

MIKROPRZESZŁOŚĆ

Badania specjalistyczne w archeologii



pod redakcją
Aldony Kurzawskiej i Iwony Sobkowiak-Tabaki



WYDZIAŁ
ARCHEOLOGII

MIKROPRZESZŁOŚĆ

Badania specjalistyczne w archeologii

pod redakcją

Aldony Kurzawskiej i Iwony Sobkowiak-Tabaki

Poznań 2021

Mikroprzeszłość
Badania specjalistyczne w archeologii

Recenzje:
dr hab. Maria Lityńska-Zajac, prof. IAE PAN
dr hab. Marek Nowak, prof. UJ

Redakcja:
Aldona Kurzawska
Iwona Sobkowiak-Tabaka

Opracowanie techniczne i skład komputerowy:
Bartłomiej Gruszka

Korekta językowa:
Agnieszka Gruszka

Projekt okładki i rycin poprzedzających rozdziały:
Przemysław Matejko

ISBN: 978-83-946591-8-9

<https://doi.org/10.14746/WA.2021.1.978-83-946591-8-9>

Monografia jest dostępna online w Repozytorium Uniwersytetu im A. Mickiewicza w Poznaniu
<https://repozytorium.amu.edu.pl/>

Wydział Archeologii
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Publikacja dofinansowana z Projektu Wydziału Archeologii nr DEC/19/WArch/2021

Copyright by Faculty of Archaeology Adam Mickiewicz University in Poznań and authors

Poznań 2021

Nakład:
200 egz.

SPIS TREŚCI

Przedmowa	5
Andrzej Michałowski	
Wprowadzenie	7
Aldona Kurzawska, Iwona Sobkowiak-Tabaka	
Palinologia	13
Piotr Kołaczek, Monika Karpińska-Kołaczek, Sambor Czerwiński, Katarzyna Marcisz, Mariusz Lamentowicz	
Archeobotanika	31
Magdalena Moskal-del Hoyo	
Dendroarcheologia	67
Henryk P. Dąbrowski	
Mikroskamieniałości okrzemkowe	89
Monika Rzodkiewicz	
Wioślarki	115
Izabela Zawiska	
Archeoentomologia	131
Marcin Kadej, Szymon Konwerski, Agata Hałuszko	
Archeomalakologia	155
Aldona Kurzawska	
Izotopy stabilne węgla ($\delta^{13}\text{C}$) i tlenu ($\delta^{18}\text{O}$) w archeomalakologii	181
Karina Apolinarska	
Archeozoologia	199
Jarosław Wilczyński	

Antropologia fizyczna	219
Dorota Lorkiewicz-Muszyńska, Julia Sobol, Wojciech Kociemba, Anna Hyrchała, Mariusz Glapiński	
Archeogenetyka	249
Maciej Chyleński	
Mikromorfologia	277
Karolina Leszczyńska, Michał Jankowiak	
Petroarcheologia	297
Piotr Gunia, Ewa Lisowska	
Surowce krzemionkowe – możliwości badań	315
Iwona Sobkowiak-Tabaka	
Traseologia	333
Katarzyna Pyżewicz	
Ceramika – badania petroarcheologiczne	353
Piotr Gunia, Marta Krueger, Ewa Lisowska	
Ceramika – badania osadów organicznych wnętrza naczyń	367
Marta Krueger	
Tekstylnia	387
Maria Cybulska, Anna Drązkowska	
Archeometalurgia	407
Marcin Biborski, Mateusz Biborski	
Mikroskopy stosowane w archeologii	431
Piotr Gunia, Ewa Lisowska, Aldona Kurzawska	
Ręczny spektrometr fluorescencji rentgenowskiej (XRF) w archeologii	443
Michał Krueger	
Wykaz autorów	451



Traseologia

Katarzyna Pyżewicz

CZYM SĄ BADANIA TRASEOLOGICZNE?

Studia traseologiczne od lat wykorzystywane są w archeologii na potrzeby rozpoznania funkcji materiałów pradziejowych. Znakomitym źródłem do przeprowadzania analiz są materiały krzemienne, zarówno ze względu na fakt, że są to najbardziej powszechnie występujące wytwory z epoki kamienia, ale mają też duży potencjał w kontekście interpretacji powstałych na nich śladów. Na podstawie analiz traseologicznych można odpowiedzieć przede wszystkim na pytania dotyczące zastosowania narzędzi czy też ich roli wśród minionych społeczności. Obserwacje makro- i mikroskopowe pozwalają na odpowiedzi na pytania:

- Jakie elementy technik były wykorzystane przy kształtowaniu narzędzi (np. posilkowano się tłukami z poroża, drewna)?
- Jaką funkcję pełnił dany artefakt?
- Jakie działania fizyczne były podejmowane przy użyciu narzędzi (np. skrobanie, cięcie albo ruchy poprzeczne względem krawędzi pracującej)?
- Jakiego rodzaju surowców opracowywano danymi okazami (np. rośliny, skóra lub twardy/miękki materiał)?
- Czy artefakty były w oprawach, jak mogły one wyglądać, z czego były zrobione?

- Jakiego typu czynniki podepozycyjne miały wpływ na obecny obraz artefaktu, czego efektem są złamania, konkretny rodzaj patyny?

W trakcie analiz makro- i mikroskopowych narzędzi krzemiennych można przybliżyć biografię poszczególnych wytworów, od sposobu ich ukształtowania, poprzez kolejne etapy użytkowania, napraw, aż do warunków zalegania, a niekiedy też sposobów pozyskania i przechowywania (w warunkach muzealnych czy też gabinetowych). Ślady, które powstają w wyniku wymienionych czynników, różnią się między sobą, co pozwala na ich identyfikację.

HISTORIA BADAŃ TRASEOLOGICZNYCH

Badania traseologiczne w rozpoznaniu funkcji narzędzi krzemiennych mają długą historię. Pionierami na tym polu byli Siergiej A. Semenov, który ukształtował podstawy metody, a informacje te rozpowszechnione zostały w publikacji *Prevobytnaja technika* (1957; wersja anglojęzyczna jest z 1964 r.), oraz Lawrence H. Keeley (1980), który uszczegółowił i usystematyzował rodzaje poszczególnych śladów, a także zaczął stosować analizy z wykorzystaniem mikroskopów o dużym powiększeniu. Ze względu na zróżnicowane procedury i sprzęt optyczny stosowane przez obu badaczy

wyróżniano szkoły „wschodnią” i „zachodnią”, co powiązane było z analizami traseologicznymi okazów przy zastosowaniu małych (*low-power*) i dużych powiększeń (*high-power*). W kolejnych latach nastąpił olbrzymi rozwój badań traseologicznych. Wypracowano szczegóły podstaw metodycznych oraz podjęto kolejne badania eksperymentalne w celu powiększenia bazy referencyjnej, uszczegółowiono charakterystykę śladów makro- i mikroskopowych, zastosowano coraz to lepszy sprzęt optyczny, a także zaczęto stosować analizy traseologiczne w odniesieniu do wielu, zróżnicowanych chronologicznie i regionalnie, inwentarzy krzemienionych (szerzej o definicji, historii badań i metodyce m.in. Vaughan 1985: 3-4; Juel Jensen 1988; 1994; Winiarska-Kabacińska 1998; Korobkova 1999: 11-16; Odell 2001; 2004: 136-173; Andrefsky 2005: 202-210; Rots 2010; Van Gijn 1990; 2010; 2014; Fullagar 2014; Marreiros i in. 2014c).

Z kolei w Polsce zainteresowanie badaniami traseologicznymi pojawiło się w latach 70. XX w. (m.in. Ginter i Kozłowski 1975; Schild i in. 1975; Balcer 1975; Pianowski 1977; Drobniewicz 1978; 1979; Balcer i Schild 1978a; 1978b; 1980; Bąbel i Budziszewski 1978). Natomiast ich rozkwit zaczął się od lat 90. XX w., co wiązało się z nowymi możliwościami rozwoju badań, w tym instrumentarium mikroskopowego. Do grona traseologów obecnie zaliczają się: Jolanta Małecka-Kukawka, Małgorzata Winiarska-Kabacińska, Jolanta Kamińska-Szymczak, Grzegorz Osipowicz, Bernadeta Kufel-Diakowska, Katarzyna Pyżewicz, Marcin Chłoń, Piotr Mączyński i Damian Wolski. Wymienieni badacze zajmują się przede wszystkim problematyką wykorzystania narzędzi krzemienionych od środkowego paleolitu aż do epoki brązu, które pozyskane zostały z terenów ziem polskich, ale niekiedy też i z innych rejonów (szerzej o historii i metodyce badań traseologicznych z uwzględnieniem polskich dokonań wraz z przykładami realizacji m.in. Małecka-Kukawka 2001; 2005; 2012; 2017; Osipowicz 2010; 2017; Pyżewicz 2013b; Kufel-Diakowska 2015).

Obecnie analizy traseologiczne stanowią jeden z podstawowych sposobów stosowanych w trakcie opracowywania materiałów krzemienionych. Powstały również podręczniki dla adeptów tej metody, jak np. *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology* (2014b), którego autorami są João Manuel Marreiros, Juan F. Gibaja Bao i Nuno

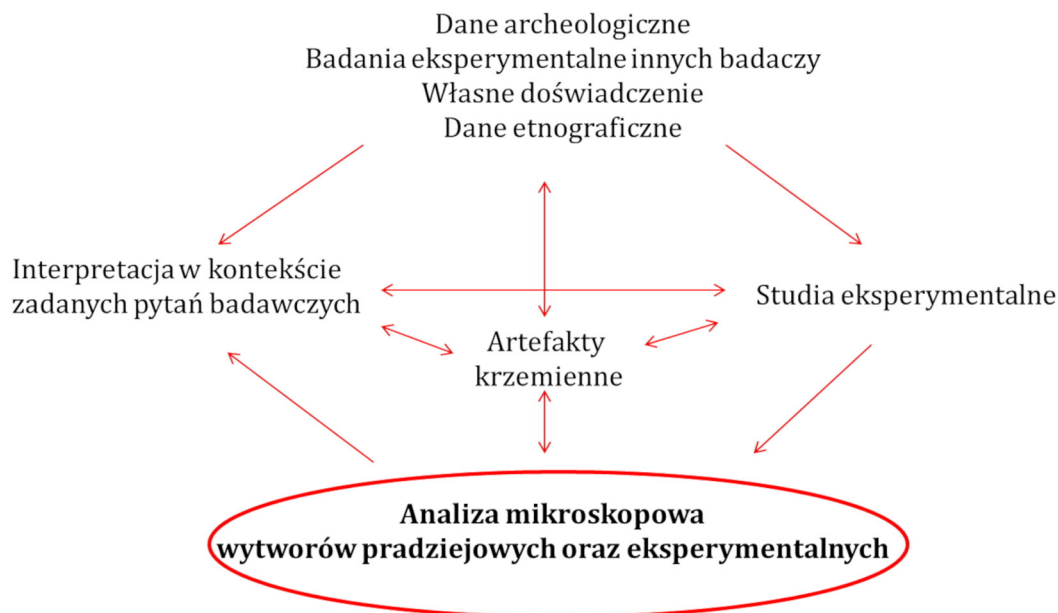
Ferreira Bicho, a w języku polskim tłumaczona przez Jolantę Małecką-Kukawka publikacja Galiny F. Korobkovej *Narzędzia w pradziejach. Podstawy badania funkcji metodą traseologiczną* (1999).

