

KRZYSZTOF SOBCZYK

PROBLEM PRĄDNIKA W ŚWIETLE TAKSONOMII NUMERYCZNEJ

WSTĘP

Niezwykle kontrowersyjną kwestią w zagadnieniach środkowego paleolitu jest problem prądnika¹. Brak sprecyzowanej definicji tego specyficznego narzędzia pozwala na dowolność interpretacji. Przez jednych badaczy traktowany bywa jako homogeniczna, wąska grupa narzędziowa², przez innych jako heterogeniczna, stosunkowo szeroko pojmowana grupa³. Ważność problemu związana jest z faktem uznania prądnika za wyznacznik kultury mikrocko-prądnickiej, specyficznej kultury środkowego paleolitu Europy środkowej⁴. Niniejsza praca stanowić ma próbę spojrzenia na ten problem z trochę innego punktu. Jest w pewnym sensie kontynuacją badań opartych na obliczeniach statystycznych, podjętych przez J. K. Kozłowskiego⁵. Problem potraktowany został nieco odmiennie, na szerszej próbie statystycznej i bardziej ogólnie w sensie dokładniejszego przeanalizowania cech. Analizę wewnętrznej struktury grupy narzędziowej prądnika przeprowadzono na podstawie próby statystycznej zawierającej 100 okazów narzędzi powszechnie uznawanych za prądniki⁶. Pochodziły one ze stanowisk kultury mikrocko-prądnickiej: z Jaskini Ciemnej (63 okazy) i Schroniska Wylotnego (15 okazów) w Ojcowie oraz z jaskini Okiennik (22 okazy) we wsi Piaseczno (dawniej Skarzyce), pow. Zawiercie. Prądniki z Jaskini Ciemnej pochodzą z badań S. Kru-

¹ Bezpośrednio z nim związane jest tzw. pararylkowanie. Funkcję tego zabiegu technicznego oraz jego chronologiczne powiązania omawia S. Kowalski, *Zagadnienie przejścia od paleolitu środkowego do górnego na obszarze Polski, w aspekcie elementów postępu technicznego*, [w:] „III Sympozjum paleolityczne”, Kraków 1967, z. 1, s. 3—7 i z. 2, s. 18—20 (dyskusja).

² Np. S. Kowalski, *Zagadnienie przejścia od paleolitu środkowego do górnego w Polsce południowej w aspekcie elementów postępu technicznego*, „Światowit”, t. 30: 1969, s. 17; J. K. Kozłowski, *On the Typological Classification of Stone Artifacts (Contribution to Discussion)*, *Spraw. Arch.*, t. XXIV: 1972, s. 455—466.

³ S. Krukowski, *Paleolit*, [w:] *Prehistoria ziem polskich, Encyklopedia polska*, Kraków 1939—1948, t. 4, cz. 1, dz. 5, s. 55—57; W. Chmielewski, *Les ensembles Micoqo-Prondniciennes en Europe Centrale*, „Geographia Polonica”, t. 17: 1970, s. 371—386.

⁴ Por.: Chmielewski, *Les ensembles...*, s. 372.

⁵ Kozłowski, *op. cit.*, s. 461—466.

⁶ Na podstawie definicji prądnika przedstawionej w pracach: Krukowski, *op. cit.*, s. 55—56; Kowalski, *Zagadnienie...*, „Światowit”, t. 30: 1969, s. 17; Chmielewski, *Les ensembles...*, s. 372—375; Kozłowski, *op. cit.*, s. 465—466.

kowskiego prowadzonych w latach 1918, 1919, ze Schroniska Wylotnego — z badań W. Chmielewskiego w latach 1963—1965, z jaskini Okiennik zaś z badań W. Kuźniara prowadzonych w roku 1911. Próbę 100 okazów potraktowano losowo. Jej losowość wyniknęła głównie z trudności uzyskania większej liczby okazów do analizy.

Przy analizie materiału posłużono się taksonomią numeryczną, to jest odmianą metody numerycznej, wprowadzoną dla potrzeb systematyki biologicznej, jako metoda pozwalająca wykazać bardzo dokładnie stopień podobieństwa między danymi elementami próby, które wiąże w charakterystyczne grupy (clusters), zawierające najbardziej do siebie podobne elementy. Powstaje w ten sposób rodzaj dendrogramu łączący poszczególne elementy próby na odpowiednim poziomie podobieństwa⁷. Do zalet tej metody zaliczyć możemy:

- możliwość operowania stosunkowo dużą próbą statystyczną,
- operowanie materiałem przy wyodrębnieniu dużej ilości cech wraz z gradacją ich własności;
- korelację praktycznie wszystkich elementów próby między sobą, przy czym każdy zakodowany element próby zawiera, po procesie tzw. normalizacji cech, liczbowe ujęcie całościowego potraktowania cechy pod względem jej własności, w postaci uwzględnienia średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego;
- graficzne ujęcie wyników w postaci dendrogramu otrzymanego w poszczególnych etapach tzw. grupowania (*clustering methods*);
- możliwość operowania zarówno cechami opisowymi, jak i metrycznymi.

Taksonomia numeryczna wprowadzona została po raz pierwszy w naukach biologicznych pod koniec lat pięćdziesiątych XX w. Wypracowana dokładnie przez zoologów amerykańskich R. R. Sokala i P. H. A. Sneath stała się podstawą ogromnej liczby opracowań w systematyce biologicznej⁸. Do skomplikowanych obliczeń używano maszyn cyfrowych. W połowie lat sześćdziesiątych taksonomię numeryczną próbowano zastosować w archeologii, zarówno przy klasyfikacji artefaktów krzemienych jak i metalowych.

