mezolitycznych, można zaobserwować ślady intensywnego zagładzania, pod którymi widoczne są wcześniejsze negatywy załuskiwania. W przypadku neolitu wspomnieć również należy o specyficznych znaleziskach kawałków pirytu lub krzemienno krzesaków osadzonych w oprawy z poroża, pochodzących m.in. ze stanowisk szwajcarskich i niemieckich (NIESZERY 1992: 361–362; HOFFSTADT 2005: 116). W niektórych grobach męskich z wczesnej epoki brązu występują krzemienne sztylety, a w późniejszym czasie – także ich miniatury, które u podstaw wyodrębnionych rękojeści noszą ślady charakterystycznych starć i zagładzeń (m.in. PAULSEN 1976; KOCH 1990; STAPERT, JOHANSEN 1999: 150–152; LIBERA 2001: 40 – tam dalsza literatura).

„Wiertniki tępe”

Wykorzystując wyniki badań wymienionych wyżej autorów oraz opisane źródła archeologiczne, podjęliśmy próbę ukazania sposobów rozpalania ognia przy wykorzystaniu materiałów krzemienno z wybranych stanowisk z ziem polskich. Opierając się na wcześniej wspomnianych sugestii Bogdana Balcera, przeprowadziliśmy analizę zespołu wybranych form w typie, który wspomniany badacz określa jako „wiertniki tępe” (BALCER 1975: 110). Narzędzia te wyróżniane są przez B. Balcera od kilkudziesięciu lat na podstawie charakterystycznych śladów (zinterpretowanych jako użytkowe), w postaci „dookolnych otarć obłych wierzchołków” (BALCER 1975: 110). Cechy te pojawiają się w wielu grupach artefaktów krzemienno. Wyróżnia się tu wióry z nieregularnym retuszem, wiórowce oraz ich fragmenty jedno- i obustronnie załuskiwane, piki oraz formy rdzeniowe z wyraźnie wyodrębnionymi żądlami. Ślady tego typu pojawiają się również na drapaczach, rylcach i wiertnikach. Starcia pokrywają wierzchołki form narzędziowych (na niektórych wiórowcach otarcia widoczne są na obu końcach), a w przypadku wiórów – ich piętki. Powierzchnie te często „załuskiwano zwrotnie lub od strony spodniej” (BALCER 1975: 110). Narzędzia te przyporządkowane zostały na podstawie kontekstu zalegania oraz stratygrafii przede wszystkim kulturze pucharów lejkowatych, aczkolwiek pojedynczo notowane są w inwentarzach kultury ceramiki promienistej, cyklu lendzielsko-pogarskiego oraz kultury trypolskiej. Opisywane formy wykonane zostały z krzemienia świeciechowskiego, wołyńskiego, pasiastego, bałtyckiego oraz kredowego (BALCER 1975: 110n; 1983: 38n; 2002: 109; BALCER, MACHNIK, SITEK 2002: 114, 116).

Z wymienionej grupy zabytków wyróżniliśmy losowo próbę dziesięciu z nich i poddaliśmy badaniom, stosując analizę mikroskopową oraz weryfikacyjną metodę eksperymentalną. Wydzielone okazy przeanalizowaliśmy pod kątem identyfikacji śladów związanych z krzesaniem ognia.

W analizowanej grupie znalazły się zabytki pozyskane z dwóch osad kultury pucharów lejkowatych – sześć sztuk z Gródka, gm. Hrubieszów, pow. hrubieszowski¹ (z badań Jana Kowalczyka w latach 1954–1957), oraz cztery formy pochodzące z wypełnisk jam na stanowisku „Gawroniec” w Ćmielowie, gm. Ćmielów, pow. ostrowiecki (z badań Zofii Podkowińskiej w latach 1947–1961).

¹ Stanowisko znane w literaturze pod lokalną nazwą „Gródek Nadbużny”.

Wydzielone „wiertniki tępe” należą do grupy wiórowców wykonanych przede wszystkim z masywnego, regularnego półsurowca pozyskanego z krzemienia świeciechowskiego; pojedyncze formy pozyskano z surowca kredowego oraz wołyńskiego. Ich długość waha się od 3 (artefakty ułamane) do 11 centymetrów, a szerokość oscyluje wokół 2 centymetrów (por. PODKOWIŃSKA 1950; 1952; 1955; 1957; 1962; KOWALCZYK 1956; 1957; 1958; GUMIŃSKI 1989: 115–141; BALCER 1975: 109–110; 2002: 108–109).

Badania eksperymentalne

Eksperymentalne przeprowadzenie procesu krzesania ognia oparliśmy od strony technicznej na analogiach etnograficznych i wynikach dotychczasowych badań naukowców europejskich. Dane etnograficzne potraktowaliśmy jako wzór podczas próby ukazania kolejnych elementów prahistorycznego procesu niecenienia ognia. Wykorzystaliśmy m.in. informacje nt. sposobów posługiwania się surowcem krzemienistym i pirytem w procesie krzesania ognia przez wybrane społeczności w XIX wieku. Przykłady tego typu czynności znane są z różnych części świata. Opisy etnograficzne odnoszą się m.in. do niektórych grup Eskimosów, Indian północnoamerykańskich, Aborygenów czy ludności zamieszkującej Ziemię Ognistą, Filipiny oraz wyspy Oceanii (HOUGH 1890: 360, 368–369; DAVIDSON 1947: 434–435; FEUSTEL 1973: 209–210; PERLÈS 1977: 33–34; HÁLA 1986: 323; GOTT 2002; ROUSSEL 2005: 55–106).

Przed przystąpieniem do badań eksperymentalnych, niezbędnym było zgromadzenie materiałów wykorzystywanych w procesie krzesania ognia, czyli replik neolitycznych form „wiertników tępych”, pirytu oraz hubki (zamiast ostatniego z wymienionych materiałów można było użyć również wysuszonego mchu, kory czy trawy).

Narzędzia krzemienne, użyte przez nas w eksperymencie, zbliżone były do oryginalnych zabytków pod względem morfologicznym, technologicznym i surowcowym. W grupie tej znalazły się przede wszystkim wiórowce wykonane z półsurowca uformowanego z krzemienia świeciechowskiego, pozyskanego przy zastosowaniu techniki uderzenia pośredniego.

Drugim surowcem użytym w próbach eksperymentalnych był piryty, czyli minerał o spizowo-żółtym zabarwieniu i metalicznym połysku, o twardości 6–6,5 w skali Mohsa. Ze względu na swój skład chemiczny jest on wy-

jątkowo użyteczny w procesie krzesania ognia (ROUSSEL 2005: 36; CHODKOWSKI 1995: 462).

