

RYSZARD MAZUROWSKI

PODSTAWY WNIOSKOWANIA O STOPNIU ZNISZCZENIA OBIEKTÓW ARCHEOLOGICZNYCH, OPARTEGO NA ANALIZIE MATERIAŁU CERAMICZNEGO Z POWIERZCHNI STANOWISK

REASON FOR INFERRING THE DEGREE OF DEVASTATION OF ARCHAEOLOGICAL
OBJECTS FROM ANALYSES OF CERAMIC MATERIAL OBTAINED FROM THE SURFACE OF SITES

Wprowadzone pojęcie analizy wskaźnikowej badań powierzchniowych definiujemy jako zbiór metod wnioskowania o ukrytych cechach stanowiska archeologicznego, na podstawie skorelowanych z nimi cech dostępnych obserwacji w trakcie tych badań. Artykuł poświęcony jest uzasadnieniu jednej z takich metod. Wykazano w nim, że istnieje związek korelacyjny pomiędzy stopniem zniszczenia stanowisk archeologicznych na terenach poddanych uprawie rolnej a rozdrobieniem materiału ceramicznego w warstwie ornej. Wskazano również na uboczne uwarunkowania tego związku, przede wszystkim nachyleniem stoku i rodzajem gleby. Na tej podstawie nakreślono zarys szczegółowej metody wnioskowania.

Zespół źródeł i sygnałów pochodzących z powierzchni stanowiska archeologicznego nie może być traktowany jako autonomiczny przedmiot poznania. Mimo że w badaniach powierzchniowych ten rodzaj informacji wykorzystywany jest z natury rzeczy w stopniu szczególnie wysokim, należy pamiętać, iż ogromna większość źródeł pozyskiwanych lub obserwowanych w trakcie tych badań — jeśli wyłączmy stanowiska tworzące własne formy krajobrazowe — pojawiła się na powierzchni ziemi w wyniku destrukcji warstw kulturowych i znajduje się na wtórnym złożu. Nie możemy zakładać, że związek pomiędzy przestrzenną strukturą warstw kulturowych a dwuwymiarowym „obrazem” tej struktury dostępnym obserwacji powierzchniowej opiera się na zasadach projekcji prostej, każda więc próba przeniesienia na całe stanowisko ustaleń dokonanych na podstawie materiałów z badań powierzchniowych powinna być poprzedzona zbadaniem tego związku i wykryciem cechujących go prawidłowości. Można to osiągnąć na drodze poznania praw dynamicznych rządzących procesami destrukcji. W naszym wypadku jednak droga ta jest co najmniej w wysokim stopniu niepraktyczna. Wynika to z dużej różnorodności zjawisk warunkujących niszczenie warstw kulturowych, złożoności tych zjawisk i ich wzajemnego nakładania się. Toteż lepszym i, jak się wydaje, jedynym sposobem jest poznanie praw statystycznych wiążących powierzchniowy obraz stanowiska z jego wewnętrzną ukrytą treścią. Prawa te, oparte na związkach korelacyj-

nych pomiędzy obu wskazanymi obszarami, nie dotyczą procesu, który doprowadził do ukształtowania się pola rozrzutu materiału powierzchniowego. Opisują jedynie objawową stronę związku przyczynowo-skutkowego, wskazując na możliwość wnioskowania o ukrytej cesze stanowiska według cechy obserwowanej, jeżeli wcześniej stwierdzono, że obie występują jednocześnie, a ponadto jest logicznie uzasadnione, że obecność jednej pociąga za sobą obecność drugiej. Metoda wnioskowania oparta na prawie statystycznym zakłada więc istnienie w obszarze obserwowanym wyróżników, które w naszym wypadku będą wymiernymi cechami powierzchniowego obrazu stanowiska. Wyróżniki te będą się poddawać klasyfikacji i będą skorelowane z cechą obrazu przestrzennego, która jest przedmiotem wnioskowania, lub inaczej — będą wskaźnikami tej cechy.

Obszar działania analizy wskaźnikowej badań powierzchniowych — jak nazwiemy ten rodzaj wnioskowania — jest, jak się wydaje, bardzo rozległy. Można stawiać pytania o wierność pola rozrzutu jako obrazu poziomego rozmieszczenia warstwy kulturowej, o istotność skupień w obrębie pola jako wskaźników położenia jednostkowych obiektów archeologicznych, o zgodność proporcji zbiorów różnokulturowych w obrębie zespołów ceramiki powierzchniowej z rzeczywistym udziałem poszczególnych kultur w zasiedleniu stanowiska, o wiarygodność wyróżników funkcji punktu osadniczego i szereg innych. W każdym wypadku opracowanie szczegółowej

metody wnioskowania poprzedzone być musi konfrontacją obrazu przestrzennego i powierzchniowego wielu stanowisk bądź starannie dobranych z uwagi na jedno kryterium, bądź odwrotnie — stanowiących zespół o dużym zróżnicowaniu chronologii, funkcji i fizjografii, jeżeli poszukujemy metody mniej ścisłej, ale o walorach uniwersalnych. Ponieważ konfrontacja taka dokonana być może jedynie wówczas, gdy za badaniami powierzchniowymi postępują prace wykopaliskowe, opracowanie metody szczegółowej będzie zawsze związane z długotrwa-

łym wysiłkiem badawczym. Tym istotniejsze staje się w każdym wypadku wykazanie, że w obrębie rozważanego zagadnienia można spodziewać się istnienia prawa statystycznego, które ten wysiłek uzasadnia.

W prezentowanym artykule podjęta zostanie próba wykrycia i opisanego związku, jaki zachodzi pomiędzy stopniem zniszczenia obiektów archeologicznych a niektórymi cechami zbioru ceramiki z powierzchni stanowiska.

I. TEZA

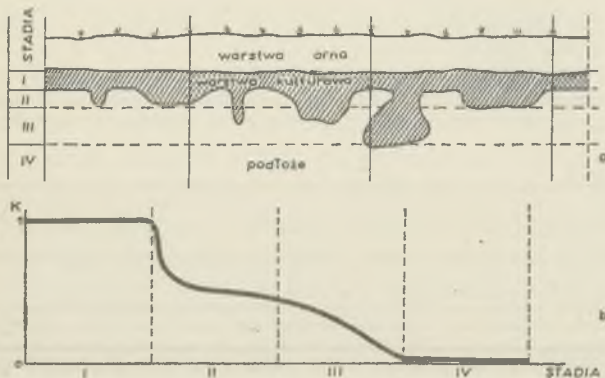
Otwarte stanowiska archeologiczne stosunkowo rzadko są zabezpieczone przed zniszczeniem w naturalny sposób. Dotyczy to obiektów położonych w obrębie niskich teras pod płaszczem utworów akumulacji rzecznej, niekiedy stanowisk w dolnych partiach stoków lub znajdujących się u ich podstawy, w pobliżu lokalnej bazy denudacyjnej. Znaczna większość stanowisk zajmuje jednak miejsca mniej lub bardziej eksponowane: krawędzie teras i wysoczyzn, cyple, rozmaitego rodzaju wyniesienia w obrębie wysoczyzn i dolin. Formy te objęte są zespołem zjawisk stokowych. Zgodnie z prawami, które rządzą rozwojem stoku, jego część eksponowana podlega degradacji. Na skutek różnego typu erozji następuje rozluźnienie materiału skalnego, a następnie jego obsunięcie, oberwanie lub spłukanie i odłożenie w strefie akumulacji. Proces ten przebiega znacznie szybciej, gdy teren pozbawiony jest zwartej i trwałej pokrywy roślinnej. Wkroczenie na odsłonięty stok uprawy rolnej wprowadza dodatkowy, bardzo silny czynnik erozji. Po spłukaniu powierzchni stoku i związanym z tym obniżeniem terenu pług uzupełnia kosztem podłoża luźny materiał wierzchniej warstwy gleby. Tworzy się zamknięty cykl przyspieszonej degradacji, w którym oba czynniki: erozja i transport w dół stoku, zgodnie z sobą współpracują.

Stanowisko archeologiczne ulega w tych warunkach systematycznemu i stosunkowo szybkiemu niszczeniu. Można dopatrzeć się kilku stadiów tego procesu. Roz-

patrzymy je na przykładzie osady otwartej, zastrzegając, że na stanowiskach odmiennego typu przebieg zdarzeń będzie nieco inny.

Rycina 1a przedstawia odcinek profilu z kilkoma obiektami, nad którymi rozścielona jest ciągła warstwa kulturowa. Stadium I niszczenia obejmuje tę warstwę i obiekty, które się w niej znajdują. Stadium II rozpoczyna się z chwilą całkowitego zniszczenia warstwy ciągłej i trwa do momentu likwidacji pierwszych obiektów zagłębionych w podłożu. Stadium III obejmuje likwidację pozostałych obiektów i kończy się w momencie zniszczenia ostatniego z nich. W IV stadium degradacja nie obejmuje już obiektów archeologicznych; ślady po nich znajdują się jeszcze w warstwie ornej i są systematycznie usuwane. W zależności od tego, w jakim stadium niszczenia znajduje się stanowisko, możemy zastać po zdjęciu nadkładu warstwy ornej cztery jakościowo różne sytuacje. W stadium I wszystkie obiekty zagłębione w podłożu pozostają nienaruszone. W stadium II żaden z tych obiektów nie został zniszczony całkowicie. W stadium III możliwe jest tylko zbadanie części obiektów częściowo zniszczonych. Zastanie stadium IV czyni badania wykopaliskowe jałowymi. Oczywiście model ten stanowi tylko przybliżenie rzeczywistego stanu, ponieważ na ogół różne części stanowiska znajdują się w różnych fazach niszczenia. Ma on jednak tę zaletę, że pozwala na wprowadzenie pewnej zmiennej, którą wobec braku lepszych wyróżników w wykorzystywanych tu materiałach uznamy za ilościowo ujęty wyraz procesu niszczenia.

Po zdjęciu nadkładu próchnicy można ustalić stosunek powierzchni zajętej przez warstwę kulturową do całkowitej powierzchni obserwowanej, w praktyce — w obrębie i w stosunku do powierzchni wykopu. Oznaczmy ten stosunek literą K . W miarę postępującej degradacji stanowiska liczba K będzie się zmniejszać, przy czym można przypuszczać, że w obrębie każdego stadium niszczenia zmiany te mają inny przebieg. Przedstawia to wykres na ryc. 1b. W I stadium warstwa kulturowa zajmuje całą powierzchnię obserwacji. Grubość jej zmniejsza się systematycznie, ale liczba K pozostaje stała i wynosi 1. Gwałtowny spadek wartości wiąże się z rozpoczęciem likwidacji spągowych partii warstwy ciągłej w momencie przejścia z I do II stadium. W II stadium



Ryc. 1. Stadia niszczenia stanowiska archeologicznego (a) i ogólny model zmienności liczby K w stadiach (b).

Destruction stadia of an archaeological site (a) and a general model of the variability of number K in stadia (b)

liczba K zmniejsza się nadal, ale jest to spadek stosunkowo wolny, związany z tendencją zwięzania się ku dołowi większości obiektów. Wysokość „stopnia”, jaki krzywa tworzy na początku II stadium, jest uzależniona od wielkości i ilości obiektów, a więc w pewnej mierze od intensywności osadnictwa i czasu, w jakim stanowisko było użytkowane. Na granicy II i III stadium, w momencie zapoczątkowania procesu całkowitej likwidacji obiektów, spadek wartości K ulega przyspieszeniu, ponieważ na przebiegu krzywej zaczyna ważyć obok zmniejszania się poziomego przekroju obiektów, także zmniejszanie się ich liczby. Na granicy III i IV stadium, po zniszczeniu ostatnich obiektów, wskaźnik K osiąga wartość zerową.

Przebieg krzywej będzie zależny od rodzaju stanowiska. Zagadnienie to omówimy dalej w kontekście szczegółowej analizy zmienności liczby K . Tutaj stwierdzamy, że niezależnie od typu stanowiska liczba K zmniejsza się w miarę postępującego procesu niszczenia.

Powierzchnia, dla której określona została liczba K , znajduje się bezpośrednio pod nadkładem warstwy ornej. Ta właśnie strefa jest polem erozji powodowanej przez orkę. Można przyjąć, że materiał archeologiczny jest na równi z glebą przedmiotem erozji i ma tym większy udział w procesie, im większa część pola erozji zajęta jest przez warstwę kulturową, a zatem im większa jest liczba K . Materiał ten, przede wszystkim ceramika, zostaje oderwany, odłożony w wierzchniej warstwie gleby i tam dodany do materiału wyoranego wcześniej. Warstwa orna jest silnie przemieszana, można więc założyć, że zbiór uzyskany z badań powierzchniowych stanowi dobrą reprezentację całej warstwy, a zatem stosunki ilościowe wspomnianego bilansu zostają w tym zbiorze powtórzone, jeśli jest on wystarczająco liczny.

Stwierdziliśmy, że w miarę niszczenia stanowiska liczba K maleje. W myśl tego, co powiedziano wyżej, powinien równolegle maleć w materiale powierzchniowym udział ceramiki niedawno wyoranej. Jeżeli ceramika ta ma cechy różniące ją od zalegającej na stanowisku od dłuższego czasu, wraz z postępowaniem procesu niszczenia

powinna zmieniać się z uwagi na te cechy charakterystyka całego zbioru. Nie trudno się zgodzić, że długotrwałe pozostawanie na powierzchni stanowiska sprzyja rozdrobnieniu materiału ceramicznego. Mają na to wpływ czynniki mechaniczne, zwłaszcza związane z pracami rolnymi, a także działające w sprzężeniu zmiany temperatury i wilgotności. Możemy spodziewać się, że dopóki każda orka dostarcza mniej więcej tej samej ilości nowych ułamków, średnie rozdrobnienie całego zbioru utrzymuje się na poziomie stałym i jest stosunkowo niewielkie. Stan taki jest właściwy I stadium niszczenia. Kiedy po wkroczeniu w następne stadia ilość świeżo wyoranej ceramiki zaczyna się zmniejszać, tym silniej na charakterystyce całego zbioru zaczyna ważyć starszy, bardziej rozdrobniony materiał. Pociąga to za sobą zwiększenie średniego rozdrobnienia całego zbioru.

Teza ta będzie przedmiotem dowodu. Dla jego przeprowadzenia wykorzystano materiały z badań powierzchniowych i sondażowych wykonanych w latach 1969–1972 na terenach przewidzianych pod zbiorniki retencyjne „Pakość” i „Jeziorsko”. W obu wypadkach badania obejmowały strefę dolinną i krawędziowe partie wysoczyzny. W rejonie Pakości powierzchnia terenu przebadanego wyniosła 12 km². Na obszarze tym odkryto lub zweryfikowano w trakcie badań powierzchniowych 103 stanowiska, w większości wielokulturowe. Na 51 z nich wykonano następnie sondaże punktowe. W rejonie Jeziorska badania objęły obszar około 40 km². Badania powierzchniowe przyniosły odkrycie 200 stanowisk, na 61 wybranych przeprowadzono badania sondażowe. Zakładano wykopy przestrzenne o powierzchni od 25 do 130 m², zwykle jeden, a niekiedy kilka, na jednym stanowisku. Metoda prowadzenia prac terenowych w obrębie obu rejonów była przedmiotem kilku publikacji¹, natomiast materiały z tych badań, w dużej części stanowiące podstawę źródłową niniejszej pracy, przedstawione zostały w opracowaniach Pracowni Archeologicznej PKZ w Poznaniu².

II. WSKAŹNIK PROPORCJI W ZBIORACH CERAMIKI

Ustalmy dwa pojęcia. Zbiorem ceramiki będziemy nazywali materiał jednej kultury zebrany z powierzchni jednego stanowiska. Całość materiału jednej kultury złożoną ze zbiorów uzyskanych z powierzchni wszystkich stanowisk w rejonie badań będziemy nazywali zbiorowością.

Za miarę rozdrobnienia zbioru przyjmijmy wstępnie stosunek pola powierzchni średniego ułamka ceramiki w zbiorze (P) do kwadratu jego grubości (a):

$$Wr = P/a^2.$$

Iloraz ten będziemy nazywali wskaźnikiem proporcji. Z dwóch zbiorów mniej rozdrobniony jest ten, który ma wyższy wskaźnik proporcji, ponieważ w stosunku do

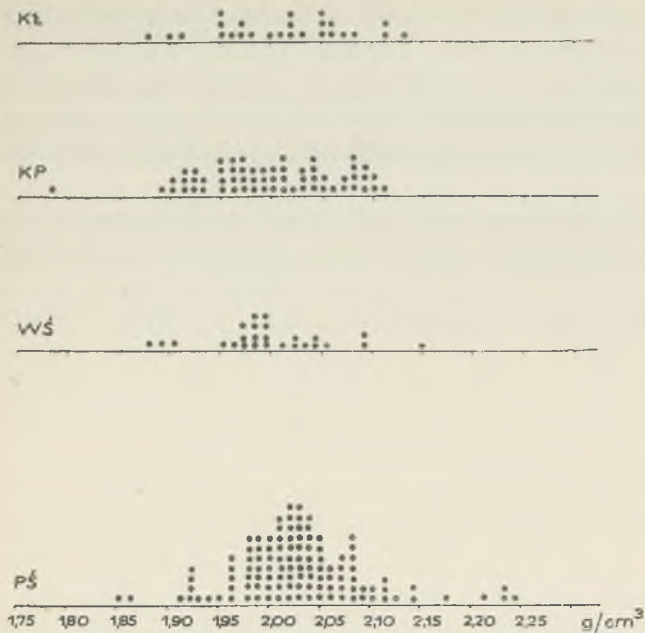
grubości powierzchnia ułamków jest w nim relatywnie większa. W podanej postaci wyróżnik nasz jest jednak niewygodny w użyciu ze względu na kłopotliwość pomiaru powierzchni skorup. Zastępując P ilorazem objętości i grubości, objętość zaś ilorazem wagi i ciężaru właściwego otrzymujemy:

$$Wr = \frac{Ww}{Cw \cdot a^3},$$

gdzie Ww jest średnią wagą ułamka ceramiki w zbiorze (wskaźnikiem wagi), a Cw ciężarem właściwym zbioru.

¹ MAZUROWSKI 1972, 1973.

² MAKIEWICZ, MAZUROWSKI 1969; BEDNARCZYK i in. 1973.



Ryc. 2. Rozkłady pomiarów ciężaru właściwego zbiorów ceramiki z powierzchni stanowisk w rejonie Jeziorska

KŁ – kultura łużycka, KP – kultura przeworska, WŚ – wczesne średniowiecze, PŚ – późne średniowiecze.

The distribution of weight density measurements of ceramic assemblages from the surface of sites in the Jeziorsko region

KŁ – Lusatian Culture, KP – Przeworsk Culture, WŚ – Early Middle Ages, PŚ – Late Middle Ages

We wzorze tym pozostaje nadal czynnik trudny do zmierzenia w warunkach warsztatu archeologa. Jest nim ciężar właściwy. Pojawia się pytanie, czy z uwagi na zasadniczą jednorodność tworzywa ciężary właściwe różnych zbiorów pochodzących z tej samej i z różnych zbiorowości są na tyle sobie bliskie, by można je usunąć z charakterystyki, jako mało ważące na analizie porównawczej?

W analizie, która miała dać odpowiedź na to pytanie, wykorzystano pomiary ciężaru właściwego 227 zbiorów ceramiki powierzchniowej z rejonu zbiornika „Jeziorsko”. Każdy z tych zbiorów spełniał dwa warunki, miał objętość nie mniejszą niż 30 cm³ i wagę nie mniejszą niż 60 g. Ponieważ pomiar dokonywany był z dokładnością do 0,5 cm³ i 0,5 g, błąd pomiaru nie przekraczał 2,5%. Rycina 2 przedstawia rozkłady pomiarów ciężaru właściwego w czterech zbiorowościach: kultury łużyckiej, kultury przeworskiej, wczesnego średniowiecza oraz ceramiki późnośredniowiecznej. Warunek wagi i objętości spełniało jeszcze kilka zbiorów kultur neolitycznych, ale nie zapewniały one wystarczająco licznej próby. Pominięcie tych zbiorów nie jest stratą dotkliwą. Cztery uwzględnione jednostki kulturowe grupują materiał o bardzo dużym zróżnicowaniu technologii, przy czym podstawowe cechy różnicujące, takie jak toczenie, obtaczanie i wypał w atmosferze redukcyjnej, pokrywają się swoim zakresem chronologicznym z czasem trwania niektórych z tych jednostek. Można dzięki temu przyjąć, że jeżeli technolo-

gia wpływa w istotny sposób na ciężar właściwy ceramiki, powinno to znaleźć wyraz w różnicach pomiędzy uwzględnionymi rozkładami. Brak natomiast takich różnic pozwoli na uogólnienie wniosku o niezależności ciężaru właściwego od sposobu wytwarzania naczyń i użytej masy garncarskiej.

Żeby uzasadnić pominięcie ciężaru właściwego w charakterystyce wskaźnika proporcji musimy wykazać, że:

1. Rozkłady C_w z próby w czterech grupach chronologiczno-kulturowych mogą być uznane za pochodzące z tej samej populacji, co oznacza, że ciężar właściwy nie różnicuje wartości wskaźnika z uwagi na klasyfikację chronologiczno-kulturową zbioru.

2. Dyspersja pomiarów ciężaru właściwego różnych zbiorów w obrębie tej samej zbiorowości jest na tyle niewielka, że pominięcie tego czynnika w charakterystyce W_r nie wpływa w sposób istotny na położenie wskaźnika proporcji w obrębie właściwego mu zakresu wartości.

Analizę przeprowadzimy w kierunku wykazania, że nie ma podstaw do odrzucenia tych założeń³. Przyjmujemy, że wykorzystane zbiory danych są próbami losowymi z populacji o rozkładach normalnych. Wówczas przedstawione na ryc. 2 rozkłady z próby można aproksymować za pomocą rozkładów normalnych. Rozkłady te mają następujące charakterystyki:

kultura łużycka (KŁ)	$\bar{x} = 2,011$; $s = 0,0655$ g/cm ³
kultura przeworska (KP)	$\bar{x} = 1,993$; $s = 0,0674$ „
wczesne średniowiecze (WS)	$\bar{x} = 1,997$; $s = 0,0595$ „
późne średniowiecze (PS)	$\bar{x} = 2,030$; $s = 0,0665$ „

gdzie \bar{x} oznacza średnią, a s odchylenie standardowe.

Sprawdzamy za pomocą statystyki F (ilorazu wariancji) hipotezę, że nie ma istotnych różnic w odchyleniach standardowych pomiędzy populacjami, z których próby zostały wzięte. Tabela 1 przedstawia wartości $F = S_1^2/S_2^2$ obliczone dla każdej pary prób.

Tabela 1

	Wariancja	Stopnie swobody	PŚ	KŁ	WŚ
KP	0,00454	59	1,03 (1,33)	1,06 (1,59)	1,28 (1,59)
PS	0,00442	113		1,03 (1,57)	1,25 (1,55)
KŁ	0,00429	25			1,21 (1,68)
WS	0,00354	26			

³ Tu i na dalszych stronach znalazł zastosowanie rachunek statystyczny. Wykorzystano m. in. następujące książki: DRAPER, SMITH 1973; FREUND 1968; LUSZNIWICZ 1973; SMIRNOW, DUNIN-BARKOWSKI 1973; YULE, KENDALL 1966. Przy testowaniu hipotez posługiwano się tablicami statystycznymi w opracowaniu ZIELIŃSKIEGO (1972).

Obok wartości F podane są w nawiasach wartości krytyczne $F_{0,10}$ odczytane z tablic statystycznych dla określonej liczby stopni swobody (ss) każdej pary porównywanych rozkładów. Wartości obliczone w każdym wypadku są mniejsze od wartości krytycznych, nie ma zatem podstaw do odrzucenia testowanych hipotez na poziomie istotności 0,10. Odchylenie standardowe określa kształt rozkładu normalnego. Nie znajdujemy więc uzasadnienia dla sądu, że dane empiryczne pochodzą z populacji, których rozkłady różnią się kształtem. Ustalenie to nie jest wystarczające do uznania warunku 1 za spełniony, ponieważ nic nie mówi o położeniu rozkładów na osi liczbowej. Sprawdzamy zatem hipotezę, że średnie z populacji, z których pochodzą cztery rozkłady empiryczne, są sobie równe.

Stosujemy analizę wariancji. Wyniki jej przedstawia tabela 2. W tablicach znajdujemy $F_{0,10} = 5,14$ dla 223 stopni swobody licznika i 3 stopni swobody mianownika. Ponieważ obliczona wartość statystyki jest niższa od wartości krytycznej, nie ma podstaw do odrzucenia testowanej hipotezy. Istotnie, czytając kolumnę czwartą tabelki widzimy, że niewielka różnica w wartościach średnich znajduje wystarczające wytłumaczenie w stosunkowo znacznym rozproszeniu danych w obrębie prób.

Nie znalazłszy podstaw do odrzucenia założenia 1, będziemy się na nim opierać przy sprawdzaniu założenia 2. Łączymy wszystkie dane w jeden rozkład wspólny (ryc. 3). Średnia tego rozkładu (\bar{x}) wynosi 2,014 g/cm³, odchylenie standardowe (s) 0,0659 g/cm³. Jeżeli próba została pobrana z populacji o średniej X („prawdziwy” średni ciężar właściwy ceramiki w rejonie badań), rozkład, który opisuje zmienność średniej z próby, ma średnią równą X i odchylenie standardowe S/\sqrt{n} , gdzie S jest odchyleniem standardowym w populacji. Stosując twierdzenie, że dla dużych n (w naszym wypadku $n = 227$) rozkład normalny stanowi dobre przybliżenie rozkładu z próby, możemy twierdzić z prawdopodobieństwem $1-\alpha$, że średnia z próby \bar{x} będzie się różniła od X o mniej niż $z_{\alpha/2}$ odchyłeń standardowych, gdzie $z_{\alpha/2}$ oznacza wartość na osi standardowego rozkładu normalnego, dla której pole wewnętrznego obszaru pod krzywą wynosi $\alpha/2$. Po-



Ryc. 3. Zbiorczy rozkład pomiarów ciężaru właściwego.
Collective distribution of weight density measurements

nieważ różnica $\bar{x}-X$ jest błędem, jaki popełniamy, uznając średnią z rozkładu empirycznego za oszacowanie średniej z populacji, możemy twierdzić z prawdopodobieństwem $1-\alpha$, że wielkość tego błędu będzie mniejsza niż $z_{\alpha/2} \cdot S/\sqrt{n}$. Przyjmując wobec licznosci próby wartość s jako oszacowanie S i zakładając poziom istotności $\alpha = 0,05$, możemy twierdzić z prawdopodobieństwem 0,95, że :

$$|\bar{x}-X| < z_{0,025} \cdot s/\sqrt{n}$$

$$|\bar{x}-X| < 1,96 \times 0,0659/\sqrt{227},$$

a po wykonaniu obliczeń :

$$2,005 < X < 2,023.$$

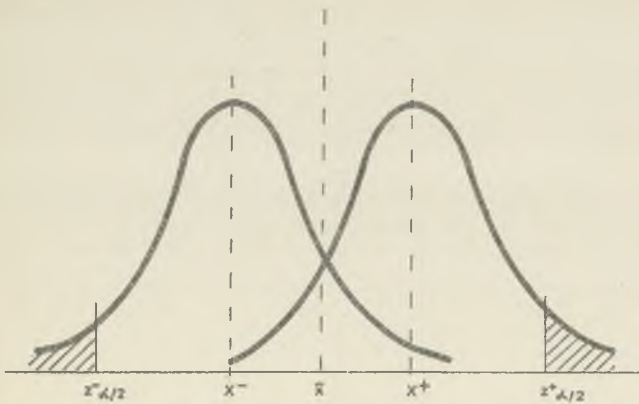
Jest to uzyskany na podstawie rozkładu empirycznego przedział ufności dla prawdziwej średniej wartości ciężaru właściwego ceramiki⁴. Przyjęliśmy stopień ufności 0,95, co należy rozumieć, że mamy 95 szans na 100, iż przedział ten został określony prawidłowo.

Będziemy chcieli obecnie ustalić, w co najwyżej jakim przedziale mieści się 95% wszystkich wartości ciężaru właściwego zbiorów, bez względu na miejsce średniej w obrębie przedziału ufności. Na ryc. 4 pokazane są dwa skrajne rozkłady Cw o średnich X^- i X^+ położo-

Tabela 2

Zmienność	Stopnie swobody	Suma kwadratów	Średnia kwadratów	F
między średnimi	$k-1 = 3$	$SS_{Tr} = 0,002987$	$\frac{SS_{Tr}}{k-1} = 0,000995$	
w obrębie prób	$N-k = 223$	$SS_E = 0,968488$	$\frac{SS_E}{N-k} = 0,004343$	
Razem	$N-1 = 226$	$SS_T = 3,85$	$\frac{(k-1)SS_E}{(N-k)SS_{Tr}} = 4,36$	

⁴ Por. FREUND 1968, s. 220 n.



Ryc. 4. Granice ufności ($x_{4/2}^-$, $x_{4/2}^+$) ciężaru właściwego zbiorów ceramiki.

Confidence limits ($x_{4/2}^-$, $x_{4/2}^+$) of specific gravity of pottery collections

nych przy obu granicach ufności. Wartości $z^-_{0,025}$ i $z^+_{0,025}$ odcinają pod standardową krzywą normalną obszary grupujące łącznie 5% danych. Wartości te wynoszą odpowiednio: $-1,96$ i $+1,96$. Jednostki standardowe z są związane z jednostkami miary x zależnością: $x = z \cdot S + X$. W naszym wypadku mamy:

$$x^-_{0,025} = z^-_{0,025} \cdot S + X^- = -1,96 \cdot 0,0659 + 2,005 = 1,876$$

$$x^+_{0,025} = z^+_{0,025} \cdot S + X^+ = 1,96 \cdot 0,0659 + 2,023 = 2,152$$

lub inaczej:

$$1,876 \text{ g/cm}^3 < x < 2,152 \text{ g/cm}^3.$$

Znaleźliśmy w ten sposób przedział, w którym z prawdopodobieństwem 0,95 zawartych będzie 95% pomiarów ciężaru właściwego zbiorów ceramiki. Odnosząc wielkość połowy tego przedziału do średniej $\bar{x} = 2,014 \text{ g/cm}^3$ stwierdzamy, że błąd, jaki popełniamy szacując tą średnią ciężary właściwe zbiorów, w 95% przypadków będzie mniejszy niż 6,85%.