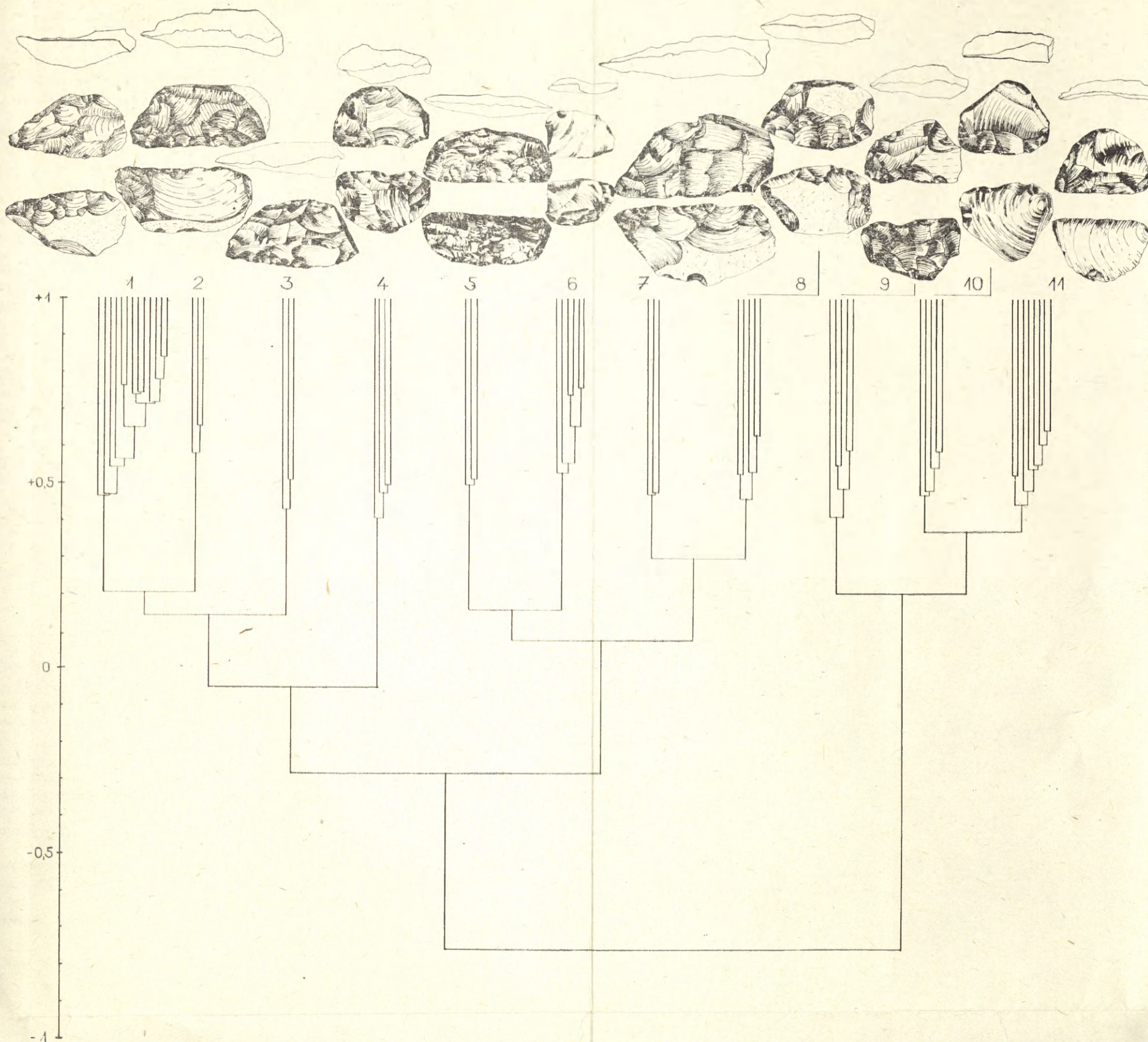
TAKSONOMIA NUMERYCZNA — OPIS METODY

Wyróżnia się zasadniczo 3 etapy postępowania badawczego:

1. Etap wstępny, który obejmuje odpowiednie zakodowanie cech uprzednio wydzielonych dla poszczególnych elementów próby.
2. Obliczanie podobieństwa między elementami próby przy użyciu współczynnika korelacji, współczynnika asocjacji czy współczynnika odległości statystycznej.
3. Grupowanie tzw. operacyjnych jednostek taksonomicznych (OTV's) w wiązki o najwyższym na danym etapie współczynnika podobieństwa przy użyciu jednego z trzech wariantów grupowania:
 - a) metody ważenia grupy zmiennej (*weighted variable-group method* WVGM),
 - b) metody ważenia pary grupy (*weighted pair-group method* WPGM),
 - c) metody nieważenia grupy (*unweighted group method* UGM).

⁷ Skala podobieństwa zostaje utworzona przez użycie współczynników podobieństwa, takich jak współczynniki korelacji, asocjacji czy odległości statystycznej (taksonomicznej).

⁸ R. R. Sokal, P. H. A. Sneath, *Principles of Numerical Taxonomy*, San Francisco 1963 (Appendix).



Ryc. 1. Uproszczona forma dendrogramu uzyskanego za pomocą taksonomii numerycznej. 11 grup wyodrębnionych zostało z ogólnego dendrogramu na poziomie 0,4 wartości w skali współczynnika korelacji. Przedstawione narzędzia reprezentują najbardziej charakterystyczne okazy z każdej grupy:

1 — jaskinia Okiennik, (nr 80 próby); 2 — Schronisko Wylotne (nr 94); 3 — Jaskinia Ciemna (nr 15); 4 — Jaskinia Ciemna (nr 52); 5 — Jaskinia Ciemna (nr 44); 6 — Jaskinia Ciemna (nr 41); 7 — Schronisko Wylotne (nr 88); 8 — jaskinia Okiennik (nr 97); 9 — Jaskinia Ciemna (nr 2); 10 — Jaskinia Ciemna (nr 5); 11 — jaskinia Okiennik (nr 74)

Simplified dendrogram obtained by means of numerical taxonomy. Eleven groups have been isolated from the general dendrogram at the value level 0,4 on the scale of the correlation coefficient. The tools shown are the most characteristic in each group:

1 — the Okiennik cave (no. 80 of the sample); 2 — the Wylotne rock-shelter (no. 94); 3 — the Ciemna cave (no. 15); 4 — the Ciemna cave (no. 52); 5 — the Ciemna cave (no. 44); 6 — the Ciemna cave (no. 41); 7 — the Wylotne rock-shelter (no. 88); 8 — the Okiennik cave (no. 97); 9 — the Ciemna cave (no. 2); 10 — the Ciemna cave (no. 5); 11 — the Okiennik cave (no. 74)

Poszczególne egzemplarze wchodzące w skład próby statystycznej nazwano w skrócie angielskim OTU's (*operational taxonomic unit's*), jako jednostki biorące udział w operacjach metody taksonomii numerycznej. Cechy poszczególnych OTU potraktowane powinny być równorzędnie, uwzględniając w miarę proporcjonalne potraktowanie własności występujących w obrębie danej cechy. Liczba cech i ich własności nie jest w zasadzie ograniczona; według R. R. Sokala, na którego pracy oparto się przy opisie metody, liczba ich nie powinna przekraczać stu. Mogą występować zarówno cechy opisowe, jak i metryczne. Po wydzieleniu maksymalnej ilości cech charakteryzujących poszczególne okazy przystępuje się do odpowiedniego ich kodowania. Przy cechach opisowych w przypadku wystąpienia danej cechy poszczególne OTU przy danej cesze otrzymuje liczbę kodową 1, a poszczególne własności cechy kodujemy kolejnymi liczbami całkowitymi. Praktycznie liczba własności danej cechy nie powinna przekraczać 9 ze względu na dalsze trudności w obliczeniach. Własności cech należy potraktować proporcjonalnie w odpowiednim ich nasileniu. Przy cechach metrycznych proces kodowania bywa znacznie ułatwiony. Poszczególne przedziały klasowe, w których zawarto odpowiednie wartości, otrzymują kolejne liczby kodowe.