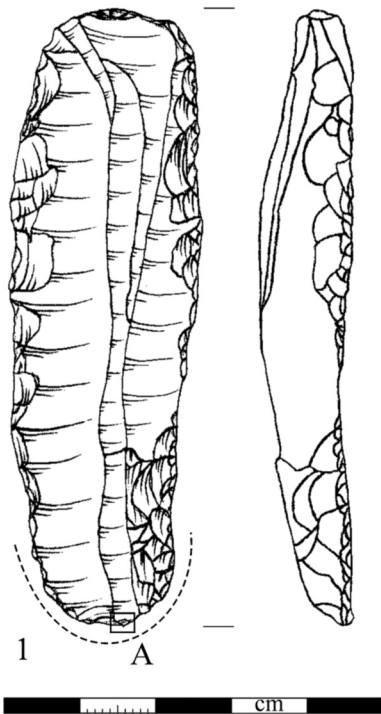
Z kolei za materiał łatwopalny, „chwytający iskry”, posłużyła hubka. Jest to część huby, grzyba kapeluszowego z gatunku *Fomes fomentarius*, żyjącego na drzewach liściastych, głównie na buku. Przygotowując hubkę, podzieliliśmy środkową część grzyba, o zbitej i twardej konsystencji, na cienkie plastry. Po jej roztarciu i rozciągnięciu uzyskaliśmy „zamszową” formę. Spreparowany w ten sposób materiał został dobrze wysuszony. Dzięki wymienionym czynnościom przygotowana hubka była w stanie szybciej „chwycić” padające na nią iskry (por. m.in. GRADOWSKI 1976: 101–102; SEEGER 1977: 196–197; HÁLA 1986: 327–328; STAPERT, JOHANSEN 1999: 148).

Sama czynność rozpalania ognia polegała przede wszystkim na miarowym tarcu, bądź uderzaniu krawędziami krzemienia o powierzchnię pirytu. W wyniku tego działania powstawały iskry padające na leżącą poniżej hubkę (por. FEUSTEL 1973: 209–210; SEEGER 1977: 197–199; STAPERT, JOHANSEN 1999: 148–149; ČERVINKA 2003: 128–129; ROUSSEL 2005: 40–54). Opisywanym testom towarzyszyły procesy zarówno fizyczne, jak i chemiczne. W wyniku pocierania krawędzią krzemienia o piryty wydzielala się energia w postaci ciepła, co równocześnie rozpoczynało reakcję utleniania żelaza i spalania się siarki. Ta punktowa „eksplozja” powodowała odprysk niewielkiej części pirytu i jego świecenie tak długo, na ile pozwoliła nadana mu energia. Pod wpływem temperatury w wybitej cząstce następowało chemiczne rozdzielanie żelaza (Fe) i siarki (S). Długość toru lotu iskry zależała w dużej mierze od siarki, która podtrzymywała nadaną energię cieplną, oraz od wielkości wybitej cząstki i nadanej energii. Zbyt mała cząstka szybciej ulegała całkowitemu spalaniu, nie dolatując do hubki. Natomiast za duża – nie spalała się całkowicie, ze względu na zbyt małą (w stosunku do jej wielkości) nadaną energię, której nie wystarczało do objęcia całej masy cząstki. W przytoczonym przypadku pozostawała, po zbyt szybkim spalaniu się siarki, część nieutlenionego żelaza. Najbardziej pożądaną sytuacją było wybite cząstki pirytu o takiej wielkości, by nadana jej energia wystarczała na całą długość toru lotu iskry, a co ważniejsze – na przekazanie części energii na hubkę. W takim przypadku następowało „pochwycenie” iskry. Jednak uzyskanie tego efektu było przypadkowe i, poza warunkami laboratoryjnymi, całkowicie nie do przewidzenia².

² Informacja ustna prof. dr. hab. J. Langer z Pracowni Fizykochemii Materiałów i Nanotechnologii Wydziału Chemii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu.

W efekcie przeprowadzonych eksperymentów kilkanaście okazów krzemiennych, użytych jako krzesaki, uległo znacznym deformacjom. W miejscach kontaktu powierzchni narzędzi z pirytem powstały intensywne stłuczenia i zagłę-

dzenia. Wyraźne są również pozostałości pirytu w szczelinach stłuczeń, które dostały się tam wskutek kontaktu obu materiałów. Jednak – pomimo opisanych wyżej uszkodzeń – narzędzia były dalej zdolne do użytku i w pełni efektywne.



Ryc. 1. Materiały eksperymentalne: 1, 2 – krzesaki. A, B – ślady mikroskopowe, pow. $\times 200$ (ob. $\times 10$) (rys. P. Rozbiegalski, fot. K. Pyżewicz).

Fig. 1. Experimental materials: 1, 2 – flint strike-a-lights. A, B – microwear traces; original magnification $\times 200$.

Ponadto, w celach porównania śladów makro- i mikroskopowych, wykonaliśmy serię testów laboratoryjnych z użyciem kilku surowców: krzemienia, hematytu, wapienia, łupku i piaskowca. Repliki neolitycznych artefaktów posłużyły jako retuszerzy do ukształtowania kolejnych narzędzi, a także jako rozcieracze lub skrobacze do twardych surowców kamiennych. Wszystkie wykorzystane w trakcie eksperymentów formy uległy widocznym deformacjom – zagładzeniom i zmiżdżeniom partii pracujących.

Wykonanie testów związanych z innym czynnościami niż odnoszącymi się do rozpalania ognia było niezmiernie ważnym elementem, istotnie wpływającym na proces interpretacji zabytków. Pozyskanie szczegółowych informacji o makro- i mikrostrukturze powierzchni okazów wykorzystanych do czynności z użyciem surowców skalnych miało na celu wychwycenie różnic w śladach powstałych w efekcie wykonania poszczególnych czynności, a co się z tym bezpośrednio łączy – określenie zespołu cech dystynktywnych wyłącznie dla krzemianowych krzesaków. Przeprowadzenie tego etapu badań eksperymentalno-traseologicznych było jednocześnie naszą odpowiedzią na pojawiające się głosy o trudnościach, czy wręcz niemożliwości wyróżnienia dystynktywnego zestawu cech dla krzemianowych narzędzi wykorzystywanych w procesie rozpalania ognia.

Badania traseologiczne

Metoda

Analizy traseologiczne przeprowadziliśmy przy użyciu mikroskopu stereoskopowego z zakresem powiększeń $\times 14$ – 135 oraz mikroskopu metalograficznego Nikon LV150 o powiększeniach rzędu $\times 50$ – 500 . Mikroskopowe obrazy powierzchni krzemianowych zadokumentowaliśmy przy pomocy aparatu cyfrowego, a także poprzez schematyczne przedstawienie zarejestrowanych śladów w formie rysunkowej.

Każde narzędzie krzemienne, zarówno oryginalne, jak i eksperymentalne, przed analizą mikroskopową zostało oczyszczone przy pomocy detergentu i acetonu. Artefakty neolityczne, przed kąpielą w wymienionych roztworach, zostały dodatkowo poddane wstępnym oględzinom pod mikroskopem w celu stwierdzenia, czy ich powierzchnia nie odznacza się obecnością pozostałości organicznych.