W charakterystyce wskaźnika proporcji ciężar właściwy występuje w mianowniku. Jeżeli decydujemy się na jego pominięcie, jest to równoznaczne z uznaniem wartości $1/\bar{x} = 0,496$ za stały współczynnik proporcjonalności, który jako taki nie waży na analizie porównawczej. Błąd oszacowania rzeczywistej wartości ciężaru właściwego wartością średnią obciąża wówczas obliczoną wartość wskaźnika proporcji. Żeby ocenić, czy jest to obciążenie istotne, musimy znać rozkład wielkości, której błąd dotyczy. Ponieważ analiza rozkładów Wr zostanie przeprowadzona na dalszych stronach, tutaj stwierdzimy jedynie, że błąd oszacowania Cw odniesiony do średniej tych rozkładów w różnych zbiorowościach ceramiki powierzchniowej zmienia położenie średnich o wielkość stanowiącą 0,16 do 0,20 (zależnie od zbiorowości) odchylenia standardowego. Jak zobaczymy dalej, przy zastosowaniu kwantylowego podziału rozkładów Wr przesunięcie takie nie może zmienić położenia war-

tości o więcej niż jedną klasę, co można uznać za błąd dopuszczalny.

Na tej podstawie przyjmujemy założenie 2 i pomijamy ciężar właściwy w charakterystyce wskaźnika proporcji. Wskaźnik w końcowej postaci jest zatem ilorazem średniej wagi ułamka ceramiki w zbiorze i sześciannu średniej grubości wszystkich ułamków⁵:

$$Wr = \frac{Ww}{a^3}$$

Oba czynniki ilorazu są wielkościami mierzonymi niezależnie. Zmienność wskaźnika zależy więc od dysproporcji w zmienności tych czynników i w świetle założonej interpretacji powinno być jego właściwością, że w miarę zwiększania się rozdrobnienia zbioru, wartość Ww/a^3 ulega również jednokierunkowej zmianie. Warunek ten jest w oczywisty sposób spełniony. Jeżeli zbiór ceramiki podlega procesowi rozdrobnienia, średnia grubość fragmentów nie zmienia się, stanowi stałą cechę zbioru. Jednocześnie średnia waga ulega zmniejszeniu w miarę zwiększania się ilości ułamków pochodzących z podziału. Jeżeli zatem zbudujemy rozkłady średniej grubości i wskaźnika wagi oparte na pomiarach większej liczby zbiorów znajdujących się w różnych stadiach procesu, możemy uznać, że zmienność obserwowana w pierwszym z tych rozkładów ma swoje źródło wyłącznie w funkcjonalnotypologicznym zróżnicowaniu ceramiki, natomiast zmienność Ww jest uwarunkowana obok tych samych różnic także stopniem rozdrobnienia. Ujmując inaczej — w charakterystyce wskaźnika proporcji średnia waga zbioru jest zmienną wskazującą na stopień rozdrobnienia za pośrednictwem zmiennego współczynnika $1/a^3$, który pełni tutaj rolę „poprawki na grubość”.

Jeżeli uznamy, że grubość skorup jest jedyną cechą typologiczną, względem której należy weryfikować wagę średnią jako miarę rozdrobnienia, wskaźnik proporcji w przyjętej postaci nie podlega dyskusji. Założenie takie byłoby jednak zbyt pochopne. Pozostawia ono na boku ważny, chociaż trudny do zbadania w warunkach pozalaboratoryjnych problem różnic w spistości ceramiki, w jej podatności na rozdrobnienie. Przed wpływem takich różnic na porównywalność pomiarów — jeżeli różnice te występują między zbiorowościami — zabezpiecza zasada prowadzenia analizy porównawczej wewnątrz zbiorowości, oddzielnie dla zbiorów każdej kultury. Jeżeli jednak znaczne różnice technologiczne występują pomiędzy zbiorami tej samej kultury lub w obrębie jednego zbioru, nie ma zabezpieczenia przed błędem w ocenie znaczenia wskaźnika. Należy pamiętać, że wprowadzając określamy proporcje skorup, ale tą drogą szacujemy

⁵ Warto zwrócić uwagę, że stosowany w antropometrii wskaźnik Rohrera, opisujący proporcje ciała ludzkiego, ma postać analogiczną. Oblicza się go, dzieląc wagę ciała przez wzrost do potęgi trzeciej. MARTIN, SALLER 1957, s. 354.

sumę czynników niszczących, jakim podlegał materiał ceramiczny na powierzchni stanowiska. Jeżeli zatem na skutek różnic w mechanicznej wytrzymałości materiału te same czynniki będą powodować znacząco różne rozdrobnienie i odwrotnie, dla ustalenia takich samych proporcji wymagane będzie różne nasilenie tych czynników — wskaźnik nie będzie pełnił roli przypisanej mu w metodzie.

Jest rzeczą oczywistą, że z uwagi na różnorodność technologiczną ceramiki wynikających stąd obciążeń nie można ująć w ścisłe formuły. Można jednak wykazać, że różnice w spoistości nie wpływają w zasadniczy sposób na porównawczą funkcję wskaźnika, a przyjęty model $Wr = Ww/a^3$ jest do tej funkcji dobrze przystosowany, to znaczy różnicuje zbiory poprawniej niż modele alternatywne.

Tabela 3 zawiera podstawowe informacje o rozkładach wskaźnika wagi i średniej grubości skorup w ośmiu zbiorowościach. X oznacza średnią arytmetyczną, S — odchylenie standardowe, zaś V jest miarą dyspersji względnej i wyraża w procentach stosunek odchylenia standardowego do średniej.

Odpowiadające sobie rozkłady Ww i a grupują dane niezależne, ale uzyskane z tych samych zbiorów. Można związać te rozkłady z sobą, budując dla każdej zbiorowości diagram korelacyjny oparty na dwóch prostopadłych osiach. Każdy punkt w polu diagramu będzie jednocześnie wskazywał na dwie cechy zbioru: średnią wagę na osi rzędnych (y) i średnią grubość na osi odciętych (x).

Można zapisać wzór na wskaźnik proporcji w następującej postaci:

$$Ww = Wr \cdot a^3$$

lub zgodnie ze sposobem oznaczenia osi:

$$y = Wr \cdot x^3.$$

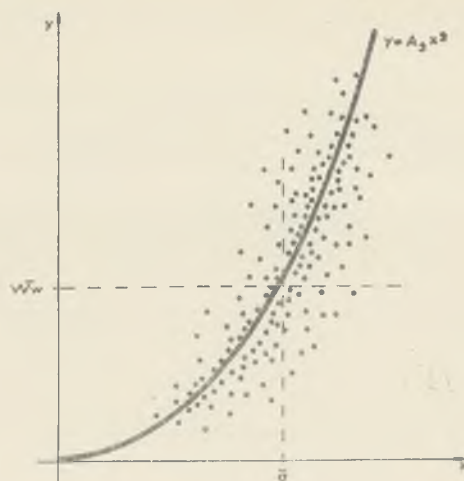
Ustalmy Wr w tym zapisie, przyjmując wskaźnik proporcji dla średniego ułamka ceramiki w zbiorowości:

$$\bar{W}r = A_3 = \bar{W}w/\bar{a}^3,$$

gdzie $\bar{W}w$ jest średnim wskaźnikiem wagi, \bar{a} średnią z grubości średnich w zbiorowości, a indeks 3 oznacza,

Tabela 3

Zbiorowość	Średnia grubość (a)			Wskaźnik wagi (Ww)			Ilość zbiorów
	$X(\text{cm})$	$S(\text{cm})$	$V(\%)$	$X(\text{g})$	$S(\text{g})$	$V(\%)$	
KŁ Jeziorsko	0,845	0,0914	10,81	10,41	4,81	41,4	37
KŁ Pakość	0,801	0,0893	11,14	14,60	7,77	53,3	40
KP Jeziorsko	0,865	0,0827	9,56	11,80	5,02	42,6	74
KP Pakość	0,861	0,0730	8,48	15,20	6,05	39,8	34
WŚ Jeziorsko	0,724	0,0997	13,79	8,35	3,22	38,6	34
WŚ Pakość	0,740	0,0903	12,20	10,60	5,75	54,4	29
PŚ Jeziorsko	0,552	0,0667	12,10	6,90	2,54	36,8	153
PŚ Pakość	0,616	0,0707	11,49	8,55	2,98	34,8	35



Ryc. 5. Linia regresji zmiennej y (wskaźnik wagi) względem zmiennej x (grubość średnia).

Regression curve of y variable (medium weight) towards x variable (medium thickness)

że przyjęto wskaźnik opisujący rozdrobnienie wg modelu ogólnego: $Wr = Ww/a^n$, przy $n = 3$.

Wykres funkcji $y = A_3 \cdot x^3$ jest parabolą (ryc. 5). Narysowana linia jest miejscem geometrycznym punktów diagramu korelacyjnego rozkładów wagi średniej i średniej grubości fragmentów ceramiki w zbiorach danej zbiorowości, jeżeli proporcje średnich fragmentów w tych zbiorach są stałe. Gdyby wszystkie punkty diagramu leżały na tej linii, odnotowalibyśmy pełną korelację obu zmiennych. W rzeczywistości stan taki nie będzie miał miejsca. Różnice w proporcjach poszczególnych zbiorów znajdują wyraz w rozrzuceniu punktów w polu diagramu. Ponieważ można się spodziewać ogólnej zależności pomiędzy grubością skorup a ich wagą, rozrzut ten nie będzie zapewne bezładny; punkty powinny tworzyć wydłużone skupienia o kształcie w miarę określonym. Skupienie to może ułożyć się w sposób pokazany na omawianej rycinie. Zwróćmy uwagę, że wykres funkcji stanowi tutaj dobre przybliżenie liniowe rozkładu rzeczywistego. Krzywa przebiega w taki sposób, że odchylenia od niej poszczególnych punktów wydają się zminimalizowane. Jeżeli dotyczy to odchylen wagi średniej powiemy, że narysowana krzywa jest linią regresji zmiennej y względem zmiennej x .

Otóż taki warunek powinna spełniać linia „stałego rozdrobnienia”, to znaczy krzywa przechodząca przez rozkład punktów w diagramie tak dobrana, by dla każdego zbioru ceramiki odchylenie wagi średniej od tej krzywej odniesione do grubości skorup mogło być interpretowane jako „przyrost” rozdrobnienia powyżej lub poniżej rozdrobnienia średniego w zbiorowości.

Przyjmujemy, że jednemu ze zbiorów odpowiada w diagramie punkt P o współrzędnych x_p i y_p . Przy oznaczeniach jak na ryc. 6 mamy:

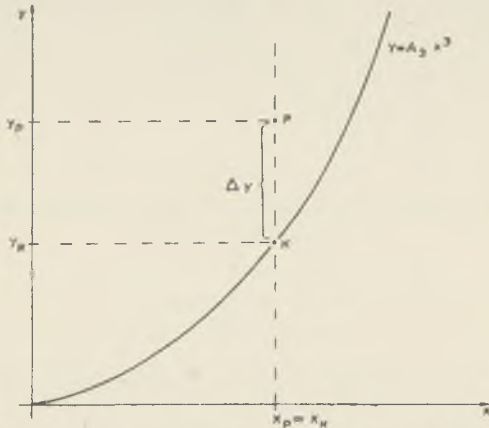
$$y_p = \Delta y + y_k$$

a ponieważ: $y_k = A_3 \cdot x_k^3$, $x_k = x_p \cdot A_3 = \bar{W}r$, zatem:

$$y_p = \Delta y + \bar{W}r \cdot x_p^3,$$

$$\frac{y_p}{x_p^3} = \frac{\Delta y}{x_p^3} + \bar{W}r,$$

$$\bar{W}r_p = \frac{\Delta y}{x_p^3} + \bar{W}r.$$



Ryc. 6. Położenie punktu P względem linii regresji.
Position of P point towards regression curve

Wskaźnik proporcji zbioru P można zatem zapisać jako sumę wskaźnika średniego w zbiorowości i przyrostu $\Delta y/x_p^3$. Zwróćmy uwagę, że przyrost ten jest wskaźnikiem proporcji zbioru P liczonym w odniesieniu do krzywej $y = A_3 \cdot x^3$. Kiedy $\Delta y = 0$, wskaźnik proporcji zbioru równa się wskaźnikowi średniemu w zbiorowości. Dotyczy to oczywiście wszystkich punktów leżących na krzywej. Punkty leżące powyżej krzywej ($\Delta y > 0$) mają wskaźniki wyższe od średniego, punkty poniżej krzywej ($\Delta y < 0$) — niższe.

Powiemy teraz, że można będzie przyjąć współczynnik A_3 jako charakterystykę średniego rozdrobnienia w zbiorowości, a co za tym idzie, wskaźnik proporcji w postaci $\bar{W}r = \bar{W}w/a^3$ jako prawidłowo dobrany opis rozdrobnienia zbiorów, jeżeli wykazemy, że funkcja $y = A_3 \cdot x^3$ jest równaniem regresji zmiennej y względem zmiennej x lub przynajmniej (obracamy się w kręgu danych empirycznych) jest zbliżona do tego równania. Wbrew bowiem pozorom nie jest to oczywiste. Sytuacja przedstawiona na ryc. 5 jest tylko jedną z możliwych. Jak dalej zobaczymy, cechy technologiczne materiału ceramicznego dostarczają uzasadnienia hipotezy, że smuga punktów może układać się skośnie względem wykresu funkcji: $y = A_3 \cdot x^3$. Wówczas funkcja ta nie jest równaniem regresji i należy szukać innej miary rozdrobnienia zbioru niż wskaźnik proporcji w przyjętej postaci.

Możemy wskazać dwa ogólne przypadki niezgodności: 1 — smuga punktów układa się „bardziej poziomo”, tzn. tym samym przyrostom grubości towarzyszą mniejsze przyrosty wagi średniej, niż to wynika z równa-

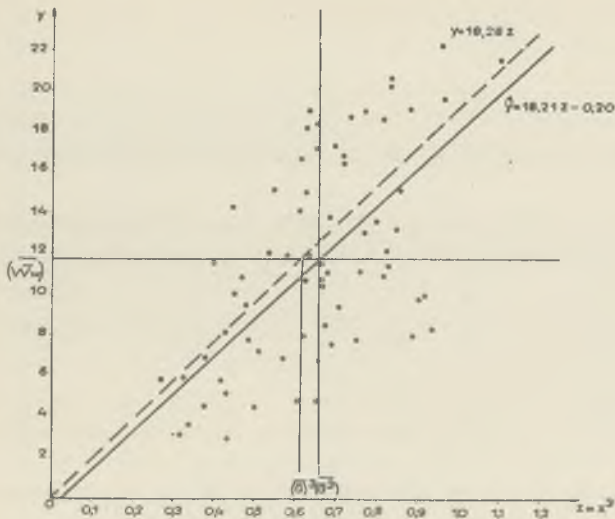
nia: $y = A_3 \cdot x^3$; 2 — smuga punktów układa się „bardziej pionowo”, tzn. przyrosty wagi są relatywnie większe. Pozostając przy funkcji postaci: $y = A_n \cdot x^n$ powiemy, że w pierwszym wypadku lepsze dopasowanie krzywej do rozkładu punktów w polu diagramu uzyskamy przyjmując $n < 3$, w drugim zaś $n > 3$.

Objasnimy bliżej obie możliwości. W wypadku pierwszym dyspersja rozkładu brzegowego zmiennej y , a więc wskaźnika wagi, jest w rozważanej zbiorowości względnie mniejsza, niż to wynika z zasady zgodnego z regułą równych proporcji wzrostu wagi fragmentów ceramiki wraz ze wzrostem grubości średniej. Oznacza to, że wskaźniki wagi zbiorów skupiają się stosunkowo blisko swojej średniej lub inaczej — że rozdrobnienie zbiorów powyżej średniej jest względnie małe, natomiast zbiorów poniżej średniej względnie duże. Linie regresji — co wynika wprost z definicji parametru A_n — niezależnie od przyjętego n przechodzą przez punkt o współrzędnych $\bar{W}w$ i \bar{a} . Oznacza to, że zbiory złożone z fragmentów cienkościennych podlegają względnie silniejszemu rozdrobnieniu, natomiast zbiory złożone z fragmentów grubszych względnie mniejszemu. W wypadku drugim wyjaśnienie jest oczywiście odwrotne — rozdrobnienie w stosunkowo większym stopniu dotyczy zbiorów złożonych z ceramiki grubościennnej.

Ze względu na charakter analiz podstawowych, na których opiera się ta praca, powyższe uwagi można powiązać z danymi dotyczącymi technologii w takim stopniu, w jakim cechy technologiczne występujące w rozważanej zbiorowości dadzą się przyporządkować kategoriom ceramiki grubo- lub cienkościennnej. Zobaczymy dalej, że spośród ośmiu zbiorowości, jakie badamy, potrzeba zwrócenia się ku jednej z omówionych możliwości zaistnieje w dwóch wypadkach. Tam też zagadnienie to omówimy nieco bliżej.

Obecnie sprawdzimy zasadność przyjęcia wskaźnika proporcji jako miary rozdrobnienia, na podstawie materiałów źródłowych. W odniesieniu do każdej z ośmiu analizowanych zbiorowości zastosujemy następujące postępowanie:

- zbudujemy diagram korelacyjny zmiennych $\bar{W}w$ i a ;
- sprawdzimy, przyjmując poziom istotności $\alpha = 0,001$, czy istnieje korelacja pomiędzy tymi zmiennymi;
- jeżeli korelacja nie zostanie stwierdzona, zaniechamy dalszego postępowania z uwagi na małą wiarygodność następnych ustaleń;
- w wypadku zaistnienia korelacji znajdziemy równanie regresji;
- porównamy równanie regresji z równaniem równych proporcji: $y = A_3 \cdot x^3$;
- przyjmujemy charakterystykę $\bar{W}r = \bar{W}w/a^3$ za dobrą miarę rozdrobnienia, jeżeli stwierdzona zostanie zadowalająca zgodność obu równań;
- w przeciwnym wypadku, pozostając przy ogólnej



Ryc. 7. Graficzne przedstawienie zgodności równania regresji i równania równych proporcji w zbiorach kultury przeworskiej z rejonu Jeziorska.

A graphic presentation of the concordance of regression equation and equations of equal proportions in assemblages of the Przeworsk Culture from the Jeziorsko region

postaci wskaźnika: $Wr = Ww/a^n$, spróbujemy zastąpić równanie równych proporcji innym, lepiej dopasowanym.

Opisane postępowanie przedstawimy na przykładzie zbiorów ceramiki kultury przeworskiej z rejonu Jeziorska. Średnie z rozkładów brzegowych wynoszą: $\bar{Ww} = 11,80g$, $\bar{a} = 0,865 \text{ cm}$ (tab. 3). Zatem $A_3 = \bar{Ww}/\bar{a}^3 = 18,25$. Równanie równych proporcji przybiera postać:

$$y = 18,25x^3,$$

a po wprowadzeniu zmiennej zastępczej $z = x^3$:

$$y = 18,25z,$$

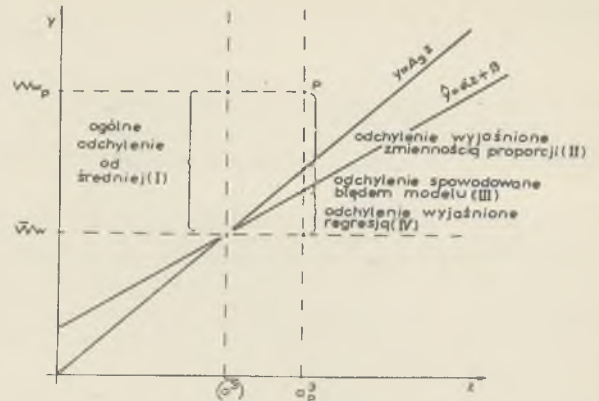
przy czym wykresem tej funkcji jest prosta (ryc. 7). W polu diagramu wprowadzamy punkty o współrzędnych odpowiadających średniej wadze zbiorów (rzędne) i sześciannowi średniej grubości (odcięte). Obliczamy współczynnik korelacji Pearsona, który w naszym wypadku wynosi: $r = 0,473$, co przewyższa wartość krytyczną dla założonego poziomu istotności. Silna korelacja obu zmiennych pozwala wstępnie uznać poszukiwane równanie regresji za bardzo wiarygodne. Przyjmujemy model tego równania:

$$\hat{y} = az + b$$

i stosując metodę najmniejszych kwadratów⁶, szacujemy estymatorami $a = 18,21$ i $b = -0,20$ parametry α i β :

$$\hat{y} = 18,21z - 0,20.$$

⁶ Z uwagi na to, że składnik resztowy zwiększa się wraz ze wzrostem zmiennej z (rozkłady brzegowe są nieco asymetryczne), poprawniejsza byłaby metoda najmniejszych kwadratów ważonych (DRAPER, SMITH 1973, s. 112). Ponieważ jednak doboru n w modelu: $Wr = Ww/a^n$, dokonujemy spośród liczb całkowitych, nieścisłość nie powinna być istotna, a rachunek jest prostszy.



Ryc. 8. Równanie równych proporcji i równanie regresji.
Equation of equal proportions and equation of regression

(I) general deflection from average, (II) deflection explained with the changeableness of proportions, (III) deflection caused by the error of model, (IV) deflection explained with regression

Oszacowanie to posiada swoje przedziały ufności. Na drodze analizy zmiennych resztowych (odchylenie Δy na ryc. 6) znajdujemy błędy standardowe oszacowania parametrów α i β , wynoszące odpowiednio 2,92 i 1,99. Możemy teraz zapisać równanie regresji w postaci:

$$\hat{y} = 18,21 (\pm 2,92) z - 0,20 (\pm 1,99).$$

Ponieważ parametry równania równych proporcji: $y = 18,28 z + 0$, mieszczą się we wskazanych przedziałach ufności, równanie to może być uznane za wystarczająco zgodne z równaniem regresji.

Odchylenie wskaźnika wagi każdego zbioru od średniej w zbiorowości można przedstawić (ryc. 8) jako sumę trzech elementów: odchylenia wyjaśnionego regresją zmiennej y względem zmiennej z , odchylenia mającego swe źródło w zmienności proporcji oraz pewnej reszty, która wynika z błędnego doboru równania opisującego zmienność rozdrobnienia (błąd modelu)⁷. W odniesieniu do analizowanej zbiorowości kultury przeworskiej powiemy, że odchylenie spowodowane błędem modelu nie jest istotne i można go nie oddzielać od odchylenia wyjaśnionego regresją.

Dyskusja dotycząca pozostałych zbiorowości ujęta jest w lakonicznej formie w tabeli 4. Z wyjątkiem zbiorowości kultury łużyckiej w rejonie Jeziorska, w odniesieniu do której oba porównywane równania nie są wystarczająco zgodne (ale zgodność jest lepsza przy charakterystyce rozdrobnienia $Wr = Ww/a^3$ niż przy każdej innej postaci wskaźnika, jeżeli wykładnik potęgi ma być liczbą całkowitą) oraz po pominięciu zbiorowości wczesnośredniowiecznej z tego samego rejonu, dla której nie prowadzono analizy z powodu niedostatecznej korelacji zmiennych — wszystkie inne starsze od późnośredniowiecznej wykazują dobrą zgodność równania równych proporcji z równaniem regresji. Upoważnia to do uznania wskaźnika

⁷ Por. LUSZNEWICZ 1973, s. 143, rys. 3:3.

Tabela 4

Zbiorowość	Korelacja Ww i a na poziomie istotności:	$A_3 = Ww/\bar{a}^3$	Równanie równych proporcji $y = A_3 \cdot x^3$	Oszacowanie funkcji regresji $\hat{y} = ax^3 + b$	Błąd standardowy oszacowania estymatorami a i b parametrów		Zgodność równania równych proporcji z równaniem regresji	Alternatywa dla równania równych proporcji	Najlepszy wskaźnik $Wr =$
					α	β			
KŁ Jeziorsko	0,001	17,35	$y = 17,35x^3$	$y = 12,89x^3 + 2,60$	3,53	2,24	blisko zgodności	brak	Ww/a^3
Pakość	0,001	29,06	$y = 29,06x^3$	$y = 15,00x^3 + 0,96$	4,97	2,14	dobra zgodność	brak	Ww/a^3
KP Jeziorsko	0,001	18,28	$y = 18,28x^3$	$y = 18,21x^3 - 0,20$	2,92	1,99	ditto	brak	Ww/a^3
Pakość	0,001	23,75	$y = 23,73x^3$	$y = 21,59x^3 + 1,06$	4,76	3,26	ditto	brak	Ww/a^3
WŚ Jeziorsko	0,05	25,56	$y = 25,56x^3$	nie prowadzono	analizy z powodu zbyt słabej korelacji				
Pakość	0,001	26,20	$y = 26,20x^3$	$y = 28,25x^3 - 0,50$	5,19	2,16	dobra zgodność	brak	Ww/a^3
PŚ Jeziorsko	0,001	41,20	$y = 41,20x^3$	$y = 17,26x^3 + 3,89$	2,90	0,54	brak zgodności	$y = A_2 \cdot x^3$	Ww/a^2
Pakość	0,001	36,56	$y = 36,56x^3$	$y = 22,41x^3 + 3,05$	4,28	0,43	ditto	$y = A_2 \cdot x^3$	Ww/a^2

proporcji za prawidłową miarę rozdrobnienia w tych zbiorowościach. Zgodności takiej nie wykazuje natomiast ceramika późnośredniowieczna. Zmienność rozdrobnienia w obu badanych zbiorowościach o tej chronologii opisana jest lepiej równaniem: $y = A_2 \cdot x^2$, co wskazuje na wskaźnik $Wr = Ww/a^2$ jako prawidłową miarę rozdrobnienia. Jak wyżej wspomniano, przyjęcie tej możliwości jest równoznaczne ze stwierdzeniem, że czynniki sprzyjające rozkruszeniu materiału zalegającego na powierzchni stanowiska działają niejednakowo na fragmenty ceramiki o różnej grubości, przy czym rozdrobnienie silniej dotyka ceramikę cienkościenną, a w stosunkowo słabszym stopniu masywną. Wyraźna synchronizacja tej cechy z cesurą chronologiczną skłania do przypuszczenia, że opisana właściwość wiąże się ze zmianami w sposobie wykonywania naczyń glinianych, jakie pojawiają się lub uzyskują powszechność w późnym średniowieczu. Z dwóch podstawowych elementów nowej technologii: wypału w atmosferze redukcyjnej i modelowania korpusu naczyń na kole garncarskim, pierwszy wpływał zapewne przede wszystkim na bezwzględne zwiększenie wytrzymałości mechanicznej, co — jak dalej zobaczymy — znajduje wyraz w prezentowanym tu materiale jako wyraźne przesunięcie (w porównaniu ze starszymi zbiorowościami) całego zakresu wartości wskaźnika w górę skali liczbowej. Natomiast wewnętrzne zróżnicowanie spoistości w obrębie zbiorowości ceramiki późnośredniowiecznej należy zapewne przypisać upowszechnieniu się techniki całkowitego toczenia naczyń. Innowacja wiązała się z zaniechaniem modelowania korpusu naczynia techniką taśmową. Sposób ten, niewątpliwie osłabiający wytrzymałość mechaniczną, wcześniej znajdował zastosowanie przede wszystkim przy formowaniu naczyń dużych i średniej wielkości, dlatego też względne zwiększenie spoistości ceramiki związane z jego zaniechaniem dotyczy tej właśnie kategorii naczyń, a więc raczej

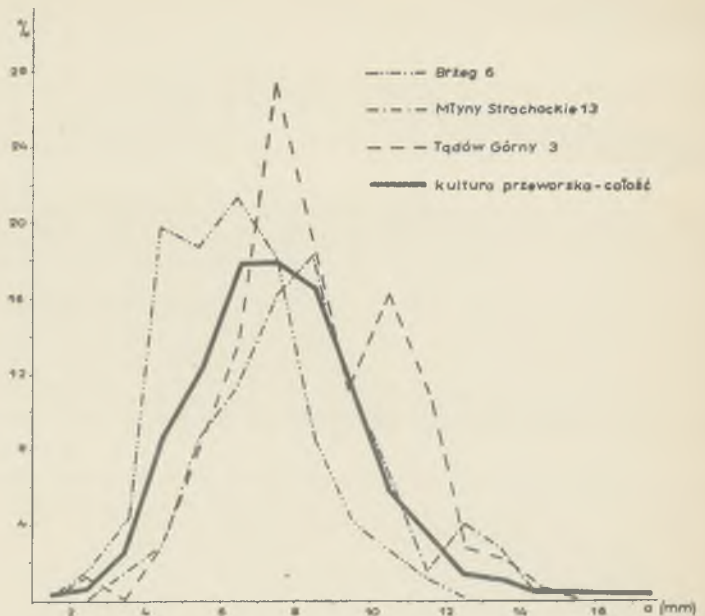
grubościennych ułamków w zbiorze ceramiki powierzchniowej. Wyjaśnia to tendencję do podwyższania się wskaźnika proporcji ceramiki grubościennej w stosunku do wskaźnika obliczanego dla zbiorów o mniejszej grubości ścianek. W rozumowaniu tym jest jednak pewne niedopowiedzenie. Skoro stan rzeczy właściwy ceramice średniowiecznej ustalili się w wyniku zrównania sposobu wytwarzania dużych i małych naczyń, pojawia się pytanie, dlaczego zmienność rozdrobnienia zbiorów tej ceramiki nie jest opisana prawidłowo właśnie równaniem równych proporcji. Przecież jednorodność technologiczna szczególnie dobrze wyjaśnia zgodny z tym równaniem przebieg regresji wskaźnika wagi względem grubości skorup. Łatwiej byłoby się zatem zgodzić na wskaźnik $Wr = Ww/a^3$ dla ceramiki późnośredniowiecznej i na przykład na charakterystykę Ww/a^4 jako miarę rozdrobnienia w zbiorowościach starszych, gdzie można się spodziewać, że spoistość jest mniejsza wśród ceramiki grubościennej. Jedyne wytłumaczenie, jakie się tutaj nasuwa, nie może być niestety wobec braku badań laboratoryjnych poparte żadnym argumentem i wynika wprost ze stwierdzonej niekonsekwencji. Wypada przyjąć, że w wytwórczości ceramicznej istnieją nieznanne czynniki, niezależne od zachodzących w czasie zmian technologicznych, które sprzyjają wzajemnemu oddaleniu się wytrzymałości mechanicznej obu frakcji. Nawiasem dodamy, że do czynników tych nie można zaliczyć krzywizny naczynia, która jest większa u naczyń niewielkich rozmiarów, co tłumaczyłoby raczej tendencję odwrotną do zaobserwowanej.