Odpowiednio zakodowane OTU układamy w macierz $n \times t$, gdzie n jest liczbą cech zakodowanych ze względu na swe własności, zaś t liczbą OTU. Własność cechy, której nie potrafimy zakodować bądź to ze względu na uszkodzenie okazu, bądź z powodu wystąpienia sprzeczności logicznej, oznaczamy skrótem literowym NC (ang. *no comparison* oznacza, że dana własność cechy nie bierze udziału przy dalszych operacjach obliczeniowych). Biorąc pod uwagę dane zawarte w macierzy obliczamy średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe dla wszystkich wartości cech przy każdym OTU.

Następnym krokiem w obliczeniach jest tzw. normalizacja własności cech macierzy $n \times t$ na podstawie średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego uprzednio obliczonego. W tym celu wykorzystujemy wzór:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{s_i},$$

w którym x'_{ij} jest wartością cechy znormalizowanej dla cechy i oraz OTU j OTUj oznacza dowolnie brany pod uwagę element próby.

\bar{x}_i jest średnią arytmetyczną cechy i każdego OTU

s_i jest odchyleniem standardowym cechy i każdego OTU

x_{ij} jest wartością cechy przed normalizacją.

W procesie normalizacji cech otrzymujemy zarówno wartości dodatnie, jak i ujemne, musimy więc sprowadzić macierz tylko do wartości dodatniej. W tym celu wykorzystujemy następującą własność macierzy, iż jej wartość nie ulega zmianie, jeżeli do wszystkich jej elementów dodamy stałą liczbę. Dodajemy więc taką wartość, aby wszystkie elementy naszej macierzy były liczbami dodatnimi. Mając do dyspozycji macierz dodatnich wartości cech znormalizowanych, przystępujemy do obliczania współczynników podobieństwa dla każdej pary OTU. Najczęściej stosowanymi współczynnikami podobieństwa są: współczynnik korelacji, współczynnik asocjacji oraz współczynnik odległości statystycznej.

W niniejszej pracy ograniczymy się tylko do użycia współczynnika korelacji. W celu obliczenia współczynnika korelacji r dla OTUj i OTUk stosujemy następujący wzór:

$$r_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{\left\{ \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2 \right\}^{1/2}}$$

bądź inny

$$r_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} x_{ik} - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_{ij} \right) \left(\sum_{i=1}^n x_{ik} \right)}{\left\{ \left[\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n x_{ik}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_{ik} \right)^2 \right] \right\}^{1/2}}$$

Obliczone współczynniki korelacji dla wszystkich par OTU układamy w macierz $n \times n$.

Najważniejszym etapem taksonomii numerycznej są tzw. metody grupowania (*clustering methods*). Możemy posłużyć się trzema wariantami grupowania:

1. metodą ważenia grupy zmiennej WVGM,
2. metodą ważenia pary grupy WPGM,
3. metodą nieważenia grup UGM.

Pierwszym krokiem grupowania dla każdego wariantu jest wyszukanie w kolumnach macierzy najwyższej korelacji pary OTU, która byłaby wartością współczynnika korelacji wzajemnie najwyższej zarówno w kolumnach, jak i w rzędach macierzy dla danej pary OTU. W przypadku, gdy wartość i okaże się najwyższa, dana para OTU tworzy grupę (zwaną clusterem) w pierwszym cyklu grupowania. Otrzymujemy więc OTU połączone w pary oraz pojedyncze OTU nie wchodzące w skład utworzonych grup.

Stosując wariant WVGM, w grupy możemy połączyć więcej niż jedną parę OTU w wypadku, gdy nowy członek przy porównaniu ze średnią arytmetyczną już utworzonych grup posiada wartość nie mniejszą niż uprzednio ustalone kryterium. Kryterium w pracy R. R. Sokala i C. D. Michenera wynosiło 0,03, taką też wartość przyjęto w obliczeniach dla niniejszej pracy⁹. Czynność przyłączania nowych członów w wariancie WVGM przy przyjęciu wymienionego kryterium powtarzamy do jego maksymalnej wartości. W tej sytuacji przystępujemy do następnego cyklu grupowania; posługujemy się w tym wypadku tzw. sumami Spearmana wg wzoru:

$$r_{qQ} = \frac{\square qQ}{\sqrt{q+2\Delta q} \sqrt{Q+2\Delta Q}}$$

gdzie: $\square qQ$ oznacza sumę wszystkich korelacji między członami jednej grupy z członami przyłączonej grupy,

Δq oznacza sumę wszystkich korelacji między członami pierwszej grupy,

⁹ R. R. Sokal, C. D. Michener, *A Statistical Method for Evaluating Systematic Relationships*, "The University of Kansas Science Bulletin", vol. XXXVIII, March 20: 1958.

ΔQ oznacza sumę wszystkich korelacji między członami drugiej grupy,
 q oznacza liczbę OTU w pierwszej grupie,
 Q oznacza liczbę OTU w drugiej grupie.

Powyższy wzór stosujemy dla grup już utworzonych w pierwszym cyklu grupowania oraz dla nie związanych OTU w celu dalszego ich przyłączenia. Chcąc zgrupować wolno stojące OTU w dalszych cyklach grupowania, stosujemy wzór Spearmana zredukowany do następującej postaci:

$$r_{sq} = \frac{\sum_{i=1}^n r_{sq}}{\sqrt{q+2\Delta q}}$$

gdzie licznik wiąże wszystkie wartości korelacji pojedynczych OTU z członami grupy już utworzonej.

Proces tworzenia nowych grup z wolno stojących OTU bądź powiększania grup utworzonych w poprzednich cyklach jest analogiczny przy każdym cyklu. Prowadzony jest do momentu połączenia wszystkich OUT w grupy oraz wzajemnego połączenia grup, dając podstawę do graficznego przedstawienia ostatecznego wyniku grupowania w postaci dendrogramu. Poziome połączeń odnoszone są w tym wypadku do skali współczynnika korelacji.