ROLA BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH

W celu ustalenia genezy zaobserwowanych śladów na artefaktach pradziejowych należy odnieść się do bazy referencyjnej. Wiąże się to z przeprowadzeniem serii eksperymentów z użyciem narzędzi krzemienionych, których scenariusze tworzone są na podstawie: studiów adekwatnych źródeł archeologicznych, informacji z doświadczeń innych badaczy, wcześniej nabytej wiedzy praktycznej, czy też z inspiracji analogiami etnograficznymi (ryc. 1) (szerzej o podstawach badań eksperymentalnych m.in. Malina 1983; Coles 1977; 1997: 308-309; Whittaker 1999: 282-283; Hurcombe 2004; Keleşerborn 2005; Shimada 2005; Outram 2008; Comis 2010; Ferguson 2010; Petersson i Narmo 2011; Marreiros i in. 2014b). Podejmowane są dwa typy testów doświadczalnych:

- eksperymenty aktualistyczne, czyli badania terenowe mające na celu przeprowadzanie symulacji konkretnych czynności lub sytuacji, które mogłyby zaistnieć w pradziejach. W tych badaniach zakłada się, że zastosowanie replik pradziejowych wytworów prowadzi do sformułowania ogólnych analogii w procesie interpretacji danych archeologicznych;
- eksperymenty laboratoryjne, czyli badania skupiające się na zagadnieniach związanych wyłącznie ze szczegółowym określeniem charakteru śladów, w aspekcie obrabianego materiału i rodzaju wykonywanej pracy.

W efekcie realizacji obu typów badań, otrzymuje się zestaw narzędzi krzemienionych pokrytych śladami różnego typu. Dzięki ich obserwacji makro- i mikroskopowej oraz porównaniem do zmian odnotowanych na artefaktach pradziejowych możliwa jest szczegółowa interpretacja zabytków. Studia doświadczalne, których efektem jest stworzenie bazy porównawczej, skupione są na kwestiach związanych ze sposobami obróbki różnego rodzaju surowców krzemienionych i materiałów organicznych (np. poroże, drewno) oraz wykonywaniem z nich narzędzi, a przede wszystkim ze strategiami ich wykorzystania w pradziejach, charakterem



Ryc. 1. Schemat postępowania w studiach traseologicznych

poszczególnych czynności, które mogły realizować poszczególne ugrupowania. Dodatkowe testy eksperymentalne odnoszą się do procesów podepozycyjnych wpływających na obecny obraz okazów krzemiennych.

PROCEDURA BADAWCZA

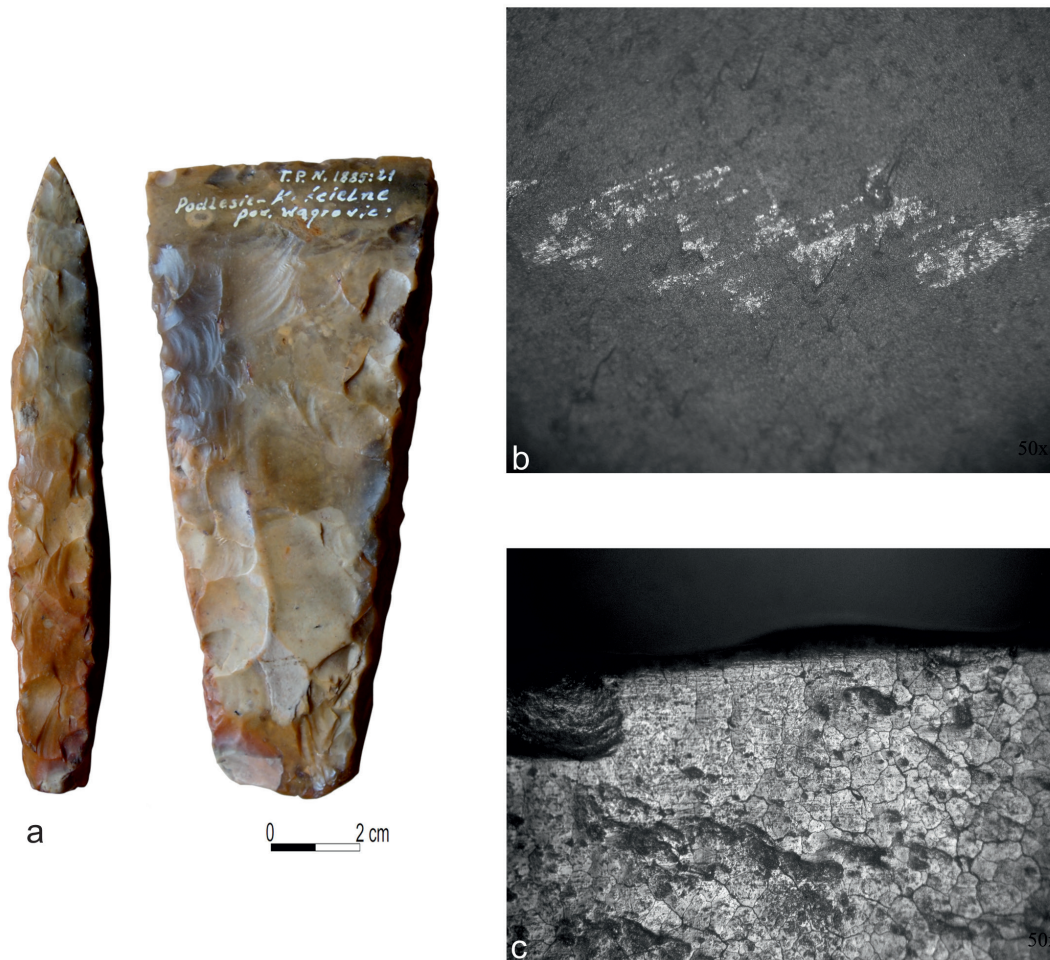
W trakcie analiz traseologicznych wykorzystywane są mikroskopy stereoskopowe, metalograficzne oraz cyfrowe, a także niekiedy skaningowe elektronowe i konfokalne. W wielu przypadkach badacze wykorzystują jednocześnie różne rodzaje sprzętu, odnosząc się do danych płynących z obserwacji przy zastosowaniu „małych” i „dużych” powiększeń (literatura w poszczególnych częściach rozdziału).

Pradziejowe materiały krzemienne przeznaczone do analiz różnią się stanem zachowania, który wynika z działalności czynników podepozycyjnych, wcześniejszym sposobem ich traktowania, przechowywania. To ma duży wpływ na jakość wyników badań traseologicznych (m.in. Plisson i Mauger 1988; Van Gijn 1990: 51-53; Levi Sala 1993; 1996; Winiarska-Kabacińska 1998; Burroni i in. 2002; Fullagar 2014; Marreiros i in. 2014c).

Ważne jest, aby w trakcie pozyskiwania podczas badań terenowych i czyszczenia artefaktów unikać narzędzi, które niszczą pierwotną formę okazów. Przykładowo, w wyniku zbyt intensywnego

użycia szpachelek albo innego sprzętu metalowego w trakcie eksploracji i czyszczenia okazów krzemiennych ich powierzchnie mogą zostać zarysowane, wyświecone, a krawędzie wykruszone i obłamane (ryc. 2b). Powoduje to zniszczenie potencjalnych śladów makro- i mikroskopowych oraz ogólnie utrudnienie analiz traseologicznych. Dlatego też zaleca się ostrożność w trakcie pozyskania i wstępnego opracowania materiałów krzemiennych.

Na stan zachowania materiałów i ich przydatność do badań traseologicznych ma również wpływ sposób przechowywania zabytków w instytucjach. Przechowywanie dużej liczby okazów krzemiennych w jednym opakowaniu powoduje, że okazy te narażone są na ciągły kontakt, obijanie się nawzajem, w efekcie czego mogą powstawać złamanie i retusze podepozycyjne, „gabine-towe”. Utrudnienia w analizach mikroskopowych powodują również wcześniej podjęte prace konserwatorskie, jak np. wykonane napisy – numery inwentarzowe i nazwy stanowisk, które niejednokrotnie pokryte są lakierem. W efekcie część powierzchni krzemiennych jest niedostępna do analiz. Dobrze ukazuje to przykład siekier, które przechowywane w muzeach bardzo często mają zalakierowaną całą jedną stronę ostrza, potencjalną część pracującą (ryc. 2a). W przypadku „starych” znalezisk, zastosowane środki konserwatorskie są na tyle mocne, że nie jest możliwe ich zmycie, usunięcie. Dlatego też ważne jest, aby dane inwentarzowe



Ryc. 2. Przykłady zniszczeń podepozycyjnych: a – polakierowane i opisane ostrze siekiery, miejsce potencjalnego występowania śladów użytkowych; b – ślady kontaktu z metalowym narzędziem widoczne na powierzchni pradziejowego artefaktu; c – ślady użytkowe zniszczone poprzez przepalenie neolitycznego narzędzia krzemienno-ego. Fot. K. Pyżewicz, W. Gruźdź

umieszczać w miejscach, które nie są potencjalnymi do zachowania się śladów użytkowych lub też stosować takie lakiery czy też markery, które można na czas analiz usunąć. Podczas opracowywania materiałów krzemiennych używa się kleju do łączenia poszczególnych elementów, co jest szczególnie powszechne w realizacji metody składek i to również przysparza kolejnych problemów w identyfikacji śladów. W takich przypadkach powinno się stosować kleje całkowicie rozpuszczalne w wodzie, które nie pozostawiają trwałych śladów na artefaktach i umożliwiają rozklejenie materiałów, w celu obserwacji całych powierzchni. Także traktowanie okazów środkami chemicznymi, jak np. długotrwałe przetrzymywanie w wodnym roztworze kwasu octowego w celu oczyszczenia powierzchni z nalotów wapiennych, niszczy strukturę znamion użytkowych. Również zaznaczanie na

artefakcie elementów ołówkiem, jak np. rysowanie po graniach w celu ułatwienia wykonania dokumentacji rysunkowej, może powodować problemy z odczytem śladów. Warto zwrócić uwagę na jeszcze na jeden problem, który odnosi się głównie do materiałów odkrytych lata temu. Długotrwałe i częste dotykane artefaktów może spowodować powstawanie śladów podobnych do tych, które są np. formowane podczas trzymania narzędzi w trakcie podejmowanych aktywności przez społeczności pradziejowe.

Podsumowując, warto zwracać uwagę na sposób eksploracji i wydobywania artefaktów krzemiennych, a także ich mycia i inwentaryzacji – należy unikać inwazyjnych sprzętów i środków chemicznych. Najlepiej przechowywać okazy w mniejszych grupach w jednym opakowaniu, np. woreczkach strunowych. Idealnie byłoby wyselekcjonować

przynajmniej narzędzia formalne, ale też i produkty debitażu odznaczające się widocznymi wykruszeniami, potencjalnie o charakterze użytkowym.