Należy obecnie odpowiedzieć na ważne pytanie. Czy decydujemy się na jeden wskaźnik wspólny dla wszystkich zbiorowości, czy też wprowadzamy dwie miary rozdrobnienia: Ww/a^3 dla ceramiki pradziejowej i wczesnośredniowiecznej oraz Ww/a^2 dla zbiorów późnośredniowiecznych? Drugie postępowanie jest formalnie bar-

dziej poprawne. Zapewnia ono lepszą wzajemną ocenę rozdrobnienia zbiorów późnośredniowiecznych, szczególnie w wypadkach, kiedy zbiory o zbliżonym rozdrobnieniu różnią się poważnie grubością ułamków. Zastosowanie uniwersalnego wskaźnika — jeśli będzie nim wskaźnik proporcji, a inne możliwości nie wchodzi w rachubę wobec przyjęcia koncepcji jednej miary — może wtedy spowodować zamianę miejsca obu zbiorów na osi rozkładu Wr , a więc zmienić w sposób jakościowy ich wzajemną charakterystykę w obrębie zbiorowości. Przyjęcie wskaźnika proporcji jako wspólnej i jedynej miary rozdrobnienia ma jednak również poważne zalety. Przede wszystkim wskaźnik ten opisuje wprost proporcje ceramiki, a więc niezależnie od wielkości ułamków taki sam wskaźnik dotyczy skorup o takim samym lub bardzo zbliżonym kształcie. Zastosowanie jednego wskaźnika pozwala ponadto na bezpośrednie, wolne od przeliczeń porównywanie zbiorów różnych kultur. Zjawisko nieco wadliwego różnicowania zbiorów średniowiecznych może mieć wpływ na wymowę wskaźnika jako klasyfikatora stopnia zniszczenia stanowisk, praktycznie biorąc, tylko wtedy, gdy zmienione zostaje zaszeregowanie wskaźnika o więcej niż jedną klasę (patrz rozdział następny). Sprawdzono to w odniesieniu do zbiorowości ceramiki późnośredniowiecznej z rejonu Jeziorska. Po zbudowaniu rozkładu $Wr = Ww/a^2$ i dokonaniu podziału kwantylowego, przeliczono powtórnie wszystkie zbiory wg charakterystyki $Wr = Ww/a^3$ i dokonano nowego podziału na taką samą liczbę klas. Na ogólną liczbę 177 zbiorów raz nastąpiła zmiana klasy o dwa przedziały, w 29 wypadkach o jeden, natomiast pozostałe 147 zbiorów nie zmieniło klasy. Wynik ten raczej zachęca do przyjęcia koncepcji jednego wskaźnika, co też czynimy, mając na uwadze wcześniej wymienione zalety takiego rozwiązania.

Wykorzystaliśmy związki między czynnikami wskaźnika proporcji dla jego uzasadnienia jako miary rozdrobnienia zbiorów. Obecnie zastanowimy się nad sposobem, w jaki czynniki te charakteryzują zbiorowości i niektórymi implikacjami tych charakterystyk.

Wróćmy do tabeli 3. Wspomnieliśmy wcześniej, że rozkład średniej grubości skorup przedstawia zmienność gatunkowej cechy zbiorów. Powiemy teraz, że wielkości X , S i V obliczone dla takiego rozkładu dają charakterystykę zbiorowości z uwagi na tę zmienność, są zatem również cechami gatunkowymi, ale tym razem całości powierzchniowego materiału ceramicznego określonej kultury w obrębie jednego z rejonów badań. Zestawienie średnich z rozkładów wskaźnika grubości wskazuje na ostre przedziały międzykulturowe. Jeżeli wartości X uporządkujemy w ciąg malejący, zbiorowości tych samych kultur z obu rejonów ugrupują się parami w kolejności: kultura przeworska, kultura łużycka, wczesne średniowiecze i późne średniowiecze. Prawdopodobieństwo nieprzypadkowości takiego „dwójkowego” ugrupowania, niezależnie od kolejności kultur, jest bardzo duże, wynosi



Ryc. 9. Porównanie rozkładów grubości ułamków ceramiki z trzech zbiorów kultury przeworskiej z rejonu Jeziorska.

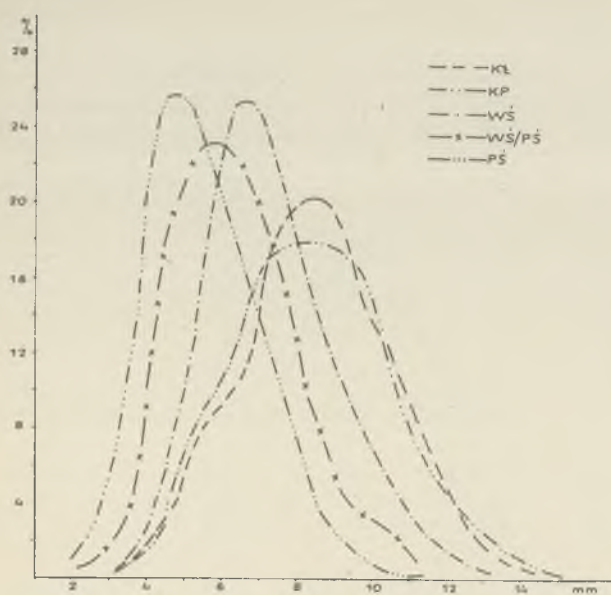
A comparison of the distribution of the thickness of ceramic fragments in three assemblages of the Przeworsk Culture from the Jeziorsko region

nico powyżej 0,99. Niemal równie silne różnice międzykulturowe występują w wartościach odchylenia standardowego, ale kolejność jest tutaj odmienna. Największe rozproszenie danych wykazują zbiory wczesnośredniowieczne, a dalej kolejno: kultury łużyckiej, kultury przeworskiej i ceramiki późnośredniowiecznej. Istotność tego podziału jest wzmocniona rozkładem współczynnika zmienności V , gdzie zbiorowości tych samych kultur powtórnie grupują się parami, choć znów w odmiernej kolejności.

Prawidłowość dotycząca średnich nie wymaga komentarza. Różnice w masywności ceramiki są znanym, choć rzadko formułowanym w ujęciu liczbowym, odbiciem międzykulturowych różnic typologicznych. Nieco inaczej ma się sprawa z informacjami, jakich dostarczają relacje pomiędzy odchyleniami standardowymi a współczynnikami zmienności. Przypomnijmy raz jeszcze, że pomiary, które złożyły się na rozkłady scharakteryzowane w tabeli 3 dotyczą zbiorów. Jedną wydzieloną wartość daje zatem charakterystykę punktu osadniczego z uwagi na jedną z cech (średnia grubość skorup) ceramiki powierzchniowej. Jeżeli zastanowimy się, jakie okoliczności mogą sprzyjać dużemu rozproszeniu danych z wielu punktów osadniczych tej samej kultury, dojdziemy do następujących wniosków:

1. Duża dyspersja względna w rozkładzie, na który składają się pomiary grubości średniej w zbiorach, może być spowodowana małą liczebnością zbiorów. Jest to wtedy wynikiem „błędu postępowania” i nie można uważać V za charakterystykę gatunkową.

2. Jeżeli jedna kultura ma kilka faz rozwojowych,



Ryc. 10. Rozkłady grubości ułamków ceramiki z rejonu Jeziorska
KAK — kultura amfor kulistych, KŁ — kultura lużycka, KP — kultura przeworska,
WŚ — wczesne średniowiecze, WŚ/PŚ — przełom wczesnego i późnego średnio-
wiecza, PŚ — późne średniowiecze.

The distribution of the thickness of ceramic fragments from the
Jeziorsko region

KAK — Globular Amphorae Culture, KŁ — Lusitan Culture, KP — Przeworsk
Culture, WŚ — Early Middle Ages, WŚ/PŚ — Turn of Early and Late Middle
Ages, PŚ — Late Middle Ages

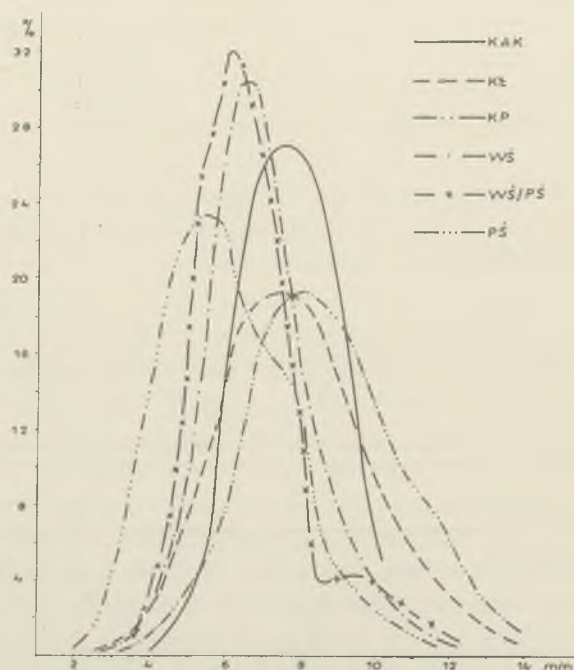
przy czym przeciętna grubość ceramiki z punktów osadniczych każdej fazy ma inne i odległe od siebie średnie, odchylenie standardowe rozkładu dla zbiorowości, w której nie uwzględniono podziałów na fazy, będzie duże. W tym wypadku raczej nie można uważać S za cechę gatunkową zbiorowości.

3. Jeżeli wskaźnik grubości w zbiorach tej samej kultury wykazuje dużą dyspersję, a zastrzeżenia wymienione w dwóch poprzednich punktach nie wchodzą w rachubę, świadczy to o zróżnicowaniu typologicznym ceramiki na różnych stanowiskach tej samej kultury, może mieć powiązanie z odmiennością funkcji tych stanowisk, a co najmniej z odmiennością warsztatu produkcyjnego i stanowi cechę gatunkową zbiorowości.

Na rycinie 9 przedstawione są rozkłady grubości skorup w obrębie trzech stosunkowo licznych (80–180 fragm.) zbiorów ceramiki kultury przeworskiej z późnego okresu rzymskiego w rejonie Jeziorska. Rolę modelu pełni tu narysowany pogrubioną linią rozkład zbiorczy grubości wszystkich skorup kultury przeworskiej z tego rejonu oparty na pomiarze około 1700 fragmentów. Błąd małej liczności i mieszania faz nie wchodzi w rachubę, można więc interpretować różnice pomiędzy średnimi tych rozkładów, a także pomiędzy innymi ich cechami, w sposób wskazany w punkcie 3. Zakres pracy nie pozwala na bliższe zajęcie się tym bardzo interesującym zagadnieniem. Trudno jednak powstrzymać się od uwa-

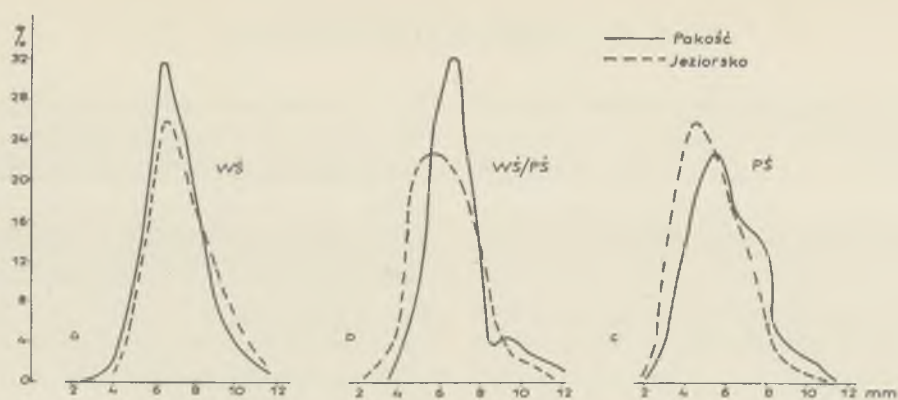
gi, że jeżeli opisany wypadek dotyczyłby stanowisk łączonych na podstawie odpowiednich kryteriów w zespół osadniczy, to informacji, jakich dostarczają takie rozkłady, nie można pominąć w analizie osadniczej, szczególnie w wypadku, kiedy jest ona oparta na rezultatach badań powierzchniowych.

Rozkłady grubości dostarczają innych jeszcze możliwości wnioskowania. Na rycinach 10 i 11 przedstawione zostały w zestawieniu porównawczym wykresy pomiarów grubości wszystkich skorup w zbiorowościach, oddzielnie z każdego rejonu badań. Rycina 12 pokazuje wydzielone z tych wykresów pary rozkładów odnoszące się do wczesnego i późnego średniowiecza oraz do ceramiki datowanej na przełom tych okresów. Wczesnośredniowieczna ceramika w rejonie Pakości odznacza się silnym uniformizmem technologicznym w tym znaczeniu, że istnieje tendencja do nadawania ściankom naczyń w miarę jednolitej grubości (niewielka dyspersja w obrębie rozkładu). Przyjmując, że istnieje zależność pomiędzy grubością ścianek a wielkością naczynia, powiemy, że wymiary wczesnośredniowiecznej ceramiki pakoskiej były mało zróżnicowane. Tendencja ta utrzymuje się na przełomie wczesnego i późnego średniowiecza. Ponieważ obydwa rozkłady nie są względem siebie przesunięte, stabilizacja dotyczy nie tylko zróżnicowania wymiarów naczyń, ale także ich średniej wielkości (ryc. 11). Wczesnośredniowieczna ceramika z rejonu Jeziorska ma charakterystykę bardzo zbliżoną do pakoskiej, a niewielka, widoczna na ryc. 12a, różnica nie jest istotna. Na przełomie okresów



Ryc. 11. Rozkłady grubości ułamków ceramiki z rejonu Pakości.
Distributions of the thickness of ceramic fragments from the Pakość
region

Objaśnienia jak do ryc. 10. — Abreviations as in Fig. 10



Ryc. 12. Porównawcze zestawienie rozkładów grubości ceramiki wczesnośredniowiecznej (a), z przełomu wczesnego i późnego średniowiecza (b), i późnośredniowiecznej (c).

A comparative compilation of distributions of thickness of Early Medieval ceramic (a), from the turn of the Early and Late Middle Ages (b) and the Late Middle Ages (c).

różnica między rozkładami z obu rejonów wyraźnie się jednak pogłębia (ryc. 12b). Chcąc określić kierunek zmian, jakim podlegała ceramika w rejonie Jeziorska, zauważamy, że zwiększonej dyspersji towarzyszy wyraźne przesunięcie dominanty rozkładu ku mniejszym wartościom, co oznacza, że zróżnicowanie ceramiki zwiększyło się na rzecz naczyń cienkościennych (ryc. 10). Zwróćmy obecnie uwagę na rozkłady grubości ceramiki późnośredniowiecznej (ryc. 12c). Rozkład odnoszący się do Jeziorska wykazuje znowu niewielką dyspersję, wraca niejako do wczesnośredniowiecznego kształtu, ale średnia tego rozkładu jest niższa. Wnioskujemy, że „krępy” wykres z przełomu obu okresów był wyrazem przejściowego stanu rzeczy, był uchwyconym na rozkładach „momentem” zmiany technologii. Podobne zwiększenie dyspersji można zaobserwować w rejonie Jeziora Pakoskiego, ale pojawia się ono dopiero w materiale datowanym na późne średniowiecze. Prawa gałąź wykresu lekko się wybrzusza. Przy tej liczbie pomiarów (ponad 600) należy to uznać za wyraz nakładania się na siebie dwóch rozkładów o dość silnie przesuniętych dominantach. Można wykazać, że dominanta rozkładu o wyższej średniej wypada bardzo blisko miejsca, w którym kulminował rozkład odnoszący się do ceramiki z pogranicza okresów. Można zatem przypisać tę komponentę ceramice grubościenną, technologicznie starszą, która akcentuje jeszcze swoją obecność. Dodajmy na koniec, że różnice pomiędzy rozkładami z obu rejonów badań, zarówno w wypadku ceramiki z pogranicza obu okresów, jak i późnośredniowiecznej, mają dużą istotność i w świetle kryteriów rachunku statystycznego nie można ich uznać za przypadkowe. Jeżeli zgodzimy się, że warunkiem umożliwiającym zmniejszenie grubości ścianek było zastosowanie techniki toczenia naczyń na szybkoobrotowym kole garncarskim, połączone z wypałem w atmosferze redukcyjnej, który zapewniał trwałość cienkościennym wyrobom — możemy twierdzić, że te elementy technologii były w rejonie Jeziora Pakoskiego względnie opóźnione w stosunku do innych wyróżników, które

współdecydowały o zakwalifikowaniu zbioru do jednej z sąsiadujących jednostek chronologicznych: przełomu wczesnego i późnego średniowiecza bądź późnego średniowiecza⁸.

Uwagi powyższe, pozornie pozostające na marginesie tematu, zostaną wykorzystane na dalszych stronach, przy interpretacji rozkładów wskaźnika proporcji.

Na zakończenie tego rozdziału omówimy pewną właściwość czynników wskaźnika proporcji, przydatną z praktycznego punktu widzenia. Parametr $A_3 = \overline{Ww}/\bar{a}^3$ może być uważany za oszacowanie średniej rozkładu Wr w danej zbiorowości. Jest to wartość przybliżona, ponieważ w istocie A_3 jest wskaźnikiem proporcji w „średnim zbiorze” i będzie się zapewne nieco różnić od średniej ze wskaźników zbiorów. Z regresji między zmiennymi a i Ww możemy uzyskać oszacowanie odchylenia standardowego w rozkładzie Wr . Jak wiemy, dla punktu P w diagramie korelacyjnym (ryc. 6) mamy:

$$Wr_p = \frac{\Delta y}{x_p^3} + \overline{Wr}.$$

Z przytoczonego wzoru wynika, że poszukiwanym oszacowaniem będzie iloraz: $S(\Delta y) : x^3 = S(\Delta y) : a^3$, gdzie $S(\Delta y)$ jest odchyleniem standardowym zmiennej resztowej, choć znowu operujemy tutaj pojęciem „średniego zbioru”, a ponadto, oszacowanie to będzie tym lepsze, im równanie równych proporcji bliższe będzie równaniu regresji. Widzimy więc, że można w przybliżeniu określić podstawowe cechy rozkładu wskaźnika proporcji: średnią i odchylenie standardowe, dysponując wyłącznie danymi o rozkładach jego czynników. Informacja ta może być przydatna w wypadku potrzeby dokonania analizy materiału ceramicznego na podstawie publikacji zawierającej niepełny zespół danych.

⁸ O nierównomiernym upowszechnianiu się średniowiecznej techniki garncarskiej pisze m.in. KURNATOWSKA 1973, s. 444-446.

III. WSKAŹNIK ROZDROBNIENIA

Przyjęcie wskaźnika proporcji jako miary rozdrobnienia zbiorów ceramiki pochodzących z powierzchni stanowisk ma podstawowe znaczenie dla dalszych wywodów. Zapoznamy się obecnie z właściwościami różnicującymi wskaźnika, badając jego zmienność w obrębie zbiorowości.

Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na pewne ograniczenie. Wykorzystywane dotychczas zbiory danych traktowane były jako próby losowe. W każdym wypadku więc dane te musiały być wystarczająco liczne, by zapewnić wiarygodność wnioskowi dotyczącemu populacji, z których próby zostały wzięte. Toteż dotychczasowe rozważania dotyczyły tylko tych zbiorowości z obu rejonów badań, które były reprezentowane najliczniej. W rozpoznanej części materiału powierzchniowego inne jednostki chronologiczno-kulturowe (poza kulturą łużycką, kulturą przeworską, wczesnym i późnym średniowieczem) reprezentowane były przez niewiele zbiorów o małej na ogół liczebności, nie można więc sprawdzić, czy wnioski wynikające z dotychczasowych analiz mogą być uogólnione. Niekiedy, na przykład w postępowaniu, które wykazało zasadność pominięcia ciężaru właściwego w charakterystyce wskaźnika proporcji, uogólnienie takie zostało dokonane na podstawie założenia, zapewne słusznego, że ceramika składająca się na badane zbiorowości reprezentuje wystarczająco duży zakres zmienności interesującej nas cechy. W innych wypadkach założenie takie nie będzie jednak uzasadnione. Dotyczy to również rozkładów wskaźnika proporcji. Zobaczymy dalej, że rozkłady odnoszące się do odmiennych zbiorowości różnią się znacznie zakresami. Nie mamy żadnych podstaw, aby ceramikę kultur reprezentowanych nielicznie uznać za zbliżoną pod względem podatności na rozdrobnienie do ceramiki innych kultur, reprezentowanych przez dużą ilość zbiorów i w związku z tym ujętych analizą. Ponieważ zakresy rozkładów wskaźnika proporcji są ściśle zależne od podatności na rozdrobnienie, nie możemy uznać żadnego z analizowanych rozkładów za oszacowanie zmienności wskaźnika w zbiorowościach mało licznych. Z podobnych przyczyn zbiorowości tych nie można łączyć w celu uzyskania jednego rozkładu wspólnego. Dotyczy to przede wszystkim kultur neolitycznych, z uwagi na wielkie zróżnicowanie tradycji warsztatu ceramicznego. Ponieważ interpretacja rozkładów wskaźnika proporcji rzutuje wprost na metodę wnioskowania o stopniu zniszczenia stanowisk, ustaleń dokonanych na dalszych stronach nie można odnosić do zjawisk starszych niż wiążące się z kulturą łużycką.

Ryciny 13 i 14 przedstawiają rozkłady wskaźnika proporcji w dziesięciu zbiorowościach z obu rejonów badań. Obok dotychczas analizowanych kultur w zestawieniu uwzględniono ceramikę o nieustalonej chronologii, co zostanie uzasadnione na dalszych stronach.

Wykorzystano dane o zbiorach liczących nie mniej niż cztery ułamki ceramiki. Podstawowe miary położenia i dyspersji każdego rozkładu zebrane są w tabeli 5. Tabela została opracowana po uprzednim pogrupowaniu obliczonych wartości wskaźnika w klasach (wartości środkowe klas : 1,5, 4,5, 7,5...). M oznacza medianę, X — średnią arytmetyczną, S — odchylenie standardowe, V — współczynnik zmienności względnej, n — ilość zbiorów, które złożyły się na rozkład. Wszystkie rozkłady są słabo lub umiarkowanie dodatnio asymetryczne, co wynika z jednostronnego ograniczenia zakresu ($Wr > 0$).

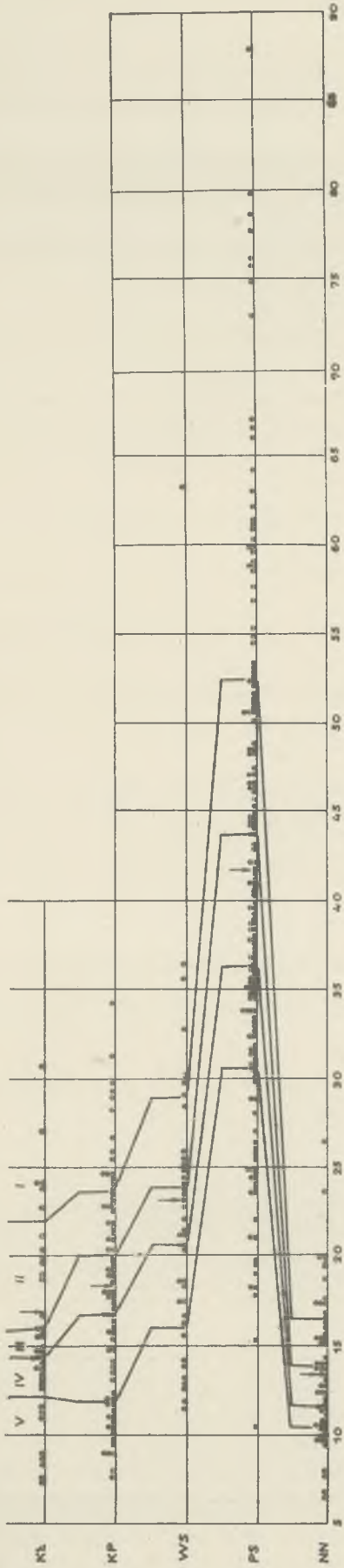
Z danych, które przedstawiono na rysunkach i w tabeli, wynikają dwa wstępne wnioski :

1. Średnie i dyspersja rozkładów wskaźnika proporcji są różne w różnych zbiorowościach z tego samego rejonu.

2. Są one także różne w zbiorowościach o tej samej chronologii, ale pochodzących z różnych rejonów⁹.

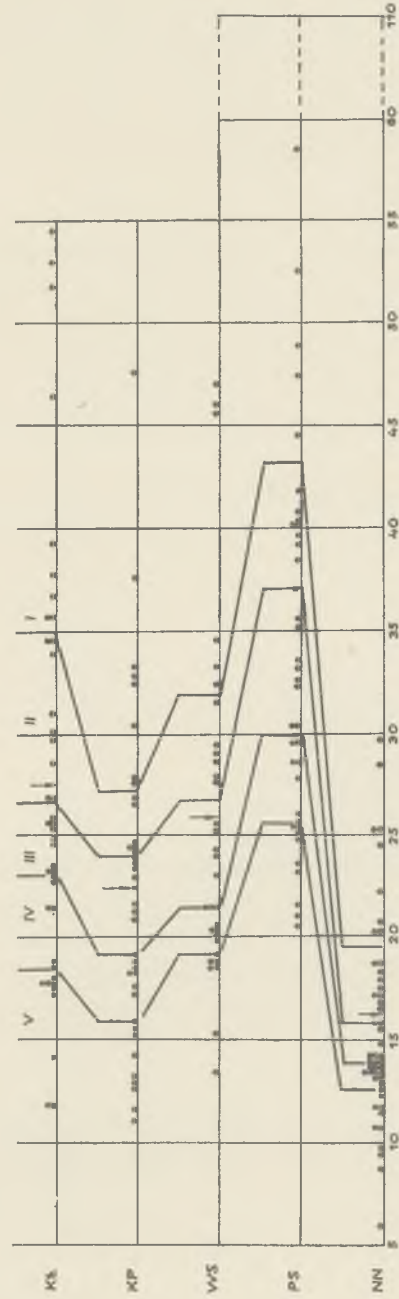
Omówimy kolejno te prawidłowości. W rozkładach z rejonu Jeziorska dostrzec można wyraźną tendencję zwiększania się wartości wskaźnika w miarę przechodzenia od zbiorowości starszych do młodszych. Jest to widoczne zarówno w zmianie wartości średniej, jak i w przesuwaniu się granic zakresów. Dyspersja rozkładów zwiększa się wraz ze wzrostem średniej, co sprawia, że współczynnik zmienności V waha się w niewielkich stosunkowo granicach. W poprzednim rozdziale zwracaliśmy uwagę na wpływ, jaki technologia wywiera na zróżnicowanie rozdrobnienia ceramiki w obrębie zbiorów tej samej zbiorowości i pomiędzy tymi zbiorami. Tutaj dostrzegamy, w jaki sposób odmienności technologiczne różnicują zbiorowości między sobą. Wzrost średniej wartości wskaźnika można wytłumaczyć jedynie zwiększaniem się z biegiem czasu spoistości ceramiki, przy czym skokowa zmiana widoczna w zbiorowości późnośredniowiecznej tłumaczy się najlepiej upowszechnieniem znanych udoskonień technologicznych. Nasuwa się w tym miejscu pytanie, dlaczego podobnej, skokowej różnicy nie obserwujemy pomiędzy rozkładami kultury przeworskiej i z wczesnego średniowiecza, a więc pomiędzy ceramiką lepioną ręcznie i obtaczaną na kole garncarskim. Otóż różnica taka istnieje, ale jest ukryta. Zwróćmy uwagę na rozkład wskaźnika proporcji ceramiki o nierozpoznanej chronologii. Charakteryzuje go duże skupienie danych o bardzo niskich wartościach. Jest to zrozumiałe, ponieważ powierzchnia ułamka ceramiki daje bardziej miarodajne wskazówki do klasyfikacji niż przełom, a więc im mniejsza powierzchnia przy tej samej grubości — lub innymi słowy, im niższy wskaźnik proporcji — tym mniejsza szansa na rozpoznanie. Zasada ta jednak obowiązuje

⁹ Pomijamy wykazanie istotności tych różnic z uwagi na ich oczywistość.



Ryc. 13. Rozkłady wskaźnika proporcji w rejonie Jeziorska — Distributions of the proportion indicator in the Jeziorsko region.

Linie łamane łączą granice tych samych klas Wr . Strzałki wskazują wartości średnie — Broken lines link boundaries of the same classes Wr . Arrows indicate mean values



Ryc. 14. Rozkłady wskaźnika proporcji w rejonie Pakości — Distributions of the proportion indicator in the Pakość region.

Linie łamane łączą granice tych samych klas Wr . Strzałki wskazują wartości średnie — Broken lines link boundaries of the same Wr classes. Arrows indicate mean values

Tabela 5

Zbiorowość		M	X	S	V	n
Jeziorsko	KŁ	14,80	16,83	7,32	43,5	41
	KP	17,90	18,23	6,22	34,2	79
	WŚ	21,40	22,98	9,30	40,5	41
	PŚ	39,60	41,71	14,20	35,0	173
	NN	12,13	13,17	4,13	31,4	69
Pakość	KŁ	25,30	27,43	10,51	38,4	42
	KP	22,00	22,28	7,80	35,0	40
	WŚ	23,50	25,78	8,78	26,3	32
	PŚ	32,90	37,10	14,39	38,7	40
	NN	14,10	16,00	5,54	34,6	51

w mniejszym stopniu, jeżeli dotyczy ceramiki z częstym i powtarzalnym ornamentem oraz właściwymi sobie i nie-trudnymi do dostrzeżenia znamionami technologicznymi, np. obtaczaniem. Na tej podstawie można przyjąć, że znaczna większość ceramiki nierozpoznanej ma metrykę starszą niż wczesnośredniowieczna. Oznacza to, że w większym stopniu „odciążone” z fragmentów silnie rozdrobnionych są zbiory kultur starszych, a średnie rozkładów wskaźnika proporcji tych kultur są względem wczesnego średniowiecza zawyżone. Wyprowadzenie tego wniosku naświetla jedną z przyczyn włączenia do analizy zbiorów ceramiki nierozpoznanej.

W rejonie Pakości rozkłady wskaźnika różnią się wprawdzie średnimi i dyspersją, ale tendencja przesuwania się zakresów w górę skali nie występuje w starszych zbiorowościach, chociaż po uwzględnieniu wpływu ceramiki nierozpoznanej jest wyraźna, począwszy od wczesnego średniowiecza.