Interpretacja wyników analiz narzędzi eksperymentalnych

Efektem przeprowadzonych prób eksperymentalnych było pozyskanie grupy narzędzi krzemianowych, na powierzchniach których można zaobserwować specyficzne ślady użytkowania. Po poddaniu szczegółowej analizie mikroskopowej owych replik stworzyliśmy matrycę charakterystycznych modyfikacji, powstających na okazach krzemianowych w wyniku procesu krzesania ognia. Ponadto, zadokumentowaliśmy deformacje powstałe podczas obróbki

innych surowców, takich, których bezpośredni kontakt z powierzchnią krzemianową mógł pozostawić analogiczne ślady jak na krzesakach. Matryca ta niezbędna była do dalszych analiz porównawczych, mających na celu identyfikację wśród narzędzi oryginalnych tych form, którym można przypisać funkcję narzędzi do krzesania ognia.

Krzesaki

Na podstawie analiz mikroskopowych materiału eksperymentalnego wyróżniliśmy zestaw cech sprzężonych ze sobą, składający się z czterech podstawowych rodzajów śladów: zagładzeń i stłuczeń powierzchni, śladów liniowych oraz wyświeceń. Ich charakterystykę prezentujemy poniżej (Ryc. 1).

Na części pracującej wszystkich narzędzi zauważalne są, nawet „gołym okiem”, wyraźne zagładzenia powodujące zaokrąglenie krawędzi. Na użytej powierzchni zarejestrowaliśmy jednocześnie zagęszczone ślady liniowe, zgrupowane w postaci różnej długości płytkich odcinków, układających się równolegle względem siebie. Ich pozycja odzwierciedla sposób prowadzenia narzędzia – linie są skierowane równolegle do kierunku pracy. Opisywane ślady są zapewne wynikiem tarcia krzemieniem o piryty, który posiada równą lub większą twardość w skali Mohsa od krzemienia (co może powodować zarysowanie powierzchni). Zdarza się, że na jednej formie można zaobserwować zgrupowania śladów liniowych ułożonych w różne strony. Związane jest to ze zmianami w ustawieniu krzesaka w stosunku do bryłki piryty i najczęściej jest odzwierciedleniem podejmowania kolejnych prób rozpalenia ognia. Na użytych powierzchniach krzemianowych zarejestrowaliśmy też niewielkie stłuczenia w postaci nieregularnych, ostrokrawędzistych kraterów, od których odchodzą pojedyncze ślady liniowe. Drobne zagłębienia powstały najpewniej podczas wyrywania czy też zmiżdżenia części powierzchni krzemienia, w wyniku kontaktu z powierzchnią piryty. Opisanym zarysowaniem i wykruszeniem towarzyszą intensywne wyświecenia w postaci błyszczących smug na krzemiennej powierzchni. Cechami charakterystycznymi tych wyświeceń są: duża wyrazistość, wysoki połysk, mocno zaznaczone liniowe ukierunkowanie, „metaliczność” i abrazyjność, przy jednoczesnym wnikaniu w mikrostrukturę krzemienia (por. STAPERT, JOHANSEN 1999).

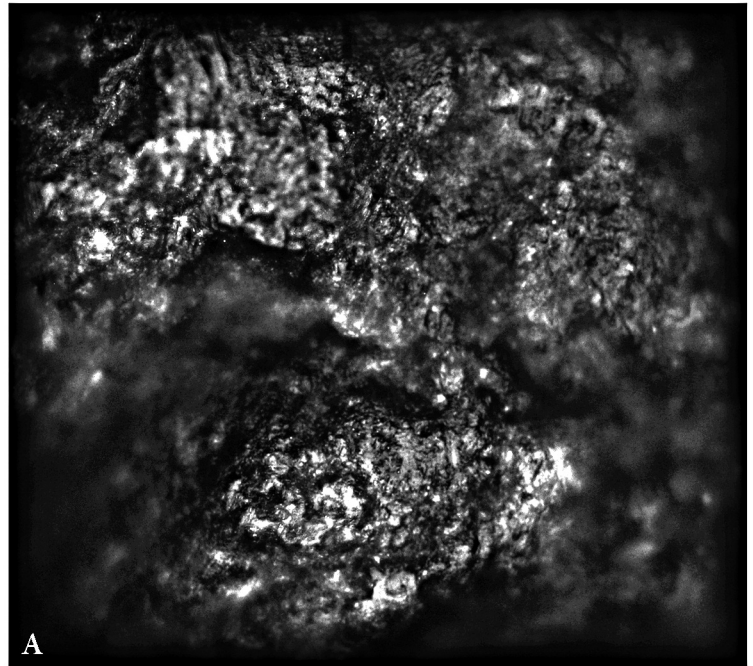
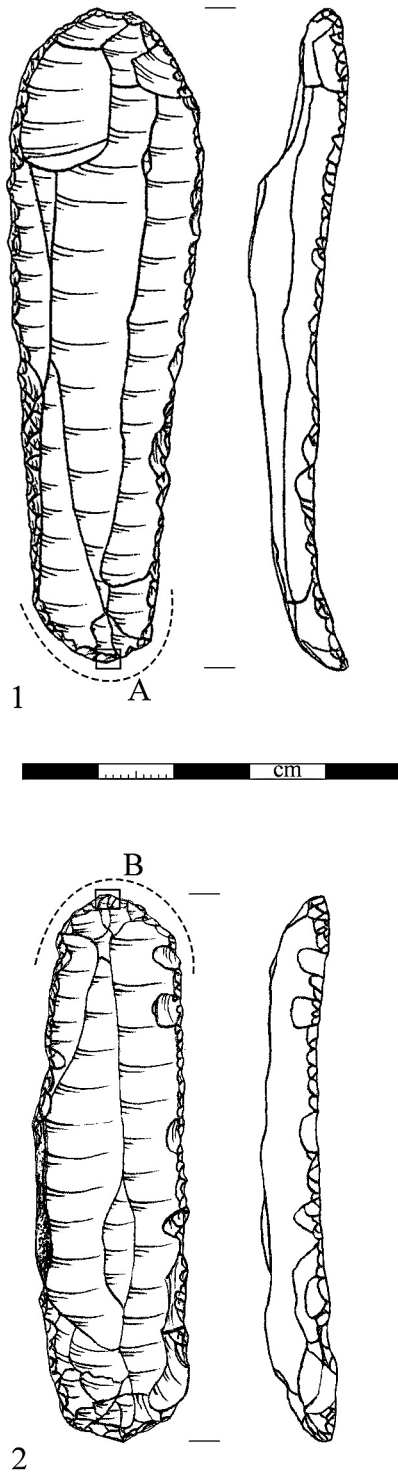
Pozostałe typy funkcjonalne narzędzi