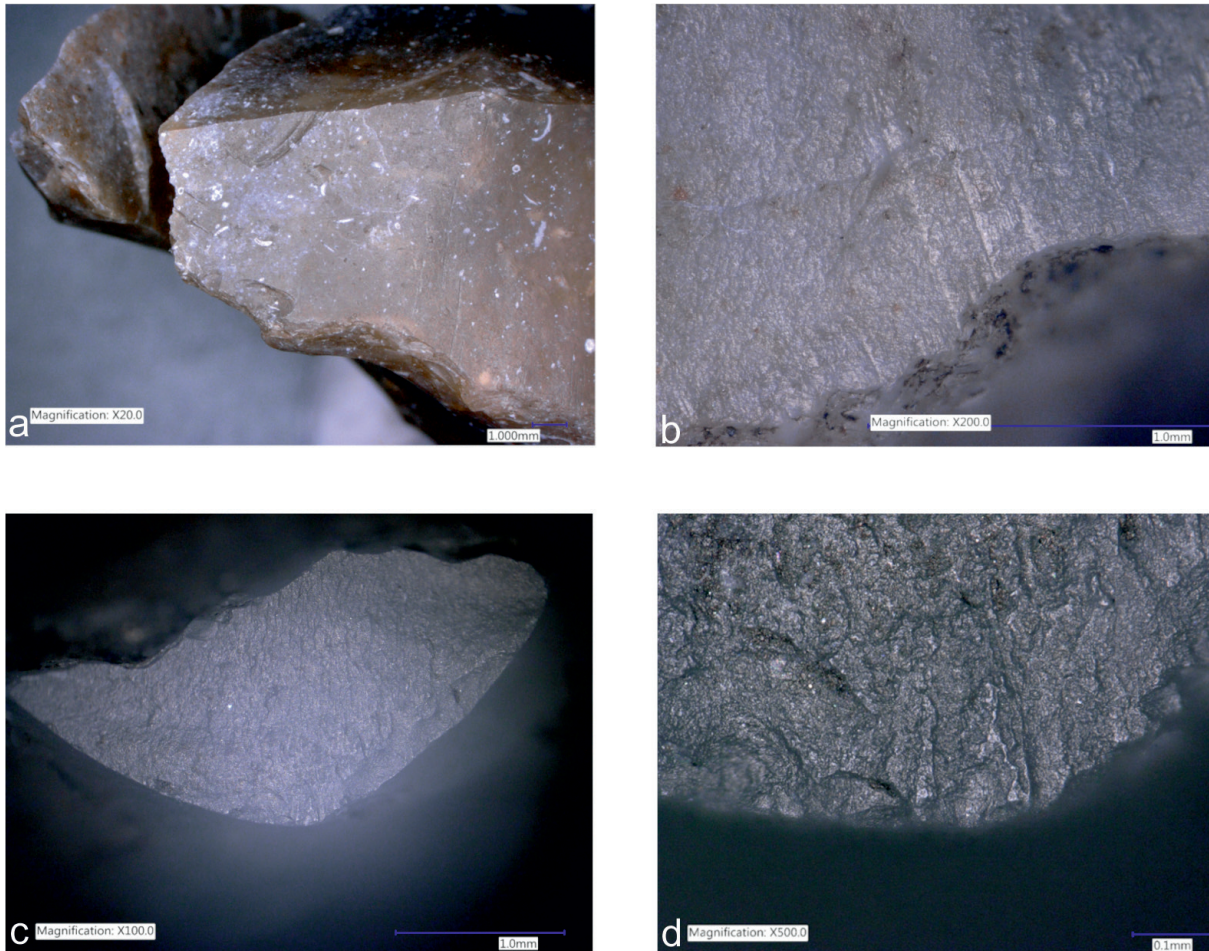
W trakcie przygotowywania materiałów krzemiennych do przekazania do analiz traseologicznych warto się wcześniej skonsultować z osobą, która będzie te analizy wykonywać. Można przekazać cały zbiór materiałów (to oczywiście jest sytuacja idealna), jednak ze względu na pracochłonność badań mikroskopowych analizy zazwyczaj podejmowane są na wyselekcjonowanej grupie artefaktów. Tego wyboru najlepiej dokonać wspólnie z traseologiem. Selekcja materiałów zależy od stanu zachowania zabytków – do analiz traseologicznych nie nadają się zabytki mocno zniszczone podepozycyjnie, co ma związek występowaniem intensywnej patyny czy też przepaleniem (ryc. 2c), oraz od stawianych pytań badawczych. Przykładowo, innego typu materiały zostaną wybrane w kontekście rozpoznania funkcji nieretuszowanych wiórów, a innego w przypadku interpretacji formalnych drapaczy czy narzędzi użytych do produkcji form krzemiennych. Należy dodać, że na podstawie oglądu makroskopowego dokonuje się pierwszego wyboru. Z kolei na następnych etapach, w trakcie wstępnych analiz mikroskopowych, odrzucane są kolejne artefakty, które ze względu na efekty działalności czynników podepozycyjnych nie są przeznaczone do szczegółowych badań. Warto też przekazać traseologowi zestaw wykonanych rysunków lub zdjęć artefaktów, co ułatwi prace dokumentacyjne związane z zaznaczeniem miejsc występowania poszczególnych śladów użytkowych, technologicznych, od oprawy, ale też punktów wykonania zdjęć mikroskopowych.

Przed przystąpieniem do analiz należy w sposób odpowiedni przygotować materiały. Okazy zabytkowe należy ostrożnie przemyć, jednak zalecana jest wstępna obserwacja powierzchni krzemiennych w celu identyfikacji potencjalnych pozostałości organicznych lub nieorganicznych, których zaleganie można wiązać z działalnością człowieka pradziejowego (szerzej o problematyce i metodyce analiz rezydów m.in. Anderson 1980; Marreiros i in. 2014c; Fullagar 2014; Langejans i Lombard 2014; Cnuts i Rots 2018). W celu oczyszczenia powierzchni krzemiennych zabytki można poddać kąpieli w ciepłej wodzie, niekiedy wraz z dodatkiem detergentu. Stosuje się też myjki ultradźwiękowe. Najważniejszy etap jest związany ze zmyciem śladów,

które powstały współcześnie. Przed obserwacją mikroskopową artefakt dobrze jest przemyć acetonem lub etanolem w celu usunięcia śladów powstałych współcześnie w wyniku kontaktu ze skórą rąk. Zazwyczaj czyszczenie zabytków jest ograniczone do niezbędnych czynności, rezygnuje się z bardziej skomplikowanych procedur i radykalnych środków, gdyż mogą one powodować niszczenie potencjalnych śladów i pozostałości (por. Keeley 1980: 10–11; Plisson i Mauger 1988; Evans i Donahue 2005; Marreiros i in. 2014c; Fullagar 2014). Jedyne w przypadku przygotowania materiałów eksperymentalnych można zastosować bardziej drażniące substancje (jak np. roztwór kwasu solnego), ze względu na to, że „świeże” pozostałości zalegające na powierzchniach krzemiennych bywają trudne do usunięcia.

Zarówno wstępne, jak i szczegółowe analizy traseologiczne zazwyczaj wykonuje się przy zastosowaniu mikroskopów stereoskopowych, metalograficznych, jak i cyfrowych (szerzej m.in. Fullagar 2014; Marreiros i in. 2014c, tam dalsza literatura dotyczące metodyki i teorii powstawania śladów). Instrumenty te powinny być dostosowane do pracy w świetle odbitym. Zakres powiększeń zazwyczaj waha się od kilkunastu do 500×, aczkolwiek powszechnie stosuje się powiększenia 50×, 100×, 200× i 300×. Wstępnie do oceny charakteru i przydatności poszczególnych artefaktów wykorzystuje się analizę przy zastosowaniu małych powiększeń. W dalszej kolejności wykonuje się szczegółowe obserwacje i interpretacje śladów:

- wykruszenia, czyli wszelkiego rodzaju negatywy o zróżnicowanej morfologii, występują wzdłuż krawędzi, niekiedy głęboko zachodzą na powierzchnie krzemienne;
- złamania, mogą być poprzeczne, skośne czy też podłużne do osi symetrii okazu, a ich szczegółowa morfologia powiązana jest z ich genezą;
- zaokrąglenia, czyli zaoblania poszczególnych wystających części, krawędzi czy też grani międzynegatywowych;
- ślady liniowe, różnego typu zarysowania oraz bruzdy, zróżnicowane pod względem szerokości, długości, głębokości oraz przekroju poprzecznego; również wyświecenia mogą odznaczać się charakterem liniowym;
- wyświecenia, czyli wyblyszcznienia powierzchni krzemiennej, zróżnicowane pod względem morfologii, intensywności i rozprzestrzenienia. Należy podkreślić, że ostatni z wymienionych śladów jest jednym z najważniejszych typów.



Ryc. 3. Znamiona technologiczne: a-b – ślady użycia tłuka mineralnego widoczne na artefaktach schyłkowopaleolitycznych (stan. Żuława 13); c-d – ślady użycia narzędzia z poroża/kości widoczne na pięcie mezolitycznego wióra (stan. Żuława 13). Fot. K. Pyżewicz

Wyświecenia takie powstają w wyniku dynamicznego kontaktu z innym materiałem. Stanowią jeden z głównych wyznaczników opisywanych śladów. Powstają w zależności od podejmowanej czynności czy zastosowanej oprawy i techniki uformowania i w każdym tym przypadku charakter wyświecenia jest inny. W związku z tym na podstawie analizy formy i lokalizacji wyświecenia można stwierdzić, że powstało ono w wyniku kontaktu czy też obróbki, np. skóry, mięsa, kości, poroża, drewna, roślin zielnych lub surowca mineralnego.

Ważnym elementem studiów traseologicznych jest wykonanie dokumentacji, zarówno pisemnej, rysunkowej, jak i fotograficznej, uzyskanego mikroskopowego obrazu okazów krzemiennych. Należy dodać, że poprzez publikację zdjęć mikroskopowych wykonane analizy są uwiarygodnione oraz dostarczają materiałów do porównań dla innych traseologów.

W celu interpretacji uzyskanych śladów makro- i mikroskopowych badacze odnoszą się do wyników analiz traseologicznych wytworów pozyskanych i użytych podczas badań eksperymentalnych. Równocześnie odwołują się do danych przedstawionych w literaturze przedmiotu. Na tym etapie badań podejmowana jest interpretacja zmian odnotowanych na okazach pod kątem efektów działalności czynników podepozycyjnych, zastosowanych technik obróbki, a przede wszystkim ich użycia do konkretnej czynności i zastosowania ewentualnej oprawy (por. m.in. Keeley 1980; Moss 1983; Vaughan 1985; Juel Jensen 1988; 1994; Gräslund i in. 1990; Anderson i in. 1993; Levi Sala 1993; 1996; Van Gijn 1990; 2010; Korobkova 1999; Małecka-Kukawka 2001; 2017; Rots 2010; Longo i Skakun 2008; Osipowicz 2010; 2017; Pyżewicz 2013b; Marreiros i in. 2014a; 2014b; Kufel-Diakowska 2015).

PRZYKŁADY ANALIZ MIKROSKOPOWYCH***Techniki krzemieniarskie**

Badania traseologiczne zazwyczaj kojarzone są z identyfikacją śladów użycia narzędzi krzemiennych. Jednak możliwa jest również identyfikacja znamion zastosowanych technik w trakcie obróbki brył surowca krzemienno-ego oraz kształtowania narzędzi. Mikroskopowe ślady powstają podczas kontaktu narzędzia do obróbki surowca krzemienno-ego z powierzchnią bryły, okazu i widoczne są na piętach, piętach czy też przy negatywach odszczepionych łusek retuszu. W związku z tym możliwe jest rozpoznanie, czy wytwórca posiłkował się tłukami, naciskaczami, pośrednikami czy też retuszerami wykonanymi z kamienia, poroża lub drewna. Jednak ze względu na krótkotrwały charakter czynności ślady te nie zawsze są możliwe do odnotowania. Przykład tego typu analiz mikroskopowych stanowią badania nad rozpoznaniem technik wśród schyłkowopaleolitycznych i mezolitycznych społeczności ze stanowisk Suchodółka 3, Żuławka 13, Wojnowo 3, Jastrzębia Góra 4 i Turowiec 3 (Gruzdź i in. 2012; Pyżewicz 2013b; 2019). Na podstawie studiów wspomnianych inwentarzy możliwe były weryfikacja i doprecyzowanie danych na temat zastosowanej technologii w odniesieniu do wybranych jednostek kulturowych. Wśród ugrupowań schyłkowopaleolitycznych i wczesnomezolitycznych wyróżniono wyłącznie ślady użycia tłuków kamiennych (ryc. 3a, b). Z kolei późnomezolityczne społeczności preferowały narzędzia wykonane z poroża bądź kości (ryc. 3c, d). Co więcej, udało się ustalić, na podstawie śladów stosowania opraw widocznych na bokach rdzeni, że w części przypadków była to technika naciskowa, gdyż w odniesieniu do danych eksperymentalnych stosowanie unieruchomienia rdzeni było ściśle związane z tym typem obróbki. Oczywiście wsparciem były też studia technologiczne oparte na morfologii form. Trzecim typem techniki, popularnym w społecznościach późnomezolitycznych, było uderzenie pośrednie, na co wskazują dane mikroskopowe połączone z danymi eksperymentalnymi i morfometrycznymi.