Stosując wariant WPGM możemy w każdym cyklu grupowania połączyć tylko dwa OTU w tzw. najwyższej wzajemnej korelacji. Powyższy wariant nie stosuje żadnego kryterium przyłączania członów. Przy dalszych cyklach grupowania stosujemy również sumy Spearmana.

Wariant UGM w ogólnym założeniu jest podobny do przedstawionego już wariantu WVGM. Różnica polega na tym, że każde następne przeliczenie korelacji po drugim cyklu grupowania, za pomocą sum Spearmana, nie opiera się na macierzach utworzonych przy każdym cyklu jak przy wariancie WVGM, lecz wyłącznie na macierzy inicjalnej, utworzonej podczas obliczeń współczynników dla wszystkich OUT przed etapem grupowania. Otrzymane na podstawie grupowania dane wskazujące ilość cykli grupowania i rodzaj OTU wchodzących w skład poszczególnych grup stanowią podstawę do graficznego przedstawienia wyników w postaci dendrogramu. Odpowiednia jego interpretacja prowadzi do bardziej szczegółowych wniosków.

PRÓBA WYKORZYSTANIA TAKSONOMII NUMERYCZNEJ W BADANIACH NAD PRĄDNIKAMI

W celu przeanalizowania próby statystycznej 100 egzemplarzy prądników posłużono się taksonomią numeryczną. Przy wydzielaniu cech brano pod uwagę wyłącznie kryteria morfologiczno-techniczne traktowane równorzędnie. Wyróżnione cechy mają w pełni charakteryzować badaną grupę narzędziową. Za innymi badaczami wyróżniono następujące elementy prądnika: ostrze, podtylec, tylec, podstawę i wierzchołek¹⁰. Stanowią one w zasadzie główne kryteria podziału cech. Ostrze

¹⁰ Por. np.: Krukowski, *op. cit.*, s. 55—56; Kowalski, *Zagadnienie... [w:] „III Sympozjum paleolityczne”*, Kraków 1967, z. 2 (dyskusja); Chmielewski, *Les ensembles...*, s. 372; Kozłowski *op. cit.*, s. 461—466.

stanowi krawędź mniej więcej prostopadłą do podstawy narzędziowej; przygotowane bywa retuszem całkowitym lub częściowym; w przypadku braku retuszu zawsze jest przygotowane odbiciami przygotowawczymi. Tę część prądnika najczęściej uważa się za część pracującą noża. Wzdłuż przywierzchołkowej części ostrza występują często specyficzne odbicia naprawiające lub zaostrające krawędź, zwane odbiciami pararylcowymi¹¹. Biegają one najczęściej równoległe do krawędzi przywierzchołkowej ostrza. Rozpoczynają się na wierzchołku okazu lub w przywierzchołkowej partii podtylca. Występują zarówno z prawej strony prądnika, jak i z lewej.

Podtylec stanowi krawędź lub płaszczyznę najczęściej tępą, naturalną lub stępioną retuszem, równoległą mniej więcej do ostrza a prostopadłą do podstawy. Przebieg podtylca bywa przeważnie łukowaty bądź prosty. Spotyka się wiele okazów z uszkodzonym podtylcem bądź celowo ułamanym; w tym wypadku przy wyróżnianiu cech mamy do czynienia z krawędzią zawartą między ostrzem a tylcem bądź z zachowanym fragmentem podtylca w partii przytylcowej.

Tylec stanowi krawędź lub płaszczyznę zawartą między podtylcem a podstawą narzędziową. Najczęściej bywa kontynuacją podtylca liczoną od miejsca załamania lub przerwania starannej obróbki retuszem. Tylec przebiega zwykle łukowato lub mniej więcej prostopadle do podstawy a równoległe do krawędzi ostrza. Wraz z podstawą tworzy partię obrobioną najmniej starannie, stanowiąc jednocześnie najbardziej masywny element prądnika.

Podstawa jest partią narzędzia zawartą między tylcem a ostrzem — prostopadłą do nich. W postaci krawędzi występuje rzadko, częściej jako płaszczyzna o prostym lub łukowatym przebiegu, łącząc się często dosyć płynnie z tylcem. Bywa najczęściej nieobrobiona, korowa lub termiczna.

Wierzchołek stanowi proksymalną część narzędzia przeciwległą podstawie, uformowaną u zbiegu ostrza z podtylcem. Podobnie jak podtylec często bywa uszkodzony lub celowo ułamany. W przypadku ułamania celowego powstała krawędź jest zwykle retuszowana, często stanowi podstawę dla odbić pararylcowych.

W ramach tych elementów wydzielono dalsze cechy i ich własności. Wyodrębniając poszczególne własności cech starano się potraktować je w miarę proporcjonalnie. Własności cech nie dające się ująć proporcjonalnie potraktowano umownie, zachowując pewien logiczny porządek.

Cechy jakościowe:

1. Rodzaj półsurowca, na którym wykonano narzędzie: a) nieokreślony; b) surowiak; c) odłupek; d) wiór.
2. Obróbka całościowa narzędzia, wykonana płaskim retuszem powierzchniowym: a) jednostronna częściowa lub całkowita; b) obustronna częściowa lub całkowita.
3. Przebieg krawędzi ostrza widzianego z profilu narzędzia: a) nieregularny; b) mniej lub bardziej wklęsły; c) mniej lub bardziej wypukły; d) esowato wygięty; e) prosty.
4. Płaski retusz przykrawędny ostrza: a) jednostronny częściowy lub całkowity na stronę prawą lub lewą; b) obustronny częściowy lub całkowity.
5. Stopień ostrości krawędzi ostrza w wyniku retuszowania: a) nieostra — retusz półstromy; b) ostra — retusz płaski.

¹¹ Funkcję odbicia pararylcowego szczegółowo omawia Kowalski (*Zagadnienie...*, „Światowit”, t. 30: 1969, s. 5—20) oraz G. Bosinski (*Eine Variante der Micoque-Technik am Fundplatz Buhlen*, JsHalle, t. 53: 1967, s. 59—74), uważając ją za wariant techniki mikockiej.