Kolejne testy eksperymentalne o charakterze laboratoryjnym wiązały się wyłącznie z pozyskaniem zespołu śladów mikroskopowych. W efekcie przeprowadzonych badań uzyskaliśmy odpowiedzi na pytania związane ze sposobem odróżniania mikroskopowych śladów powstałych na formach krzemianowych użytych do obróbki nieorganicznych surowców – krzemienia, hematytu, wapienia, łupku i piaskowca, w przypadku których deformacje makroskopowe są praktycznie takie same, jak na funkcjonalnych krzesakach. Na podstawie badań eksperymentalno-traseologicznych podjęliśmy próbę wyróżnienia podstawowych

cech mikrośladów, różnicujących dane narzędzia funkcjonalne od krzemiennych krzesaków. Są to:

1. W przypadku retuszerów do okazów krzemiennych – mniej wyraziste i ekspansywne wyświecenie o zazwyczaj

plamistym charakterze; mniejsza abrazyjność; chaotyczny układ śladów liniowych i ich mniejsza wyrazistość; rzadsze występowanie zarysowań oraz odprysków (Ryc. 2:1,A).

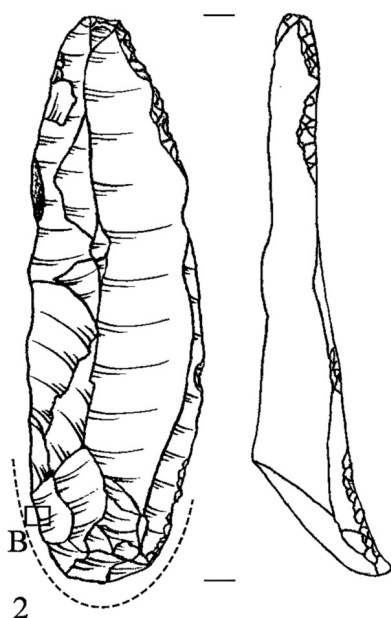
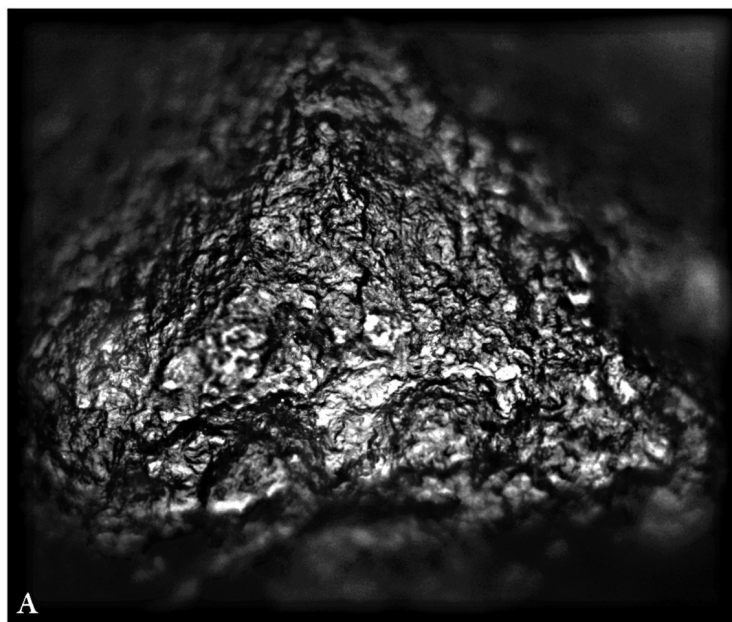
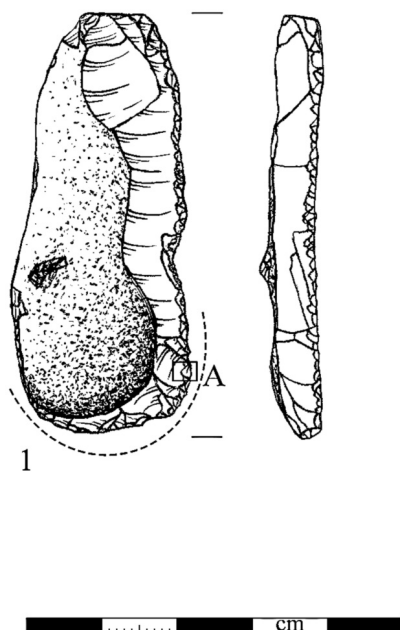


Ryc. 2. Materiały eksperymentalne: 1 – narzędzie do obróbki krzemienia; 2 – narzędzie do obróbki hematytu. A, B – ślady mikroskopowe, pow. $\times 200$ (ob. $\times 10$) (rys. P. Rozbiegalski, fot. K. Pyżewicz).

Fig. 2. Experimental materials: 1 – tool for working flint; 2 – tool for working hematite. A, B – microwear traces; original magnification $\times 200$.

2. Na powierzchniach narzędzi służących do obróbki hematytu mikroślady są bardziej jaskrawe, „oblewające” powierzchnię, a nie abrazyjne; słabo zaznaczone liniowe ukierunkowanie wyświecenia; zasadniczy brak zarysowań i odprysków (**Ryc. 2:2,B**).
3. Na okazach użytych do obróbki wapienia – mniejsza abrazyjność śladów, bardziej plamisty charakter; prak-

- tycznie brak zarysowań i odprysków oraz zaznaczenia liniowego ukierunkowania wyświecenia (**Ryc. 3:1,A**).
4. Na narzędziach eksperymentalnych, służących do obróbki łupku i piaskowca, odnotowaliśmy podobne ślady – o mniejszej wyrazistości, ekspansywności i wyświeceniu słabiej wnikałym w mikrostrukturę powierzchni krzemienia, natomiast o większej abrazyjności (**Ryc. 3:2,B**).



Ryc. 3. Materiały eksperymentalne: 1 – narzędzie do obróbki wapienia; 2 – narzędzie do obróbki piaskowca. A, B – ślady mikroskopowe, pow. $\times 200$ (ob. $\times 10$) (rys. P. Rozbiegalski, fot. K. Pyżewicz).

Fig. 3. Experimental materials: 1 – tool for working limestone; 2 – tool for working sandstone. A, B – microwear traces; original magnification $\times 200$.

W trakcie przeprowadzonych badań eksperymentalno-traseologicznych podjęliśmy się także próby odpowiedzi na pytania dotyczące różnic w strukturze makro- i mikrośladów, wynikających z indywidualnych cech jednostek. Podczas badań poprosiliśmy innych eksperymentatorów o wykonanie czynności skupiających się głównie na rozpalaniu ognia przy zastosowaniu narzędzi krzemiennych. Wyniki analiz mikroskopowych ukazały, że najbardziej dystynktywny rodzaj śladów – wyświecenie – różnicował się jedynie wyrazistością (co związane było z czasem wykonywania czynności i jej intensywnością), natomiast ślady liniowe zmieniały swoje ułożenie w zależności od sposobu poruszania krzesakiem względem piryty. Możemy stwierdzić, że makro- i mikroślady w swej ogólnej strukturze nie ulegały znaczącym zmianom, a cechy indywidualne nie wpływały znacząco na proces interpretacyjny danych deformacji.