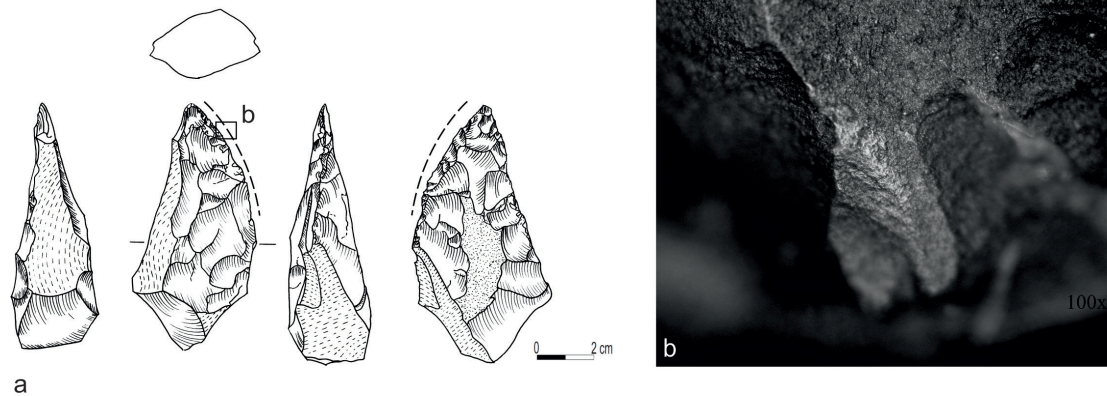
* Przedstawione przykłady odnoszą się do studiów traseologicznych przeprowadzonych przez autorkę rozdziału.

Neandertalskie narzędzia krzemienne pod mikroskopem

Badania traseologiczne podejmowane w odniesieniu do najstarszych dziejów społeczności są bardzo często problematyczne ze względu na zły stan zachowania okazów krzemienno-ych, które często są pokryte intensywną patyną, a ich krawędzie zostały złamane czy też wykruszone w efekcie działalności czynników podepozycyjnych. Jednak takie badania są podejmowane i niejednokrotnie z sukcesem. W odniesieniu do ziem polskich narzędzia śródkowopaleolityczne są najstarszymi, na jakich wykonuje się analizy traseologiczne. Przykład analiz materiałów ze stanowiska Pietraszyn 49 (Wiśniewski i in. 2019) wskazuje, że narzędzia o różnych parametrach i kształcie wykorzystywano przede wszystkim w czynnościach związanych z podziałem tuszy zwierzęcej, w tym części z kośćmi, oddzielaniem mięsa i skóry (ryc. 4). Jedynie w pojedynczych przypadkach obrabiano drewno. Analizy pokazały, że narzędzia neandertalczyków były wielofunkcyjne, wykorzystywano je do cięcia, skrobania, strugania, piłowania oraz żłobienia.

Zróżnicowane aktywności wśród ugrupowań magdaleńskich

Badania traseologiczne przeprowadzane na materiałach krzemienno-ych mogą ukazać szerokie spektrum czynności podejmowanych przez społeczności pradziejowe na terenie konkretnego obozowiska. Można wnioskować, czy aktywności powiązane były z polowaniem, obróbką tuszy zwierzęcej, wyprawianiem skóry, wykonywaniem przedmiotów z kości, poroża lub drewna, albo czy prace skupione były na przetwarzaniu roślin zielnych. Dodatkowo określa się charakter narzędzi, jaki typ były preferowany do poszczególnych aktywności, które części krzemienne były pracującymi i czy okazy były osadzone w oprawach. Przykład takich badań stanowią analizy traseologiczne artefaktów z takich stanowisk, jak Klementowice-Kolonia, Ćmielów 95 „Mały Gawroniec” czy Podgrodzie 16 (Pyżewicz 2015a; 2015b; 2019). Na ich podstawie można wnioskować, że górnopaleolityczni łowcy-zbieracze, skupiali się na czynnościach związanych z przygotowaniem i naprawą broni myśliwskiej, złożonej



Ryc. 4. Ślady kontaktu z kośćmi widoczne na środkowopaleolitycznym nożu (stan. Pietraszyn 49a). Fot. K. Pyżewicz

z krzemiennych tylcowych wkładek, przetwarzaniem upolowanej zwierzyny przy zastosowaniu narzędzi wiórowych, oczyszczaniem skóry przy użyciu drapaczy (ryc. 5a-c), wykonywaniem rylcami, przekłuwaczami i wiórami przedmiotów z kości i poroża. W pojedynczych przypadkach podejmowane prace na obszarze obozowisk związane były z obróbką roślin, a także rozpaleniem ognia (ryc. 5d, e).

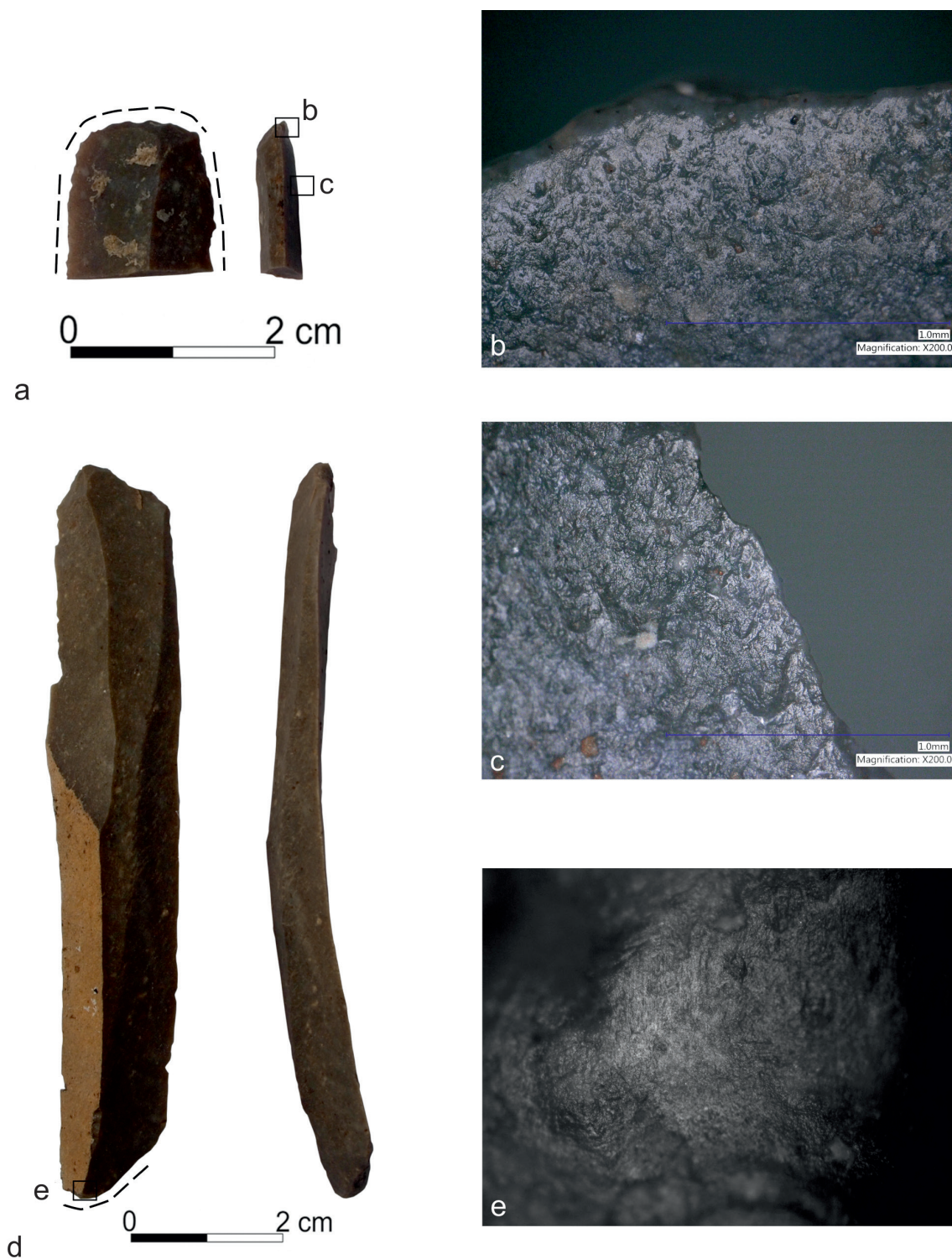
Paleolityczna i mezolityczna broń myśliwska

Jedną z powszechnych grup narzędzi funkcjonalnych stanowią krzemienne elementy wyposażenia myśliwych, które niejednokrotnie stanowią formy przewodnie poszczególnych ugrupowań epoki kamienia. Na podstawie analiz mikroskopowych można wnioskować, jak wyglądały narzędzia wykorzystywane w trakcie polowania, ale też jak były one osadzane i czy były montowane na czubkach promieni strzał lub w bocznych pazach, czy też stanowiły elementy oszczepów. Przykłady tego typu studiów odnoszą się do magdaleńskich form tylcowych, liściaków świderskich i mezolitycznych zbrojników pochodzących ze stanowisk wyżej cytowanych. Na tych okazach licznie odnotowywane są dystynktywne ślady w postaci wyłamania czubków (ryc. 6a-c), a także mikroskopowych śladów liniowych, znamion powstałych poprzez zarysowania powierzchni krzemiennych w trakcie penetracji celu (ryc. 6d, e). Magdaleńskie wkładki montowane były zapewne po kilka i były składowymi oszczepów lub strzał. Schyłkowopaleolityczne liściaki służyły jako groty i tkwiły głęboko w drzewcach strzał. Z kolei mezolityczne mikrolityczne zbrojniki

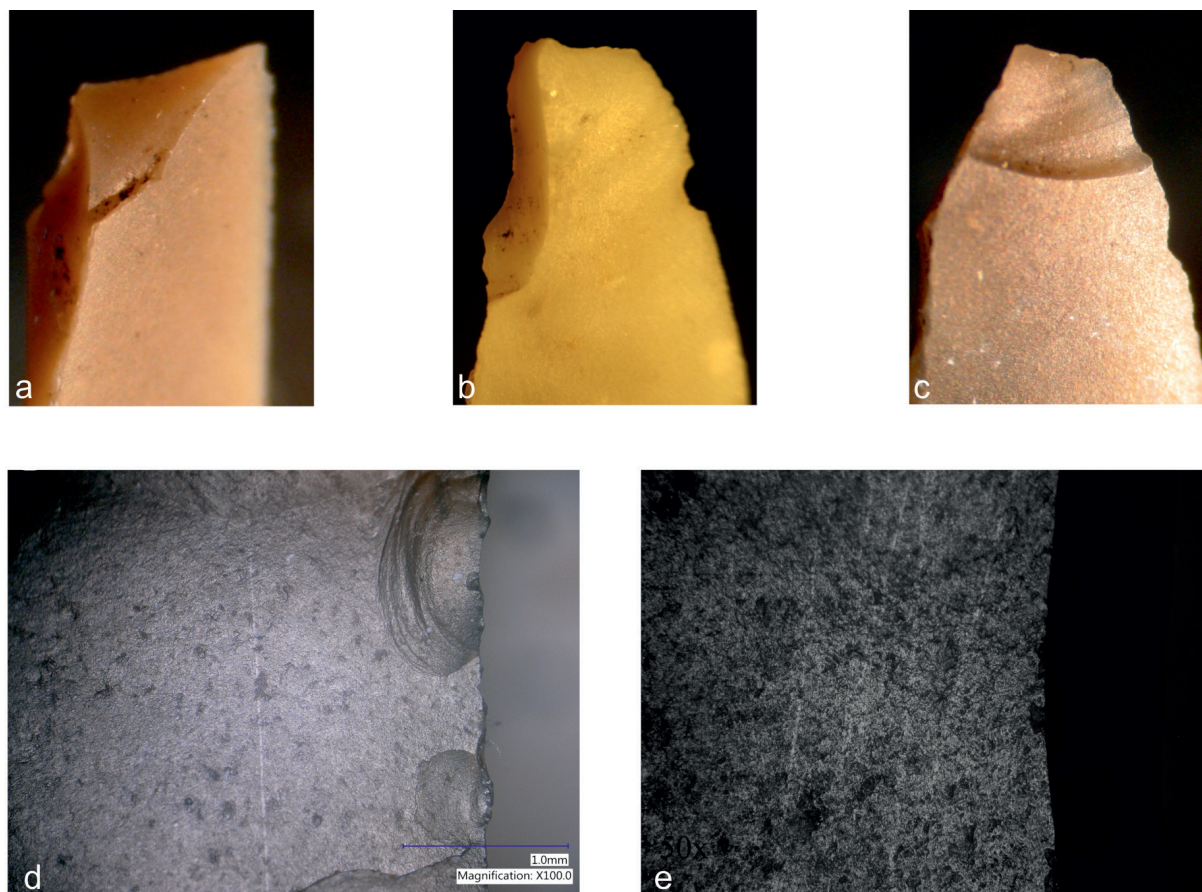
montowane były zarówno na czubkach promieni, jak i jako wkładki boczne.