Porównując średnie wskaźników proporcji w zbiorach tej samej kultury z obu rejonów badań można zauważyć, że są one na ogół niższe w rejonie Jeziorska. W istocie tylko ze zbiorowościami późnośredniowiecznymi rzecz ma się odwrotnie, ale ponieważ wyjątek obala regułę, spróbujemy wyjaśnić, jakie jest źródło tego odstępstwa. W rozdziale poprzednim omówiono rozkłady grubości ceramiki wczesno- i późnośredniowiecznej. Zwróciliśmy wówczas uwagę na lekko bimodalny rozkład w zbiorowości późnośredniowiecznej z rejonu Pakości wykazując, że w świetle wymowy rozkładów chronologicznie bezpośrednio starszych można go interpretować jako wyraz nałożenia się na siebie dwóch odmiennych technologii. Teraz obserwujemy odbicie tego faktu w rozkładach wskaźnika proporcji. Można przyjąć, że opóźnienie technologiczne późnośredniowiecznej ceramiki pakoskiej i związana z nim stosunkowo znaczna grubość skorup w zbiorowości dały w rezultacie przesunięcie wskaźników w stronę wartości niższych. Można łatwo sprawdzić, że jeżeli przyjmujemy średnią rozkładu grubości w miejscu pierwszej mody, pomijając komponentę grubościenną (ryc. 12c), i obliczymy na tej podstawie wskaźnik proporcji „średniego zbioru”, otrzymamy wartość wyższą niż podobnie obliczony wskaźnik dla późno-

średniowiecznej ceramiki w rejonie Jeziorska. Jest zatem regułą, że zbiorowości o tej samej chronologii mają w rejonie Pakości wyższy wskaźnik średni niż w rejonie Jeziorska.

Na rycinie 13 widać, że wskaźnik o wartości 25,0 obliczony dla kultury przeworskiej w rejonie Jeziorska znajduje się w przedziale najwyższych wartości właściwego sobie rozkładu. Taki sam wskaźnik, jeżeli dotyczy zbioru ceramiki późnośredniowiecznej z tego samego rejonu, jest relatywnie bardzo niski. Obie charakterystyki chociaż równe, nie są równoznaczne. Tym samym proporcjom w obu zbiorowościach odpowiada inny stopień rozdrobnienia. Twierdzenie to jest słuszne, ponieważ możemy założyć, że w obrębie jednego rejonu czynniki powodujące rozdrobnienie oddziałują w tym samym stopniu na wszystkie zbiorowości, a więc różnice w zakresach rozkładów nie mogą być spowodowane selektywnym działaniem tych czynników.

Wskaźnik o wartości 22,5 w rozkładzie kultury łużyckiej z rejonu Pakości jest raczej niski. Taki sam wskaźnik, obliczony również dla zbioru kultury łużyckiej, ale z rejonu Jeziorska, będzie uznany za bardzo wysoki (ryc. 13 i 14). Tym razem jednak nie możemy twierdzić, że rozdrobnienie obu zbiorów jest różne. Przeciwnie, jeżeli nie ma podstaw do przypuszczenia, że obie pokrewne zbiorowości różnią się spoistością ceramiki, uznamy rozdrobnienia za takie same, lecz przyjmujemy, że w rejonie Jeziorska nasilenie czynników sprzyjających rozdrobnieniu jest generalnie rzecz biorąc większe, co tłumaczy wzajemne przesunięcie obu rozkładów. Oczywiście potwierdzenie tego wniosku w rozkładach innych kultur jest warunkiem co najmniej bardzo potrzebnym. Każdy wyjątek zmusza do rewizji założenia, że obie zbiorowości tej samej kultury cechuje zbliżona podatność na rozdrobnienie, a odpowiedni przykład omówiony był nieco wcześniej i dotyczył zakresów wskaźnika ceramiki późnośredniowiecznej.

Dwa wnioski sformułowane na wstępie tych rozważań możemy teraz zapisać w ujęciu interpretacyjnym:

1a. Jeżeli zakresy rozkładów wskaźnika proporcji w różnych kulturach tego samego rejonu są różne, zbiory odmiennych kultur mające taki sam wskaźnik są rozdrobnione w różnym stopniu. Odwrotnie — przy zaistnieniu tego samego warunku z różnicy między wskaźnikami nie wynika różnica rozdrobnienia.

2a. Jeżeli zakresy rozkładów w tych samych kulturach w różnych rejonach są różne, jest to wyrazem odmiennego nasilenia czynników sprzyjających rozdrobnieniu w obrębie każdego z rejonów.

Wniosek 2a zostanie rozwinięty w rozdziale 5. Konsekwencje wynikające z wniosku 1a omówimy poniżej.

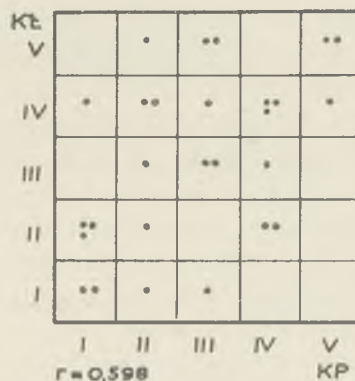
Większość dotychczasowych uwag dotyczyła zbiorów i zbiorowości ceramiki oraz ich wzajemnych związków. Z pierwszego planu zeszło nieco stanowisko archeologiczne. Jeżeli szukamy zależności pomiędzy stopniem

zniszczenia obiektów a rozdrobieniem materiału powierzchniowego, należy przede wszystkim odpowiedzieć na pytanie, czy na stanowiskach wielokulturowych będziemy ustalać relacje pomiędzy stopniem zniszczenia obiektów określonej kultury a wskaźnikiem odpowiedniego zbioru ceramiki powierzchniowej i wnioskować oddzielnie o zniszczeniu tych obiektów, czy też przyjmemy pewien średni wskaźnik, by na jego podstawie określić zniszczenie stanowiska jako całości.

Z wniosku 1a wynika, że wskaźniki zbiorów różnokulturowych nie mogą być porównywane bezpośrednio. Ograniczenie to można usunąć kilkoma sposobami. Przyjmijmy najprostszy, dzieląc każdy rozkład Wr na pięć klas o równej liczebności (granice klas zostały zaznaczone na ryc. 13 i 14)¹⁰. Klasa I grupuje zbiory o względnie najwyższym wskaźniku proporcji, a więc najmniej rozdrobnione: klasa II zbiory o wskaźniku dość wysokim, klasa III o wartościach środkowych itd. Korzyści, jakie wynikają z tego kwantylowego podziału, są oczywiste. Wskaźniki zajmujące zbliżone miejsca w obrębie swoich zakresów wartości znajdują się w takich samych klasach, niezależnie od zbiorowości, z której zostały wzięte. Możemy zatem powiedzieć, że w obrębie danego rejonu rozdrobienie zbiorów, których wskaźniki mają tę samą klasę, jest zbliżone. Trzeba przyznać, że wniosek 2a stwarza tutaj silną pokusę zbudowania rozkładów wspólnych dla zbiorowości tych samych kultur z obu rejonów i wyznaczenia kwantyli na rozkładach połączonych. Wybierzemy jednak postępowanie ostrożniejsze, które nie zmusza do zakładania a priori technologicznej zgodności ceramiki, wprowadzając tej samej kultury, ale pochodzącej z różnych terenów. Ma to taki skutek doraźny, że nie możemy zakładać, iż te same klasy w obu rejonach grupują zbiory o zbliżonym rozdrobieniu.

Odpowiemy teraz na pytanie, czy na stanowiskach wielokulturowych istnieje tendencja przybierania przez wskaźniki proporcji zbiorów poszczególnych kultur zbliżonych wartości względnych, lub inaczej: czy można się spodziewać zbliżonego stopnia rozdrobienia tych zbiorów? Rycina 15 przedstawia korelację klas wskaźnika proporcji między zbiorami kultury łużyckiej i kultury przeworskiej, pochodzącymi z powierzchni tych samych stanowisk. Każdy punkt wskazuje na współwystępowanie na jednym stanowisku zbiorów obu kultur, a położenie punktu wyznacza na osiach klasę Wr każdego zbioru. Można dostrzec, że punkty „ciążą” ku przekątnej, co wskazuje na skorelowanie klas Wr obu zbiorowości. Po obliczeniu współczynnika korelacji można sprawdzić,

na jakim poziomie istotności uzasadnione jest odrzucenie hipotezy o niezależności obu zmiennych. Postępując w ten sposób ze wszystkimi dwójkowymi kombinacjami współwystępujących z sobą kultur (a także zbiorów ceramiki o nieustalonej chronologii), uzyskujemy zestawienie przedstawione w tabeli 6. Liczby w tabeli wskazują na prawdopodobieństwo, z jakim orzekamy, że istnieje ten-



Ryc. 15. Korelacja klas wskaźnika proporcji zbiorów ceramiki kultury łużyckiej (KŁ) i przeworskiej (KP), występujących na tych samych stanowiskach.

Correlation of classes of the proportion indicator of Lusatian Culture ceramic assemblages (KŁ) and of the Przeworsk Culture (KP), appearing on the same sites

Tabela 6

	KP	WS	PS	NN
KŁ	0,98 (27)	0,53 (15)	0,84 (38)	0,95 (32)
	0,99 (17)	0,99 (17)	0,99 (20)	0,99 (27)
KP		0,77 (30)	0,99 (79)	0,99 (50)
		0,99 (15)	0,90 (23)	0,99 (28)
WŚ			0,99 (50)	0,95 (30)
			0,99 (14)	0,99 (16)
PŚ				0,95 (72)
				0,95 (25)

dencja zgodności klas Wr w odniesieniu do każdej analizowanej pary. Górna liczba w każdej komórce odnosi się do rejonu Jeziorska, dolna do rejonu Pakości. W nawiasach umieszczono częstość współwystępowania.

Prawdopodobieństwo to, jak widzimy, jest na ogół bardzo wysokie. W jedenastu wypadkach wynosi 0,99, w sześciu dalszych przekracza 0,90. Tylko dwukrotnie zbieżność klas jest na tyle słaba, że nie można jej uznać za istotną, w jednym zaś wypadku nie ma zbieżności (KŁ—WŚ w rejonie Jeziorska), ale należy zauważyć, że analiza opiera się tu na bardzo małej liczbie danych.

Wyprowadzamy zatem wniosek ogólny, że istnieje tendencja zgodności klas wskaźnika proporcji zbiorów różnych kultur pochodzących z powierzchni tego samego stanowiska. Wyprzedzając nieco tok rozważań, zwróćmy uwagę, że tendencja ta jest warunkiem koniecznym (choć

¹⁰ Postępowanie bardziej prawidłowe polegałoby na dobraniu do każdego rozkładu jednej z krzywych Pearsona (KENDALL 1946) i wyznaczeniu kwantyli przez całkowanie. W naszym jednak wypadku, przy stosunkowo niewielkiej liczbie danych w rozkładach, uzyskane krzywe nie byłyby wiarygodne, a tym samym wskazany sposób grzeszyłby hiperpoprawnością.

nie wystarczającym) twierdzenia, iż stopień zniszczenia obiektów archeologicznych jest skorelowany ze stopniem rozdrobnienia powierzchniowego materiału ceramicznego. Wynika to z faktu, że przedmiotem naszego zainteresowania są stanowiska tzw. płaskie, o słabo rozbudowanej stratygrafii pionowej. Możemy zatem spodziewać się, że proces niszczenia dotyczy w zbliżonym stopniu wszystkich obiektów znajdujących się w danej części stanowiska. Jeżeli przyjmiemy taki punkt widzenia, okaże się, że mieliśmy prawo przewidywać stwierdzoną tendencję, a brak korelacji ściślej tłumaczy się wystarczająco faktem, że różne części stanowiska mogą być niszczone w różnym stopniu i że zasięgi występowania obiektów różnych kultur nie muszą się pokrywać.

Wróćmy teraz do pytania postawionego wcześniej. Wnioskowanie o zniszczeniu obiektów archeologicznych na podstawie średniego wskaźnika obliczonego dla całości materiału ceramicznego z powierzchni stanowiska zyskało teraz na wartości. Skoro istnieje tendencja zgodności wskaźników proporcji zbiorów składających się na całość materiału, to uznając wskaźnik średni za oszacowanie wskaźników cząstkowych, jesteśmy konsekwentni wobec tej tendencji. Tracimy wprawdzie informacje o ewentualnych różnicach w zniszczeniu obiektów odmiennych kultur, ale jeżeli dobierzemy odpowiedni sposób obliczenia średniej, strata ta zostanie zrekomensowana przez ograniczenie informacji mniej wiarygodnych, pochodzących ze zbiorów mało licznych.

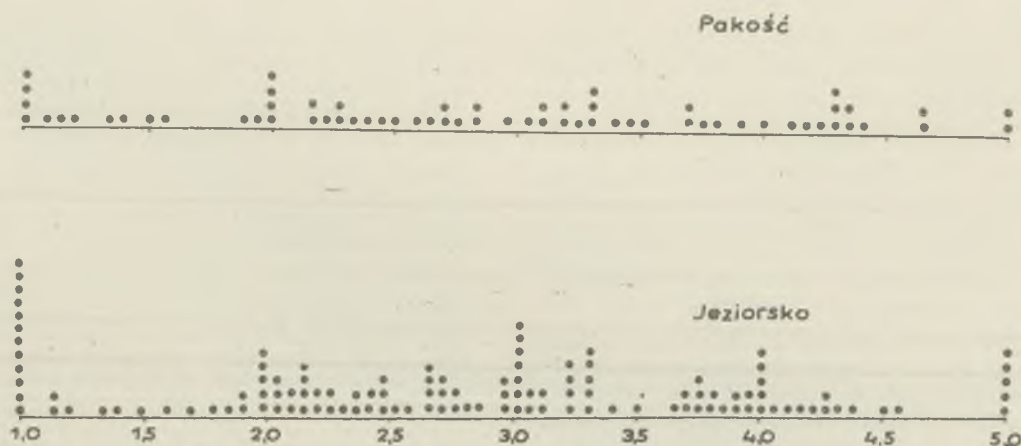
Idąc za tą myślą, za miarę rozdrobnienia materiału powierzchniowego na stanowisku przyjmujemy średnią ważoną klas wskaźnika proporcji poszczególnych zbiorów ceramiki. Wielkość tę będziemy nazywać wskaźnikiem rozdrobnienia:

$$WR = \frac{\sum(f \cdot WR_k)}{\sum f},$$

gdzie WR_k oznacza klasę wskaźnika proporcji w zbiorze, f — liczebność zbioru, a sumowanie rozciąga się na wszystkie zbiory ceramiki powierzchniowej wyróżnione

na stanowisku, jeżeli spełniają one warunek liczebności. W naszych analizach za warunek udziału zbioru w obliczeniu wskaźnika rozdrobnienia przyjęliśmy liczebność co najmniej 3 fragmentów, a ponadto nie obliczano wskaźnika dla stanowisk, na których łączna liczebność wszystkich zbiorów spełniających warunek nie osiągała 20 fragmentów. Ograniczenia te mają zabezpieczać przed uzyskaniem mało wiarygodnego wskaźnika, przede wszystkim z odniesienia do takich stanowisk, na których żaden zbiór nie jest bardzo liczny. W wypadku dużych różnic pomiędzy liczebnościami zbiorów wskaźniki proporcji zbiorów liczniejszych silniej ważą na średniej, co stanowi dalsze wzmocnienie wiarygodności.

W obliczeniu wskaźnika rozdrobnienia biorą udział także zbiory ceramiki nierozpoznanej. W tabeli 6 można dostrzec, że wskaźniki proporcji tych zbiorów są bardzo dobrze, lepiej niż w innych relacjach, skorelowane ze wskaźnikami zbiorów o znanej chronologii. Jest to wyjaśnione faktem, że na zespół ceramiki nierozpoznanej składają się — chociaż nie wiemy, w jakich proporcjach — części zespołów ceramiki kultur wyróżnionych na stanowisku. Można zatem przypuszczać, że klasa wskaźnika proporcji zbioru nierozpoznanego zbliżona jest do średniej ważonej klas dla kultur, które zbiór ten skompletowały, przy czym dla każdego czynnika średniej istotny będzie udział danej kultury w zbiorze ceramiki nierozpoznanej. Wprowadzenie tego zbioru do obliczenia wskaźnika rozdrobnienia ma zatem tę dobrą stronę, że przybliży wynik do wartości, którą wskaźnik by przybrał, gdyby cały materiał był rozpoznany chronologicznie. Ceramika nierozpoznana stanowi zwykle dość pokązaną część całego materiału powierzchniowego (w naszych badaniach, około 20%), a zatem wskazana korekta może mieć istotne znaczenie. Możliwość jej dokonania jest kolejną przyczyną uznania relacji pomiędzy rozdrobnieniem całości materiału powierzchniowego a stopniem zniszczenia wszystkich obiektów za bardziej miarodajną niż oddzielne wnioski w obrębie kultur. Postępo-



Ryc. 16. Rozkłady wskaźnika rozdrobnienia — Distributions of the crumbling indicator

wanie takie pozwala ponadto uniezależnić porównywalność wskaźników rozdrobnienia od stopnia rozpoznania materiału.

Rozkłady WR z rejonów Pakości i Jeziorska przedstawia rycina 16. Liczba danych jest w obu wypadkach mniejsza niż liczba stanowisk; warunek liczebności spra-

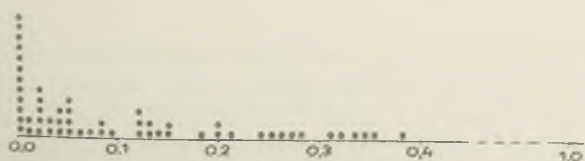
wił, że dla pewnej ich części nie obliczono wskaźnika. Rozkłady są nieregularne. Duże skupienie danych w punktach oznaczonych liczbami całkowitymi wiąże się ze stanowiskami, dla których WR obliczono na podstawie jednego zbioru ceramiki. Wskaźnik rozdrobnienia równy jest wówczas klasie wskaźnika proporcji zbioru.

IV. ZWIĄZEK POMIĘDZY ROZDROBNIENIEM MATERIAŁU CERAMICZNEGO Z POWIERZCHNI STANOWISK A STADIAMI NISZCZENIA OBIEKTÓW

Przedstawiając tezę tego artykułu stwierdziliśmy, że jeżeli założenia metody są słuszne, rozdrobnienie materiału powierzchniowego na powierzchni stanowiska powinno się zwiększać wraz z postępującym procesem niszczenia obiektów. Wskaźnik rozdrobnienia jest miarą pierwszej z tych zmiennych. Ale w celu zbadania interesującej nas zależności potrzebny jest także drugi wskaźnik, opisujący stopień zniszczenia. Należy stwierdzić, że w sytuacji, w której jedynym sprawdzeniem badań powierzchniowych były wykopy sondażowe, nie jest możliwe w pełni poprawne ujęcie takiego wskaźnika. Z uwagi na duże zróżnicowanie konstrukcyjne i funkcjonalne obiektów archeologicznych (szczególnie na osadach), ocena stanu, w jakim się zachowały, może być dokonana jedynie na stanowiskach w pełni rozpoznanych przestrzennie i pod warunkiem znajomości bilansu denudacyjnego. Badania sondażowe ze względu na znikomy obszar, jaki obejmują, nie stwarzają takich możliwości.

W tej pracy za miarę zniszczenia stanowiska przyjmujemy wartość liczby K obliczonej dla wykopu sondażowego. Przypomnijmy, że liczba ta jest określona przez stosunek powierzchni warstwy kulturowej na poziomie stropu podłoża do całej powierzchni obserwowanej. Wskaźnik ten ma kilka zalet. Jest prosty w obliczeniu, ma jasną wykładnię i jest ciągły w przedziale od 0 do 1, co zapewnia dobre właściwości różnicujące. Jego wartość jako miary zniszczenia obiektów wynika z faktu, że zmienia się on jednokierunkowo w miarę postępującej erozji warstwy kulturowej. Zastrzeżenia, jakie budzi, są jednak bardzo poważne. Omówimy je w drugiej części tego rozdziału, tutaj czyniąc uwagę, że na podstawie nielicznych i pozbawionych kontekstu informacji dostarczonych przez wykopy o charakterze sondażowym, nie można, jak się wydaje, sformułować wskaźnika lepszego.

Pierwsza analiza oparta zostanie na wynikach badań



Ryc. 17. Rozkład liczby K z wykopów sondażowych w rejonie Jeziorska — Distribution of number K from probing excavations in the Jeziorsko region

w rejonie Jeziorska. Na 61 stanowiskach tego rejonu wykonano przestrzenne wykopy sondażowe zlokalizowane w miejscach, które na podstawie pola rozrzutu oraz rzeźby terenu uznano za punkty koncentracji źródeł. Dla każdego sondażu, z wyjątkiem kilku wykonanych w terenie pociętym licznymi współczesnymi wkopami, obliczono liczbę K , przy czym w wypadku wykonania kilku wykopów na jednym stanowisku obliczano wspólny dla nich wskaźnik. Rozkład liczby K , przedstawiony na rycinie 17, jest skrócony w stosunku do teoretycznej rozpiętości skali i skrajnie asymetryczny. Asymetria ta stwarza pewną niedogodność przy analizie korelacyjnej, z uwagi na duże skupienie przy skraju rozkładu danych o takich samych wartościach. Dotyczy to przede wszystkim wartości zero, którą przybiera liczba K dla wykopów jałowych. Można rozładować to skupienie zakładając, że brak obiektów w świetle wykopu pozwala na tym pewniejsze odniesienie tej obserwacji do większej części stanowiska, im większa była powierzchnia wykopu. Założenie to może być wykorzystane tylko przy obliczaniu korelacji kolejnościowej, decydujemy się więc na ten rodzaj analizy.

Kolejnym wartościom liczby K można przypisać rangi związane z miejscem, jakie zajmują w rozkładzie. Wartość 0,380 jako najwyższa otrzymuje rangę 1, wartość 0,346 — rangę 2 itd. Wartościom takim samym przypisujemy rangi ex aequo, z wyjątkiem ostatnich jedenastu równych zero. W tej grupie porządkujemy dane zgodnie z założeniem, przypisując najniższą rangę 55 tej liczbie K równej zero, która dotyczy wykopu o największej powierzchni.

W podobny sposób porządkujemy i opatrujemy rangami zbiór wskaźników rozdrobnienia ze stanowisk, na których wykonano wykopy sondażowe. Z każdego stanowiska uzyskaliśmy w ten sposób dwie liczby, wskazujące na miejsca, jakie w obrębie swoich rozkładów zajmują wskaźnik K i wskaźnik rozdrobnienia. Opierając się na nich obliczamy korelację rang obu wskaźników.

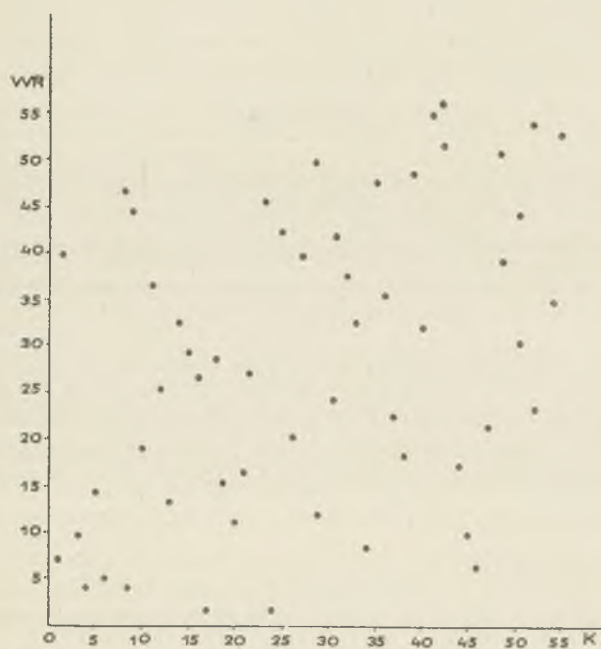
Współczynnik korelacji kolejnościowej Spearmana:

$$r' = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)},$$

gdzie $\sum d^2$ jest sumą kwadratów różnic między odpowiadającymi sobie rangami obu zmiennych, n zaś liczbą

stanowisk uwzględnionych w analizie, wynosi w naszym wypadku 0,3889. Zakładamy hipotezę zerową o nieistnieniu korelacji. Jeżeli hipoteza ta jest słuszna, rozkład wielkości r' z próby ma średnią równą zero i odchylenie standardowe równe $1/\sqrt{n-1}$. Aproxymując ten rozkład standardowym rozkładem normalnym, obliczamy zmienną standardową: $z = r'\sqrt{n-1}$ i odrzucamy hipotezę zerową na poziomie istotności α , jeżeli: $z \leq -z_{\alpha/2}$ albo $z \geq z_{\alpha/2}$. W naszym wypadku: $z = 0,3889\sqrt{55-1} = 2,86$. Wartość ta przewyższa $z_{\alpha/2} = z_{0,005} = 2,58$ (z tablic). Możemy zatem odrzucić hipotezę o nieistnieniu korelacji na poziomie istotności $\alpha = 0,01$.

Mówiąc inaczej, stwierdzamy z prawdopodobieństwem 0,99, że obie zmienne są dodatnio skorelowane. Rycina 18 przedstawia graficzny obraz tego związku.



Ryc. 18. Korelacja wskaźnika rozdrobnienia i liczby K .
Correlation of the crumbling indicator and of number K

Można dostrzec, że punkty rozrzucone w polu diagramu ciągną ku przekątnej. Jest to wyraz wykazanej przed chwilą tendencji zbieżności rang obu zmiennych. Wynik analizy upoważnia zatem do sądu, że w miarę zmniejszania się udziału warstwy kulturowej w obrębie powierzchni stropu podłoża zwiększa się rozdrobnienie powierzchniowego materiału ceramicznego.

Wniosek ten znajduje potwierdzenie w innej analizie, opartej na rezultatach badań w rejonie Pakości. Na 51 stanowiskach wykonano sondáže punktowe, od 1 do 3 na każdym stanowisku. Sondaż taki nie pozwala oczywiście na obliczenie liczby K . Można było jedynie orzec, czy w miejscu wykonania szybiku zachowały się ślady warstwy kulturowej. Wobec przeważających na tym terenie gleb brunatnych i czarnych ziem z ich typowymi profilami oraz z uwagi na bardzo małe pole obser-

wacji ocena budziła niekiedy wątpliwości. W rezultacie na 26 stanowiskach bądź dopatrzono się obecności warstwy kulturowej (w 14 wypadkach), bądź uznano ją za prawdopodobną (w 12 wypadkach). Nie trzeba podkreślać, jak niepewne są informacje pochodzące z wykopów punktowych, jeżeli mają służyć do oszacowania jakiegokolwiek cechy stanowiska. W naszym wypadku oszacowanie to polega na przyjęciu, że na 26 stanowiskach liczba K wynosi lub prawdopodobnie wynosi 1, na pozostałych zaś jest bliska 0. Szacunek ten będzie na pewno niedobry, jeżeli ma dotyczyć większej części stanowiska, natomiast zbliżony zapewne do prawidłowego, jeżeli ograniczymy wnioskowanie do najbliższego otoczenia szybiku, z którego pochodzi informacja. Ponieważ w obu rejonach sondáže wykonywano w miejscach domniemanej kulminacji stanowisk, liczby K obliczone dla Jeziorska i oszacowane dla Pakości można uznać za mniej więcej porównywalne, z tym zastrzeżeniem, że w pierwszym wypadku K jest zmienną ciągłą, w drugim natomiast skokową i może przybierać tylko dwie wartości: 0 i 1.

Tabela 7 przedstawia związek pomiędzy liczbą K a wskaźnikiem rozdrobnienia w rejonie Pakości. Podano

Tabela 7

	$WR \leq 2$	$2 < WR < 4$	$WR \geq 4$	Razem
$K = 1$	11 (7,6)	13 (13,2)	2 (5,1)	26
$K = 0$	4 (7,4)	13 (12,8)	8 (4,9)	25
Razem	15	26	10	51

w niej liczby stanowisk z warstwą kulturową i w nawiasach — stanowisk, na których warstwy kulturowej nie stwierdzono. Stanowiska uwzględnione w kolumnie lewej mają niski wskaźnik rozdrobnienia, w prawej wysoki, w kolumnie środkowej pośredni. Liczby umieszczone w nawiasach wskazują na „oczekiwaną” liczbę stanowisk, które mają jednocześnie cechę danego rzędu i danej kolumny. Jest to rozkład najbardziej prawdopodobny przy założeniu pełnej losowości. Liczby nie ujęte nawiasami to dane rzeczywiste. Można sprawdzić, czy rozkład zaobserwowany odbiega od oczekiwanego w sposób na tyle istotny, aby można było odrzucić hipotezę o losowości rozkładu rzeczywistego. Posłużymy się testem „chi-kwadrat”:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f-e)^2}{e^2},$$

gdzie f i e oznaczają liczebności rzeczywiste i „oczekiwane” danego zjawiska, a sumowanie rozciąga się na wszystkie komórki tabeli. W naszym wypadku suma sześciu czynników χ^2 wynosi 6,924. Liczba ta przewyższa wartość krytyczną dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$, która wobec istniejących tu dwóch stopni swobody wynosi 5,991 (z tablic). Możemy więc z niewielkim (mniej-

szym niż 5% ryzykiem popełnienia błędu twierdzić, że rozkład rzeczywisty zapisany w tabeli 7 nie jest przypadkowy. Informacja ta pozwala na przypisanie istotnego znaczenia łatwej do zauważenia prawidłowości: stanowiska z warstwą kulturową znacznie częściej, niż dopuszcza to założenie o losowości zjawiska, mają bardzo niski wskaźnik rozdrobnienia, natomiast stanowiska o jałowych sondażach częściej wskaźnik wysoki. Powtórnie zatem wykazaliśmy, że wskaźnik rozdrobnienia, zwiększa się wraz ze spadkiem wartości liczby K .