Interpretacja wyników analiz narzędzi oryginalnych

Szczegółowym badaniom mikroskopowym poddaliśmy dziesięć wybranych narzędzi krzemiennych (Ryc. 4). Wszystkie te okazy odznaczały się mocno rozwiniętymi makroskopowymi śladami. Deformacje występowały w postaci silnych zagładzeń grani i bocznych krawędzi (zazwyczaj pokrytych retuszem kształtującym). Zaoblenia te zlokalizowane były w częściach przyszczkowych lub dolnych artefaktów (Ryc. 5:A,B). Analogiczne ślady zaobserwowaliśmy na okazach eksperymentalnych służących do rozpalania ognia, ale również na powierzchni narzędzi wykorzystanych w innych sytuacjach – w trakcie kształtowania form krzemiennych, obróbki hematytu, łupku czy piaskowca. Porównując wyniki analiz makroskopowych form oryginalnych z eksperymentalnymi, trudno nam było stwierdzić, w efekcie jakich wymienionych wyżej czynności powstały intensywne zagładzenia na wiórowcach pochodzących z osad w Ćmielowie i Gródku.

Mimo że wspomniane deformacje makroskopowe nie różnicowały się pomiędzy sobą na wszystkich dziesięciu okazach, to na podstawie wyników analiz mikroskopowych możemy stwierdzić ich pewne zróżnicowanie funkcjonalne. Charakterystyka mikrośladów, zarejestrowanych na powierzchniach zagładzeń pięciu artefaktów, odpowiada tym powstałym w efekcie użycia eksperymentalnych form jako krzesaków. Deformacje te odznaczają się przede wszystkim intensywnymi, wnikającymi w mikrostrukturę, abrazyjnymi wyświeceniami, rozciągającymi się na całą powierzchnię zagładzonej. Opisywane wybłyszczczenia niekiedy poprzerywane są drobnymi negatywami odprysków (kraterami), analogicznymi do tych, które powstały na okazach wykorzystanych w trakcie eksperymentalnego rozpalania ognia. Silnie ukazana liniowość, w ramach zaobserwowanych wyświeceń, odzwierciedla szczegóły charakteru opisywanej czynności i sposób jej wykonania przez poszczególnych przedstawicieli neolitu. Na podstawie analizy

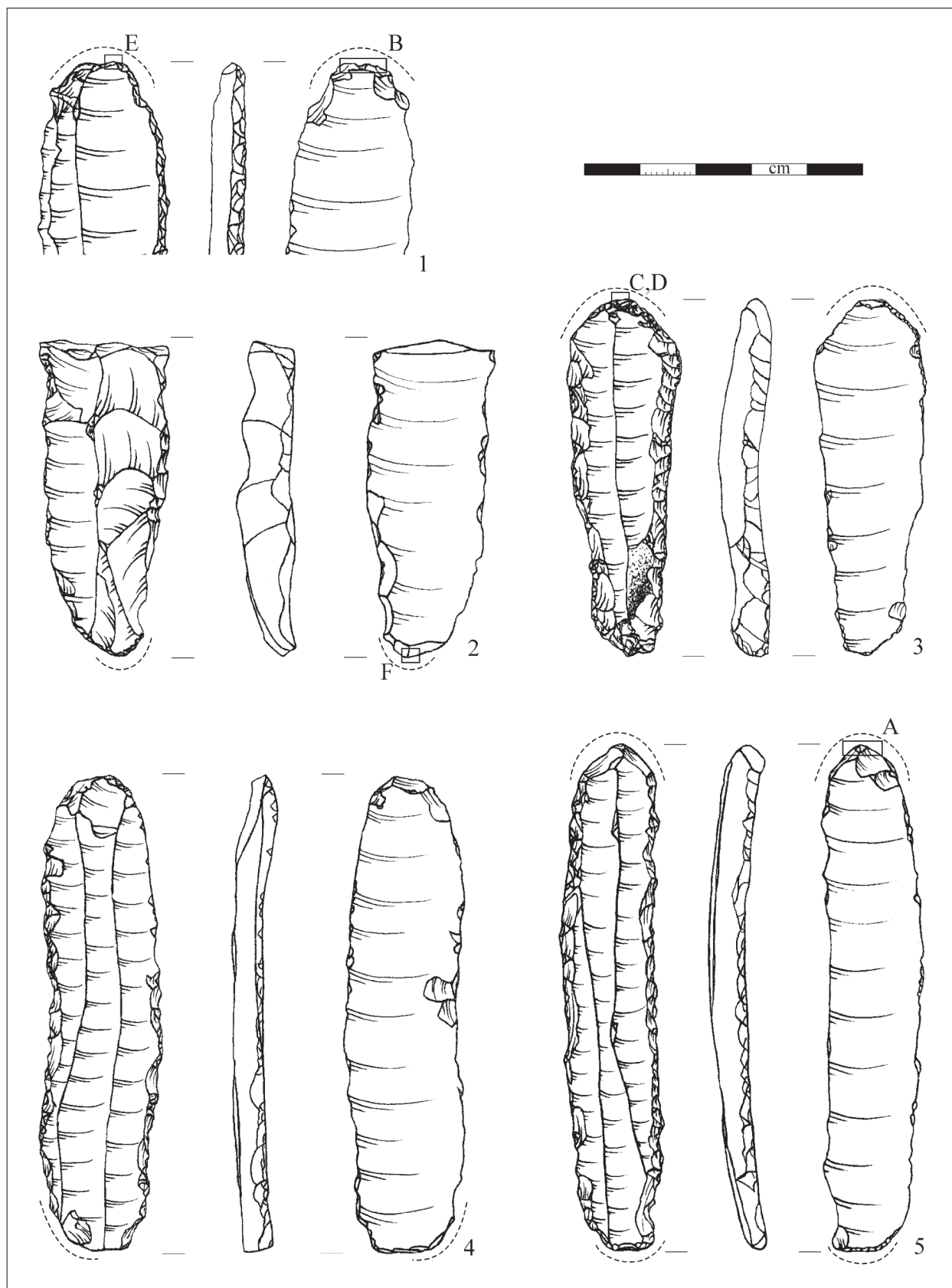
struktury mikrośladów możemy stwierdzić, że wykonywane ruchy poszczególnymi narzędziami były skośne lub krzyżujące się pod kątem prostym (prostopadłe i równoległe na jednej powierzchni) względem osi symetrii artefaktów (Ryc. 5:C–F).

Niestety, pozostałych pięć okazów nie odznacza się na tyle dystynktywnymi, rozwiniętymi mikrośladami, abyśmy mogli na ich podstawie określić zastosowanie tych zabytków. Nie możemy również z pewnością wykluczyć, że pełniły one funkcję krzemiennych krzesaków.