Materiały krzemienne jako elementy wyposażenia pochówków

Badania traseologiczne odnoszą się do materiałów krzemiennych pozyskanych z kontekstów osadniczych, ale też grobowych. W odniesieniu do drugiego z wymienionych na podstawie analiz mikroskopowych można podejmować się interpretacji praktyk funeralnych. Wyposażenie grobowe społeczności epoki kamienia składa się m.in. z krzemiennych elementów broni myśliwskiej, siekier, wiórow, rdzeni itp., co oczywiście w dużej mierze zależy od konkretnej jednostki kulturowej. Jeden z przykładów analiz traseologicznych wyposażenia grobowego odnosi się do pochówku zbiorowego kultury amfor kulistych ze stanowiska w Koszycach (Pyżewicz 2013a). Na ich podstawie uznano, że wyłącznie pojedyncze okazy wiórow i odłupków, spośród kilkudziesięciu, odznaczają się śladami użytkowymi związanymi z mało intensywną obróbką roślin i tuszy zwierzęcej. Z kolei przebadane siekiery najpewniej były długotrwale użytkowane, o czym świadczą rozwinięte ślady opraw, a także znamiona wielokrotnego przeszlifowania ostrzy, na których jeżeli występują znamiona funkcjonalne, to należy je powiązać z pracą w drewnie (ryc. 7). Niewykluczone, że część ze śladów mogła być powiązana z praktykami funeralnymi, czyli narzędzia wykorzystano w trakcie przygotowania pochówku. Zapewne też niektóre narzędzia specjalnie naprawiono i odnowiono przed złożeniem do grobu.



Ryc. 5. Narzędzia magdaleńskie: a – drapacz użyty do wyprawienia skóry (stan. Ćmielów 95 „Mały Gawroniec”); b-c – ślady obróbki skóry; d – wiór użyty jako krzesak (stan. Podgrodzie 16); e – ślady rozpalania ognia. Fot. K. Pyżewicz, W. Gruzdź



Ryc. 6. Znamiona użycia okazów jako elementów broni łowieckiej: a-c – dystynktywne obłamania czubków mezolitycznych zbrojników (stan. Żuława 13); d, e – ślady liniowe powstałe podczas penetracji trafionego celu na: d – magdałeńskim tyłczaku (stan. Ćmielów 95 „Mały Gawroniec”); e – schyłkowopaleolitycznym liściaku (stan. Kraków-Bieżanów 15). Fot. K. Pyżewicz

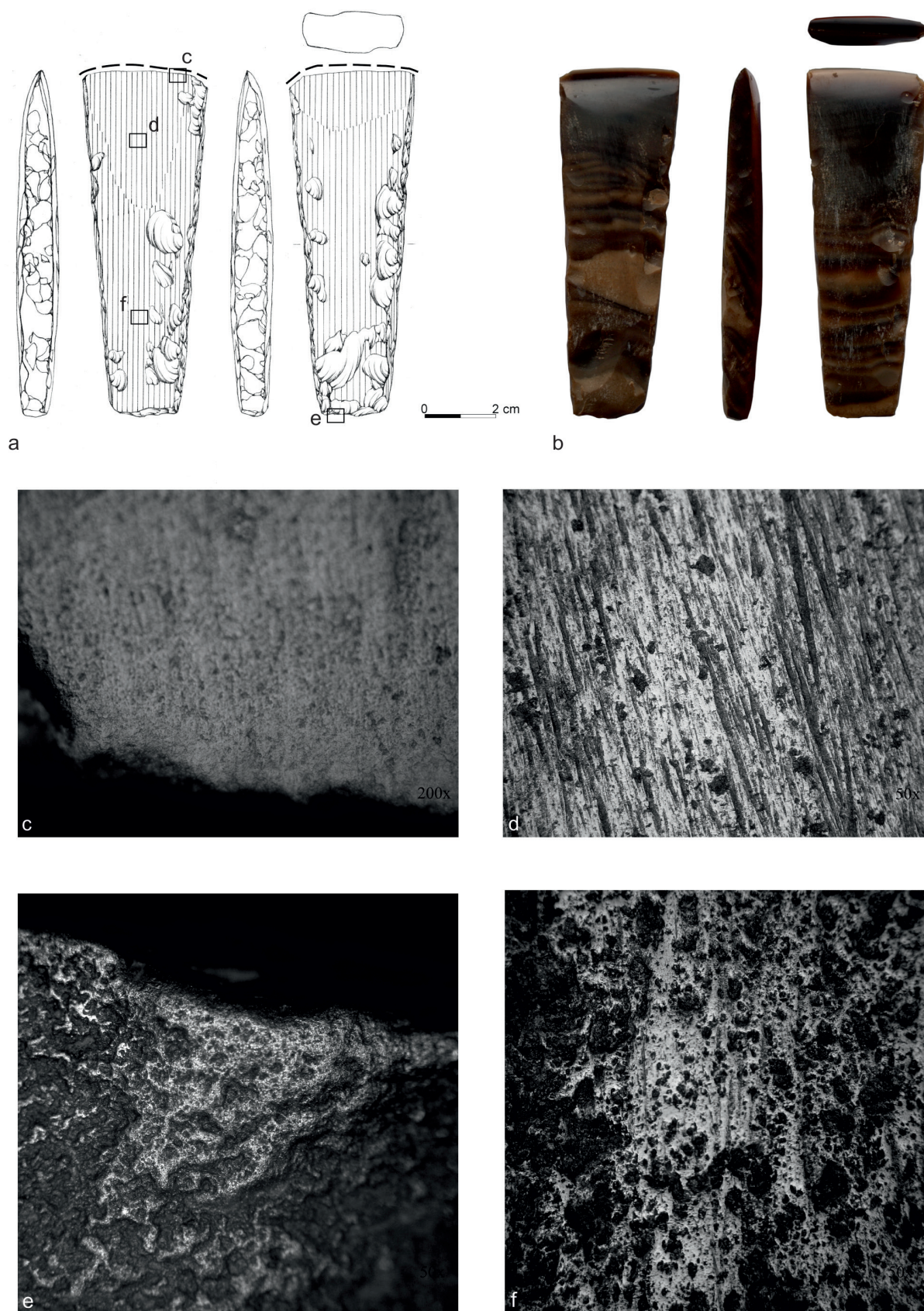
Neolityczni rolnicy i ich narzędzia do cięcia zboża

Jednymi z najbardziej dystynktywnych śladów użytkowych rozpoznawanych na narzędziach krzemiennych są te powstałe podczas cięcia zbóż (ślady te różnią się od tych powstałych w wyniku obróbki innych roślin). Wyświecenie żniwne widoczne jest gołym okiem, a powierzchnia krzemienna niejednokrotnie wygląda jakby była „polakierowana” (ryc. 8a). Mikroskopowy obraz tego typów śladów jest bardzo charakterystyczny (ryc. 8b, c). Na podstawie analiz traseologicznych do grupy neolitycznych narzędzi żniwnych klasyfikowane są przede wszystkim półtyłczaki i wióry, niejednokrotnie dodatkowo intencjonalnie retuszowane (m.in. Małecka-Kukawka 1999; 2001; Osipowicz 2010: 170 i n.; Pyżewicz 2016). Na podstawie zasięgu

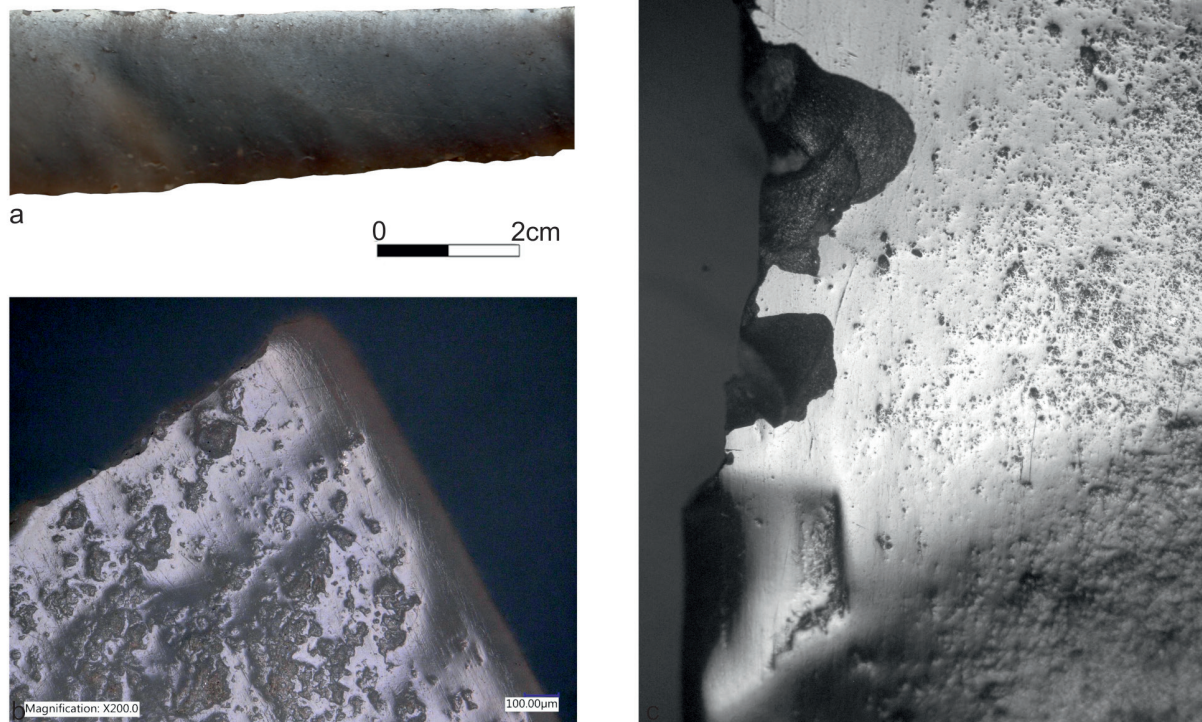
śladów mikroskopowych można wnioskować, jak dane typy narzędzi były mocowane w oprawach sierpów – półtyłczaki zazwyczaj skośnie względem osi symetrii narzędzia, a formy wiórowe wzdłużnie do oprawy. Wyświecenia żniwne są odnotowywane powszechnie na okazach wiązanych z neolitem, stanowią niejako jeden z dystynktywnych elementów tego okresu.