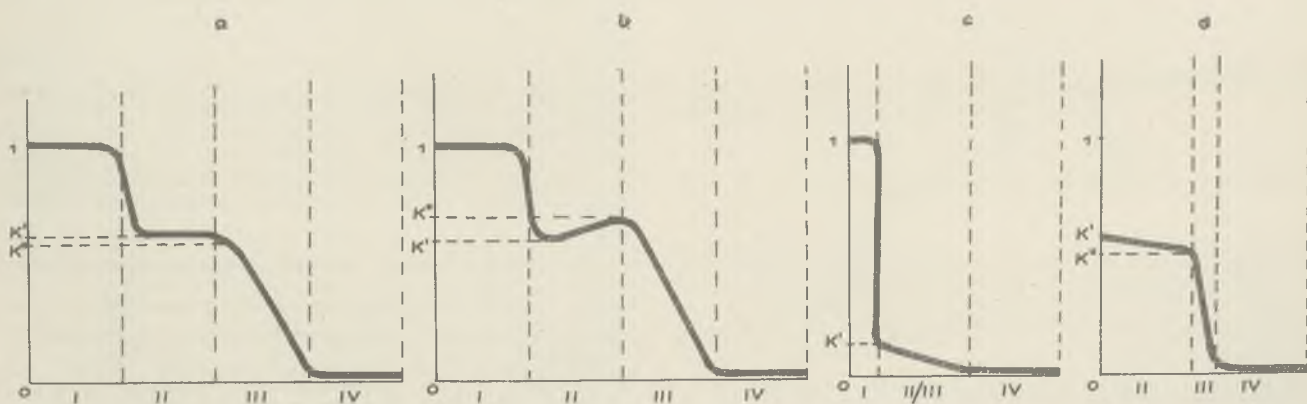
W rozdziale I wskazaliśmy na stadia niszczenia stanowiska, zakładając pewien model zmienności liczby K w stadiach. Przykład tam podany dotyczył osady otwartej, ponieważ ten typ stanowiska pozwalał na pokazanie modelu najbardziej ogólnego, a ponadto w badaniach, które dostarczyły materiałów źródłowych do niniejszej pracy, zdecydowanie przeważał. Należy jednak stwierdzić, że możemy spotkać się z bardzo dużą liczbą wariantów krzywej zmienności. W modelu ogólnym (został on powtórzony na ryc. 19a) widoczne są charakterystyczne punkty załamania krzywej. Odcięte tych punktów wyznaczają granice pomiędzy stadiami niszczenia, rzędne — wartości liczby K w chwili osiągnięcia kolejnych stadiów. Oznaczmy przez K' udział warstwy kulturowej w polu obserwacji bezpośrednio po zniszczeniu warstwy ciągłej (granica I i II stadium) oraz przez K'' — wartość, którą liczba K przyjmuje w chwili całkowitego zniszczenia pierwszych obiektów (granica II i III stadium). Możemy teraz opisać podstawowe warianty krzywej dla głównych typów stanowisk płaskich, podając względne długości trwania poszczególnych stadiów oraz położenie liczb K' i K'' .

1. Osady stałe. W większości wypadków krzywa odnosząca się do tego typu stanowisk powinna przebiegać w sposób zbliżony do przedstawionego na ryc. 19a. Względne długości trwania poszczególnych stadiów będą oczywiście różne, ale trudno założyć tu jakkolwiek prawidłowość. Dość duże jednak na ogół zróżnicowanie

funkcji obiektów i związana z tym różnorodność kształtu i głębokości posadowienia przemawia na rzecz pewnego skrócenia stadium II w stosunku do stadium III. Względna długość trwania IV stadium będzie zależała (dotyczy to także stanowisk innego typu) przede wszystkim od nachylenia i bilansu denudacyjnego stoku. Wielkość K' może być bardzo zmienna. Zależy ona wprost od powierzchni obiektów, które w okresie użytkowania zostały wkopane w podłoże, a więc zarówno od rodzaju budownictwa i sposobu wykorzystania terenu w celach gospodarczych, jak i od łącznego czasu użytkowania osady. W szczególnych wypadkach (niektóre osady długotrwałe oraz stanowiska wielokulturowe) K' może być bliskie lub równe jedności. Ogólnie można się spodziewać, że na stanowiskach omawianego typu K' nie będzie przybierać wartości bardzo niskich. Wielkość K'' będzie na ogół niższa niż K' . Jest to związane z tendencją zwięzania się ku dołowi większości obiektów na stanowisku. Jednakże na glebach o podłożu gliniastym, a także na terenach lessowych, mogą mieć miejsce wypadki przewagi obiektów o kształcie trapezowatym. Wówczas krzywa frekwencji warstwy kulturowej będzie rosła w przedziale II stadium i K'' będzie miało wyższą wartość niż K' (ryc. 19b).

2. Osady sezonowe. Z uwagi na krótki okres użytkowania i związaną z tym niewielką miąższość lub brak warstwy ciągłej I stadium procesu niszczenia tego typu stanowisk będzie co najmniej bardzo silnie skrócone. Mała ilość obiektów wkopanych w podłoże sprawia, że wielkość K' będzie na ogół bardzo mała, a różnicowanie II i III stadium nieuzasadnione (ryc. 19c).

3. Cmentarzyska płaskie. Charakterystyczną cechą stanowisk tego typu będzie w ogromnej ilości wypadków brak ciągłej warstwy kulturowej i związany z tym „brak” I stadium niszczenia. Liczba K' będzie przybierać wartości dość niskie, ale zawsze wyższe od K'' . Należy się spodziewać silnego skrócenia III stadium. Jest to związane ze zbliżoną głębokością posadowienia jednofunk-



Ryc. 19. Modele zmienności liczby K w kolejnych stadiach niszczenia stanowisk

a — osady stałe, b — osady z przewagą obiektów trapezowatych, c — obozowiska, d — cmentarzyska.

Variability models of number K in successive stadia of site destruction

a — permanent settlements, b — settlements with prevailing trapezoidal objects, c — camps, d — cemeteries

cyjnych obiektów. Z tych samych przyczyn względemu wydłużeniu ulega stadium II (ryc. 19d).

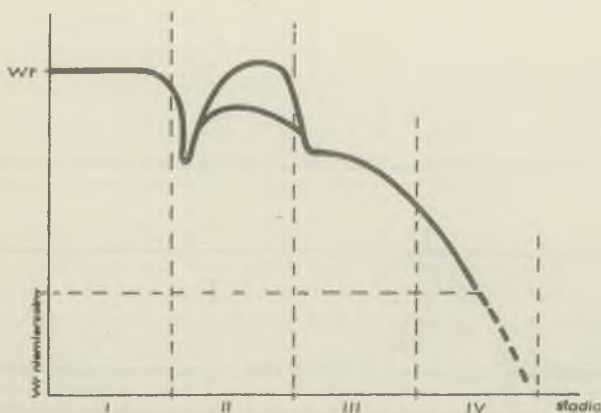
Ten krótki przegląd najbardziej prawdopodobnych wariantów przebiegu zmienności liczby K pozwala na uświadomienie sobie podstawowej trudności, jaka pojawia się, jeżeli chcemy przypisać tej liczbie rolę wskaźnika stopnia zniszczenia. Trudność polega na tym, że w obrębie II i III stadium, a więc w sytuacji, w której znajduje się zdecydowana większość stanowisk mających jeszcze wartość poznawczą, tej samej liczbie K nie musi bynajmniej odpowiadać ten sam stopień zniszczenia. Co więcej, zastrzeżenie to z uwagi na obszerny przedział, w jakim może się zawierać wielkość K' , dotyczy punktów osadniczych tego samego typu w stopniu niewiele mniejszym niż stanowisk o różnej funkcji. W istocie liczba K jednoznacznie różnicuje tylko stanowiska znajdujące się w stadiach I i IV. Jej prawidłowa interpretacja dla pozostałych stadiów powinna zakładać posiadanie informacji o wysokości „prógu”, od którego rozpoczyna się erozja obiektów. „Próg” ten, określony wielkością K' , nie jest znany i, jak się wydaje, nie może być odtworzony, dlatego wartość liczby K jako miary zaawansowania procesu niszczenia w obrębie II i III stadium musi być podana w wątpliwość. Jest to poważny zarzut, jeżeli uświadomimy sobie, że dotyczy większości stanowisk spośród tych, na których można jeszcze prowadzić badania powierzchniowe.

Pojawia się tutaj ważne pytanie. Skoro mamy zastrzeżenia wobec adekwatności liczby K do stopnia zniszczenia obiektów, z drugiej zaś strony stwierdzamy korelację pomiędzy wskaźnikiem rozdrobnienia a tą liczbą, czy nie byłoby rzeczą słuszną ograniczenie propozycji metodycznej i wnioskowanie na podstawie wskaźnika o liczbie K , zadowolając się uzasadnionym domniemaniem, że w pewnych, dość szerokich granicach błędu daje ona jednak pogląd na stopień zniszczenia.

Spróbujemy wykazać, że takie przesunięcie akcentu nie jest uzasadnione. Oprzemy się na wskazanym wcześ-

niej założeniu, z konieczności teoretycznym. Sprawdźmy, korzystając z ogólnego modelu zmienności liczby K , jak powinien się zmieniać wskaźnik proporcji materiału powierzchniowego w miarę postępującej erozji stanowiska. Dla uproszczenia zakładamy, że erozji tej nie towarzyszą nasilone zjawiska stokowe, powodujące przemieszczanie się materiału w obrębie warstwy ornej.

Możemy się spodziewać, że w I stadium niszczenia wskaźnik będzie ustabilizowany, a jego wartość stosunkowo wysoka (ryc. 20). Wynika to z faktu, że procesom powodującym rozkruszanie materiału w warstwie ornej towarzyszy w tej fazie jego ciągle uzupełnianie o stałym i wysokim (maksymalna wartość liczby K) nasileniu. Z chwilą wkroczenia w II stadium wartość wskaźnika proporcji ulega, aczkolwiek z pewnym opóźnieniem, gwałtownemu obniżeniu. Dynamiczna zmiana liczby K powoduje silne zmniejszenie uzupełnienia, gdy tymczasem materiał starszy i bardziej rozdrobniony, a zarazem stosunkowo liczny, silnie akcentuje swój udział w zbiorze. Ta depresja jest jednak przejściowa. Wolno sądzić, że w związku z likwidacją materiału starszego i ustaleniem w warstwie ornej nowej, niższej frekwencji ceramiki pochodnej od wielkości K' wartość wskaźnika proporcji szybko wzrośnie i, nie osiągając pułapu z I stadium, powtórnie zacznie spadać, tym razem jednak znacznie wolniej, zgodnie ze stopniowym w obrębie II stadium zmniejszaniem się wartości K . Jeżeli jednak liczba K ulega stabilizacji albo się zwiększa (gdy przeważają obiekty o kształcie trapezowatym), lub jeżeli istnieje silna tendencja grupowania się materiału ceramicznego w spągowych partiach obiektów, wartość wskaźnika proporcji w obrębie II stadium może nie tylko osiągnąć, ale także przekroczyć pułap ustalony w stadium I. W obu tych wypadkach bowiem mamy do czynienia z przyrostem ilości ceramiki wyorywanej z warstwy kulturowej w jednostce czasu, co powoduje narastanie w całości materiału powierzchniowego udziału fragmentów o niewielkim rozdrobnieniu. Warunki sprzyjające takiej sytuacji mogą mieć miejsce dość często, szczególnie jeśli chodzi o nierównomierną dystrybucję materiału w obrębie obiektów, przypisywanie zatem wskaźnikowi proporcji dobrych właściwości różnicujących między I a II stadium niszczenia nie jest uzasadnione. Zupełnie inaczej przedstawia się sytuacja począwszy od chwili, kiedy erozja stanowiska osiągnie stadium III. Pomijając wypadki szczególne, można przyjąć, że wskaźnik proporcji będzie od tego momentu stale spadał. Pewne wahnięcia może mieć miejsce w pierwszej fazie III stadium w związku z załamaniem się krzywej zmienności liczby K . Załamanie to, będące wyrazem początkowego momentu procesu całkowitego niszczenia obiektów, nie powinno być jednak zbyt silne i związana z nim depresja wskaźnika będzie zapewne, z wyjątkiem niektórych cmentarzysk o daleko posuniętej unifikacji obiektów, płytka i krótkotrwała. W dalszych fazach III stadium systematyczny i coraz



Ryc. 20. Model zmienności wskaźnika proporcji w kolejnych stadiach niszczenia stanowiska.

Variability models of proportion indicators in successive stadia of site destruction

szybszy spadek udziału warstwy kulturowej w polu erozji i związana z tym stała modyfikacja bilansu ceramiki w warstwie ornej na niekorzyść materiału świeżo wyornego znajdzie odbicie w stałym spadku wskaźnika proporcji. Po likwidacji obiektów i wejściu stanowiska w IV fazę niszczenia ustaje dopływ ceramiki na powierzchnię. Wiąże się z tym zwiększenie dynamiki spadku wartości wskaźnika, który po jakimś czasie staje się praktycznie niemierzalny, z uwagi na skrajne rozdrobnienie całego materiału.

Z powyższych uwag wynika ważny wniosek. Wartość wskaźnika proporcji jest bezpośrednio zależna od dynamiki zmian liczby K , a nie od jej wielkości. Wskaźnik przybiera wartości najwyższe, jeżeli materiał zebrany był z powierzchni stanowiska w chwili, kiedy procesom erozyjnym towarzyszył wzrost udziału warstwy kulturowej w polu stropu podłoża; wartości niższe, choć nadal wysokie, dla ustabilizowanej liczby K , wreszcie wartości niskie, jeżeli liczba K zmniejszała się w czasie poprzedzającym uzyskanie zbioru i tym niższe, im spadek frekwencji warstwy kulturowej następował szybciej. Ze zrozumiałych względów nie było możliwości wprowadzenia do rachunku korelacyjnego dynamicznej charakterystyki liczby K . Jeżeli rachunek ten, jak wykazaliśmy, pozwala na stwierdzenie związku pomiędzy wskaźnikiem rozdrobnienia a bezwzględną wartością tej liczby, dzieje się tak dlatego, że kolejne stadia niszczenia stanowisk rozumianych jako zbiorowość charakteryzują się jednocześnie odmiennymi i o coraz niższych średnich zakresami liczby K oraz odmiennymi i o coraz większych nachyleniach spadkami krzywej zmienności tej liczby. Dzięki tej jednoczesności rzeczywisty związek pomiędzy wskaźnikiem proporcji a dynamiką zmian liczb K mógł zostać stwierdzony jako korelacja wskaźnika rozdrobnienia z bezwzględną wartością tej liczby. Jeżeli zatem wskaźnik proporcji różnicuje stopień nachylenia krzywej, to przede wszystkim różnicuje, choć z niejednakową siłą, stadia niszczenia. Na tej podstawie możemy uznać wskaźnik proporcji obliczony dla zbioru danej kultury za porównawczą miarę stopnia niszczenia obiektów o tej samej chronologii, a wskaźnik rozdrobnienia za podobną miarę dotyczącą stanowiska.

Przyjmując model przedstawiony na rycinie 20 stwierdzamy, że wskaźnik proporcji jest wyższy w dwóch pierwszych stadiach procesu niszczenia (z wyjątkiem depresji II stadium), przy czym nie różnicuje w sposób pewny obu tych stadiów. Począwszy od granicy pomiędzy II a III stadium wartość wskaźnika stale maleje w miarę postępującego procesu niszczenia. Ma on zatem właściwości różnicujące nie tylko pomiędzy II i dalszymi stadiami, ale także w obrębie stadiów III i IV, przy czym w odniesieniu do ostatniego stadium interpretacja wskaźnika będzie dotyczyć nie stanu zachowania obiektów, lecz czasu, jaki upłynął od ich niszczenia. Z uwag tych wynika, że właściwości różnicujące wskaźnika proporcji

są umiejscowione w sposób bardzo pożądaný z metodycznego punktu widzenia. W procesie niszczenia stanowisk archeologicznych granica pomiędzy II a III stadium stanowi ważną cezurę jakościową. Jeżeli spojrzymy na stanowisko jako na złożony układ informacji, możemy mówić o naruszeniu podstawy układu po przekroczeniu tej granicy. Zapoczątkowanie procesu całkowitej likwidacji obiektów w zasadniczy sposób zmienia wartość poznawczą stanowiska. Do tej chwili zakres informacji dotyczących jego struktury przestrzennej był jakościowo kompletny, mimo że w wyniku zapoczątkowanej erozji warstwy kulturowej uległ ilościowemu uszczupleniu. Dotychczas naruszonym układem był obiekt, obecnie będzie nim zespół obiektów, a więc układ o wyższym stopniu złożoności. Z uwagi na ocenę wartości poznawczej stanowiska jest to różnica zasadnicza. Początek III stadium wyznacza punkt, od którego musimy się liczyć z koniecznością rekonstruowania przestrzennego układu obiektów. W zasadniczy sposób zwiększa się z tą chwilą niepewność wniosków dotyczących frekwencji osadniczej, stosunków społecznych, zakresu eksploatacji środowiska czy sposobu gospodarowania. Co więcej, dalsza degradacja wartości poznawczej w zaawansowanych fazach III stadium przebiega nierównomiernie. Można się spodziewać, że obiekty o zbliżonej funkcji są z racji podobieństwa kształtu i wymiarów niszczone w czasie sobie bliskim, niejako grupami. Ten niereprezentatywny dobór powoduje, że stosunkowo szybko usuwane są z pola obserwacji, obok poszczególnych elementów układu, także całe ich kategorie. Zjawisko to nie tylko podważa wiarygodność wniosków, ale wręcz uniemożliwia ich formułowanie. Toteż należy uznać za fakt pomyślny, że wskaźnik wydaje się być szczególnie czułą miarą stopnia niszczenia na tym etapie procesu, na którym dokonuje się szybki spadek wartości poznawczej stanowiska.

Wypada nam teraz zwrócić uwagę na pewne nieścisłości obciążające wnioski sformułowane w tym rozdziale. W założeniach, jakie przyjęto badając związek między wskaźnikiem rozdrobnienia a frekwencją warstwy kulturowej, kryło się szereg uproszczeń narzuconych charakterem źródeł lub wynikających z metody prac terenowych, która z uwagi na ratowniczy charakter badań nie była dobrana swobodnie.

Za dolną granicę liczebności zbiorów, dla których obliczano wskaźnik proporcji, przyjęto 3 fragmenty ceramiki. Jest to ilość zbyt mała, aby uznać wskaźnik za wystarczająco wiarygodny. Oczywiście postępowanie takie zostało podyktowane potrzebą oparcia dalszej analizy na danych dostatecznie licznych, ale nie zmienia to faktu, że byłoby lepiej dysponować równocześnie dużą liczbą możliwie licznych zbiorów. Błąd oszacowania, jaki tu popełniono, został przeniesiony na wskaźnik rozdrobnienia obliczany dla stanowisk. Zastosowanie kwantylowego zaszeregowania wskaźników proporcji i wprowadzenie średniej ważonej zmniejsza co prawda

wpływ czynników mniej pewnych, ale daje to w najlepszym wypadku zbliżenie wiarygodności wskaźnika rozdrobnienia do wiarygodności klasy wskaźnika proporcji najliczniejszego ze zbiorów.

Wskaźnik proporcji obliczany jest dla zbioru niepełnego, pomniejszonego o pewną część ceramiki nierozpoznanej. Wspomnieliśmy wcześniej, że wyłączenie tej ceramiki przesuwają rozkłady WR dla kultur w górę skali liczbowej. Podział na klasy i wynikające stąd operowanie względnymi wartościami wskaźnika błęd ten poważnie ograniczyło, podobnie jak uwzględnienie klasy i liczebności zbiorów materiału nierozpoznanego w średniej ważonej klas wskaźnika proporcji. Należy jednak podkreślić, że zabezpieczenie to tylko wtedy byłoby całkowicie skuteczne, gdyby uzasadniony był pogląd, iż na różnych stanowiskach, z każdego zbioru danej kultury zawsze taka sama część, o wskaźniku pozostającym w takim samym stosunku do wskaźnika reszty, zostaje włączona do zbioru ceramiki nierozpoznanej. Jest to nieprawdopodobne, chociażby z uwagi na różną ocenę materiału przez różne osoby dokonujące klasyfikacji.

Inny błąd obciążający korelację wynika z odmiennego zasięgu przestrzennego, w jakim ujmowane były wskaźnik rozdrobnienia i liczba K . Wskaźnik obliczano dla ceramiki pochodzącej z powierzchni całego stanowiska. Liczba K dotyczyła w naszym wypadku wykopów sondażowych o powierzchni wielokrotnie mniejszej. Założenie, że stan rzeczy zaobserwowany w obrębie takiego wykopu jest właściwy całemu stanowisku, nie może być słuszne. Dla korelacji rangowej, którą badaliśmy, wystarczy, jeżeli sondáže będą lokalizowane w taki sposób, aby liczby K z wykopów na dwóch dowolnych stanowiskach miały się do siebie jak liczby K z całych stanowisk. Umieszczając wykopy w miejscach domniemanej koncentracji źródeł, zbliżono się do wypełnienia tego warunku, ale nie oznacza to eliminacji wspomnianego błędu. Na stanowiskach wielokulturowych, a takich była większość w naszych badaniach, błąd ten może zostać ponadto wzmocniony z powodu niepokrywania się stref osadnictwa poszczególnych kultur. Jeżeli wykop sondażowy

ujawni obiekty tylko niektórych kultur, wskaźnik obliczony dla całości materiału oraz liczba K będą dotyczyć nie tylko różnych kategorii przestrzennych, ale także przedmiotowych.

Istnieją wreszcie czynniki zakłócające porównywalność zbiorów ceramiki pochodzących z powierzchni stanowisk, które zajmują w terenie miejsca różniące się podłożem glebowym, nachyleniem i kształtem stoku. To ważne zagadnienie omówione zostanie w rozdziale następnym.

Czy zatem obarczenie założeń tak licznymi nieścisłościami nie stawia pod znakiem zapytania stwierdzonej zależności? Odpowiedź jest prosta. Nie można przyjąć, że błędy te działają każdy z osobna, a tym bardziej wszystkie razem, na korzyść korelacji. W naszym wypadku została ona stwierdzona pomimo, a nie dzięki błędom, którymi obciążone były dane wyjściowe. Nie pomylimy się też zapewne twierdząc, że w wypadku dysponowania w pełni porównywalnymi danymi o dużej wiarygodności stwierdzilibyśmy zależność znacznie silniejszą.

Ujawnienie związku korelacyjnego pomiędzy wskaźnikiem rozdrobnienia a liczbą K stanowi zamknięcie sekwencji dowodowej prowadzonej przez trzy ostatnie rozdziały. W świetle wymowy, jaka nadana została obu wyróżnikom, jest ono równoznaczne z wykazaniem, że istnieje zależność o charakterze prawa statystycznego pomiędzy stopniem zniszczenia stanowiska a wymiernymi cechami powierzchniowego materiału ceramicznego. Tym samym jest uzasadniona metoda wnioskowania na podstawie tych cech o stopniu zniszczenia. Zarazem jednak zastrzeżenia podniesione w ostatnim ustępie nasuwają przypuszczenie, że metody tej nie można opracować z pominięciem wpływu tych czynników zewnętrznych, które modyfikują zależność i czynią ją niejednoznaczną. Pewne z nich, związane ze sposobem prowadzenia badań terenowych, są stosunkowo łatwe do wyeliminowania. Bliższego omówienia wymagają natomiast te czynniki, które warunkując w naturalny sposób proces niszczenia stanowisk, mogą zarazem bezpośrednio wpływać na wskaźnik rozdrobnienia.

V. ZWIĄZEK POMIĘDZY WYRÓŻNIKAMI STOPNIA ZNISZCZENIA STANOWISK A NIEKTÓRYMI CZYNNIKAMI EROZJI

Jeżeli zgodzimy się, że degradacja warstwy kulturowej na stanowisku jest spowodowana przede wszystkim działaniem pługa rekompensującego kosztem podłoża ubytki warstwy ornej, należy uznać erozję gleby, w wyniku której ubytki te powstają, za podstawową przyczynę niszczenia stanowisk. Zjawisko erozji jest przedmiotem bezpośredniego zainteresowania dwóch dyscyplin: geomorfologii i gleboznawstwa, przy czym każda ujmuje zagadnienie z innego punktu widzenia. Geomorfologia traktuje erozję gleb jako jeden z elementów całokształtu procesów stokowych i bada ją w kontekście historycz-

nego rozwoju stoku. Ujęcie gleboznawcze ze zrozumiałych względów eksponuje czynnik praktyczny — ujemny wpływ zjawiska na użyteczność rolniczą gleby i sposoby zabezpieczenia się przed nim. W istocie jednak na wielu odcinkach metody badań obu dyscyplin są zbliżone, a wnioski pokrywają się z sobą¹¹.

Nasze spojrzenie zbliża się do ujęcia geomorfologicznego. Stan zachowania obiektów archeologicznych jest pochodną procesu erozji jako zjawiska o długim czasie

¹¹ DORYWALSKI 1955, s. 34.

trwania. Jego aktualne nasilenie, a także ocena podatności erozyjnej terenu są ważne na przykład dla racjonalnego planowania konserwatorskich badań inwentaryzacyjnych czy ratowniczych, ale w mniejszym stopniu objaśniają dotychczasowy przebieg procesu, który z interesującego nas punktu widzenia obejmuje okres od kilku do kilkudziesięciu stuleci. Zarazem jednak istnieje wiele przesłanek, aby traktować erozję gleb dzisiejszych, odsłoniętych na dużych przestrzeniach, silnie wyeksploatowanych, ukształtowanych przez głęboką orkę i nowoczesne sposoby kultury — jako szczególnie intensywną. Aczkolwiek wzmożoną denudację stoków można synchronizować z szeregiem zjawisk dawnych, takich jak zanik lasów w warunkach klimatu peryglacjalnego, stopowienie w okresach suchych, czy wreszcie wylesienie dokonane przez człowieka w czasach prahistorycznych i podjęcie przez niego gospodarki rolnej¹², to jednak proces ten spotęgował się stosunkowo niedawno i zapewne nadal się nasila. Przyjęcie takiego stanowiska prowadzi do uznania gleboznawczej charakterystyki erozji potencjalnej jako wysoce miarodajnej dla próby wyjaśnienia obserwowanego stanu zachowania obiektów archeologicznych.

Działanie procesów stokowych sprowadzić można do dwóch kierunków: prostopadłego i równoległego do stoku. Czynnikiem pierwszy to przede wszystkim wietrzenie i namywanie, dzięki czemu rośnie na stoku grubość warstwy luźnej. Czynnikiem drugi to denudacja produktów wietrzenia, ich przemieszczenie się w dół stoku pod działaniem sił grawitacyjnych. Wzajemny stosunek obu procesów: akumulacji i denudacji, decyduje o dynamicznej charakterystyce stoku lub jego odcinka¹³. Jeżeli denudacja przeważa nad akumulacją, stok charakteryzuje się bilansem dodatnim i jest degradowany. Stok o przewadze akumulacji ma bilans ujemny i podlega agradacji. Stoki dojrzałe, przekształcone w warunkach klimatu peryglacjalnego i w holocenie, mają najczęściej profil wypukłokłęsły. Bilans denudacyjny takiego stoku nie będzie jednakowy na całej długości. W części górnej, wypukłej zachodzi degradacja, w części dolnej, wklęsłej następuje odkładanie produktów wietrzenia oparte na lokalnej bazie denudacyjnej. W otoczeniu miejsca zmiany z formy wypukłej na wklęsłą znajdzie się strefa, której bilans denudacyjny jest równoważny.

Wśród czynników wyzwalających procesy denudacyjne na stoku podstawowe znaczenie na terenach Polski ma erozja wodna gleby¹⁴. Wyłączając erozję podziemną (sufozję), która występuje lokalnie i ma zasięg ograniczony przede wszystkim do gleb pylastych, erozja wodna wywołana jest bezpośrednio przez wody opadowe i może

występować w formie spływania lub splukiwania wierzchniej warstwy gleby¹⁵. Zjawisko spływu zachodzi głównie na polach uprawnych, na glebach pyłowych lub na drobnoziarnistych piaskach pylastych o małej lub czasowo ograniczonej przepuszczalności. Następuje wówczas przesylenie wodą warstwy powierzchniowej i powstanie strumieni błotnych lub ziemnych. Transportowany materiał odkłada się u podstawy stoku w formie stożków lub wachlarzy koluwalnych. W Polsce zjawisko spływania gleby obserwowane bywa przede wszystkim na terenach lessowych, najczęściej na wiosnę w czasie rozmarzania pokrywy śnieżnej. Strumienie, a niekiedy całe ławy błotne, spływają wówczas po przemarzniętym i całkowicie nieprzepuszczalnym podłożu. Szczególnie niebezpieczne jest szybkie tajanie śniegów bezpośrednio po fali mrozów, połączone z deszczami wiosennymi¹⁶.

Splukiwanie jest zjawiskiem o mniejszej intensywności, ale występującym powszechnie i znacznie częściej¹⁷. W okresie wczesnowiosennym proces splukiwania wiąże się na ogół z powolnym topnieniem śniegów, w innych porach roku wywołują go opady. Kiedy natężenie deszczu jest większe niż szybkość wsiąkania wody, jej nadwyżka zaczyna płynąć po zboczu, unosząc z sobą drobniejsze cząstki glebowe¹⁸. Jest to splukiwanie powierzchniowe. Na długich zboczach zjawisko kumuluje się, drobne strużki łączą się w większe, zmniejsza się ich ilość i zwilżany przekrój, ale znacznie zwiększa szybkość spływającej wody. W dolnych, oddalonych od wododziału partiach stoku tworzą się bruzdy i wąwozy. Ten typ erozji nosi nazwę splukiwania liniowego lub bruzdowego. Transportowany materiał osadzany jest częściowo wzdłuż zbocza, a w przewadze w dolnej części stoku o ujemnym bilansie denudacyjnym. Materiał ten zostaje rozsortowany. Frakcje grubsze osadzają się najwyżej, części drobnoziarniste, spławialne i koloidalne są transportowane najdalej, w pobliżu bazy denudacyjnej stoku¹⁹.

Procesy charakterystyczne dla splukiwania powierzchniowego mogą według niektórych autorów pojawiać się już na stokach o nachyleniach bardzo niewielkich (rzędu 1°)²⁰. Zachodzą one na wszystkich typach gleb, nasilają się kilkakrotnie w ramach rocznego cyklu klimatycznego i w warunkach klimatu umiarkowanego są właściwie powszechne. Ten czynnik denudacyjny został zgodnie uznany za podstawową przyczynę erozji gleb w Polsce.

W kontekście naszych rozważań będzie rzeczą interesującą zapoznanie się z wyborem danych ujmujących ilościowo zjawiska erozji powierzchniowej. Niewąt-

¹⁵ KLIMASZEWSKI 1966, s. 142–155.

¹⁶ RENIGER 1955, s. 39 n.

¹⁷ KLIMASZEWSKI 1966, s. 142–153.

¹⁸ FIGUŁA 1955, s. 112.