Podsumowanie

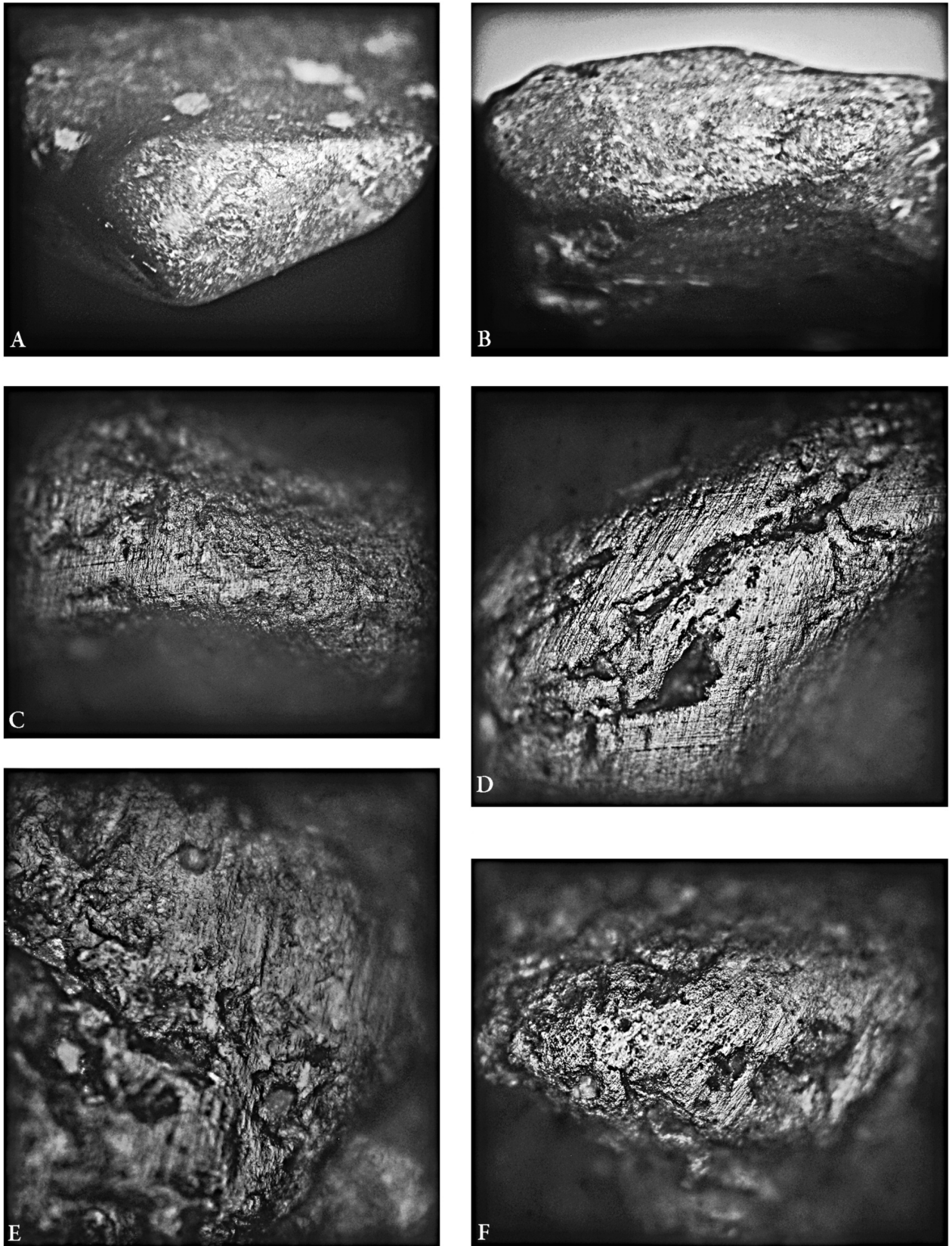
Na podstawie przeprowadzonych eksperymentalnych badań weryfikacyjnych oraz analiz mikroskopowych możemy stwierdzić, że wśród społeczności młodszej epoki kamienia, zamieszkujących obecny obszar Polski, znany był sposób niecenia ognia przy zastosowaniu krzemiennych krzesaków. Najpewniej, co ukazują wyniki eksperymentów, aby osiągnąć zamierzony cel – rozpaść ogień, niezbędne było użycie również specyficznej skały, zawierającej znaczną ilość cząsteczek żelaza oraz łatwopalnego materiału.

Przedstawiciele neolitycznych ugrupowań używali jako krzesaków najpewniej tych form, które zostały włączone do szerokiej grupy „wiertników tępych”. W zbiorze tym znalazły się okazy wiórowe, których poszczególne części pokryte zostały retuszem intencjonalnym. Wyróżnione artefakty pełniły zapewne również inną funkcję, o czym świadczą dodatkowe ślady użytkowe rejestrowane w innych partiach powierzchni. Jednocześnie nie możemy stwierdzić, że wszystkie narzędzia krzemienne, które identyfikuje się pod względem typologicznym jako „wiertniki tępe”, służyły do rozpalania ognia. Mimo że ślady widoczne na wzmiankowanych okazach oryginalnych, w postaci zagładzeń i starć wystających partii czy krawędzi, mogą wskazywać na tego typu zastosowanie, to – jak ukazują wyniki badań traseologiczno-eksperymentalnych – analogiczne makroskopowe cechy zaobserwować można na narzędziach użytych w innych celach. Do tego typu czynności można zaliczyć obróbkę skał, m.in. piaskowca, łupku, wapienia i hematytu. Natomiast stopień rozwinięcia wspomnianych deformacji zależy od sposobu pracy, twardości obrabianego surowca oraz intensywności wykonywanych ruchów. Jednakże przyglądając się uważnie powstałym śladom przy użyciu sprzętu optycznego, zauważyć można wyraźne różnice pomiędzy strukturą użytkowanej powierzchni, w zależności od rodzaju obrabianego surowca. Dlatego też z dużym prawdopodobieństwem możemy określić zastosowanie przynajmniej niektórych artefaktów z osad kultury pucharów lejkowatych w Gródku i Ćmielowie, wydzielonych do szczegółowych analiz mikroskopowych. Pozostałych przeanalizowanych okazów nie możemy z pewnością uznać za krzemienne krzesaki, gdyż noszą ślady, które są nie dość charakterystyczne, i które mogły powstać w efekcie wykonania czynności związanych z obróbką innych surowców.



Ryc. 4. Materiały oryginalne (zabytki): 1, 3 – Gródek, gm. Hrubieszów; 4, 5 – „Gawroniec” w Ćmielowie, gm. Ćmielów (rys. P. Rozbiegalski).

Fig. 4. Original materials (artefacts): 1, 3 – Gródek, the Hrubieszów District; 4, 5 – „Gawroniec” in Ćmielów, the Ćmielów District.