Wczesna epoka brązu – krzemienne sztylety jako symbol prestiżu

Wśród ugrupowań wczesnobrązowych występują m.in. krzemienne formy sztyletów. Ich wykonanie związane było wysokim poziomem kompetencji i doświadczenia wytwórcy. W celu sprawdzenia



Ryc. 7. Element wyposażenia z neolitycznego pochówku (stan. Koszyce 3): a-b – siekiera krzemienna; c – ślady obróbki drewna; d – znamiona szlifowania okazu; e-f – ślady oprawy powstałe podczas kontaktu z surowcem roślinnym i skórą. Fot. K. Pyżewicz, W. Gruzdź



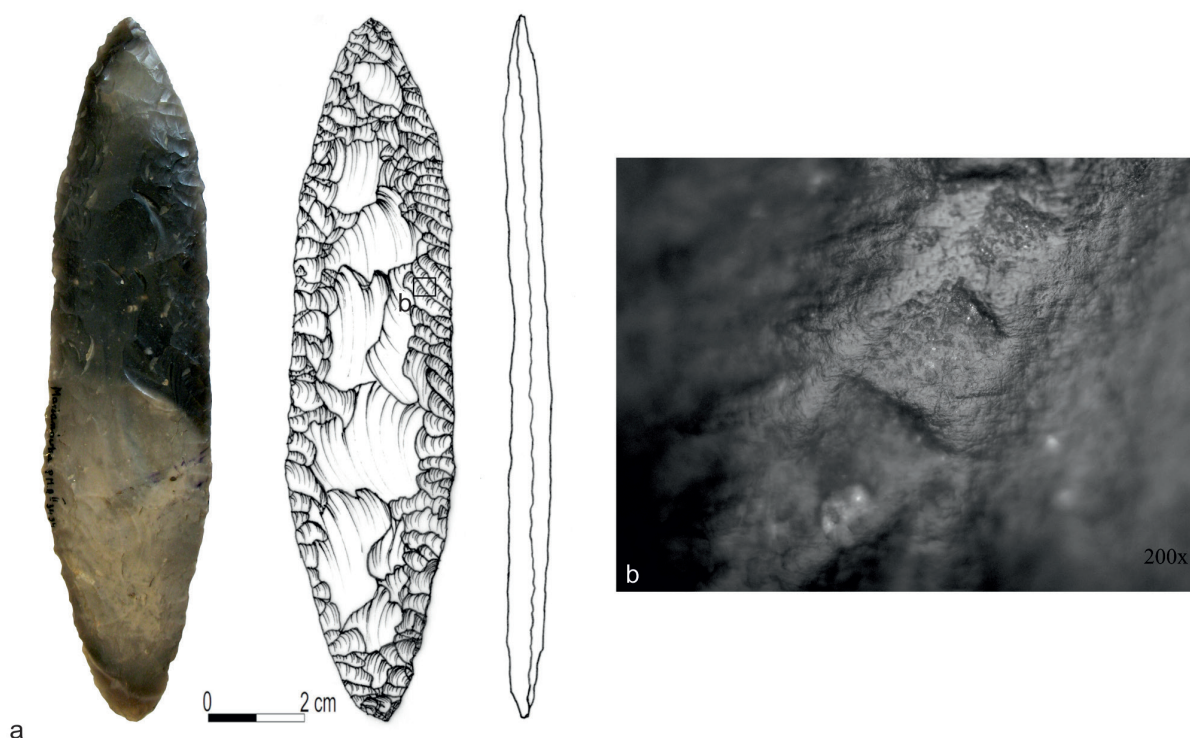
Ryc. 8. Oznaki użycia narzędzi do cięcia zboża: a – przykład wyświecenia żniwnego widocznego makroskopowo wzdłuż krawędzi krzemiennego artefaktu; b-c – ślady cięcia zbóż na neolitycznych półtylczakach (b – Selenec 1; c – Grabie 4). Fot. K. Pyżewicz

ich funkcji przeprowadzono badania traseologiczne na sztyletach pochodzących z terenów Małopolski i Wołynia (Grużdź i in. 2015; Pyżewicz i Grużdź 2019). Na tej podstawie ustalono, że nie odznaczają się śladami świadczącymi o ich użytkowaniu. Natomiast na ich powierzchniach odkryto intensywne znamiona oprawy i ich transportowania (ryc. 9). Wyświecenie, ale też i ślady liniowe widoczne są przede wszystkim na wystających partiach, tych częściach, które były narażone na bezpośredni kontakt z oprawą, pochwą, pojemnikiem, w którym były przetrzymywane. Co więcej, udało się ustalić, że opisywane ślady powstały w wyniku kontaktu z miękkim materiałem – skórą i roślinami, ale też i twardym surowcem, jak drewno czy kość. Na podstawie szczegółowej lokalizacji, można uznać, że części dolne sztyletów osadzone były w stałych oprawach drewnianych czy też z poroża/kości. Natomiast ostrza mogły być trzymane w pochwach wykonanych ze skóry lub roślin bądź w wymoszczonych tymi surowcami pojemnikach z innych materiałów. Z kolei widoczna intensywność śladów sugeruje ich na długotrwałe przetrzymywanie. Wszystkie te dane wskazują, że sztylety

krzemienne nie pełniły funkcji użytkowej, a raczej stanowiły symbol statusu czy też prestiżu.

Ślady podepozycyjne

Niejednokrotnie traseolodzy stykają się z problemami dotyczącymi rozróżnienia śladów powstałych podczas intencjonalnego kontaktu od tych, które pojawiły się w sposób incydentalny czy też jako efekt czynników podepozycyjnych (jak np. w wyniku działalności wody, wiatru, pożarów czy współczesnej orki). Aby ułatwić ich rozróżnienie, przeprowadzane są testy eksperymentalne. Oczywiście wiele zmian podepozycyjnych, jak poszczególne odmiany patyn (czyli zmian powierzchni powstałych pod wpływem procesów związanych z działalnością naturalnych czynników fizycznych i chemicznych), spowodowana jest długotrwałym przebywaniem narzędzi krzemienych w różnego typu sedymentach, niejednokrotnie przez tysiące lat, co sprawia, że odtworzenie warunków zalegania w krótkim czasie jest zazwyczaj niemożliwe. Jednak można podjąć się testów eksperymentalnych dotyczących



Ryc. 9. Ślady świadczące o intensywnym przechowywaniu narzędzia w oprawie: a – sztylet z wczesnej epoki brązu (stan. Mirohoszcza); b – ślady oprawy. Fot i rys. K. Pyżewicz, W. Gruzdź

innych czynników. Przykład taki stanowią badania nad popularnymi, w odniesieniu do krzemienianych artefaktów z ziem polskich, czynnikami związanymi z działalnością człowieka. Przeprowadzono eksperymenty związane z deptaniem przez ludzi okazów krzemienianych, a także ich niszczeniem w trakcie orki, zarówno „pradziejowej”, jak i współczesnej. Następnie przebadano wygląd przedmiotów, które uległy wymienionym działaniom. Zaobserwowano charakter powstałych złamań, wykruszeń, a także śladów mikroskopowych (Pyżewicz i Gruzdź 2014). Na tej podstawie poszerzona została baza porównawcza – zarejestrowano dystyngtywne ślady makro- i mikroskopowe, które powstały podczas wymienionych wyżej czynności (ryc. 10), co ułatwiło rozpoznanie analogicznych modyfikacji na wytworach pradziejowych.

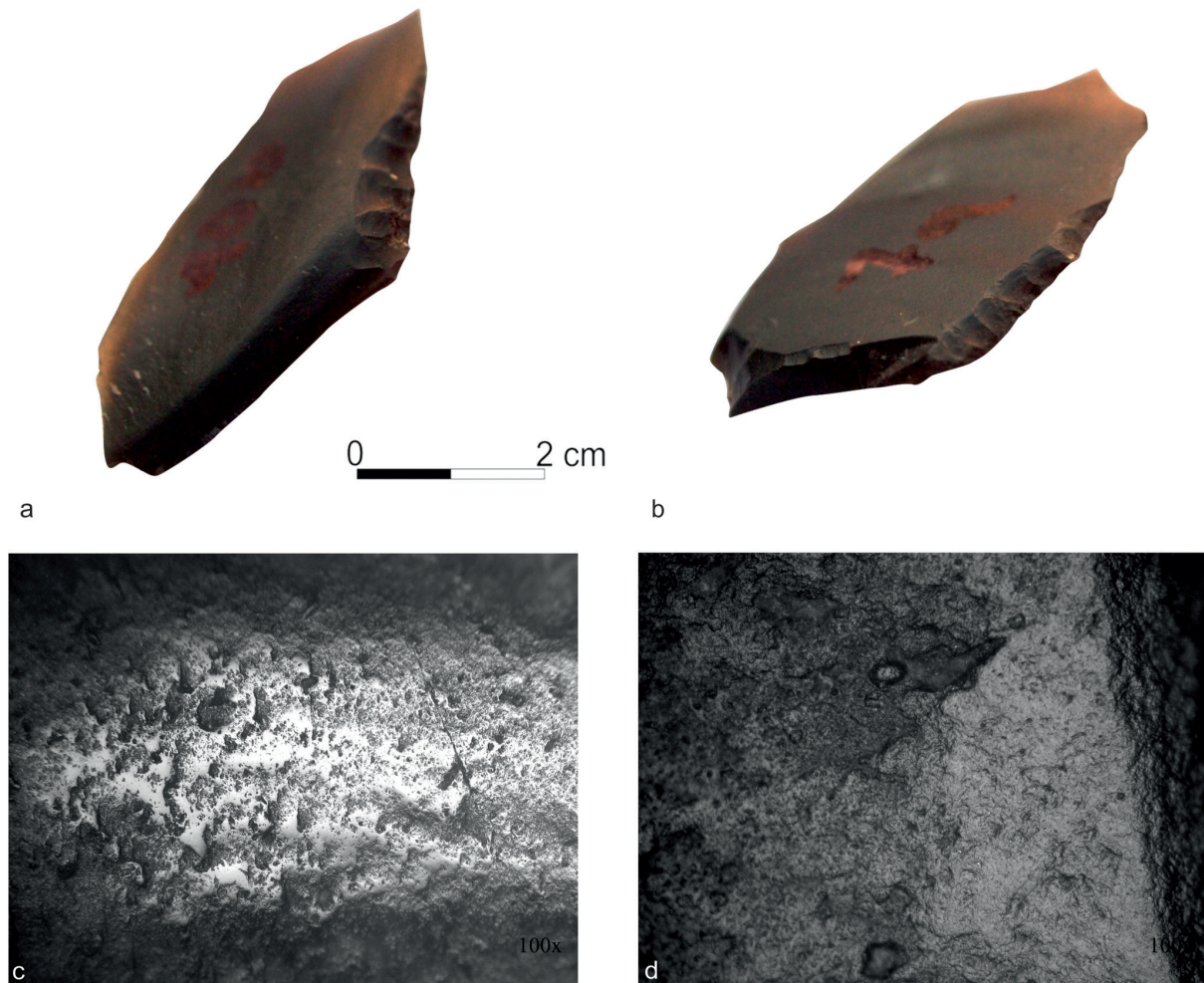
Badania narzędzi kościanych

Analizy traseologiczne mogą również dotyczyć przedmiotów kościanych. Przykład taki stanowią studia zabytków ze stanowiska 6 w Kopydłowie (Lisowski i in. 2015; 2017). Na tym terenie odkryto

ślady osadnictwa ugrupowań neolitycznych – kultury ceramiki wstęgowej rytej, późnej ceramiki wstęgowej oraz pucharów lejkowatych. Przebadana mikroskopowo grupa kilkudziesięciu przedmiotów wykonana została z kości ssaków, przede wszystkim bydła, owcy/kozy, jelenia oraz świni. Są one zróżnicowane pod względem morfologicznym i funkcjonalnym. Wyróżnione zostały okazy spiczaste, tnące, rąbiące, tępe, pośredniki czy ozdoby. Można było zinterpretować ostatnie etapy procesu technologicznego. Wiemy, że w celu nadania ostatecznego kształtu przedmiotom kościowym szlifowano i skrobano ich powierzchnię, zapewne przynajmniej częściowo narzędziami krzemienianymi. Studia traseologiczne wykazały, że wykorzystywano je w pracach codziennych, głównie związanych z obróbką skóry, drewna i roślin zielnych (ryc. 11).