¹⁹ Zjawisko to zostało opisane jako selektywna erozja gleby (JAHN 1968).

²⁰ DOBRZAŃSKI, MALICKI, ZIEMNICKI 1953, s. 28.

¹² JAHN 1954, s. 290; MARUSZCZAK 1968, s. 80, 81, 83; KŁATKA 1958.

¹³ JAHN 1954, s. 41–44.

¹⁴ RENIGER 1950; RENIGER, ZIEMNICKI 1952.

pliwie najbardziej miarodajnym źródłem dla wyrobienia sobie poglądu o wpływie procesów erozyjnych na stan zachowania obiektów archeologicznych są dane o bezwzględnych wartościach denudacji, zebrane z możliwie długiego okresu i dotyczące form terenowych, faworyzowanych zwykle przez osadnictwo. Niestety, informacji takich nie ma wiele, a ponadto cechuje je silna dysproporcja regionalna. Zainteresowanie erozją gleb zapoczątkowane zostało w okresie międzywojennym obserwacjami dotyczącymi lessów i do dnia dzisiejszego większość badań skupia się na tych terenach. Jest to zrozumiałe, jeśli się zważy użyteczność rolniczą gleb lessowych, a zarazem ich dużą podatność na erozję. Jednocześnie jednak taki stan rzeczy utrudnia prawidłową ocenę zagrożenia stanowisk na terenach niżowych.

Pierwsze w Polsce badania omawianego rodzaju przeprowadzono w latach dwudziestych na stokach pól lessowych w okolicach Lwowa²¹. Porównując plany wysokościowe stwierdzono, że w ciągu 50 lat rzędna terenu grzbietowych i środkowych partii niektórych stoków uległa obniżeniu około 25 cm. Jednocześnie u podstawy stoków nastąpił przyrost rzędnej dochodzący lokalnie do 40 cm. Niektóre późniejsze informacje potwierdzają te dane, wskazując na denudację stoków lessowych od 4 do 5 mm rocznie. Na lessach w dolinie Oławy średnia denudacja roczna wynosiła 3,08 mm, kształtując się w zależności od nachylenia stoku od 2,04 mm (nachylenie 3°) do 4,2 mm (nachylenie 10°–12°)²². W tym samym rejonie jednak zanotowano w ciągu zaledwie miesiąca intensywne opadów denudację blisko 50 mm (stok o nachyleniu 5°)²³. Podobne obserwacje poczyniono na Wyżynie Lubelskiej, gdzie jednorazowe zmywy osiągały 400 ton gleby z hektara²⁴. Przy ciężarze objętościowym gleb pyłowych²⁵ w granicach 1,0–1,7 g/cm³, obniżenie powierzchni terenu w czasie jednej ulewy wyniosło 24–40 mm!

Dane o wielkości denudacji gleb nielessowych są bardzo nieliczne i raczej trudno porównywalne. Na ogół potwierdzają one pogląd o kilkakrotnie mniejszych stratach na glebach gliniastych i piaszczystych, ale rozbieżności są bardzo duże. Badania prowadzone na glebach piaszczysto-żwirowych na Dolnym Śląsku, w warunkach występowania spłukiwania liniowego, pozwoliły na oszacowanie średniej denudacji rocznej na 1,6 mm²⁶. Na gliniastych glebach terenów podgórskich stwierdzono denudację poniżej 1,0 mm, a tylko na niektórych, silnie nachylonych zboczach straty roczne osiągały tę wartość²⁷.

Jednocześnie jednak spotykamy się z badaniami, których rezultaty trzeba uznać za alarmujące. Na Dolnym Śląsku określono denudację wieloletnią na 9-hektarowym polu (obejmującym cypel wysoczyzny, jego stok i podstawę oraz sąsiednią dolinkę denudacyjną) o średnim nachyleniu 7% i zróżnicowanej charakterystyce glebowej: od ciężkich glin pylastych po mocne szczyrki na podłożu piaszczystym. Porównano z sobą dwa szczegółowe plany sytuacyjno-wysokościowe wykonane w odstępie 30 lat. Stwierdzono, że na stokach i grzbiecie cypla teren uległ obniżeniu średnio o 48 cm, przy czym w miejscach szczególnie eksponowanych degradacja dochodziła do 1 m²⁸. Średnia denudacja roczna wyniosła zatem 16 mm! Z wyjątkiem niekorzystnego sposobu orania pól (wzdłuż stoku) i dużej na ogół plastyczności gleby, nie ma powodu, aby badany teren uznać za szczególnie podatny na erozję. Topografią tego miejsca wykazuje cechy wybitnie sprzyjające osadnictwu, dlatego też trudno powstrzymać się od uwagi, że podnoszone coraz częściej głosy o skrajnym zagrożeniu stokowych stanowisk archeologicznych mają uzasadnienie nie tylko w odniesieniu do terenów lessowych.

Erozja powierzchniowa jest funkcją bardzo skomplikowanego współdziałania wielu czynników²⁹. Po pewnym zgeneralizowaniu można je pogrupować następująco: a) czynniki wywołujące procesy erozyjne, przede wszystkim opady; b) rzeźba terenu; c) właściwości fizyczne i chemiczne gleby; d) pokrywa roślinna i gospodarcza działalność człowieka. Jeżeli wyłączymy tereny górskie, gdzie roczna suma opadów jest znacznie wyższa niż w pozostałej części kraju, można uznać pierwszy z tych czynników za ustalony dla ziem polskich. Również czynnik ostatni nie będzie wykazywał dużej zmienności, jeśli przedmiotem rozważań będą tereny rolnicze, na których nie wykonywano specjalnych zabiegów przeciwoerozyjnych. Oba uproszczenia są w naszym wypadku uzasadnione. Rejony badań mają zbliżone średnie wieloletnie opadów rocznych, a przedmiotem analizy są stanowiska archeologiczne położone w obrębie pól uprawnych. Toteż rozwijając temat tego rozdziału będziemy odnosić nasze wnioski do oceny erozji potencjalnej opartej na dwu pozostałych czynnikach: charakterystyce stoku i rodzaju gleby. Ograniczenie takie jest zresztą zgodne z opinią części gleboznawców, którzy uważają, że wprowadzenie do oceny podatności na erozję innych przesłanek, poza typem gleby i nachyleniem terenu, jest przy obecnym stanie wiedzy przedwczesne³⁰.

Pierwszą klasyfikację ziem polskich z uwagi na zagrożenie erozją opracowała bezpośrednio po wojnie A. Reniger³¹. Klasyfikacja ta została w latach pięćdziesiątych zgodnie uznana za podstawę dalszych studiów

²¹ BAC 1928, s. 489.

²² RACZKOWSKI 1958, s. 360, dane dotyczące zmywu bruzdowego.

²³ RACZKOWSKI 1958, s. 364.

²⁴ RENIGER 1959, s. 632.

²⁵ BUCKMANN, BRADY 1971, s. 48.

²⁶ RACZKOWSKI 1958, s. 360.

²⁷ GERLACH 1966, s. 67.

²⁸ HLIBOWICKI 1955.

²⁹ RENIGER 1950, s. 8; BUCKMANN, BRADY 1971, s. 201.

³⁰ STRZEMSKI, SIUTA, WITEK 1973, s. 102.

³¹ RENIGER 1950.

erozyjnych w Polsce i do dzisiaj nie straciła aktualności. Niestety, z naszego punktu widzenia ten spójny i dobrze uzasadniony system ma zasadniczą wadę. Skala przedsięwzięcia — stworzenie mapy zagrożenia terenów całej Polski — narzuciła stosunkowo dużą jednostkę przestrzenną, w obrębie której oceniane były czynniki erozji. W granicach takiej jednostki (kwadrat o boku 15 km) jedynie na terenach górskich średnie nachylenie stoku przekracza 8° . Stąd stoki o takim i większym nachyleniu są przedmiotem klasyfikacji tylko w zestawieniu z górkimi typami gleb. Innymi słowy: klasyfikacja A. Reniger nie może być stosowana do oceny podatności erozyjnej poszczególnych stoków, które w terenie, ogólnie biorąc, równinnym mogą osiągać lokalnie duże spadki. Toteż dla określenia stopnia zagrożenia stanowisk archeologicznych wygodniejsza jest inna klasyfikacja, którą przedstawia tabela 8.

Tabela 8

Grupa gleb	Nachylenie terenu				
	3°	$3-6^\circ$	$6-10^\circ$	$10-15^\circ$	pow. 15°
Stopnie zagrożenia erozją					
1	0-1	2 (+)	3 (+)	4 (+)	5 (+)
2	0-1	1-2	2-3 (+)	3-4 (+)	5 (+)
3	—	0-1	2	3 (+)	4-5 (+)
4	—	0-1	1-2	2-3	3-5 (+)

Wg STRZEMSKI, SIUTA, WITEK 1973, s. 103

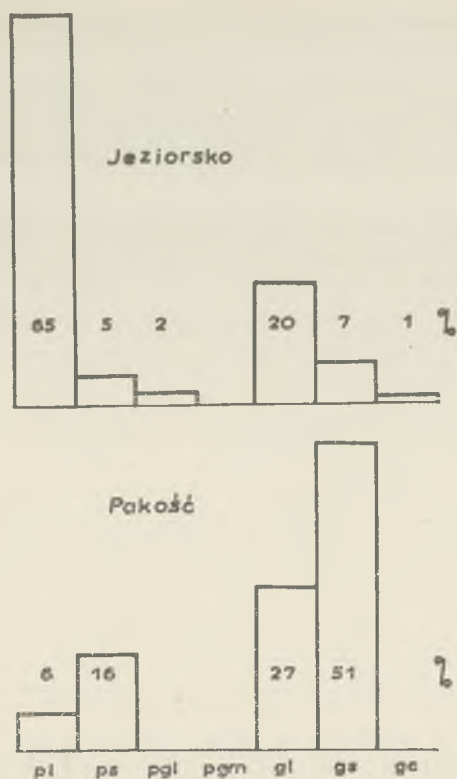
W tabeli grupy gleb ponumerowane są zgodnie z następującą skalą: 1 — wszystkie gleby lessowe i lessowate, w tym również czarnoziemy i lekkie gleby pyłowe; 2 — gleby rędzinowe ze szczególnym uwzględnieniem rędzin kredowych; 3 — piaski gliniaste lekkie i piaski gliniaste mocne, pylaste oraz gleby, których poziomy powierzchniowe mają skład lekkich gleb pylastych; 4 — piaski gliniaste mocne, niepylaste, gleby gliniaste różne (z wyjątkiem wspomnianych w poprzedniej grupie), gleby ilaste i nierędzinowe gleby szkieletowe. Czarne ziemie zaliczane są do poszczególnych grup w zależności od składu mechanicznego, natomiast pozycję piasków luźnych i słabo gliniastych uznaje się za trudną do ustalenia. Stopnie zagrożenia erozją podane są według skali pięciostopniowej, poczynając od erozji słabej (1) do bardzo silnej (5). Możliwość wystąpienia erozji brzdowej oznaczono znakiem +.

Przejdziemy teraz do analiz opartych na materiałach źródłowych. Rozkład liczby K z wykopów sondażowych w rejonie Jeziorska jest rozkładem J-kształtnym, dominującym w zerowym punkcie skali (ryc. 17). Zbudowanie porównywalnego rozkładu na podstawie danych z badań pakoskich nie jest możliwe, ponieważ informacje pochodzące z sondaży punktowych nie pozwalają na ujęcie wartości liczby K w skali ciągłej. Można natomiast oszacować średnią liczbę K dla rejonu Pakości, wycho-

dząc z założenia, że udział warstwy kulturowej w łącznej powierzchni wykopów przestrzennych, jakie można by założyć wokół szybików, odpowiada w przybliżeniu liczbowemu stosunkowi sondaży punktowych, w których warstwa ta wystąpiła, do ogólnej liczby wykonanych sondaży, jeżeli pomyślane wykopy przestrzenne byłyby jednakowej wielkości. Takie postępowanie pozwala uzyskać dwa oszacowania średniej liczby K w zależności od oceny, jaka zostanie przypisana informacji o „prawdopodobnym istnieniu warstwy kulturowej” w sondażu punktowym (patrz rozdział poprzedni). Oszacowania te wynoszą 0,27 i 0,52 i można je uznać za graniczne wartości „prawdziwej” średniej. W rejonie Jeziorska średnia liczba K obliczona na podstawie danych z wykopów przestrzennych wynosi 0,11. Różnica jest więc wyraźna i może świadczyć zarówno o większym zniszczeniu stanowisk w rejonie Jeziorska, jak i o intensywniejszym osadnictwie w rejonie Pakości. Analiza rozkładów wskaźnika proporcji w poszczególnych zbiorowościach ceramiki powierzchniowej wykazała, że rozdrobnienie materiału jest w każdym wypadku większa w rejonie Jeziorska. Należałoby się zatem przychylić do pierwszej ze wskazanych możliwości. Sąd taki dobrze się tłumaczy przypisanymi wskaźnikowi proporcji właściwościami różnicowania zbiorów ceramiki z uwagi na stopień zniszczenia stanowisk, toteż w świetle dotychczasowych naszych ustaleń taka jednoznaczna interpretacja wydaje się w pierwszej chwili uzasadniona.

Otóż istnieją przesłanki, aby opinię tę podać w wątpliwość. Omówione wcześniej czynniki erozji w oczywisty sposób warunkują niszczenie obiektów archeologicznych. Jeżeli zgodzimy się, że rozdrobnienie materiału ceramicznego na powierzchni stanowiska jest zależne od stopnia zniszczenia obiektów, tym samym jest ono zależne od czynników erozji. Zależności te można sprawdzić i zrobimy to w dalszej części rozdziału. Pytanie, które się pojawia i w którym kryje się poważna groźba dla metody, brzmi następująco: czy czynniki erozji wpływają na stopień rozdrobnienia materiału powierzchniowego we wskazany wyżej pośredni sposób a rozdrobnienie zależne jest bezpośrednio wyłącznie od dynamiki zmienności liczby K , a więc wyłącznie od stopnia zniszczenia obiektów; czy też obok tej zależności istnieją jeszcze inne, wiążące rozdrobnienie materiału wprost z czynnikami erozji? Jest oczywiste, że istnienie takich bezpośrednich zależności utrudniłoby uznanie wskaźnika rozdrobnienia za jednoznaczną miarę stopnia zniszczenia stanowisk.

W rozdziale niniejszym sprawdzimy, w jakim stopniu różnice między archeologicznymi wyróżnikami stopnia zniszczenia (liczbą K , wskaźnikiem proporcji, wskaźnikiem rozdrobnienia), obserwowane w obrębie każdego z rejonów i pomiędzy nimi, znajdują uzasadnienie w odpowiedniej zmienności najważniejszych czynników erozji: rodzaju gleby oraz kształtu i nachylenia stoków.



Ryc. 21. Charakterystyka podłoża glebowego w obrębie stanowisk.
A characteristic of the soil substratum within sites

W pierwszej kolejności zbadamy zależność wskaźnika rozdrobnienia i liczby K od warunków glebowych. Jako zmienną wprowadzimy do analizy skład mechaniczny gleby w obrębie stanowiska archeologicznego, w granicach wyznaczonych zasięgiem pola rozrzutu materiału powierzchniowego. Cechę tę odczytywano z genetyczno-przyrodniczych map glebowych w skali 1:5000. Notowano skład mechaniczny na pełnej głębokości rozpoznanego profilu. Dostępne materiały pozwoliły na uzyskanie danych z całego rejonu Jeziorska i z części rejonu Pakości przypadającej na były pow. inowrocławski. W okresie gromadzenia materiałów tego rodzaju mapy powiatu mogileńskiego (obejmującego większość stanowisk rejonu) nie były opracowane. Z przyjętej klasyfikacji grup mechanicznych wzięto siedem frakcji podstawowych: piaski luźne (pl), piaski słabogliniaste (ps), piaski gliniaste lekkie (pgl), piaski gliniaste mocne (pgm), gliny lekkie (gl), gliny średnie (gs) i gliny ciężkie (gc)³². Kategorie te wyczerpują w zasadzie dane zawarte na wykorzystanych mapach. Przyjmując za jednostkę charakterystykę składu mechanicznego gleby w obrębie jednego stanowiska, uzyskano rozkłady tej cechy w poziomie warstwy ornej (do 50 cm) i w poziomie podłoża (50–150 cm, ryc. 21).

Jak wspomnieliśmy, dane dotyczące rejonu Pakości nie są kompletne. Obejmują one 41 z ogólnej liczby

103 stanowisk. Wprawdzie na kilkunastu dalszych uzyskano w trakcie badań sondażowych charakterystykę podłoża, ale dane te nie są w pełni porównywalne z gleboznawczymi i nie zostały tu wykorzystane. Rozkłady z tego rejonu są zatem niepełne, a ponadto nie dość reprezentatywne dla całego terenu objętego badaniami. Uwzględnienie pominiętej, południowej części rejonu zwiększyłoby nieco frekwencję w grupie piasków luźnych i słabogliniastych, przede wszystkim z uwagi na liczniejsze w tej strefie stanowiska położone w obrębie terasy dennej doliny Noteci Zachodniej, ale nie byłyby to zmiany istotne dla generalnej charakterystyki rozkładu.

Porównanie rozkładów z obu rejonów badań nasuwa uwagę o całkowitej odmienności warunków glebowych. W charakterystyce podłoża odnoszącej się do rejonu Jeziorska dominują zdecydowanie piaski luźne (65%). Gliny, na ogół lekkie, mają udział niespełna 30%. Z podłoża tego wytworzona została warstwa orna w ogromnej przewadze piaszczysta lub typu szczerkowego (łącznie 96%). Niemal wszystkie gleby należą do typu gleb bielcowych lub bieliec, sporadycznie do gleb brunatnych. W ujętej analizie części rejonu pakoskiego podłoże charakteryzuje się zdecydowaną przewagą glin lekkich i średnich (łącznie blisko 80%). Utwory piaszczyste stwierdzono niemal wyłącznie w obrębie stanowisk ulokowanych w piętrze terasy środkowej lub niskiej, gdzie mają charakter akumulacyjny. W zależności od podłoża warstwa wierzchnia zbudowana jest z glin lekkich i piasków gliniastych mocnych (łącznie 92%) i sporadycznie z piasków gliniastych lekkich. Uderza całkowity brak w tej warstwie piasków luźnych i słabogliniastych, co wynika z faktu, że poziomy orne pól leżących na podłożu piaszczystym, a więc w piętrach niskich, zostały ukształtowane przede wszystkim z drobnoziarnistych materiałów, wysortowanych w wyniku selektywnej erozji zboczy rynny. Stąd spotykamy tutaj genetycznie wadliwy profil — piaski gliniaste mocne na piaskach luźnych. Gleby w ogromnej większości należą do typu czarnoziemów łąkowych lub gleb brunatnych, rzadziej i lokalnie do gleb bielcowych wytworzonych z glin. W obrębie strefy badań stwierdzić można wyraźną pasmowość: w pobliżu krawędzi rynny grupują się gleby brunatne, niżej na stokach czarnoziemy³³.

Różnicom w zakresach wskaźników proporcji z obu terenów badań towarzyszy zatem wyraźna odmiennność typów gleb i ich składu granulometrycznego. Twierdzenie to jednak nie oznacza istnienia zależności pomiędzy obu czynnikami. Może ono dotyczyć dwóch niezależnych przejawów ogólnego zróżnicowania regionalnego. Aby przyjąć tezę, że rodzaj gleby jest jednym z czynników

³² STRZEMSKI, SIUTA, WITEK 1973, s. 28.

³³ MARCINEK, WIŚLAŃSKI 1959, s. 83 n. Układ ten jest zgodny z ogólniejszymi spostrzeżeniami dotyczącymi północno-wschodniej części Wysoczyzny Gnieźnieńskiej (DEJA 1963, s. 157).

Tabela 9

Skład mechaniczny	Wskaźnik rozdrobnienia				Razem
	1-2	2-3	3-4	4-5	
pl, ps	15,0 (15,3)	23,5 (29,1)	27,5 (23,4)	13,5 (11,7)	79,5
pozostałe	6,5 (6,2)	17,5 (11,9)	5,5 (9,6)	3,0 (4,8)	32,5
Razem	21,5	41,0	33,0	16,5	112

warunkujących rozdrobnienie materiału powierzchniowego lub stopień zniszczenia stanowisk, należy to wykazać w warunkach wyłączenia lub znoszenia się czynników ubocznych, które mogą jednocześnie wpływać na jednokierunkowe kształtowanie się obu zmiennych. Właściwe spełnienie tego warunku zapewnić mogą jedynie badania doświadczalne. Dla nas namiastką takich badań musi być z konieczności analiza przeprowadzona w obrębie jednego rejonu. Pozwala ona na wyłączenie wpływu czynników, które można uznać za ustalone w granicach rejonu, takich jak klimat, ogólne cechy morfologiczne doliny, tradycje i poziom kultury rolniczej, dawność wylesienia. Analizę taką przeprowadzimy na podstawie danych z rejonu Jeziorska. Sprawdzona zostanie hipoteza zerowa o niezależności wskaźnika rozdrobnienia od składu mechanicznego gleby na stanowiskach w obrębie tego rejonu.

Z ogólnej liczby 200 stanowisk 114 spełniało warunek liczebności pozwalający na obliczenie wskaźnika, a zarazem uzyskało rozpoznanie glebowe. Dwa stanowiska zostały wyłączone z analizy z powodu nieadekwatności *WR*. Na jednym z nich wcześniej przeprowadzono badania wykopaliskowe i część materiału powierzchniowego mogła stanowić pozostałość po tych badaniach, w drugim wypadku część zbioru pochodziła z odsłoniętego profilu, nie zaś z powierzchni stanowiska. Na pozostałych 112 stanowiskach zbadamy interesującą nas zależność — oddzielnie dla poziomu warstwy ornej i dla podłoża. Analizę przeprowadzimy na podstawie wielodzielnych tabel współwystępowania cech. Dla zapewnienia właściwej liczebności w każdej komórce tabeli³⁴, łączymy grupy mechaniczne w dwie kategorie: piaski luźne i słabogliniaste oraz frakcje pozostałe (tab. 9). Liczby bez nawiasów to ilość stanowisk, na których wskaźnik rozdrobnienia miał wartość oznaczoną w danej kolumnie, a skład mechaniczny podłoża kategorię danego rzędu, przy czym liczby ułamkowe biorą się z zasady dzielenia pomiędzy dwie sąsiednie kolumny zbiorów o granicznych wartościach *WR*. Liczby ujęte nawiasami wskazują na oczekiwany rozkład współwystępowania obu

Tabela 10

Skład mechaniczny	Wskaźnik rozdrobnienia				Razem
	1-2	2-3	3-4	4-5	
ps, pl	12,5 (13,7)	23,0 (26,3)	23,5 (21,0)	12,5 (10,5)	71,5
pozostałe	9,0 (7,8)	18,0 (14,7)	9,5 (12,0)	4,0 (6,0)	40,5
Razem	21,5	41,0	33,0	16,5	112

cech przy założeniu ich całkowitej niezależności. Rozkład ten powstaje przez określenie prawdopodobieństwa przyjęcia przez jedno stanowisko jednocześnie cechy danego rzędu i danej kolumny (z iloczynu prawdopodobieństw), a następnie zsumowanie prawdopodobieństw jednostkowych. Dla sprawdzenia, czy rozkład rzeczywisty na tyle odbiega od oczekiwanego, aby można było odrzucić hipotezę zerową, stosujemy test „chi-kwadrat”. Suma χ^2 z tabeli 9 wynosi 7,18. Wartość krytyczna dla istniejących tu 3 stopni swobody i poziomu istotności 0,1 wynosi 6,25 (z tablic). Możemy zatem odrzucić hipotezę zerową o niezależności obu cech na wskazanym poziomie istotności, a więc z mniejszym niż 10% ryzykiem popełnienia błędu.

Tabelę 10 zbudowano według tych samych zasad, ale porównano w niej wskaźnik rozdrobnienia ze składem mechanicznym warstwy ornej. Suma χ^2 wynosi tutaj 3,70. W tym wypadku odrzucenie testowanej hipotezy obarczone jest wysokim, blisko 30% ryzykiem popełnienia błędu ($\chi^2_{0,30} = 3,66$).

Pozostając przy tych ustaleniach można uznać, że zachodzi zależność istotna pomiędzy składem mechanicznym gleby w obrębie stanowiska a wskaźnikiem rozdrobnienia, jeżeli brać pod uwagę uziarnienie podłoża, i zależność nieistotna, jeżeli ograniczyć analizę do warstwy wierzchniej. Sprawdźmy jednak, jaki jest kierunek tych zależności. Jeżeli każdej komórce tabeli przypisze się znak + w wypadku, kiedy rzeczywista liczebność jest większa niż oczekiwana z rozkładu prawdopodobieństwa, i znak — w wypadku przeciwnym, to przy zachowaniu układu obu tabeli dadzą one następujący, identyczny obraz:

$$\begin{array}{cccc} - & - & + & + \\ + & + & - & - \end{array}$$

Symetryczne względem przekątnych rozmieszczenie znaków wskazuje na tendencję do dużego rozdrobnienia materiału powierzchniowego (wysokie wartości *WR*) na glebach lekkich i małego rozdrobnienia na glebach cięższych. W świetle wykazanego wcześniej związku pomiędzy wskaźnikiem rozdrobnienia a stopniem zniszczenia stanowisk pojawia się przypuszczenie, że stopień zniszczenia jest uzależniony od składu mechanicznego gleby. Teza ta wymaga jednak sprawdzenia, ponieważ nie moż-

³⁴ Nie mniej niż 5 z rozkładu oczekiwanego. Por. FREUND 1968, s. 290.

na wykluczyć, że wskaźnik rozdrobnienia jest jednocześnie zależny od rodzaju gleby i dynamiki zmienności liczby K . Można na przykład domniemywać, że zależność wskaźnika od składu mechanicznego jest bezpośrednia i wynika z odmienności warunków, jakie stwarzają z jednej strony wierzchniny wytworzone z glin, z drugiej zaś z piasków, dla zabezpieczenia materiału ceramicznego w warstwie ornej przed działaniem czynników rozkruszających. Aby ustosunkować się do tego zastrzeżenia sprawdzimy bezpośrednią zależność pomiędzy liczbą K z wykopów sondażowych a składem mechanicznym podłoża (tab. 11).

Tabela 11

Skład mechaniczny	Liczba K				Razem
	> 0,2	0,2-0,1	0,1-0,01	< 0,01	
pl, ps	4 (7,1)	4 (6,4)	17 (11,6)	11 (10,9)	36
pozostałe	7 (3,9)	6 (3,6)	1 (6,4)	6 (6,1)	20
Razem	11	10	18	17	56

Suma χ^2 w tej tabeli wynosi 13,37 i przewyższa wartość krytyczną już przy poziomie istotności $\alpha = 0,005$ ($\chi^2_{0,005} = 12,84$). Jeżeli pogodzić się z nieco zbyt małymi liczebnościami oczekiwanymi w niektórych komórkach tabeli, można odrzucić hipotezę o niezależności obu zmiennych z ryzykiem błędu mniejszym niż 0,5%. Ponieważ kierunek zależności jest jednoznaczny:

$$\begin{array}{cccc} - & - & + & + \\ + & + & - & - \end{array}$$

możemy ją uznać za bardzo istotną.

Jeżeli przyjąć interpretację liczby K wskazaną w rozdziale poprzednim, przeprowadzona analiza będzie dowodem istnienia bezpośredniej zależności pomiędzy składem mechanicznym gleby a stopniem zniszczenia stanowisk. Uwzględniając kierunek tej zależności można twierdzić, że w rejonie Jeziorska istnieje tendencja silniejszego niszczenia stanowisk na glebach zbudowanych z piasków luźnych i słabogliniastych niż na glebach cięższych, o większym udziale drobnych frakcji ziemistych.

Nie możemy przeprowadzić podobnych analiz dla rejonu Pakości. Z 41 stanowisk o rozpoznanych glebach tylko 27 ma obliczony wskaźnik rozdrobnienia. Liczba ta jest za mała dla przeprowadzenia analizy statystycznej, a ponadto zróżnicowanie składu mechanicznego w tej grupie jest niewielkie. Jest to strata dość dotkliwa przede wszystkim dlatego, że uniemożliwia sprawdzenie sformułowanych przed chwilą wniosków w odniesieniu do gleb ciężkich. Można natomiast twierdzić, że wyższe wskaźniki porcji w rejonie Pakości (a więc niższe

wskaźniki rozdrobnienia, gdybyśmy ustalili skalę wspólną dla obu rejonów) i fakt, że wiążą się one z cięższymi glebami, dobrze się tłumaczą prawidłowością wykazaną w rejonie Jeziorska.

Wiążąc stopień zniszczenia stanowisk z nasileniem procesów erozyjno-denudacyjnych, uzyskujemy interesującą wykładnię przeprowadzonej analizy:

1. W rejonie Jeziorska gleby bielcowe wytworzone z piasków poddane są silniejszej erozji niż gleby bielcowe na podłożu gliniastym lub zbudowanym z piasków gliniastych.

2. Gleby bielcowe w rejonie Jeziorska traktowane całościowo są poddane silniejszej erozji niż gleby brunatne i czarne ziemie na glinach lekkich i średnich w rejonie Pakości.

Zgodnie z nowszymi ujęciami, gleby wytworzone z glin i piasków gliniastych mocnych, jeżeli mają dobrze wykształconą strukturę i są intensywnie uprawiane, pomimo dużej zawartości części spławialnych zalicza się do gleb słabo erodujących³⁵. O odporności na erozję decyduje duża ilość niekapilarnych przestworów, co zapewnia dobrą przepuszczalność i znaczną pojemność wodną, oraz duża zwięzłość agregatów spowodowana wysoką frekwencją próchnicy i koloidów. Głębokie, luźne i słabogliniaste piaski, jeżeli nie zawierają dużej ilości części pyłowych, są w starszych opracowaniach gleboznawczych zaliczane — z uwagi na dobre właściwości filtracyjne — do gleb wybitnie słabo erodowanych³⁶. W ujęciach nowszych widoczna jest rezerwa wobec tego poglądu (por. komentarz do tab. 8). Podkreśla się małą zwięzłość tego typu gleb, większą zależność od pozostałych czynników erozji oraz małą odporność na zmywy burzowe. W rezultacie w klasyfikacji podatności na erozję pozycja gleb piaszczystych, podobnie jak niektórych rędzin, nie jest ustalona³⁷. Wypada dodać, że w warunkach klimatycznych Polski gleby te mogą podlegać dość silnej erozji wietrznej³⁸. Nasze badania dostarczają argumentu na rzecz usunięcia gleb piaszczystych z najniższego szczebla klasyfikacji podatności erozyjnej, a przynajmniej na rzecz zachwiania tej pozycji. Niemniej jednak należy się spodziewać, że wielu gleboznawców zaprotestuje przeciwko wnioskowi sformułowanemu na poprzedniej stronie, ponieważ w pewnym stopniu stanowią one odwrócenie poglądów klasycznych. Toteż należy wskazać na okoliczność, która może zaważyć na porównywalności tych wniosków z ustaleniami gleboznawczymi. Dane o rodzaju gleby, na których opierały się analizy, pochodziły wyłącznie z miejsc objętych granicami stanowisk archeologicznych. W obrębie stanowisk naturalny układ poziomów glebowych zakłócony jest przez warstwę kulturową. Wydaje się wysoce prawdopodobne, że warstwa

³⁵ STRZEMSKI, SIUTA, WITEK 1973, s. 103.