Ryc. 5. Materiały oryginalne (zabytki): A, B – ślady makroskopowe, $\times 21$ (ob. $\times 20$); C, D, F – ślady mikroskopowe, pow. $\times 100$ (ob. $\times 10$); E – ślady mikroskopowe, pow. $\times 200$ (ob. $\times 10$) (fot. K. Pyżewicz).

Fig. 5. Original materials (artefacts): A, B – macrowear traces; original magnification $\times 21$; C, D, F – microwear traces; original magnification $\times 100$; E – microwear traces; original magnification $\times 200$.

Prezentowana praca stanowi jedynie przyczynek do dalszych badań nad problematyką sposobów niecenia ognia w okresie neolitu. W przyszłości należałoby przeprowadzić kolejne analizy mikroskopowe, mające na celu wyjaśnienie zastosowania pozostałych okazów zaliczonych do grupy „wiertników tępych”, mimo że pod względem typologicznym należy je włączyć do grupy rylców, drapaczy, zwykłych wiertników, pików czy rdzeni. Dalsze badania traseologiczne i eksperymentalne powinny być osadzone w szerokim kontekście rozważań nad sposobami rozpalania ognia, również w innych okresach epoki kamienia na obszarze ziem polskich, gdyż dotychczas mamy do czynienia

jedynie z efektami pojedynczych prac na danym polu badawczym (WINIARSKA-KABACIŃSKA 2009: 61–62).

Dr Katarzyna Pyżewicz
Instytut Prahistorii
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
kpyzewicz@gmail.com

Mgr Piotr Rozbiegalski
Instytut Prahistorii
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
p.rozbiegalski@gmail.com

Literatura

BALCER B.

- 1975 *Krzemień świeciechowski w kulturze pucharów lejkowatych. Eksploatacja, obróbka i rozprzestrzenienie*, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk.
- 1983 *Wytwórczość narzędzi krzemiennych w neolicie ziem Polski*, Wrocław.
- 2002 *Ćmielów – Krzemionki – Świeciechów. Związki osady neolitycznej z kopalniami krzemienia*, Warszawa.

BALCER B., MACHNIK J., SITEK J.

- 2002 *Z pradziejów Roztocza na ziemi zamojskiej*, Kraków.

BALFOUR H.

- 1926 *Ceremonial Fire-Making in the Naga Hills*, „Man” 26, 101–103.

BUDZISZEWSKI J.

- 1995 *Flint Materials from Cemeteries of the Sofievka Type*, (w:) A. Koško (red.), *Cemeteries of the Sofievka Type: 2950–2750 BC*, Baltic-Pontic Studies 3, Poznań, 148–189.

BUDZISZEWSKI J., TUNIA K.

- 2000 *A Grave of the Corded Ware Culture Arrowheads Producer in Koniusza, Southern Poland. Revisited*, (w:) S. Kadrow (red.), *A Turning of Ages. Jubilee Book Dedicated to Professor Jan Machnik on His 70th Anniversary*, Kraków, 101–135.

BUDZISZEWSKI J., WŁODARCZAK P.

- 2010 *Kultura pucharów dzwonowatych na Wyżynie Małopolskiej*, Kraków.

BUDZISZEWSKI J. I IN.

- 2008 J. Budziszewski, J. Czebreszuk, M. Winiarska-Kabacińska, P. Chachlikowski, *Grób społeczności kultury ceramiki sznurowej z Dąbrowy Biskupiej, stan. 21, pow. Inowrocław, woj. kujawsko-pomorskie*, (w:) J. Bednarczyk i in. (red.), *Na pograniczu światów. Studia z pradziejów międzymorza bałtycko-pontyjskiego ofiarowane Profesorowi Aleksandrowi Koško w 60. rocznicę urodzin*, Poznań, 31–69.

ČERVINKA J.

- 2003 *Poznámky k rozněcování ohně přirodními technikami*, „(Re)konstrukce a experiment v archeologii” 4, 127–132.

CHODKOWSKI J.

- 1995 (red.), *Słownik chemiczny*, Warszawa.

CLARK J.G.D.

- 1954 *Excavations at Star Carr*, Cambridge.

- DAVIDSON D.S.
1947 *Fire-Making in Australia*, „American Anthropologist” N.S. 49/3, 426–437.
- FEUSTEL R.
1973 *Technik der Steinzeit. Archäolithicum-Mesolithicum*, Weimar.
- VAN GIJN A.
2008 *Toolkits and Technological Choices at the Middle Neolithic Site of Schipluiden, The Netherlands*, (w:) L. Longo, N. Skakun (red.), „Prehistoric Technology” 40 Years Later: Functional Studies and the Russian Legacy. *Proceedings of the International Congress Verona (Italy), 20–23 April 2005*, B.A.R. International Series 1783, Oxford, 217–225.
- GOTT B.
2002 *Fire-Making in Tasmania: Absence of Evidence is Not Evidence of Absence*, „Current Anthropology” 43/4, 650–656.
- GRADOWSKI M.
1976 *Tradycja i postęp w metodach niecenia ognia*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej” XXIV/1, 101–108.
- GUMIŃSKI W.
1989 *Gródek Nadbużny. Osada kultury pucharów lejkowatych*, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk.
- HÁLA J.
1986 *Archaic Methods for Lighting Fire in the Carpathian Basin with Special Regard to the Use of Siliceous Materials*, (w:) K.T. Biró (red.), *Internationale Konferenz über Silexgewinnung und Steinwerkzeug-Rohstoff Charakterisierung im Karpathenbecken. Budapest – Sümeg, 20–22 Mai 1986*, Budapest, 323–342.
- HARRISON H.S.
1958 *Fire-Making, Fuel, and Lighting*, (w:) C. Singer (red.), *A History of Technology*, t. 1, Oxford, 216–237.
- HOFFSTADT J.
2005 *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland VII*, Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 90, Stuttgart.
- HOUGH W.
1890 *Aboriginal Fire-Making*, „American Anthropologist” 3/4, 359–372.
- JOHANSEN L., NIEKUS M.J.L.TH., STAPERT D.
2005 *Twee vuurmakers van vuursteen van het type Rijckholt*, „Paleo-aktueel” 14/15 (2002–2003), 16–20.
- JOHANSEN L., STAPERT D.
1995 *„Vuur-stenen” in het laat-Paleolithicum*, „Paleo-aktueel” 6 (1994), 12–15.
2001 *Vuurmakers uit het laat-Paleolithicum „revisited”*, „Paleo-aktueel” 12 (2000), 15–19.
- JOHANSEN L. I IN.
2001 L. Johansen, M.J.L.Th. Niekus, D. Stapert, J.R. Veldhuis, *Een mogelijke „vuurmaker” uit leek (gr.)*, „Paleo-aktueel” 12, 20–23.
- KNARRSTRÖM B.
2001 *Flint – A Scanian Hardware*, Lund.
- KOCH E.
1990 *Ild*, „Skalk” 5, 16–17.
- KOWALCZYK J.
1956 *Osada kultury pucharów lejkowatych z miejsc. Gródek Nadbużny, pow. Hrubieszów, w świetle badań 1954 roku*, „Wiadomości Archeologiczne” XXIII/1, 23–48.
1957 *Badania osady kultury pucharów lejkowatych w Gródku Nadbużnym, pow. Hrubieszów, przeprowadzone w 1955 r.*, „Wiadomości Archeologiczne” XXIV/1–2, 37–52.
1958 *Prace badawcze w 1957 r. osady pucharów lejkowatych w Gródku Nadbużnym, pow. Hrubieszów*, „Wiadomości Archeologiczne” XXV/4, 314–321.