6. Sposób uformowania wierzchołka: a) zaokrąglony silnie lub lekko; b) śstry.
7. Występowanie odbicia pararylcowego: a) jedno na stronę lewą lub prawą odbite równoległe lub nie; b) kilka na stronę lewą lub prawą odbitych równoległe lub nie.
8. Uformowanie wierzchołka lub partii wierzchołkowej retuszem przykrawędnym płaskim: a) brak uformowanego wierzchołka; b) wierzchołek ścieniony retuszem jednostronnie lub dwustronnie, tak w przypadku występowania, jak i braku odbicia pararylcowego.
9. Stopień wydzielenia podtylca: a) wydzielony nieznacznie; b) słabo; c) wyraźnie wydzielony.
10. Przebieg krawędzi podtylca w rzucie bocznym: a) nieregularny; b) wklęsły lekko lub silnie; c) wypukły lekko lub silnie; d) esowaty; e) prosty.
11. Stopień ostrości krawędzi podtylca: a) tępą, płaską lub zaokrągloną; b) ostrą.
12. Retusz podtylca: a) nieretuszowany; b) jednostronny częściowy lub całkowity na stronę lewą lub prawą; c) obustronny częściowy lub całkowity.
13. Stopień wydzielenia tylca: a) wydzielony nieznacznie; b) wyraźnie wydzielony.
14. Przebieg krawędzi tylca w rzucie bocznym: a) nieregularny; b) wklęsły lekko lub silnie; c) wypukły lekko lub silnie; d) esowaty; e) prosty.
15. Stopień ostrości tylca: a) tępy, płaski lub zaokrąglony; b) ostry.
16. Retusz tylca: a) nieretuszowany; b) jednostronny częściowy lub całkowity na stronę lewą lub prawą; c) obustronny częściowy lub całkowity.
17. Stopień wydzielenia podstawy: a) wydzielona nieznacznie; b) wyraźnie wydzielona.
18. Przebieg krawędzi podstawy w rzucie bocznym: a) nieregularny; b) wklęsły lekko lub silnie; c) wypukły lekko lub silnie; d) esowaty; e) prosty.
19. Stopień ostrości krawędzi podstawy: a) tępą, płaską lub zaokrągloną; b) ostrą.
20. Rodzaj podstawy: a) naturalna; b) w postaci piętki; c) uformowana jednym lub więcej odbiciami; d) retuszowana częściowo lub całkowicie dwustronnie.
21. Przebieg krawędzi ostrza patrząc na narzędzie z boku: a) nieregularny; b) wygięty jedno- lub wielostronnie; c) prosty ukośny lub prostopadły.

Nasilenia niektórych własności cech wyznaczone zostały na podstawie kryteriów technicznych związanych ze stopniem trudności obróbki narzędziowej.

Cechy metryczne

Wyróżniono 11 cech metrycznych, głównie na podstawie kryterium morfologicznego. Wartości poszczególnych cech ujęto w klasy o przedziałach wyróżnionych we wstępnej analizie statystycznej. Analizowano długość okazu, szerokość i grubość, a następnie długość ostrza, podtylca, tylca i podstawy. Wszystkie dane zawarto w trzech klasach z wyjątkiem długości podtylca, dla której przeznaczono cztery klasy. Dalsze cechy związane są z ogólnymi proporcjami narzędzia; rzut podtylca na ostrze, kąt między ostrzem a podtylcem, odcinek łączący wierzchołek z punktem wskazującym na największą grubość narzędzia. Ostatnią cechą metryczną jest długość odbicia pararylcowego, dla której wyróżniono pięć klas uwzględniając również brak danej cechy.

Ogółem wydzielono 32 cechy o łącznej liczbie własności 166. Odpowiednio zakodowane własności cech przeniesiono na macierz 100×32 , gdzie 100 jest liczbą prądników, stanowiących próbkę statystyczną, zaś 32 liczbą cech o określonych własnościach odpowiednio zakodowanych. Na podstawie danych zawartych w macierzy przeprowadzono obliczenia posługując się taksonomią numeryczną. Przy obliczeniach podobieństwa użyto współczynników korelacji. Podczas grupowania zastosowano wariant WVGM (*weighted variable-group method*) przyjmując kryte-

rium grupujące w ramach pierwszego cyklu na poziomie 0,03. Program obliczeń na maszynie cyfrową metodą numeryczną sporządzono w Centrum Obliczeniowym Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Obliczeń dokonano w Ośrodku Organizacji i Informatyki Przemysłu Petrochemicznego — „Petroinform” w Krakowie, za pomocą maszyny cyfrowej firmy Honeywell z zastosowaniem autokodu Fortran IV.

INTERPRETACJA WYNIKÓW OTRZYMANYCH METODĄ TAKSONOMII NUMERYCZNEJ

Wynikiem grupowania stanowiącego zasadniczy etap taksonomii numerycznej było uzyskanie w 17 cyklach, grupujących wiązki (*clusters*) łączące 100 egzemplarzy prądników. Uzyskane w poszczególnych cyklach połączenia stanowiły podstawę do skonstruowania dendrogramu, graficznie obrazującego stopień podobieństwa poszczególnych okazów poddanych analizie. Za właściwy poziom analizowania wyników uznano poziom 0,4 wartości współczynnika korelacji. Zinterpretowano więc grupy, których poszczególne człony uległy połączeniu w przedziale 0,4—1,0 wartości współczynnika korelacji w skali tegoż współczynnika. Od wartości 0,4 korelacja jest umiarkowana przy zależności istotnej. Wyróżniono 11 grup; za minimum przyjęto trzy człony, które tworzyły daną wiązkę. Egzemplarze wchodzące w skład danej wiązki poddano ponownej analizie celem wykazania elementów dla niej charakterystycznych.

Pierwsza grupa

W jej skład wchodzi 13 egzemplarzy „prądników”, w tym 10 egzemplarzy ze Schroniska Wylotnego, dwa z jaskini Okiennik i jeden z Jaskini Ciemnej. Charakteryzuje się ona:

- występowaniem okazów wytworzonych na surowicach lub na półsurowcu nieokreślonym;
- obustronną, częściową obróbką całości okazu;
- mniej więcej prostym przebiegiem krawędzi ostrza;
- dwustronnym, całkowicie płasko łuskany ostrzem;
- brakiem odbić pararylcowych (na 13 przypadków nie występuje w 11);
- wierzchołkiem ścienionym retuszem jedno- i dwustronnym;
- obustronnym retuszem podtylca przy różnym stopniu ostrości i łukowatym przebiegu;
- wyraźnie zaznaczającym się tępym tyłcem, o przebiegu łukowatym;
- wyraźnie zaznaczoną podstawą o różnym przebiegu krawędzi.

Występują okazy duże do 126 mm długości, szerokie powyżej 48 mm i grubie powyżej 21 mm. Podtylec z ostrzem tworzą kąt w granicach 40—60°. Powyższa grupa jest najliczniejsza i stanowi 13% całości próby.

Druga grupa

W jej skład wchodzi dwa egzemplarze z jaskini Okiennik i jeden ze Schroniska Wylotnego. Charakteryzuje się:

- występowaniem okazów wykonanych na surowiakach;
- częściową obróbką całości okazu;
- obustronnie półstromo retuszowanym ostrzem;
- brakiem odbicia pararylcowego;

- wierzchołkiem dwustronnie ścienionym retuszem;
- prostym (z odchyleniami) przebiegiem podtylca;
- wyraźnie wyróżnionym tyłcem;
- wyraźnie wydzieloną tępą podstawą.