PODSUMOWANIE

Badania traseologiczne stanowią relatywnie wiarygodne źródło wiedzy na temat funkcji narzędzi krzemienianych. W przeciwieństwie do posługiwania się analogiami etnograficznymi czy porównaniami

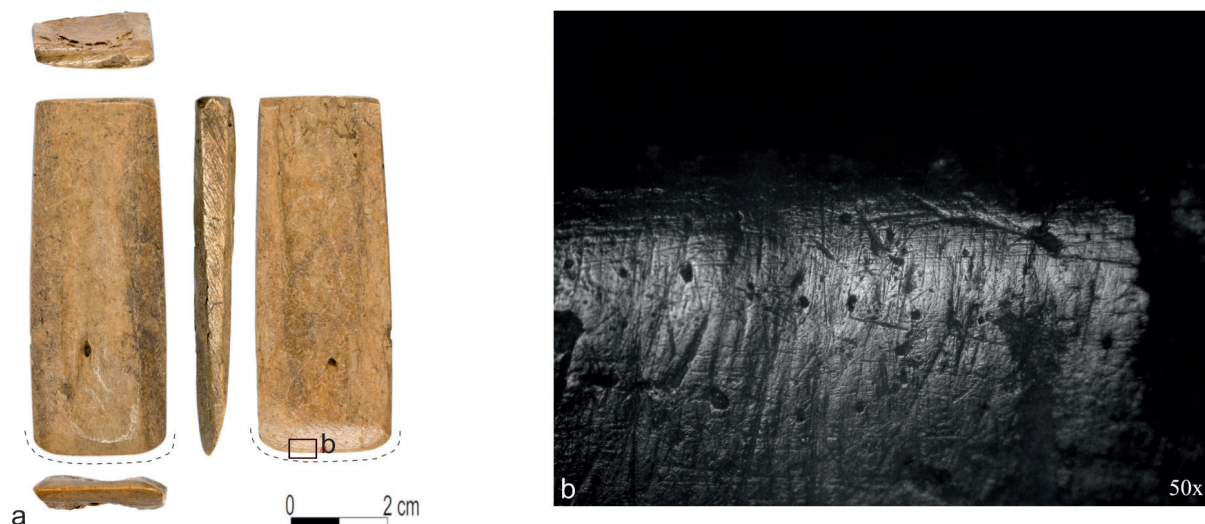


Ryc. 10. Zniszczenia powstałe podczas deptania i orki na eksperymentalnych okazach. a-b – retusze podepozycyjne; c-d – wyświecenia podepozycyjne. Fot. K. Pyżewicz, W. Gruzdź

do współczesnych narzędzi lub też powoływanie się na zdroworozsądkowe podejście, wyniki analiz mikroskopowych mają solidną podstawę do poprawnego wnioskowania na tematy wykorzystania badanych okazów.

Rezultaty badań traseologicznych stanowią jeden z istotnych elementów w interpretacji aktywności podejmowanych przez ugrupowania epok kamienia i wczesnego brązu. Wykorzystując dane dotyczące charakterystyki narzędzi, czyli zastosowanej technologii obróbki, surowca, z jakiego zostały wykonane, morfologii czy też typu, można podjąć się studiów dotyczących relacji między tymi elementami a zastosowaniem okazów. Poczynione w efekcie tych analiz wnioski dotyczące wyboru poszczególnych surowców, które przeznaczone były do wykonania konkretnych typów funkcjonalnych narzędzi, stanowią cenne uzupełnienie

obrazu społeczności pradziejowych. Można podjąć się odpowiedzi na pytania: Czy jakieś rodzaje krzemienia były preferowane do konkretnych czynności? Czy surowce „importowane”, czyli transportowane z dalszych rejonów, mogły mieć inne zastosowanie niż te lokalne? Kolejne pytania mogą wiązać się z aspektem technologicznym, np. czy zastosowanie takiego, a nie innego sposobu wykonania półsurowca i nadania ostatecznego kształtu ma powiązanie z planowaną funkcją wytworu? Również można poruszyć problematykę relacji między formą, typem narzędzi a ich zastosowaniem i odpowiedzieć: Jakiego typu narzędzia preferowano np. do oczyszczania skóry czy też polowania? Czy forma okazu miała realny wpływ na ergonomię i jakość wykonywanej czynności? Pytania tego typu można mnożyć w odniesieniu do wspomnianych wyżej danych.



Ryc. 11. Ślady użycia dłuta kościanego do obróbki drewna (stan. Kopydłowo 6) (wg Lisowski i in. 2015)

Równocześnie analizy traseologiczne mogą obalać pewne mity dotyczące funkcji poszczególnych okazów, która niejako często narzucana jest z góry poprzez skojarzenia kształtu poszczególnych typów narzędzi ze współczesnymi formami. Takie postrzeganie może też wynikać z nazw typów narzędzi krzemienianych, np. drapacz, skrobacz, rylce itp. Jednak na podstawie wyników analiz mikroskopowych wiadomo, że np. drapacze nie zawsze były przeznaczone do skrobienia, ale też przykładowo do cięcia skóry czy roślin, a z kolei rylce powszechnie stosowano do strugania, skrobienia czy też szlifowania twardych surowców.

Podsumowując, wyniki uzyskane na podstawie studiów mikroskopowych umożliwiają lepsze rozpoznanie technik obróbki surowca i funkcji wytworów krzemienianych. Dane te pozwalają na interpretację podejmowanych czynności i obróbki surowców zarówno organicznych, jak i nieorganicznych, których pozostałości zazwyczaj brak na stanowisku. W związku z tym nasza wiedza na temat puli obrabianych typów materiałów ulega poszerzeniu. Równocześnie można wnioskować na temat wiedzy społeczności pradziejowych o środowisku, które ich otaczało, czy poszczególnych typach surowców i ich właściwościach. Badania traseologiczne umożliwiają również uchwycenie momentu opanowania przez społeczności pradziejowe nowych technik, „wynalazków”, np. identyfikacja krzemienianych krzesaków stanowi dowód na umiejętność rozpalać ognia przez konkretne społeczności.

Określenie funkcji poszczególnych artefaktów krzemienianych pochodzących z konkretnego

stanowiska pomaga ustalić, czy było to miejsce polowania na zwierzynę, prac rzeźnickich, czy też była to osada, gdzie wykonywano szereg zróżnicowanych czynności.

Dane traseologiczne można powiązać z analizami planigraficznymi i na tej podstawie podjąć się próby interpretacji sposobów planowania otaczającej przestrzeni, w tym zagospodarowywania poszczególnych partii obozowiska czy osady, określić np., gdzie było miejsce obróbki drewna lub kości czy poroża, albo ćwiartowania zwierzyny, czy też naprawy broni myśliwskiej.

Ustalenia funkcjonalne można powiązać z danymi z innych dziedzin, jak np. z zakresu archeozoologii, palinologii i archeobotaniki (por. Wliczyński, w tym tomie; Kołaczek i in., w tym tomie; Moskal-del Hoyo, w tym tomie). Dzięki temu możemy wnioskować na temat gospodarki łowieckiej, zbierackiej czy też hodowlanej i rolniczej. Przykładowo, można zinterpretować, czy były to społeczności, których gospodarka była bardziej nastawiona na produkty odzwierzęce czy też roślinne, a także jaka była preferowana dieta.

Również dane płynące z innych metod, w tym tych z zastosowaniem analiz mikroskopowych, są niezwykle przydatne. Przykładowo, analizy rezyduów na powierzchniach narzędzi krzemienianych, mogą wskazać m.in. na rodzaje roślin czy też zwierząt, obrabianych przy ich zastosowaniu, a także umożliwiają uszczegółowienie stosowanych sposobów opraw czy też użytych lepiszczy. Również posiłkowanie się analizami fizyko-chemicznymi narzędzi

krzemiennych doprecyzowuje podejmowane czynności, jak np. przy użyciu jakich minerałów rozpalano ogień.

Z kolei analizy mikroskopowe narzędzi wykonanych z poroża czy kości doprecyzowują informacje na temat ich formowania przy użyciu narzędzi krzemiennych. Na podstawie tego typu studiów można odpowiedzieć na pytania dotyczące tego, w jaki sposób wyglądały poszczególne elementy łańcuchów operacji związanych z obróbką kości i poroża, jakie stosowano metody i techniki podczas kształtowania przedmiotów z tego typu surowca, jak mogły wyglądać narzędzia krzemienne służące obróbce, np. czy były to ciosaki, narzędzia złobiące, rozczepiające, skrobiące, retuszowane na jedną lub obie strony czy mające ostrą, naturalną krawędź pracującą. Studia traseologiczne przedmiotów z kości i poroża służą również interpretacji ich funkcji, czyli do określenia, czy były to szydła, przekłuwacze, ciosła, dłuta itp. służące do obróbki m.in. drewna, roślin zielnych i skóry. W przypadku takich studiów procedura podejmowanych analiz jest analogiczna do tej odnoszącej się do badań okazów krzemiennych.

Podsumowując, w studiach traseologicznych materiałów zabytkowych tkwi bardzo duży potencjał poznawczy społeczności pradziejowych. A w powiązaniu z wynikami zastosowania innych metod mogą one ukazać dość szczegółowy obraz aktywności podejmowanych przez ówczesne ugrupowania. Należy jednak mieć na uwadze, że analizy traseologiczne, które mają być rzetelnie wykonane, wiążą się z dużym nakładem pracy badacza, związanym z wcześniejszą nauką rozpoznawania poszczególnych śladów, tworzeniem bazy referencyjnej, a także przeprowadzaniem analiz mikroskopowych materiałów pradziejowych i eksperymentalnych.

LITERATURA

- Anderson, P.C. 1980. A Testimony of Prehistoric Tasks: Diagnostic Residues on Stone Tool Working Edges. *World Archaeology* 12(2): 181–194.
- Anderson, P.C., Beyries, S., Otte, M., Plisson, H. (red.) 1993. *Traces et fonction, les gestes retrouvés. Actes du colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990*. Liège.
- Andrefsky, W. Jr. 2005. *Lithics. Macroscopic Approaches to Analysis. Second edition*. Cambridge.
- Balcer, B. 1975. *Krzemień świeciechowski w kulturze pucharów lejkowatych. Eksploatacja, obróbka i rozprzestrzenienie*. Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk.
- Balcer, B., Schild, R. 1978a. A jednak sierpy! *Z Otcłani Wieków* 44(1): 44–48.
- Balcer, B., Schild, R. 1978b. Sierpem i głowę można uciąć... *Z Otcłani Wieków* 44(2): 145–147.
- Balcer, B., Schild, R. 1980. Traces of Wear and Stone Tool Function: Do They Really Mean What They Show?, (w:) R. Schild (red.), *Unconventional Archaeology. New Approaches and Goals in Polish Archaeology*. Wrocław, 109–116.
- Bąbel, B., Budziszewski, J. 1978. Noże wielofunkcyjne! *Z Otcłani Wieków* 44(2): 139–145.
- Burroni, D., Donahue, R.E., Pollard, A.M. 2002. The Surface Alteration Features of Flint Artefacts as a Record of Environmental Processes. *Journal of Archaeological Science* 29: 1277–1287.
- Cnats, D., Rots, V. 2018. Extracting residues from stone tools for optical analysis: towards an experiment-based protocol. *Archaeological and Anthropological Sciences* 10: 1717–1736.
- Coles, J. 1977. *Archeologia eksperymentalna*. Warszawa.
- Coles, J. 1997. Experimental Archaeology, (w:) W. Brzeziński, W. Piotrowski (red.), *Proceeding of the First International Symposium on Wood Tar and Pitch*. Warszawa, 307–312.
- Comis, L. 2010. Experimental Archeology: methodology and new perspectives in Archeological Open Air Museums. *EuroREA* 7: 9–12.
- Drobniewicz, B. 1978. Analiza mikroskopowa zabytków z grobu kultury lendzielskiej (nr 1325) na stanowisku 17 w Pleszowie (Kraków – Nowa Huta). *Sprawozdania Archeologiczne* 30: 31–33.
- Drobniewicz, B. 1979. Analiza traseologiczna wyrobów krzemiennych z cmentarzyska kultury ceramiki sznurowej w Koniuszy, woj. Kraków. *Sprawozdania Archeologiczne* 31: 91–94.
- Evans, A., Donahue, R. 2005. The elemental chemistry of lithic microwear: an experiment. *Journal of Archaeological Science* 32(12): 1733–1740.
- Ferguson, J.R. (red.) 2010. *Designing Experimental Research in Archaeology. Examining Technology Through Production and Use*. Colorado.
- Fullagar, R. 2014. Residues and usewear, (w:) J. Balme, A. Patterson (red.), *Archaeology in Practice: a Student Guide to Archaeological Analyses*. Oxford, 232–263.
- Ginter, B., Kozłowski, J.K. 1975. *Technika obróbki i typologia wyrobów kamiennych paleolitu i mezolitu*. Warszawa.