³⁶ RENIGER 1950, s. 45.

³⁷ STRZEMSKI, SIUTA, WITEK 1973, s. 103-108.

³⁸ STRZEMSKI, SIUTA, WITEK 1973, s. 109.

ta stanowi czynnik hamujący procesy erozyjne. Pogląd taki wynika zarówno z jej właściwości przyrodniczych, jak i z jej geometrii. Warstwa kulturowa podścielająca wierzchnię stanowi dla niej naturalny magazyn próchnicy i składników mineralnych, pozyskiwanych w czasie każdej orki. W ten sposób poprawiona zostaje struktura warstwy ornej, jej przepuszczalność i przewietrzenie. To ostatnie pozwala z kolei na zachowanie przez warstwę kulturową dobrych właściwości absorbowania wody. Przegłębienia występujące jako wypełniska obiektów archeologicznych pełnią dzięki temu funkcję retencyjną, a tym samym zmniejszają intensywność spływu powierzchniowego. Przyjęcie takiego punktu widzenia prowadzi do wniosku, że różnice pomiędzy podatnością erozyjną gleby na stanowisku i poza nim będą proporcjonalne do intensywności osadnictwa, jeśli wyraża się ono większym udziałem warstwy kulturowej, i będą tym większe, im bardziej nieprzepuszczalne jest naturalne podłoże glebowe na danym terenie, ponieważ ma wtedy miejsce większy kontrast właściwości filtracyjnych pomiędzy wypełniskiem obiektów a podłożem.

Dopuszczenie tej hipotezy komplikuje relacje pomiędzy erozją gleb a procesem niszczenia stanowisk. Jeżeli stanowisko było użytkowane wielokrotnie lub przez dłuższy czas, ilość obiektów archeologicznych jest znaczna i są one głęboko posadowione, a ponadto teren cechuje się związłym, słabo przepuszczalnym podłożem — erozja gleby w obrębie stanowiska może być mniej intensywna niż to wynika z oceny opartej na kryteriach gleboznawczych. Przyjęcie takiego punktu widzenia zasadniczo zmienia sformułowane wcześniej wnioski:

1a. W rejonie Jeziorska erozja w obrębie stanowisk zlokalizowanych na glebach wytworzonych z piasków luźnych i słabogliniastych jest silniejsza niż w obrębie stanowisk posadowionych na glebach związlejszych. Może to być spowodowane większą gęstością i większą głębokością obiektów na glebach cięższych, co wpływa na polepszenie właściwości retencyjnych warstw ziemnych. Archeologiczna interpretacja zjawiska jest następująca: a) gleby cięższe występują na ogół w obrębie bardziej eksponowanych topograficznie form dolinnych, które w większym stopniu niż inne formy skupiają różnoczasowe osadnictwo o charakterze stałym; b) gleby cięższe stwarzają lepsze warunki do głębokiego sytuowania obiektów.

2a. W rejonie Pakości erozja w obrębie stanowisk jest słabsza niż w rejonie Jeziorska. Zjawisko to tłumaczy się większą gęstością obiektów w obrębie stanowisk pierwszego z tych rejonów (świadczy o tym wysoka wartość średniej liczby K , a także rezultaty badań wykopaliskowych na kilkunastu stanowiskach) oraz ich głębszym posadowieniem na przeważających tu glebach gliniastych.

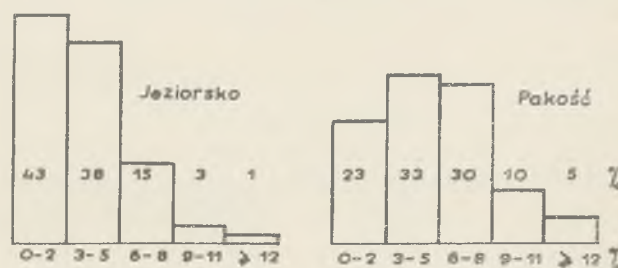
W powyższym ujęciu erozja w obrębie stanowiska jest uzależniona bezpośrednio od powierzchni, miąż-

szości i geometrii warstwy kulturowej. Rodzaj podłoża pełni rolę czynnika warunkującego w pewnym stopniu te elementy. Jeżeli testy zgodności wskazały na zależność pomiędzy stopniem zniszczenia stanowisk a składem mechanicznym gleby, oznacza to, że wspomniane uwarunkowanie jest dość silne i jednokierunkowe w obrębie rejonu.

Bardzo trudno bez przeprowadzenia badań doświadczalnych, wypowiedzieć się, które ujęcie jest słuszniejsze: wyrażone wnioskami 1 i 2, czy 1a i 2a. Rezultaty przeprowadzonych analiz mogą świadczyć równie dobrze na rzecz jednej i drugiej koncepcji. Osobiście sędzę, że nasilenie erozji jest zależne od obu czynników kształtujących profil glebowy w obrębie stanowiska — przyrodniczego i kulturowego, przy czym udział czynnika kulturowego jest tym większy, im gleba jest cięższa. Gleby lessowe są, jak można przypuszczać, wyłączone z tej zasady. Szczególna podatność wierzchni pyłowej na różne formy erozji powierzchniowej oraz na sufozję decyduje zapewne o wybitnej przewadze czynnika przyrodniczego.

Rzeźba terenu, a przede wszystkim nachylenie, kształt oraz w pewnej mierze długość stoków są obok typu gleby dalszymi czynnikami warunkującymi nasilenie procesów erozyjnych. W obrębie obu omawianych tu rejonów czynniki te wykazują dużą zmienność. Jedynie długość zbroczy jest stosunkowo mało zróżnicowana, co tłumaczy się koncentracją badań w obrębie dolin, gdzie stoki odznaczają się stosunkowo dużym nachyleniem i dojrzałym profilem, ale są krótkie. Upoważnia to do usunięcia z dalszych rozważań długości stoku jako elementu nie mającego wpływu na analizę porównawczą.

W pierwszej kolejności zbadamy związek pomiędzy nachyleniem stoku a wskaźnikiem rozdrobnienia. Rycina 22 przedstawia rozkłady pierwszej z tych zmiennych



Ryc. 22. Rozkłady nachylenia stoku w obrębie stanowisk.
Distributions of slope inclination within sites

z obu rejonów badań. Wielkością wprowadzaną do rozkładu było średnie nachylenie stoku w obrębie stanowiska archeologicznego, wyrażone w procentach spadu. Zakładając, że pomiędzy stanowiskami obu rejonów nie ma istotnych różnic w zakresie faworyzowania lub omijania określonych form terenowych, różnice między rozkładami można interpretować jako odbicie odmiennej topografii dwóch dolin. Rozkład z rejonu Jeziorska jest

wybitnie asymetryczny — 43% stanowisk leży na zboczach o bardzo słabym nachyleniu lub w terenie płaskim (spadki 0–2%), zaledwie 4% na zboczach stromych, o nachyleniu powyżej 9%. Średnie nachylenie stoku wynosi 3,43%. Rozkład z rejonu pakoskiego wykazuje lepszą symetrię. Zaledwie 23% stanowisk znajduje się w terenie o średnim spadku nie większym niż 2%, natomiast stanowiska na stokach o nachyleniu 9% lub większym stanowią 15%. Średni spadek wynosi 5,30%.

Różnice te — wytłumaczone odmienną morfogenezą rynnowej, subglacialnej doliny Jeziora Pakoskiego i peryglacialnej, szerokodennej z rozbudowanymi terasami doliny środkowej Warty³⁹ — stawiają nas wobec bardzo interesującego problemu. Można mieć wątpliwości (są one zresztą podnoszone przez geobiznawców) co do determinowania procesów erozyjnych przez różne rodzaje gleb. Wątpliwości takich nie ma, jeżeli rozważa się wpływ nachylenia stoku na te procesy — większe nachylenie jest równoznaczne z silniejszą denudacją. Tymczasem rezultaty przedstawionych tu badań pozostają w sprzeczności z tym poglądem. W świetle prostej interpretacji wskaźników archeologicznych stanowiska w rejonie Pakości są mniej zniszczone, pomimo że nachylenie stoków jest tam większe. Pojawia się pytanie, czy właściwość ta nosi znamiona prawidłowości statystycznej, niezależnej od ewentualnych uwarunkowań regionalnych. Jest rzeczą oczywistą, że odpowiedź twierdząca pociągnie za sobą obok potrzeby wyjaśnienia zjawiska podważenie wskaźnika rozdrobnienia jako prostej i niezależnej od czynników ubocznych miary stopnia zniszczenia stanowisk.

W odniesieniu do każdego z rejonów sprawdzimy hipotezę zerową o nieistnieniu zależności pomiędzy wskaźnikiem rozdrobnienia a nachyleniem stoku w obrębie stanowiska. Obie porównywane cechy ujmujemy w tabelach 12 i 13. Ilości stanowisk położonych w terenie

Tabela 12 Rejon Pakości

Nachylenie stoku	Wskaźnik rozdrobnienia		Razem
	1–3	3–5	
≥ 6°	19 (15,3)	10 (13,7)	29
< 6°	19 (22,7)	24 (20,3)	43
Razem	38	34	72

o znacznym nachyleniu, na których materiał ceramiczny jest słabo rozdrobniony, i przeciwnie — stanowisk o wysokich wartościach *WR*, ale położonych w terenie płaskim lub nachylonym nieznacznie, są w obu rejonach nieco większe, niż to wynika z rozkładu losowego. Jednak tylko w rejonie pakoskim względna wielkość tej różnicy jest statystycznie istotna ($\chi^2 = 3,16$ wobec

Tabela 13

Rejon Jeziorska

Nachylenie stoku	Wskaźnik rozdrobnienia		Razem
	1–3	3–5	
≥ 6°	18 (15,8)	10 (12,2)	28
< 6°	48 (50,2)	41 (38,8)	89
Razem	66	51	117

$\chi^2_{0,1} = 2,71$). Można twierdzić, że w rejonie tym na stanowiskach położonych w terenie o większym nachyleniu nieprzypadkowo częściej niż na stanowiskach o nachyleniu niewielkim występuje materiał ceramiczny słabo rozdrobniony. To samo zjawisko obserwowane w rejonie Jeziorska nie jest istotne i może być wynikiem przypadku. Należy jednak zwrócić uwagę, że zróżnicowanie spadków na tych terenach było mniejsze i dotyczyło stoków o mniejszym nachyleniu, co może tłumaczyć niewielką siłę zależności.

Uwzględniając tę uwagę, uznamy za prawdopodobne, że większe nachylenie stoku sprzyja mniejszemu rozdrobnieniu materiału powierzchniowego, przy czym zależność ta rysuje się silniej w zakresie spadków większych. Wniosek ten zgadza się z obserwacją dokonaną wcześniej i dotyczącą różnic międzyregionalnych. Jego interpretacją zajmujemy się w dalszej części tego rozdziału.

Obok nachylenia czynnikiem warunkującym przebieg procesów denudacyjnych jest kształt zbocza. Stanowisko archeologiczne, którego zasięg wyznaczony jest przez pole rozrzutu materiału powierzchniowego, może zajmować cały stok lub jego część, może także znajdować się w terenie płaskim lub prawie płaskim, gdzie procesy stokowe nie występują. Wprowadzimy oznaczenie, służące do zapisania tych danych oraz wiążące je z charakterystyką denudacyjną stoku. Jeżeli cały obszar ujęty zasięgiem stanowiska posiada dodatni bilans denudacyjny, zapiszemy to w postaci: EEEE, co oznacza, że każda z czterech dowolnie dobranych części pola rozrzutu znajduje się w obszarze degradowanej partii stoku. Charakterystyka stanowisk położonych całkowicie w obszarze równowagi denudacyjnej, w terenie płaskim lub na zboczu o słabym nachyleniu, przybierze postać OOOO, natomiast stanowisk całkowicie agradowanych: AAAA. Częściej spotykać będziemy stanowiska o bardziej urozmaiconym bilansie denudacyjnym. Zapis OEEA oznacza, że mniej więcej $\frac{1}{4}$ stanowiska znajduje się w obszarze równowagi, powyżej krawędzi stoku (0), około $\frac{1}{2}$ powierzchni pola rozrzutu obejmuje wypukłą i bardziej nachyloną część stoku, powyżej punktu zmiany (EE) i około $\frac{1}{4}$ dolną, agradowaną część wklęsłą (A). Ogólnie — każde oznaczenie złożone jest z czterech symboli, które kolejno charakteryzują bilans denudacyjny mniej więcej $\frac{1}{4}$ powierzchni pola rozrzutu w kolejności od najwyższej do najniższej położonych części stanowiska. Wszystkie stanowiska tzw. płaskie można scharakteryzować w ten sposób, jeżeli mają dobrze rozpoznany zasięg,

³⁹ BARTKOWSKI 1962; KŁATKOWA 1972a, 1972b.

a teren nie jest zabudowany lub zniszczony w wyniku robót ziemnych.

Wyłączając z charakterystyki stokowej i zliczając oddzielnie z każdego rejonu wszystkie oznaczenia E, O, i A oraz ujmując liczebności procentowo, uzyskujemy obraz przedstawiony w tabeli 14. W obrębie obu rejonów bezwzględną przewagę ma bilans dodatni, co wiąże się z kra-

Tabela 14

Bilans denudacyjny	Rejon	
	Pakość	Jeziorsko
dodatni (E)	57%	51%
równoważny (O)	20%	37%
ujemny (A)	23%	12%

wędziowym położeniem większości stanowisk. Jeżeli chodzi o pozostałe dwie wartości, bilans równoważny jest stosunkowo częściej cechą stanowisk z rejonu Jeziorska, przy czym dzieje się to przede wszystkim kosztem bilansu ujemnego. Wynika stąd wniosek, że stanowiska w rejonie Pakości w większym stopniu okupują środkowe i niskie partie stoków. Wpływa na to słabe rozbudowanie form terasowych w obrębie doliny rynnowej, co sprawia, że każde wypłaszczenie terenu stanowi zarazem podstawę stoku wyżej położonej formy dolinnej. Ale przewaga partii agradowanych ma także inne wyjaśnienie. W pobliżu krawędzi rynny skupiają się gleby o szczególnie wysokiej użyteczności rolniczej. Pola orne schodzą dość nisko, granicząc z łąkami lub z pasmami lasu nadbrzeżnego w terenie o dużym nachyleniu. W miejscach tych tworzą się lokalne bazy denudacyjne, co doprowadza do powstania wyraźnego, niekiedy bardzo wysokiego progu⁴⁰. Powierzchnia stoku bezpośrednio nad progiem ma wklęsły profil i ujemny bilans denudacyjny. Strefa agradacji dość często osiąga tu szerokość kilkunastu, a niekiedy kilkudziesięciu metrów i może mieć poważny udział w ogólnej powierzchni pola rozrzutu. Toteż w rejonie Pakości charakterystykę typu EEEA lub zbliżoną należy raczej rozumieć jako wyraz oparcia dolnej granicy czytelnego zasięgu stanowiska na progu akumulacyjnym, rzadziej natomiast jako zejście pola rozrzutu do naturalnej podstawy stoku. W dolinie Warty progi akumulacyjne są rzadsze, a przede wszystkim mniej wybitne, toteż w mniejszym stopniu wpływają na bilans całego stoku. Charakterystyka denudacyjna niektórych stanowisk jest tu także zmodyfikowana niszcącym działaniem rzeki. Na długich odcinkach można obserwować ostre podcięcia stoków, spowodowane zmiennym i kapryśnym przebiegiem nurtu. Stanowiska znajdujące się bezpośrednio nad klifowym brzegiem mają na ogół charakterystykę OOOO lub OOOE. Można przypuszczać, że na stokach nie przeobrażonych przez erozję boczną pole rozrzutu w więk-

szości wypadków schodziłoby niżej i opis przybrałby postać OOEA, OEEA lub zbliżoną.

Sprawdzimy, czy istnieje związek pomiędzy charakterystyką denudacyjną (pośrednio — kształtem stoku) a rozdrobieniem materiału ceramicznego z powierzchni stanowisk. Oddzielnie w każdym rejonie, każdej ¼ części każdego stanowiska przypiszemy dwie cechy: oznaczenie bilansu denudacyjnego tej części (O, E lub A) oraz wskaźnik rozdrobnienia obliczony dla stanowiska, z którego dana część jest wzięta, traktowany tu jako oszacowanie wskaźnika dotyczącego tej części. Analizę przeprowadzimy opierając się na tabelach 15 i 16.

Tabela 15

Rejon Pakości

Denu- dacja	Wskaźnik rozdrobnienia				Razem
	1-2	2-3	3-4	4-5	
E	43 (35,4)	47 (44,8)	33 (41,3)	28 (29,5)	151
O	8 (12,0)	12 (15,1)	20 (13,9)	11 (10,0)	51
A	9 (12,6)	17 (16,1)	17 (14,8)	11 (10,5)	54
Razem	60	76	70	50	256

Suma χ^2 w tabeli 15 wynosi 9,66. Biorąc pod uwagę krytyczną wartość funkcji χ^2 dla występujących tu 6 stopni swobody, możemy odrzucić hipotezę o niezależności obu zmiennych, jeżeli zgodzimy się z 15% ryzykiem popełnienia błędu. W tabeli 16 suma χ^2 wynosi 40,22.

Tabela 16

Rejon Jeziorska

Denu- dacja	Wskaźnik rozdrobnienia				Razem
	1-2	2-3	3-4	4-5	
E	53 (45,3)	83 (78,7)	54 (60,9)	21 (26,1)	211
O	34 (40,2)	81 (71,1)	59 (55,1)	16 (23,6)	190
A	11 (12,5)	8 (22,2)	20 (17,0)	20 (7,4)	59
Razem	98	172	133	57	460

Jest to wielkość, która pozwala odrzucić losowość rozkładu rzeczywistego z niemal 100% pewnością. Oznaczając znakiem plus przewagę liczebności rzeczywistej nad oczekiwaną z rozkładu prawdopodobieństwa i znakiem minus przewagę liczebności oczekiwanej, uzyskujemy następujący układ znaków z obu tabel (w każdej komórce u góry z rejonu Pakości, u dołu z rejonu Jeziorska):

```

+ + - -
+ + - -
- - + +
- + + -
- + + +
- - + +

```

Znaki jednoimienne ciążą ku przekątnym tabelki. Z czynnikiem E (degradacja) wiążą się raczej niskie wartości wskaźnika rozdrobnienia, z czynnikiem A (agradacja)

⁴⁰ BARTKOWSKI 1962, s. 344.

wartości wysokie. Zależność ta dotyczy obu rejonów t, jak wynika z przeprowadzonych testów, jest mało istotna w rejonie Pakości, a wybitnie istotna w rejonie Jeziorska. Zwróćmy uwagę, że w sposób odpowiadający temu twierdzeniu kształtowały się różnice między zakresami wskaźników proporcji z obu rejonów.

Uwzględniając wyniki testów dotyczących obu cech stoku możemy sformułować następujące wnioski:

1. Rozdrobnienie materiału powierzchniowego jest uzależnione od nachylenia stoku, przy czym na stokach o większym nachyleniu rozdrobnienie jest mniejsze, natomiast na stokach słabo nachylonych lub w terenie płaskim — większe.

2. Stopień rozdrobnienia zależy także od kształtu stoku. Na stokach degradowanych wskaźnik rozdrobnienia jest niższy niż na stokach agradowanych.

Oba wnioski oparte są na zależnościach statystycznych — wskazują na tendencję, ale nie są odbiciem reguły. Ponadto wniosek 1 nie znalazł wystarczającego potwierdzenia w analizie opartej na danych z rejonu Jeziorska. Do kwestii tej jeszcze powrócimy. Tymczasem, przyjmując wnioski w przytoczonym brzmieniu, spróbujemy znaleźć wyjaśnienie obu zależności.

Badania nasze dotyczyły stanowisk położonych w całości lub w przewadze na polach ornyc. Na wypukłych stokach o dodatnim bilansie denudacyjnym następuje w wyniku degradacji obniżenie rzędnej terenu. Ubytki wierzchniny są systematycznie uzupełniane w czasie orki kosztem podłoża, a w obrębie stanowiska archeologicznego także kosztem warstwy kulturowej. Pewna część ceramiki znajdującej się na powierzchni stanowiska pochodzi z tych świeżych uzupełnień i z uwagi na mniejsze rozdrobnienie wpływa na obniżenie wskaźnika całego zbioru. W części agradowanej sytuacja jest odmienna. Warstwa napływowa może uformować płaszcz na tyle gruby, że pług nie narusza zabezpieczonego w ten sposób podłoża. Materiał na powierzchni tej części stanowiska pochodzi albo z warstwy kulturowej niszczonej w pobliżu dość dawno, przed uformowaniem się warstwy napływowej, albo (znacznie częściej) — z wyżej położonych części stanowiska, skąd został spłukany lub stoczony w czasie orki. W obu wypadkach, choć z różnych przyczyn, będzie to materiał stosunkowo drobny. Jeżeli proces, który doprowadza do zróżnicowania frakcji materiału ceramicznego na stoku przebiega w sposób wskazany, wolno sądzić, że jego nasilenie zależy od nachylenia zbocza. Większe nachylenie oznacza przede wszystkim szybszą degradację, a tym samym większy udział świeżo wyoranego materiału w warstwie ornej. Ta sama cecha ułatwia i przyspiesza denudację i odkładanie się drobnego materiału u podstawy stoku. Stromość zbocza wpływa zatem głównie na rozsortowanie materiału wzdłuż linii spadu terenu, ale powoduje także obniżenie wskaźnika rozdrobnienia całej ceramiki powierzchniowej. Wynika to z odmiennej geometrii obu złóż wtórnych:

warstwy ornej w degradowanej części stanowiska i warstwy zakumulowanej u podstawy stoku. Warstwa orna ma niewielką miąższość, ale można ją obserwować na dużej przestrzeni. Warstwa napływowa jest skumulowana, ma większą grubość, ale zajmuje mniejszą powierzchnię. Jeżeli uznamy materiał powierzchniowy za reprezentacyjną próbę ceramiki znajdującej się w luźnym złożu podścielającym pole rozrzutu, należy stwierdzić, że strefa agradowana ma stosunkowo mniej liczną reprezentację w zbiorze niż górna i środkowa partia zbocza. Tym samym materiał ceramiczny zebrany z powierzchni tej strefy ma mniejszy udział w kształtowaniu wskaźnika rozdrobnienia, niż to wynika z rzeczywistej frekwencji ceramiki w złożu.

Pojawia się pytanie, czy zależność tłumacząca się dobrze w odniesieniu do stanowisk rozmieszczonych na stokach o pełnym profilu dotyczy również tych stanowisk, które leżą na krawędziach i zboczach form dolinnych, ale nie obejmują podstawy stoku. Wyłączmy stanowiska o charakterystyce denudacyjnej EEEE, OEEE, OOOE, EEEA, a więc takie, na których dodatni bilans denudacyjny wyraźnie przeważa. Dla grupy tej sprawdzimy zależność pomiędzy nachyleniem stoku a wskaźnikiem rozdrobnienia (tab. 17 i 18).

Tabela 17

Rejon Pakości

Nachylenie stoku	Wskaźnik rozdrobnienia		Razem
	1-3	3-5	
≥ 5°	14,0 (11,6)	5,0 (7,4)	19,0
2-5°	10,5 (12,9)	10,5 (8,1)	21,0
Razem	24,5	15,5	40

Sumy χ^2 w obu tabelach wynoszą 2,44 (rejon Pakości) i 1,67 (rejon Jeziorska). Jeżeli pogodzimy się z ryzykiem błędu wynoszącym odpowiednio 12 i 20% (jest to duże ryzyko), możemy uznać te zmienne za zależne. Kierunek zależności jest taki sam w obu rejonach i zgodny z dotychczasowymi ustaleniami — wskaźnik rozdrobnienia zbioru

Tabela 18

Rejon Jeziorska

Nachylenie stoku	Wskaźnik rozdrobnienia		Razem
	1-3	3-5	
≥ 5°	15,5 (13,3)	5,5 (7,7)	21,0
2-5°	17,5 (19,7)	13,5 (11,3)	31,0
Razem	33,0	19,0	52

rów ceramiki ze stanowisk o większym nachyleniu ma tendencję do przybierania niższych wartości. Zwróćmy uwagę, że zależność w rejonie Jeziorska jest tym razem bliższa istotności niż w analizie opartej na danych z wszystkich stanowisk.

Podsumowując dotychczasowe rozważania stwierdzamy, że dwa czynniki: kształt stoku i jego nachylenie, wpływają na wskaźnik rozdrobnienia w sposób wzajemnie się wspomagający. Pierwszy z nich określa kierunek wpływu (modyfikacja w kierunku wartości wyższych lub niższych), drugi — jego nasilenie. Oznacza to, że różne udziały każdego z tych czynników mogą w wyważonych kompozycjach dawać taki sam efekt bezwzględny, np. w taki sposób może być modelowany wskaźnik zbioru ceramiki na silnie nachylonym stoku, ale o słabej przewadze strefy degradacji, jak na zboczu o małym nachyleniu, lecz degradowanym w całości. Upoważnia to do poszukania wspólnego dla obu czynników wyrazu, który służyłby określeniu efektu bezwzględnego. Wzajemna komplementarność wpływu wywieranego przez kształt i nachylenie stoku sugeruje, że poszukiwany wskaźnik powinien mieć postać iloczynową. O ile jednak nachylenie stoku wyrażamy liczbą, to czterocłonowa charakterystyka kształtu zbocza podana jest opisowo i należy ją odpowiednio przekształcić. Wskazaliśmy wcześniej, że w charakterystyce tej symbol E wiąże się z dodatnim wpływem kształtu stoku na wskaźnik proporcji ceramiki powierzchniowej, symbol A z wpływem ujemnym, symbol O zaś z brakiem wpływu. Przypisujemy tym symbolom wartości: +1, -1 i 0, i dla każdego stanowiska zamiast opisu złożonego z czterech liter podajemy sumę ich liczbowych odpowiedników. Wpływ ukształtowania terenu na rozdrobnienie ceramiki zostaje teraz wyrażony liczbą, która może przybierać wartości od +4 (co odpowiada charakterystyce EEEE) do -4 (AAAA) poprzez wszystkie całkowite wartości pośrednie. Mnożąc tę liczbę przez nachylenie zbocza wyrażone w procentach spadu, uzyskujemy poszukiwany wskaźnik, który będziemy nazywać iloczynem stoku (*IS*). Iloczyn stoku może przybierać wartości dodatnie, kiedy powierzchnia strefy degradowanej jest większa niż agradowanej, ujemne, kiedy zachodzi przypadek odwrotny, i równe zero, jeżeli żadna ze stref nie ma przewagi. Iloczyn dodatni jest tym większy, a ujemny tym mniejszy, im nachylenie stoku jest większe.

Opierając się na interpretacji obu czynników iloczynu, można spodziewać się istotnej zależności pomiędzy jego wielkością a wskaźnikiem rozdrobnienia. Można też oczekiwać, że wysokim wartościom *IS* będą częściej, niż to wynika z założenia pełnej losowości, towarzyszyć niskie wartości *WR*. Związek ten ilustrują tabele 19 i 20.

Tabela 19

Rejon Pakości

<i>IS</i>	Wskaźnik rozdrobnienia		Razem
	1-3	3-5	
≥ 11	21,0 (16,1)	9,0 (13,9)	30
1-10	6,0 (9,3)	12,0 (8,7)	18
≤ 0	9,0 (10,6)	13,0 (11,4)	22
Razem	36	34	70

Tabela 20

Rejon Jeziorska

<i>IS</i>	Wskaźnik rozdrobnienia		Razem
	1-3	3-5	
≥ 11	21,5 (18,1)	9,5 (12,9)	31
1-10	28,0 (24,0)	13,0 (17,0)	41
≤ 0	16,5 (23,9)	24,5 (17,1)	41
Razem	66	47	113

Sprawdzamy hipotezę o nieistnieniu zależności między zmiennymi. Suma χ^2 dla rejonu Pakości wynosi 6,10, dla rejonu Jeziorska 8,65. Wartość krytyczna χ^2 przy dwóch stopniach swobody i poziomie istotności 0,05 wynosi 5,99 (z tablic). Możemy zatem odrzucić testowaną hipotezę z ryzykiem błędu mniejszym niż 5% i uznać zależność za istotną. Jej kierunek, ten sam dla obu rejonów, jest również zgodny z oczekiwaniami.

Zależność wskaźnika rozdrobnienia od iloczynu stoku jest niekorzystna dla metody. Wyższa wartość iloczynu, przy ustaleniu pozostałych czynników erozji, oznacza większą dynamikę niszczenia stanowiska. Trudno bowiem dopuścić możliwość, że zwiększone nachylenie i zdominowanie stoku przez dodatni bilans denudacyjny może mieć wpływ odmienny. O ile jednak erozja warstwy kulturowej wpływa na zwiększenie rozdrobnienia ceramiki w warstwie ornej — co zostało przedstawione w rozdziale poprzednim i stanowi podstawowe założenie metody — to jak wykazaliśmy obecnie, jeden z ważnych czynników sprzyjających erozji, działając bezpośrednio, modyfikuje wskaźnik w kierunku wartości niższych.