Występują okazy małe, o grubości w granicach 13—26 mm, raczej krępe.

Trzecia grupa

W jej skład wchodzi dwa egzemplarze z Jaskini Ciemnej i jeden ze Schroniska Wylotnego. Charakteryzuje się:

- występowaniem okazów wykonanych na surowiakach;
- obustronną częściową i całkowitą obróbką całości okazu;
- ostrzem retuszowanym obustronnie częściowo i całkowicie;
- półstromym retuszem ostrza;
- brakiem odbić pararylcowych;
- ostrym, całkowicie retuszowanym podtyłcem;
- tyłcem i podstawą wyraźnie wydzieloną.

Występują okazy średniej wielkości w granicach 66—96 mm długości, średniej szerokości i grubości.

Czwarta grupa

W jej skład wchodzi cztery okazy z Jaskini Ciemnej. Charakteryzuje się:

- występowaniem okazów wykonanych na różnym półsurowcu;
- obustronną w zasadzie obróbką całości okazu;
- półstromym retuszem ostrza;
- brakiem odbić pararylcowych;
- wypukłym, ostrym podtyłcem;
- ostrą krawędzią podstawy.

Występują okazy zarówno małe, jak i średnie.

Piąta grupa

W jej skład wchodzi trzy okazy z Jaskini Ciemnej. Charakteryzuje się:

- występowaniem okazów wykonanych na surowiakach bądź na nieokreślonym półsurowcu;
- obustronną obróbką całkowitą;
- występowaniem odbicia pararylcowego;
- retuszowanym całkowicie, wyraźnie zaznaczonym podtyłcem, wypukłym w przebiegu;
- tępym tyłcem;
- uformowaną lub retuszowaną podstawą.

Występują okazy duże, charakteryzujące się znacznymi wymiarami ostrza i tyłca. Kąt między podtyłcem a ostrzem wynosi 60—80°. Długość odbić pararylcowych — ponad 33 mm.

Szósta grupa

W jej skład wchodzi sześć egzemplarzy pochodzących z Jaskini Ciemnej. Charakteryzuje się:

- występowaniem okazów wykonanych na odłupkach z różną obróbką całości okazu;
- ostrą krawędzią ostrza przy płaskim retuszu;
- uformowanym wierzchołkiem;
- występowaniem odbicia pararylcowego, jednego lub więcej, o przebiegu równoległym i nierównoległym do krawędzi ostrza;

- brakiem retuszu ścieniającego wierzchołek;
- wyraźnie zaznaczonym tylcem i podtylcem;
- tępą, uformowaną podstawą.

Występują okazy małe do 66 mm długości, stosunkowo szerokie (do 48 mm) o przekroju wydłużonym. Kąt między podtylcem a ostrzem waha się w granicach 60—80° i powyżej. Odbicia pararylcowe sięgają do 33 mm długości. Okazy są raczej krępe.

Siódma grupa

W jej skład wchodzi dwa okazy z Jaskini Ciemnej i jeden ze Schroniska Wylotnego. Charakteryzuje się:

- występowaniem okazów wykonanych na surowiakach;
- obustronną obróbką częściową i całkowitą;
- obustronnym częściowym retuszem ostrza;
- obustronnie retuszowanym podtylcem;
- wyraźnie zaznaczającym się podtylcem i tylcem;
- tępym nieretuszowanym tyłcem;
- tępą podstawą uformowaną kilkoma odbiciami.

Występują okazy średnie o stosunkowo długim tyłcu.

Ośma grupa

W jej skład wchodzi trzy okazy z jaskini Okiennik i dwa z Jaskini Ciemnej. Charakteryzują się:

- występowaniem okazów wykonanych na różnym półsurowcu;
- obustronną częściową obróbką całości;
- uformowanym retuszem wierzchołkiem;
- występowaniem odbicia pararylcowego;
- wyraźnie zaznaczonym podtylcem, tępym, retuszowanym jedno- i obustronnie;
- wyraźnie zaznaczonym tępym tyłcem obrobionym retuszem płaskim;
- wyraźnie zaznaczoną tępą podstawą o przebiegu esowatym.

Występują okazy małe w granicach 36—66 mm długości, średniej szerokości 30—48 mm, o długim podtylcu oraz dużej podstawie. Kąt między podtylcem a ostrzem waha się w granicach 40—80°.

Dziewiąta grupa

W jej skład wchodzi cztery okazy z Jaskini Ciemnej i jeden z jaskini Okiennik. Charakteryzuje się:

- występowaniem okazów wykonanych zarówno na surowiakach, jak i na odłupkach;
- obustronną w zasadzie obróbką całości;
- półstromym obustronnym retuszem ostrza;
- brakiem lub występowaniem odbicia pararylcowego;
- wyraźnie zaznaczonym podtylcem retuszowanym jednostronnie;
- wyraźnie zaznaczonym tyłcem i podstawą.

Występują okazy małe w granicach 36—66 mm długości, średniej grubości do 21 mm, o dużych podstawach. Kąt między podtylcem a ostrzem waha się w granicach 60—80°.

Dziesiąta grupa

W jej skład wchodzi 5 okazów z Jaskini Ciemnej. Charakteryzuje się:

- występowaniem okazów wykonanych wyłącznie na odłupkach;
- w zasadzie jednostronną obróbką całości okazu;

- ostrą krawędzią ostrza o przebiegu prostym z odchyleniami;
- obecnością lub brakiem odbić pararylcowych;
- słabo wyodrębnionym podtylcem o przebiegu wypukłym lub prostym;
- wyraźnie zaznaczonym tylcem, wypukłym, tępy, zaokrąglonym, przygotowanym lub retuszowanym jednostronnie;
- wyraźnie zaznaczoną podstawą o prostym z odchyleniami przebiegu, w większości stanowiącą piętę odłupka.

Występują okazy małe od 36 do 60 mm długości, proporcjonalnie szerokie w stosunku do długości, wąskie w przekroju, o dużym stosunkowo tylcu. Kąt między podtylcem a ostrzem waha się w granicach 60—80°. Odbicia pararylcowe sięgają 33 mm długości.