- Gräslund, B., Knutsson, H., Knutsson, K., Taffinder, J. (red.) 1990. *The Interpretative Possibilities of Microwear Studies, Proceedings of the International Conference on Lithic Use-wear Analysis, 15th-17th February 1989 in Uppsala, Sweden*. Uppsala.
- Gruzdź, W., Migal, W., Pyżewicz, K. 2015. Bifacial flint daggers from the Early Bronze Age in Volhynia – Lesser Poland, (w:) C. J. Frieman, B. V. Eriksen (red.), *Flint Daggers in Prehistoric Europe*. Oxford, 116–132.
- Gruzdź, W., Pyżewicz, K., Migal, W., Przeździecki, M. 2012. Multi-aspect Analysis of Flint Materials from Suchodółka, Site 3, the Świętokrzyskie Voivodeship. *Światowit* 9(50): 245–258.
- Hurcombe, L. 2004. Experimental Archaeology, (w:) C. Renfrew, P. Bahn (red.), *Archaeology: The Key Concepts*. London, 83–87.
- Juel Jensen, H. 1988. Functional Analysis of Prehistoric Flint Tools by High-Power Microscopy: A Review of West European Research. *Journal of World Prehistory* 2(2): 53–87.
- Juel Jensen, H., 1994. *Flint Tools and Plant Working: Hidden Traces of Stone Age Technology: a Use Wear Study of Some Danish Mesolithic and TRB Implements*. Århus.
- Keeley, L.H. 1980. *Experimental Determination of Stone Tool Uses. A Microwear Analysis*. Chicago.
- Keleiterborn, P. 2005. Principles of experimental research in archaeology. *EuroREA: (Re)construction and Experiment in Archaeology* 2: 120–122.
- Korobkova, G.F. 1999. *Narzędzia w pradziejach. Podstawy badania funkcji metodą traseologiczną*. Toruń.
- Kufel-Diakowska, B. 2015. *Aktywność łowców i zbieraczy. Przykład obozowisk kultury hamburskiej i kultury Federmesser*. Wrocław.
- Langejans, G.H.J., Lombard, M. 2014. About Small Things and Bigger Pictures: An Introduction to the Morphological Identification of Micro-residues on Stone Tools, (w:) J.M. Marreiros, J.F. Gibaja Bao, N.F. Bicho (red.), *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. New York, 199–219.
- Levi Sala, I. 1993. Use-Wear Traces: Process of Development and Post-depositional alterations, (w:) P.C. Anderson, S. Beyries, M. Otte, H. Plisson (red.), *Traces et fonction, les gestes retrouvés. Actes du colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990*. Liège.
- Levi Sala, I. 1996. *A Study of Microscopic Polish on Flint Implements*. Oxford.
- Lisowski, M., Pyżewicz, K., Frankiewicz, M. 2015. Analiza funkcjonalno-technologiczna artefaktów wykonanych z kości, poroża i zębów, (w:) A. Marciniak, I. Sobkowiak-Tabaka, M. Bartkowiak, M. Lisowski (red.), *Kopydłowo, stanowisko 6. Osady neolityczne z pogranicza Kujaw i Wielkopolski*. Poznań-Pękwice, 245–264.
- Lisowski, M., Pyżewicz, K., Frankiewicz, M. 2017. Multi-Aspect Analysis of Neolithic Bone Tools from Kopydłowo, Site 6, Poland, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad De Granada* 27: 245–267.
- Longo, L., Skakun, N. (red.), 2008. "Prehistoric Technology" 40 Years Later: Functional Studies and the Russian Legacy *Proceedings of the International Congress Verona (Italy), 20-23 April 2005*. Oxford.
- Malina, J. 1983. Archaeology and Experiment. *Norwegian Archaeological Review* 16(2): 69–85.
- Małecka-Kukawka, J. 1999. Sierpy, sierpaki, sierpce... – analiza funkcjonalna wczesnorolniczych wkładek narzędzi zniwnych z ziemi chełmińskiej, (w:) S. Kukawka (red.), *Szkice prahistoryczne. Źródła – metody – interpretacje*. Toruń, 139–157.
- Małecka-Kukawka, J. 2001. *Między formą a funkcją. Traseologia neolitycznych zabytków krzemienych z ziemi chełmińskiej*. Toruń.
- Małecka-Kukawka, J. 2005. Z historii badań traseologicznych w polskiej archeologii epoki kamienia. *Folia Praehistorica Posnaniensia* 13/14: 59–70.
- Małecka-Kukawka, J. 2012. Traseologia – badanie mikrośladów, (w:) S. Tabaczyński, A. Marciniak, D. Cyngot, A. Zalewska (red.), *Przeszłość społeczna. Próba konceptualizacji*. Poznań, 464–471.
- Małecka-Kukawka, J. 2017. *Traseologia w studiach nad pradziejowym krzemieniarstwem. Przykłady z osad i kopalń krzemienia w dorzeczu Wisły i Odry (neolit-epoka brązu-wczesna epoka żelaza)*. Toruń.
- Marreiros, J.M., Gibaja Bao, J.F., Bicho, N.F. (red.) 2014a. *Proceedings of the International Conference on Use-wear Analysis, Faro, Portugal, 10-12 October 2012*. Newcastle upon Tyne.
- Marreiros, J.M., Gibaja Bao, J.F., Bicho, N.F. 2014b. *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. New York.
- Marreiros, J.M., Mazzucco, N., Gibaja, J.F., Bicho, N. 2014c. Macro and Micro Evidences from the Past: The State of the Art of Archeological Use-Wear Studies, (w:) J.M. Marreiros, J.F. Gibaja Bao, N.F. Bicho (red.), *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. New York, 5–26.
- Moss, E. 1983. *The Functional Analysis of Flint Implements. Pincevent and Pont d'Ambon: Two Cases from the French Final Paleolithic*. Oxford.
- Odell, G.H. 2001. Stone Tool Research at the End of the Millennium: Classification, Function, and Behavior. *Journal of Archaeological Research* 9(1): 45–100.
- Odell, G.H. 2004. *Lithic Analysis*. New York.
- Osipowicz, G. 2010. *Narzędzia krzemienne w epoce kamienia na ziemi chełmińskiej. Studium traseologiczne*. Toruń.
- Osipowicz, G. 2017. *Społeczności mezolityczne Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego. Próba modelowej analizy wieloaspektowej funkcji i organizacji przestrzennej wybranych obozowisk*. Toruń.

- Outram, A.K. 2008. Introduction to experimental Archaeology. *World Archaeology* 40(1): 1–6.
- Petersson, B., Narmo, L.E. (red.) 2011. *Experimental Archaeology. Between Enlightenment and Experience*. Lund.
- Pianowski, Z. 1977. Analiza traseologiczna wyrobów krzemiennych ze stanowiska schyłkowopaleolitycznego Wapienik 1/64, woj. Częstochowa. *Sprawozdania Archeologiczne* 29: 205–220.
- Plisson, H., Mauger, M. 1988. Chemical and mechanical alteration of microwear polishes: An experimental approach. *Helinium* 28: 3–16.
- Pyżewicz K., 2013a. Analiza traseologiczna materiałów krzemiennych, (w:) M. M. Przybyła, A. Szczepanek, P. Włodarczyk (red.), *Koszyce, stanowisko 3. Przemoc i rytuał u schyłku neolitu*. Kraków-Pękwice, 179–202.
- Pyżewicz, K. 2013b. *Inwentarze krzemienne społeczności mezoalitycznych w zachodniej części Niżu Polskiego. Analiza funkcjonalna*. Zielona Góra.
- Pyżewicz, K., 2015a. Biographies of Magdalenian lithic tools from Poland. An in-depth look at two cases from the Kielecka Upland. *Anthropologie* 53(3): 519–529.
- Pyżewicz, K. 2015b. The use-wear analysis of the artefacts found at the Magdalenian site in Klementowice, (w:) T. Wiśniewski (red.), *Klementowice. A Magdalenian site in eastern Poland*. Lublin, 184–214.
- Pyżewicz, K. 2016. Microwear analyses of the selected flint artefacts, (w:) L. Domańska (red.), *Change and Continuity. Traditions of the Flint Processing from the perspective of the Tążyńska river valley*. Łódź, 193–225.
- Pyżewicz, K. (red.) 2019. *Żuławka 13, gm. Wyrzysk – pozostałości wielofazowego osadnictwa z epoki kamienia na terenie Wielkopolski*. Poznań.
- Pyżewicz, K., Gruzdz, W. 2014. Experimental research versus the popularisation of knowledge of the Stone Age. *Folia Praehistorica Posnaniensia* 19: 293–307.
- Pyżewicz, K., Gruzdz, W. 2019. Zastosowanie krzemiennych sztyletów i noży sierpowatych z wczesnej epoki brązu. Wybrane przykłady z obszaru małopolsko-wołyńskiego, (w:) M. Szmyt, P. Chachlikowski, J. Czebreszuk, M. Ignaczak, P. Makarowicz (red.), *VIR BIMARIS* Od kujawskiego matecznika do stepów nadczarnomorskich. *Studia z dziejów międzymorza bałtycko-pontyjskiego ofiarowane Profesorowi Aleksandrowi Koško*. Poznań, 445–454.
- Rots, V. 2010. *Prehension and Hafting Traces on a Flint Tools. A Methodology*. Leuven.
- Schild, R., Marczak, M., Królik, H. 1975. *Późny mezolit. Próba wieloaspektowej analizy otwartych stanowisk piaskowych*. Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk.
- Semenov, S.A. 1957. *Pervobytnaja tehnika: opyt izučenija drevnejšich orudij i izdelij po sledam raboty*. Moskva-Leningrad.
- Semenov, S.A. 1964. *Prehistoric Technology. An Experimental study of the oldest tools and artefacts from traces of manufacture and wear*. London.
- Shimada, I. 2005. Experimental Archaeology, (w:) D.G.H. Maschner, C. Chippindale (red.), *Handbook of Archaeological Methods, vol. I*. Lanham-New York-Toronto-Oxford, 603–642.
- Van Gijn, A.L. 1990. *The wear and tear of flint. Principles of functional analysis applied to Dutch Neolithic assemblages*. Leiden.
- Van Gijn, A.L. 2010. *Flint in Focus. Lithic Biographies in the Neolithic and Bronze Age*. Leiden.
- Van Gijn, A.L. 2014. Science and interpretation in microwear studies. *Journal of Archaeological Science* 48: 166–169.
- Vaughan, P.C. 1985. *Use-Wear Analysis of Flaked Stone Tools*. Tucson.
- Whittaker, J.C. 1999. *Flintknapping. Making and understanding stone tools*. Austin.
- Winiarska-Kabacińska, M. 1998. Analiza funkcjonalna narzędzi krzemiennych, (w:) W. Śmigieński (red.), *Nauki przyrodnicze i fotografia lotnicza w archeologii*. Poznań, 175–182.
- Wiśniewski, A., Lauer, T., Chłoń, M., Pyżewicz, K., Weiss, M., Badura, J., Kalicki, T., Zarzecka-Szubińska, K. 2019. Looking for provisioning places of shaped tools of the late Neanderthals: A study of a Micoquian open-air site, Pietraszyn 49a (southwestern Poland). *Comptes Rendus Palevol* 18(3): 367–389.