Sprawdzimy, czy modyfikacja ta nie wpływa na jakościową ocenę związku korelacyjnego pomiędzy liczbą *K* a wskaźnikiem rozdrobnienia. Do rachunku, który wykonaliśmy opierając się na materiałach z rejonu Jeziorska (patrz rozdział IV), wprowadzamy trzecią zmienną, mianowicie iloczyn stoku. Wartości *IS* z poszczególnych stanowisk opatrujemy rangami, przypisując rangę 1 najwyższej z nich. Jak pamiętamy, współczynnik korelacji kolejnościowej dla zmiennych *K* i *WR* wynosił: $r'_{12} = 0,3889$. Obliczone w taki sam sposób współczynniki dla dwóch pozostałych par zmiennych wynoszą $r'_{13} = 0,1935$ (dla *K* i *IS*) oraz $r'_{23} = 0,1345$ (dla *WR* i *IS*). Powyższe dane pozwalają na obliczenie częściowego współczynnika korelacji między liczbą *K* a wskaźnikiem rozdrobnienia, przy wyłączeniu wpływu iloczynu stoku

$$r'_{12,3} = \frac{r'_{12} - r'_{13} \cdot r'_{23}}{\sqrt{1 - r'_{13}^2} \cdot \sqrt{1 - r'_{23}^2}}$$

Wprowadzając wartości liczbowe i wykonując obliczenia, otrzymujemy $r'_{12,3} = 0,3732$, a więc wielkość praktycznie nie różniącą się od r'_{12} . Z rachunku naszego wynika, że przy ustalonym *IS* korelacja pomiędzy wskaźnikiem rozdrobnienia a liczbą *K* pozostaje nadal bardzo silna. Niemniej jednak stwierdzenie bezpośredniego

wplywu charakterystyki stoku na stopień rozdrobnienia materiału powierzchniowego pociąga za sobą konieczność uwzględnienia w metodzie szczegółowej wynikających stąd konsekwencji. Omówimy tę kwestię w rozdziale następnym, tutaj czyniąc uwagę, że metoda będzie zapewne mało skuteczna przy bardzo wysokich i bardzo niskich wartościach iloczynu stoku. W pierwszym wypadku wzajemny stosunek obu uzależnień wskaźnika: od iloczynu stoku i od stopnia zniszczenia warstwy kulturowej, będzie różny na stanowiskach różnego typu,

VI. PROGRAM METODY SZCZEGÓŁWEJ

Zależność pomiędzy rozdrobnieniem powierzchniowego materiału ceramicznego a liczbą K , uznaną za wyróżnik stopnia zniszczenia obiektów archeologicznych, stwierdzona została w odniesieniu do dwóch rejonów różniących się fizjografią i charakterem osadnictwa. Pozwala to sądzić, że mamy do czynienia z przejawami prawa statystycznego i zachęca do sformułowania na jego podstawie szczegółowej metody wnioskowania. Metoda ta, polegająca na szacowaniu stopnia zniszczenia według wskaźnika rozdrobnienia i ewentualnych wskaźników korygujących, nie może jednak być opracowana przy wykorzystaniu tego samego rodzaju materiałów źródłowych, które w niniejszym artykule posłużyły do jej uzasadnienia. Stanowisko takie może się w pierwszej chwili wydawać niejasne. Jeżeli korelację pomiędzy wskaźnikiem rozdrobnienia a liczbą K uważamy za dowód interesującej nas zależności, będziemy konsekwentni, przypisując kolejnym wartościom WR odpowiednie zakresy liczby K jako zmiennej zależnej i wnioskując o tej zmiennej z wkalkulowanym błędem wynikającym z nakładania się wspomnianych zakresów. Postępowanie takie nie jest jednak dobre z następujących powodów:

1. Bezpośrednim przedmiotem wnioskowania będzie w tym wypadku frekwencja warstwy kulturowej, a nie stopień zniszczenia. Dowiedliśmy wprawdzie, że istnieją podstawy dla uznania dynamiki zmienności liczby K jako wyróżnika stopnia zniszczenia, ale stwierdziliśmy również, że jej wartość bezwzględna jest zaledwie pochodną i to uwikłaną w szereg zależności ubocznych (liczba K' , typ stanowiska) interesującej nas cechy.

2. Wnioskowanie takie nie uwzględnia warunków glebowych, a przede wszystkim charakterystyki stoku, które to czynniki — jak wcześniej wykazaliśmy — mogą wpływać modyfikująco na wskaźnik rozdrobnienia niezależnie od stopnia zniszczenia stanowiska.

3. Metoda uniwersalna oparta byłaby na danych regionalnych. Wykazaliśmy co prawda, że badana zależność jest w obu rejonach w zbliżony sposób modyfikowana przez czynniki erozji, ale wniosek ten dotyczy zaledwie dwóch niewielkich obszarów, różniących się wprawdzie pod względem fizjograficznym, ale wykazujących każdy z osobna duży izomorfizm. Różnice pomiędzy

a ponadto uwikłany w szereg zależności ubocznych często doraźnych, np. od nasilenia opadów i związanego z tym występowania różnych form erozji intensywnej. W drugim wypadku, na stokach o silnie ujemnej wartości IS , może się zdarzyć, że wnioskowanie w dużej części w ogóle nie będzie dotyczyć obszaru kryjącego obiekty archeologiczne z uwagi na wtórne przemieszczenie się materiału powierzchniowego w kierunku podstawy stoku.

rozkładami wskaźnika proporcji z obu rejonów sugerują, że nie reprezentują one całego rzeczywistego zakresu zmienności tej cechy.

4. Powody wymienione w punktach 1 i 2, a ponadto niewielkie liczebności zbiorów, które posłużyły do obliczenia wskaźnika proporcji, spowodowały stosunkowo duże rozproszenie danych w diagramie korelacyjnym z rejonu Jeziorska. Wnioskowanie oparte na tym diagramie lub innym, sporządzonym bez uprzedniego wyeliminowania wspomnianych ograniczeń, musiałoby z konieczności dopuścić szerokie granice błędu.

Pojawia się pytanie, jakie postępowanie badawcze, wolne od wymienionych obciążeń, prowadzić powinno do opracowania metody szczegółowej.

Przed wszystkim należy stworzyć wiarygodne i kompletne rozkłady wskaźnika proporcji ceramiki powierzchniowej w ramach poszczególnych zbiorowości. Rozkłady te powinny być oparte na możliwie dużej liczbie zbiorów uzyskanych ze stanowisk znajdujących się w różnych warunkach fizjograficznych. Na tym etapie gromadzenia danych nie będzie konieczne, aby obliczonym wartościom wskaźnika towarzyszyły inne dane o stanowiskach, z których zbiory pochodzą, choć jest oczywiste, że informacje te, szczególnie dotyczące warunków glebowych i charakterystyki stokowej, byłyby pożyteczne. Jeżeli spełniony zostanie warunek zróżnicowania fizjograficznego, obliczenie kilkuset wskaźników w ramach danej kultury umożliwi zbudowanie wiarygodnego rozkładu, o którym będzie można powiedzieć, że wprowadzenie dalszych danych nie zmieni w sposób istotny jego cech podstawowych: kształtu i miejsca na osi liczbowej. Na tym etapie pracy nad metodą będzie miejsce na powtórne sprawdzenie niektórych dokonanych wcześniej ustaleń, dotyczących np. ciężaru właściwego ceramiki i zasadności jego pominięcia w końcowej postaci wskaźnika proporcji, słuszności przyjęcia wskaźnika proporcji jako miary rozdrobnienia zbiorów ceramiki późnośredniowiecznej, czy wreszcie korelacji pomiędzy wskaźnikami obliczonymi dla zbiorów różnych kultur, pochodzących z powierzchni tego samego stanowiska. Jest rzeczą zrozumiałą, że będzie tu także miejsce na wprowadzenie odpowiednich modyfikacji do wstępnych założeń meto-

dy, jeżeli wspomniane próby podyktują taką konieczność.

W dalszej kolejności, ale nadal w ramach pierwszego etapu pracy, należy sprawdzić, czy rozkłady wskaźnika proporcji w niektórych zbiorowościach są na tyle sobie bliskie, by można je połączyć w rozkład wspólny, obejmujący kilka kultur archeologicznych. Wolno przypuszczać, że w odniesieniu przynajmniej do niektórych zbiorowości, a być może z racji powinowactwa technologicznego do większości ceramiki starszej niż wczesnośredniowieczna i wykonywanej bez udziału koła garncarskiego, zabieg taki będzie uzasadniony. Uzyskane w ten sposób uniwersalne rozkłady wskaźnika proporcji będą stanowiły podstawę do wyznaczenia klas *Wr*. Tym samym stworzony zostanie w miarę stały układ odniesienia dla każdego nowego pomiaru wskaźnika, dokonanego w ramach dalszych etapów tworzenia metody. Zarazem te nowe dane włączone do układu będą go zapewne nieco modyfikowały, umożliwiając po jakimś czasie przeprowadzenie odpowiedniej korekty klas *Wr*.

Łatwo zauważyć, że już naszkicowany wyżej wstępny etap pracy nad metodą musi się opierać na wykorzystaniu danych źródłowych pochodzących z różnych badań, prowadzonych w różnych rejonach Polski. Wiąże się to z regionalnym zasięgiem wielu kultur archeologicznych, a także ze wskazanym wcześniej postulatem uzyskania danych źródłowych ze stanowisk o dużym zróżnicowaniu fizjograficznym. Toteż należałoby sobie życzyć, aby w sprawozdaniach z badań powierzchniowych były podawane wskaźniki proporcji zbiorów, a przynajmniej dane pozwalające na ich obliczenie.

Drugi etap prac nad metodą szczegółową powinien zostać oparty na wynikach badań wykopaliskowych, przede wszystkim szerokoprzestrzennych, które zasięgiem swoim obejmują całość lub dużą część stanowiska. Głównym zadaniem w tej fazie prac będzie zebranie z możliwie dużej liczby stanowisk odpowiednich informacji: wartości wskaźnika rozdrobnienia obliczonego dla materiału powierzchniowego, danych o stopniu zniszczenia stanowiska oraz obu modyfikatorów zależności między wymienionymi cechami, mianowicie typu gleby i charakterystyki stoku. W porównaniu z postępowaniem przyjętym w tej pracy zajdzie tu podstawowa różnica. Opierając się na badaniach wykopaliskowych jako na głównym źródle informacji, można zrezygnować z liczby *K* jako wyróżnika stopnia zniszczenia. Wskaźnik ten powinien zostać zastąpiony oceną bezpośrednią, opartą na pełnym, przestrzennym rozpoznaniu obiektów i wyrażoną w czterostopniowej skali stadiów niszczenia (por. rozdz. IV). Badania szerokoprzestrzenne pozwalają na prawidłowe rozpoznanie funkcji obiektów i ich powtarzalnych w obrębie stanowiska cech konstrukcyjnych, co w połączeniu z analizą morfologiczną umożliwi poprawną ocenę stadium zniszczenia. Jeżeli różne części stanowiska znajdują się w różnych stadiach, co w sytuacji

stokowej będzie regułą, wskaźnik dotyczący całości powinien być obliczany jako średnia ważona stadiów niszczenia, w jakich znajdują się poszczególne części, przy uwzględnieniu udziału każdej z nich w ogólnej powierzchni stanowiska.

Po tych uwagach można naszkicować postulaty stawiane wobec badań wykopaliskowych.

1. Przed przystąpieniem do prac ziemnych należy wykonać na stanowisku badania powierzchniowe. Szczególnie pożądane byłoby wykonanie badań szczegółowych połączonych z planigrafią materiału źródłowego⁴¹, ale nie jest to warunek konieczny. Natomiast niezależnie od przyjętej metody powinno się dążyć do zebrania dużej ilości materiału. Jeżeli teren w granicach stanowiska jest zróżnicowany pod względem charakterystyki stokowej lub rodzaju gleby, wskazane będzie zebranie materiału powierzchniowego oddzielnie z każdej wyróżnionej strefy. Po dokonaniu klasyfikacji, skompletowaniu zbiorów, obliczeniu wskaźników proporcji i oznaczeniu ich klas, należy obliczyć wskaźnik rozdrobnienia dla stanowiska lub dla każdej z wyróżnionych w jego obrębie stref. Rachunkowa część pracy nie musi zresztą być wykonana przez autora badań, wystarczy jeżeli poda on niezbędne do przeprowadzenia obliczeń parametry zbiorów: wagę, liczebność i średnią grubość skorup.

2. Należy podać iloczyn stoku i charakterystykę glebową całego stanowiska lub każdej strefy. Pierwszy z tych warunków może być pominięty, jeżeli w publikacji zamieszczony jest dobry plan sytuacyjno-wysokościowy z wprowadzonym zasięgiem pola rozrzutu materiału powierzchniowego.

3. Po wykonaniu badań wykopaliskowych należy określić stadium zniszczenia całego stanowiska, a w wypadku podziału na strefy — każdej z nich. I ten postulat może być pominięty, jeżeli publikacja zawiera kompletny przegląd dokumentacji wykopów badawczych.

Należy zwrócić uwagę, że z wyjątkiem pewnych wymagań dotyczących opracowania materiałów z badań powierzchniowych, stawiane tu postulaty mieszczą się w ramach przyjętej metodyki badań terenowych i nie wprowadzają dodatkowych obciążeń.

Trzeci i ostatni etap pracy nad metodą obejmie opracowanie danych pochodzących z badań terenowych. Opracowanie to powinno zostać powierzone specjalistom z zakresu zastosowań matematyki. Otrzymają oni zbiór danych z wielu stanowisk, przy czym dla każdego stanowiska lub strefy wyróżnionej w jego obrębie, podane będą wzajemnie sobie przyporządkowane cztery cechy: wskaźnik rozdrobnienia materiału powierzchniowego, iloczyn stoku, charakterystyka glebowa i stadium zniszczenia. Zadania postawione przed statystykami będą następujące:

1. Zbadanie zależności zachodzących między poda-

⁴¹ MAZUROWSKI 1971.

nymi cechami i sprawdzenie tym samym na szerszym i lepiej dobranym materiale wniosków sformułowanych w tej pracy.

2. Odszukanie optymalnej funkcji wiążącej stadium zniszczenia stanowiska (zmienna zależna) z pozostałymi zmiennymi. Nie można wykluczyć, że funkcja ta będzie miała różne postacie w odniesieniu do stanowisk różnego typu.

3. Ułożenie nomogramu służącego do oznaczenia stadium zniszczenia na podstawie znajomości wskaźnika rozdrobnienia i obu modyfikatorów. Nomogram powinien umożliwiać określenie błędu prawdopodobnego uzyskanego oszacowania.

Można się spodziewać, że wspomniany błąd nie będzie znikomy. Niezależnie od czynników omówionych wcześniej wpływać nań będą pewne uproszczenia poczynione w tej pracy, których nie da się zapewne uniknąć również przy opracowywaniu metody szczegółowej. Jed-

nym z takich uproszczeń było na przykład milczące założenie, że ceramika w warstwie kulturowej występuje w rozproszeniu, a tym samym zmienność liczby K jest ściśle skorelowana ze zmiennością udziału materiału ceramicznego w warstwie ornej. Doświadczenie badawcze podpowiada, że nie może tu być mowy o korelacji ścisłej, a zdarzać się będą stanowiska, na których wspomniana zależność nie wystąpi, na przykład w wypadku wyraźnej skłonności do grupowania się ceramiki w dolnych partiach obiektów. Toteż przy ostatecznej ocenie stopnia zniszczenia stanowiska należy brać pod uwagę szereg cech dalszych, często opisowych, związanych przede wszystkim z kształtem, gęstością i rozkładem pola rozrzutu materiału powierzchniowego. Rozwinięcie metody w tym kierunku opiera się jednak na innych niż wykorzystane w tej pracy założeniach teoretycznych i wymaga oddzielnego omówienia.

POSŁOWIE

Względy wydawnicze nie pozwoliły na opublikowanie materiałów źródłowych wykorzystanych w tej pracy. Zesztą materiały te, jeśli uwzględnić wszystkie ujęcia danych przetworzonych na potrzeby analizy, blisko trzykrotnie przerastają objętością tekst artykułu. Obliczenia podane zostały w formie skróconej, niekiedy krańcowo lapidarnej, tym razem przede wszystkim w trosce o przejrzystość i zwartość wykładu. Pełna dokumentacja pracy znajduje się w posiadaniu autora.

Pragnę złożyć podziękowanie osobom, których rady i uwagi umożliwiły właściwe ujęcie niektórych kwestii lub wprowadzenie pożytecznych zmian w przewidzianym do publikacji tekście. Wdzięczność moja z tego tytułu należy się archeologom: doc. Tadeuszowi Wiślańskiemu, prof. Waldemarowi Chmielewskiemu i prof. Lechowi Leciejewiczowi oraz matematykowi doc. Zygmuntowi Welonowi.

BIBLIOGRAFIA

Skróty

- CzG — Czasopismo Geograficzne, Warszawa
RNR — Rocznik Nauk Rolniczych, Warszawa

Literatura

- BAC S.
1928 *Przyczynek do badań nad zmianą położenia powierzchni ornych gruntów lessowych*, „Roczniki Nauk Rolnych i Leśnych”, 19, 3, s. 463 n.
- BARTKOWSKI T.
1962 *O terasach nad Jeziorem Pakoskim*, Cz. G., 33, 3, s. 339 n.
- BEDNARCZYK J., KRAUSE E., MAKIEWICZ T., MAZUROWSKI R.
1973 *Archeologiczne badania powierzchniowo-sondazowe na terenach zalewowych zbiornika Jeziorsko*, opracowanie Pracowni Archeologicznej PKZ w Poznaniu (maszynopis).
- BUCKMANN H. C., BRADY N. C.
1971 *Gleba i jej właściwości*, Warszawa.
- DEJA W.
1963 *Rozważania nad geomorfologią i jej związkiem z glebami na przykładzie arkusza Stępushowo mapy 1 : 25 000 (północno-wschodnia część Wysoczyzny Gnieźnieńskiej)*, „Sprawozdania Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk”, 1/68, s. 153 n.
- DOBRAŃSKI B., MALICKI A., ZIEMNICKI S.
1953 *Erozja gleb w Polsce*, Warszawa.
- DORYWALSKI M.
1955 *Znaczenie powierzchni peryglacialnej dla badań erozji i denudacji gleb w okolicach Łodzi*, „Biuletyn Peryglacialny”, 2, s. 33 n.
- DRAPER N. M., SMITH H.
1973 *Analiza regresji stosowana*, Warszawa.
- FIGUŁA K.
1955 *Wstępna charakterystyka zjawisk erozji na terenie kilku powiatów województwa krakowskiego*, RNR, 71, seria F, 1, s. 111 n.
- FREUND J. K.
1968 *Podstawy nowoczesnej statystyki*, Warszawa.
- GERLACH T.
1966 *Współczesny rozwój stoków w dorzeczu górnego Grajcarka*, Warszawa.
- HLIBOWIECKI R.
1955 *Przemieszczanie gleb i kształt pól uprawnych*, RNR, 71, seria F, 1, s. 89 n.

- JAHN A.
1954 *Denudacyjny bilans stoku*, Cz. G, 25, 1/2, s. 38 n.
1968 *Selektywna erozja gleb i jej znaczenie w badaniach geomorfologicznych*, „Przegląd Geograficzny”, 40, 2, s. 419 n.
- KENDALL M. G.
1946 *The Advanced Theory of Statistic*, London.
- KLATKA T.
1958 *Muly antropogeniczne doliny Świślcy i ich dynamiczna interpretacja*, [w:] *Studia z geomorfologii dynamicznej*, „Acta Geographica Universitatis Lodziensis”, 8.
- KLATKOWA H.
1972a *Paleogeografia Wyżyny Łódzkiej i obszarów sąsiednich podczas zlodowacenia warciańskiego*, „Acta Geographica Lodziensis”, 28.
1972b *Region Łódzki*, [w:] *Geomorfologia Polski*, t. 2, Warszawa s. 240 n.
- KLIMASZEWSKI M.
1966 *Geomorfologia ogólna*, Warszawa.
- KURNATOWSKA Z.
1973 *Główne momenty w rozwoju wczesnośredniowiecznego garncarstwa polskiego*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej”, 21, 3, s. 435 n.
- LUSZNIEWICZ A.
1973 *Statystyka ogólna*, Warszawa.
- MAKIEWICZ T., MAZUROWSKI R.
1969 *Badania powierzchniowo-sondazowe w rejonie Jeziora Pakoskiego*, opracowanie Pracowni Archeologicznej PKZ w Poznaniu (maszynopis).
- MARCINEK J., WIŚLAŃSKI T.
1959 *Sprawozdanie z wstępnych badań gleboznawczych na obiektach archeologicznych w Strzelcach i Głogówcu w powiecie Mogilno w r. 1956*, „Sprawozdania Archeologiczne”, 7, s. 77 n.
- MARTIN R., SALLER K.
1957 *Lehrbuch der Anthropologie*, Stuttgart.
- MARUSZCZAK H.
1968 *Procesy denudacyjne w późnym glacie i holocenie w świetle badań suchych dolin w Polsce*, „Folia Quaternaria”, 29, s. 79 n.
- MAZUROWSKI R.
1971 *Metoda szczegółowej inwentaryzacji powierzchniowej*, „Sprawozdania Archeologiczne”, 23, s. 293 n.
1972 *Założenia metodyczne badań ratowniczych na terenach zalewowych zbiornika pakoskiego*, „Fontes Archaeologici Posnanienses”, 21, s. 239 n.
1973 *Zarys metody szybkich badań archeologicznych na terenach realizacji inwestycji przestrzennych*, „Biuletyn Informacyjny PKZ”, 25, s. 59 n.
- RACZKOWSKI W.
1958 *Zagadnienie denudacji na obszarze pól uprawnych*, CzG, 29, 3, s. 355 n.
- RENIGER A.
1950 *Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce*, RNR, 54, s. 8 n.
1955 *Spływ gleb na uprawianych zboczach*, RNR, 71, seria F, 1, s. 21 n.
1959 *Erozja gleb w okresie ulew i spływów wód wiosennych w zależności od przebiegu pogody*, RNR, 73, seria F, 4, s. 599 n.
- RENIGER A., ZIEMNICKI S.
1952 *Erozja gleb*, Warszawa.
- SMIRNOW N. W., DUNIN-BARKOWSKI I. W.
1973 *Kurs rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej dla zastosowań technicznych*, Warszawa.
- STRZEMSKI M., SIUTA, J. WITEK T.
1973 *Przydatność rolnicza gleb Polski*, Warszawa.
- YULE G. U., KENDALL M. G.
1966 *Wstęp do teorii statystyki*, Warszawa.
- ZIELIŃSKI R.
1972 *Tablice statystyczne*, Warszawa.

REASONS FOR INFERRING THE DEGREE OF DEVASTATION OF ARCHAEOLOGICAL OBJECTS FROM ANALYSES OF CERAMIC MATERIAL OBTAINED FROM THE SURFACE OF SITES

Summary

We have introduced the notion of indicator analysis of surface research defined as a method of inferring characteristics of sites inaccessible to direct observation, based on statistical dependences of their surface picture and the spatial picture. This inference is based on appraising elements of the spatial picture subject to assessment on the basis of information obtained from the surface of the site.

The author of this article investigated one of these statistical dependences. Is there a substantiation for inferring the destruction of flat archaeological sites situated on arable land on the basis of quantitative-weight analyses of ceramic materials taken from the surface? These are the successive steps of the employed procedure.

We assume that in conditions caused by natural denudation processes, also considering erosion as a consequence of tillage, four stadia of devastation of sites can be

distinguished (Fig. 1a): Stadium I, during which the continuous cultural stratum spread over objects has not yet been completely degraded; Stadium II, in which this stratum is degraded but non of the objects buried in the substratum have been completely destroyed; Stadium III, in which some objects have been completely destroyed, and IV, in which all objects have been completely destroyed and loose archaeological material in the arable stratum is the only trace of a site. Particular sections of a site may represent various phases of destruction. Depending on the type of site the relative length of these stadia may differ and some may not occur.

We have accepted the lability of number *K*, defining the relation of the surface occupied by the cultural layer on the level of the ceiling of the substratum to the general surface under observation (e.g., the surface of an excavation), as the derivative of the devastation pro-

cess (Fig. 1 b). We assume that together with the decrease of number K as this process progresses, there decreases the share of freshly ploughed up ceramics on the surface of the site. Assuming that this ceramic is less crumbled than pieces which have been spread over the surface for a longer time, we have accepted the initial proportions of the mean fractions of ceramics in an assemblage expressed by the ratio of the average surface to the square of average thickness as the measure of this share. This index has been defined as the index of proportion. Hence:

$$Wr = \frac{Ww}{Cw \cdot a^3},$$

where Ww is the average weight of the ceramic fraction in the assemblage (index of weight), a — the average thickness of pottery fragments, Cw — the weight density of the assemblage.

Basing on assumptions introduced in point 2, we advance the thesis that the two liabilities: number K and the index of proportions are correlated so that there exists a tendency of a considerable crumbling of the surface material (low index of proportion) on sites with a small number K , and a small crumbling (high index) on sites where the number K achieves higher values.

The index of proportion is calculated from a ceramic assemblage of one culture obtained from the surface of one site. The necessity of calculating the specific gravity of every assemblage would be quite difficult in comparative analyses. There arises the question whether the weight density of various assemblages of the same culture, and of assemblages belonging to various cultures (Cw distribution relating to cultures are presented in Fig. 2), is close enough to be passed by in the characteristic of the index of proportion as being insignificant in comparative analyses. We have employed the analysis of variance and introduced the conclusion that weight density may be left out since it does not significantly influence the position of the proportion index within its proper range of values. The recording of the indicator in a simple form is thus substantiated:

$$Wr = \frac{Ww}{a^3}.$$

We submit to discussion the correctness of the proportion index as a measure of the crumbling of collections and thus check the initial assumption. We substantiate the assertion that the indicator correctly describes the crumbling in a particular assemblage (all collections of one culture in the region of research), if the equation of changeable Ww and a regressions taken from collections of this community is identical with or close to equal proportions: $y = Ax^3$, where parameter A is the mean indicator of collection proportions. Examining the concordance of the two equations in all distinguished as-

semblages (cf. Fig. 7) we have found that the accepted indicator describes crumbling correctly.

We submit to an analysis distributions of proportion indicator in assemblages. We have found that distributions have different ranges and different averages in regard to various cultures (Figs. 13 and 14). This indicates that proportion indicators of various cultures cannot be compared directly. To avoid this difficulty we have divided each distribution into five classes of an equal quantity and have recognized indicators included in the same group independent of the assemblage as related in regard to relative value, namely those occupying approximate positions within their distribution.

Searching for a measure of surface material crumbling, common for the archaeological site as a whole, we have advanced the thesis that on open, flat sites of a weakly developed vertical stratigraphy, discussed in this work, all archaeological objects, regardless of their chronology, have been in a similar manner subjected to the action of destructive elements. In the light of the assumption introduced in point 2, we may expect, therefore, that there will occur an essential concurrence of proportion indicator classes of various-cultural ceramic assemblages obtained from the surface of the same site. We have calculated the correlation coefficient of Wr classes for pairs of co-appearing cultures (cf. Fig. 15) and have found the existence of expected dependences.

This determination allows to accept a weighted average of classes of single-culture assemblage proportion indicators (where the quantity of collections are weights) as the measure of crumbling of the entire ceramic material from the surface of the site. We have termed this magnitude the crumbling indicator (WR). WR distributions are presented on Fig. 16. The concentration of data in points denoted by whole numbers is linked with single-culture sites, in relation to which the crumbling indicator took a value equal to the number of the class of the assemblage proportion indicator.

Proving the thesis presented in point 3 we have examined the correlation between number K (its distribution is presented in Fig. 17) and the crumbling indicator (WR). It was found that the two variables are correlated and the type of dependence is in accordance with the one presented in the thesis (Fig. 18).

We submit number K to discussion as a discriminant of the degree of site destruction. We have substantiated that this correlation may be recognized as the derivative of dependences between the crumbling indicator and the dynamics of changes of number K in time, meaning that sections of a more rapid decline of number K correspond to a greater crumbling of the surface material (Figs. 19 and 20). We have indicated that the decline in the value of number K is accelerated in successive stages of the destruction process of the site. The found correlation between number K and the crumbling indi-

cator may, therefore, be recognized as an expression of dependences of the crumbling of the ceramic material from the surface of the site on the degree of the advancement of the process of object destruction. We have thus substantiated the method of inferring the degree of destruction of archaeological sites based on the quantitative-weight analysis of surface ceramic material.

There appears the question whether the dependence lying at the bottom of this assumption is a simple dependence, i.e., whether the image of the correlation has not been modified with omitted external factors, which, in this case, should not be left out at the elaboration of a detailed method. This concerns, above all, factors which — influencing the course of the process of site devastation — can independently and directly influence the state of the surface preservation of the ceramic material. This will be these elements of physiography on which there depends the increase of erosion processes, principally the type of the soil and the shape and inclination of the slope.

A check is made whether there exists a correlation link between the type of soil, on the one hand, and the crumbling indicator and the number K , on the other. We have found dependences in both cases, while on light, sandy soils there appear more frequent sites of low K values and a strongly crumbled surface material, there exists on heavier soils the tendency for the appearance of sites of an opposite characteristic. This result does not prove the independent influence of soil conditions on the degree of surface material crumbling. But within the context of pedologic determinations, ascribing sandy soils a relatively small suppleness to erosion, there arises the interesting problem of a relatively advanced — in the light of indexes introduced in this work — degree of site devastation on this type of soil. Since this phenomenon has not been fully explained, the

soil factor must be considered when a detailed method is formulated.

Examining correlation links between the crumbling indicator and the inclination and denudation characteristic of the slope we have found more often slightly crumbled ceramic material on more sharply inclined slopes with a positive denudation balance and strongly crumbled material on slightly inclined slopes with equiponderant or negative balance. Since the first of the supplied characteristics describes a situation favouring erosion, the result of the analysis indicates the direct influence of slope conditions on the degree of surface material crumbling. These conditions should be considered, therefore, at the establishment of a detailed method of inference and taken as an independent parameter.

Considering all conclusions formulated in this work, there appears the following program of a detailed method :

— It is necessary to prepare complete and credible distributions of proportion indicators in particular archaeological cultures, treating them as permanent reference system when the crumbling factor is calculated. These distributions should be based on surface researches conducted on several sites, in various physiographic conditions and representing a great cultural diversity.

— An assessment of the degree of devastation of objects, including the state of destruction, should be obtained from as many sites as possible, on the basis of wide-spread excavation works. Data relating to the soil and slope and an indicator of crumbling calculated for ceramics from earlier surface studies should also be recorded.

— Disposing of a sufficient amount of relevant information we may formulate the functional dependence optimizing links between the stadium of destruction and other, above mentioned, characteristics.

Translated by Jan Rudzki

The author's address :

Dr Ryszard Mazurowski, Poland
Pracownia Konserwacji Zabytków
61-761 Poznań, ul. Żydowska 1