Jedenasta grupa

W jej skład wchodzi 4 okazy z Jaskini Ciemnej i 4 okazy z Jaskini Okiennik. Charakteryzuje się:

- wykonaniem wyłącznie na odłupkach;
- obustronną częściową obróbką całości okazu;
- obustronnie retuszowanym ostrzem, lekko wypukłym lub esowato wygiętym o płaskim retuszu;
- brakiem odbicia pararylcowego;
- wierzchołkiem ścienionym za pomocą retuszu;
- wyraźnie zaznaczonymi tylcem i podstawą, przy czym tylec jest retuszowany, podstawa zaś zwykle stanowi piętę.

Występują okazy małe od 36 do 66 mm długości, stosunkowo szerokie, o długim podtylcu. Kąt między podtylcem a ostrzem waha się w granicach 40—80° i powyżej. Okazy są raczej krępe.

W wyodrębnionych grupach zawarty jest 58 okazów narzędzi, co stanowi 58% próby statystycznej. Taki podział próby świadczy niewątpliwie o wewnętrznym zróżnicowaniu całości, a tym samym o wewnętrznym zróżnicowaniu grupy uważanej powszechnie za prądniki. Grupy powyższe są jednostkami niższego rzędu, tworząc jak gdyby odmiany narzędzia uważanego dotychczas za prądnik *sensu lato*. Poszczególne grupy mogą także odpowiadać wąskiej definicji prądników. Pozostaje jednak otwarty problem wyboru właściwej grupy oraz problem odpowiedniego nazewnictwa pozostałych grup¹². Biorąc pod uwagę kryterium występowania odbicia pararylcowego jako głównego czynnika przynależności do właściwych prądników, można z nim wiązać 4 grupy (grupy 1, 5, 6, 8)¹³. Wśród wyróżnionych grup siedem posiada okazy wykonane na surowiakach lub na nieokreślonym półsurowcu, cztery są wykonane na odłupkach. Głównymi cechami charakteryzującymi poszczególne grupy są:

- rodzaj półsurowca,
- obróbka całości okazu,
- odbicie pararylcowe;
- stopień wydzielenia podtylca, tylca i podstawy,
- sposób przygotowania podtylca, ostrza, tylca i podstawy,
- cechy metryczne charakteryzujące podstawowe wielkości.

Ostrą krawędź podtylca przy równoczesnym obustronnym, starannym retuszu posiadają trzy grupy (3, 4, 11). Ostrą krawędź tylca mają cztery grupy. Dziesięć grup posiada wyraźnie zaznaczony tylec; cecha ta świadczy wyraźnie o typo-

¹² K o w a l s k i, *Zagadnienie...*, „Światowit”, t. 30: 1969, s. 17.

¹³ Por.: K o w a l s k i, *Zagadnienie...*, „Światowit”, t. 30: 1969, s. 17.

logicznej przynależności okazów do noży¹⁴. Pięć grup posiada wyraźnie zaznaczającą się podtylec (5, 6, 7, 8, 9), osiem zaś grup ma wyraźnie zaznaczającą się podstawę (1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11). Pod względem wielkości dwie grupy zawierają okazy duże (1, 5), siedem grup zawiera okazy małe (2, 4, 6, 8, 9, 10, 11), dwie pozostałe — okazy średniej wielkości. Kąt zawarty między podtylciem a ostrzem dla trzech grup nie przekracza 60° (1, 2, 3), dla sześciu waha się w granicach 60—80° (4, 5, 6, 7, 9, 10), dla pozostałych grup jego wartość jest różna.

Na podstawie charakterystyki dokonanej metodą taksonomii numerycznej klasyczny już prądnik zdefiniowany i zilustrowany w prawie wszystkich opracowaniach paleolitu środkowego z terenu Polski występuje w grupie epiątej, małej liczebnie, gdyż zawierającej tylko trzy okazy (wszystkie z Jaskini Ciemnej), czyli 3% całości próby statystycznej.

Wyróżnione grupy reprezentowane są w zasadzie przez okazy pochodzące z dwu stanowisk — sześć grup (2, 3, 7, 8, 9, 11), okazami z jednego stanowiska charakteryzują się cztery grupy (4, 5, 6, 10), pozostała jedna grupa (1) zawiera okazy z trzech stanowisk. W jednym przypadku okazy ze Schroniska Wylotnego występują wraz z okazami z jaskini Okiennik (grupa 2), w dwu przypadkach okazy ze Schroniska Wylotnego występują z okazami z Jaskini Ciemnej (grupy 3, 7), w trzech przypadkach okazy z jaskini Okiennik występują z okazami z Jaskini Ciemnej. Grupy zawierające okazy pochodzące z jednego stanowiska charakterystyczne są tylko dla Jaskini Ciemnej. Możemy stąd wysunąć ostrożny wniosek, że grupy w pewnym sensie charakteryzują stanowiska (Jaskinia Ciemna)¹⁵, a być może i wskazują na fale osadnicze, trudne do wyróżnienia przy grubych poziomach kulturowych¹⁶.

Uwzględniając dane otrzymane na podstawie analizy próby statystycznej narzędzi powszechnie uznawanych za prądniki, przeprowadzonej za pomocą taksonomii numerycznej, prądnikiem nazywać będziemy środkowopaleolityczne narzędzie, charakterystyczne dla kultury mikocko-prądnickiej, należące do szeroko pojętej grupy typologicznej noży, stanowiące w zasadzie jej lokalną odmianę.

Grupa narzędziowa prądników, jest silnie wewnętrznie zróżnicowana, zarówno pod względem morfologicznym jak i technicznym łącząc w sobie szereg odmian. Taki wariant definicji wraz z charakterystyką szczegółową odpowiadałby w zasadzie definicji W. Chmielewskiego¹⁷. Nazwę prądnik ograniczyć możemy również tylko do jednej z wyróżnionych w niniejszej pracy grup, odznaczającej się specyficzną charakterystyką morfologiczno-techniczną, np. do grupy 1, 5 czy 11. Wariant ten odpowiadałby ogólnie pojętej tzw. wąskiej definicji, zaproponowanej przez S. Kowalskiego¹⁸, lub modelowemu ujęciu prądnika opracowanemu przez J. K. Kozłowskiego¹⁹.

¹⁴ Por. typologiczną definicję noża wg S. Kowalskiego (*Ciekawsze zabytki paleolityczne z najnowszych badań archeologicznych (1963—1965) w Jaskini Ciemnej w Ojcowie, pow. Olkusz*, Mat. Arch., t. 8: 1967, s. 42).

¹⁵ Pogląd ten charakterystyczny jest dla badaczy definiujących prądniki na podstawie okazów pochodzących z jednego stanowiska: Chmielewski, *Les ensembles...*, s. 372—377; Kowalski, *Zagadnienie...*, „Światowit”, t. 30: 1969, s. 5—20.