- LIBERA J.
2001 *Krzemienne formy bifacjalne na terenach Polski i zachodniej Ukrainy (od środkowego neolitu do wczesnej epoki żelaza)*, Lublin.
- NIESZERY N.
1992 *Bandkeramische Feuerzeuge*, „Archäologisches Korrespondenzblatt” 22, 359–376.
- PAULSEN H.
1976 *Die vorgeschichtlichen Feuerzeuge in Schleswig-Holstein*, „Die Heimat” 83/4–5, 108–113.
- PAWLIK A.
2004 *An Early Bronze Age Pocket Lighter*, (w:) E.A. Walker, F. Wenban-Smith, F. Healy (red.), *Lithics in Action. Papers from the Conference „Lithic Studies in the Year 2000”*, Oxford, 149–151.
- PERLÈS C.
1977 *Préhistoire du feu*, Paris – New York – Barcelone – Milan.
- PIOTROWSKI M., DĄBROWSKI G.
2009 *Krzesiwa i krzesaki – przyczynek do badań nad krzesaniem ognia w starożytności oraz średniowieczu (na marginesie badań archeologicznych na stan. 22 w Łukawicy, pow. lubaczowski)*, „Archeologia Polski Środkowo-wschodniej” 9 (2007), 231–242.
- PODKOWIŃSKA Z.
1950 *Osada neolityczna na górze Gawroniec w Ćmielowie pow. Opatów*, „Wiadomości Archeologiczne” XVII/2–3, 95–146.
1952 *Prace wykopaliskowe na stanowisku „Gawroniec-Patyga” w Ćmielowie, pow. opatowskim 1950 r.*, „Wiadomości Archeologiczne” XVIII/3–4, 201–242.
1955 *Sprawozdanie z prac wykopaliskowych na górze Gawroniec (Patyga) w Ćmielowie, pow. opatowski, w 1954 r.*, „Sprawozdania Archeologiczne” I, 11–29.
1957 *Sprawozdanie z prac wykopaliskowych prowadzonych w 1955 r. w Ćmielowie na stanowisku Gawroniec-Patyga*, „Sprawozdania Archeologiczne” III, 24–47.
1962 *Village Énéolithique de Ćmielów, district Opatów, voïvodie de Kielce*, „Archaeologia Polona” IV, 98–110.
- ROUSSEL B.
2005 *La production du feu par percussion de la pierre. Préhistoire, Ethnographie, Expérimentation*, Collection: Préhistoires 11, Montagnac.
- SEEBERGER F.
1977 *Steinzeitliches Feuerschlagen. Ein experimenteller Beitrag zur Archäologie*, „Archäologisches Korrespondenzblatt” 7, 195–200.
- SKERTCHLY S.B.J.
1890 *On Fire-Making in North Borneo*, „The Journal of Anthropological Institute of Great Britain and Ireland” 19, 445–452.
- STAPERT D., JOHANSEN L.
1999 *Making Fire in the Stone Age: Flint and Pyrite*, „Geologie en Mijnbouw” 78, 147–164.
- WEINER J., FLOSS H.
2004 *Eine Schwefelkiesknolle aus dem Aurignacien vom Vogelherd, Baden-Württemberg – Zu den Anfängen der Feuerzeugung im europäischen Paläolithikum*, „Archäologische Informationen” 27/1, 51–78.
- WINIARSKA-KABACIŃSKA M.
2007 *Przywódca neolityczny z Zielonej. Badania traseologiczne*, (w:) W. Dzieduszycki, J. Wrzesiński (red.), *Środowisko pośmiertne człowieka*, Funeraria Lednickie. Spotkanie 9, Poznań, 169–175.
2008 *Functional Analysis as a Tool for the Interpretation of Mortuary Practices. A Case-Study of 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 Proceedings of the International Congress Verona (Italy), 20–23 April 2005, Oxford, 331–335.
2009 *Analiza traseologiczna*, (w:) J. Kabaciński, I. Sobkowiak-Tabaka, *Materiały do wczesnych pradziejów Zachodniej Wielkopolski. Osadnictwo późnopaleolityczne i mezolityczne na stanowisku 7 w Ośnie Lubuskim*, Poznań, 61–62.

WAYS OF MAKING FIRE IN THE LATE STONE AGE IN THE POLISH LANDS IN THE CONTEXT OF EXPERIMENTAL AND USE-WEAR EXAMINATIONS

The main aim of this paper is to introduce research opportunities that open up to the Polish archaeology through the microscopic and experimental analysis of the Stone Age fire-making methods. This paper also presents a preliminary research of the artefacts from the Neolithic to practically illustrate the benefits of the proposed approach. The goal of this research is to interpret one of the possible ways of making fire, which is carried out by rubbing a flint artefact against raw material containing ferrous minerals (e.g. pyrite, marcasite). This is the only method that can be verified with the available archaeological data and the use-wear analysis.

Experimental and microscopic analysis showed that among Neolithic societies of the Polish territory the use of flint strike-a-lights to make fire had been known. Representatives of Neolithic groups probably used forms that were incorporated into a wide group of “blunt borers” as strike-a-lights. This group includes flint blades whose individual parts were covered with intentional retouch. However, no sufficient data are available to conclude that all flint tools, which are identified as typological “blunt borers,” were indeed used as strike-a-lights. Although

visible traces on original artefacts (in the form of rounded protruding parts) can indicate this type of application, similar macroscopic features can be observed on experimental tools used for other purposes. This type of activity can be performed on rocks: sandstone, slate, limestone and hematite. The degree of development of these deformations depends on the technique of work, material hardness, and the intensity of motions. However, results of functional analysis showed by the high-power microscopy indicate clear differences in the structure of the utilised area depending on the type of workpiece material. Therefore, the utilisation of at least part of flint tools from Gródek and Ćmielów (the settlements connected to the Funnel Beaker Culture) analysed under the microscope can be determined with a high probability.

The performed research of fire making methods from the Neolithic creates a base for further research. Additional use-wear analysis and experimental studies should be applied in a broader context of fire making methods used in other periods of the Stone Age in the Polish territories.