¹⁶ W Schronisku Wylotnym wyróżniono trzy poziomy osadnicze (Chmielewski, *Les ensembles...*, s. 372—386), w Jaskini Ciemnej zaś dwa poziomy.

¹⁷ W. Chmielewski, *Paleolit i mezolit*, [w:] *Materiały do prehistorii ziem polskich*, cz. 1, 1964, s. 58—100; tenże, *Les ensembles...*, s. 372—377.

¹⁸ Kowalski, *Zagadnienie...*, „Światowit”, t. 30: 1969, s. 17.

¹⁹ Kozłowski, *op. cit.*, s. 465—466.

KRZYSZTOF SOBCZYK

THE PROBLEM OF THE KNIVES OF THE „PRĄDNIK”
TYPE IN THE LIGHT OF NUMERICAL TAXONOMY

This is an attempt at the statistical analysis of the tools of the „prądnik” type which is the diagnostic tool of the Micoque-Prądnik culture. The paper continues the studies of this tool undertaken by J. K. Kozłowski⁶. The analysis has been based on numerical taxonomy, which was first introduced into biological sciences connected with systematics by R. Sokal and P. H. A. Sneath⁸.

This tool presents one of the most controversial problems of the Middle Palaeolithic in Poland, chiefly because of the absence of a precise typological definition, this being linked with the final ascription of the tool either to the homo- or the heterogeneous group. The statistical sample subject to the analysis comprised specimens regarded as prądnik tools on the grounds of the so far existing definitions.

The sample included 63 specimens from the Ciemna cave (investigated by S. Krukowski in 1918, 1919), 22 specimens from the Okiennik cave (investigated by W. Kuźniar in 1911) and 15 specimens from the Wylotne rock-shelter investigated by W. Chmielewski in 1963—1965.

These specimens were analysed with regard to the characters previously distinguished. 32 characters, marked by different numbers of character states, were distinguished. The characters were selected in such a way as to describe exactly all specimens of the sample. 21 characters were of the descriptive, qualitative type, and 11 were of the metrical, quantitative type. The characters were distinguished on the basis of the morphological-technical criterion only. After other scholars, the following elements of the prądnik tool have been distinguished: the working-edge, the obtuse end, the back, the base and the apex. These are the main criteria of arranging the characters. The character states within particular characters were as far as possible presented proportionally. When this was not possible, the character states were treated conventionally, yet a certain logical order was maintained.

The data in the form of coded characters were analysed by a computer, employing appropriate stages of numerical taxonomy. In the calculation of similarity between the elements of the sample correlation coefficient was used, and in the clustering cycle the WVGM (weighted variable-group method) was employed.

The results obtained were used in the construction of a dendrogram which graphically illustrates the degree of similarity and affinity of particular elements of the statistical sample. Value 0.4 of the correlation coefficient has been adopted as the correct level for the analysis of the results. Accordingly, these groups (clustering cycles were interpreted, the members of which were in the interval 0.1—0.4 on the scale of this coefficient. At the value of 0.4 moderate correlation and significant dependence occur. Consequently, 11 groups have been distinguished, with minimum 3 members within each group. Specimens included in a group were again analysed in order to point out elements which are characteristic of this group.

The first group includes 13 specimens, 10 of which come from the Wylotne rock-shelter. It is characterized by the presence of specimens made on thermal fragments or on undetermined blanks, by bifacial working, bifacially retouched working-edge, absence of para-burin scars, bifacial retouch of the obtuse end varying in sharpness.

The second group includes 2 specimens from the Okiennik cave and 1 from the Wylotne rock-shelter. It is characterized by the presence of specimens made on thermal fragments, by partial working of the whole artifact, absence of para-burin scar, distinct back and base.

The third group includes 2 specimens from the Ciemna cave and 1 from the Wylotne rock-shelter. It is characterized by the presence of specimens made on thermal fragments, by partial and total working of the artifacts, absence of para-burin scars, total bifacial retouch of the sharp obtuse end, distinct back and base.

The fourth group includes 4 specimens from the Ciemna cave. It is characterized by the presence of specimens made on various blanks, semi-abrupt retouch of the working-edge, absence of para-burin scars, sharp obtuse end, sharp edge of the base.

The fifth group includes 3 specimens from the Ciemna cave. It is characterized by the presence of specimens made on thermal fragments or on undetermined blanks, bifacial working of the whole artifact, presence of para-burin scars, totally retouched arched obtuse end, blunt back, formed or retouched base.

The sixth group includes 6 specimens from the Ciemna cave. It is characterized by the presence of specimens made on flakes, formed apex, presence of one or more para-burin scars, absence of thinning retouch of the apex, distinct obtuse end and back.

The seventh group includes 2 specimens from the Ciemna cave and 1 from the Wylotne rock-shelter. It is characterized by the presence of specimens made on thermal fragments, bifacial total and partial working of the whole artifact, bifacially retouched obtuse end, distinct obtuse end and back, blunt back and base formed by several scars.

The eighth group includes 3 specimens from the Okiennik cave and 2 from the Ciemna cave. It is characterized by the presence of specimens made on various blanks, bifacial partial working of the whole specimen, presence of a para-burin scar, distinct obtuse end, blunt back and base.

The ninth group includes 4 specimens from the Ciemna cave and 1 from the Okiennik cave. It is characterized by the presence of specimens made on various blanks, principally bifacial working of the whole artifact, semi-abrupt retouch of the working-edge, presence and absence of para-burin scars, distinct obtuse end, back and base.

The tenth group includes 5 specimens from the Ciemna cave. It is characterized by the presence of specimens made on flakes, by principally unifacial working of the whole artifact, presence and absence of para-burin scars, indistinct obtuse end, distinct back and base.

The eleventh group includes 8 specimens — 4 from the Ciemna cave and 4 from the Okiennik cave. It is characterized by the presence of artifacts made on flakes, bifacial partial working of the whole specimen, absence of para-burin scars, distinct back and base which mostly forms a striking-platform.

The above described groups contain 58 specimens of the statistical sample, accounting for 58%. The division of this type unmistakably points out the inner differentiation of the sample and accordingly of the group regarded as the group of tools of the *prađnik* type. In view of this statement, the groups distinguished might represent varieties of the tool which doubtless belongs to the typological group of knives¹⁴.

The notion of the „*prađnik*” tool can be also limited to one of these groups. In that case, the problem would arise of a proper choice of the group and of naming the remaining ones.

The first variant would principally correspond to the definition proposed by W. Chmielewski³, in consequence, the term „prądnik” would become synonymous with the middle palaeolithic knife. The second variant would correspond with the definition suggested by S. Kowalski, or with the model definition of the „prądnik” tool formulated by J. K. Kozłowski².

