

## OPTIMAL MODELS IN ARCHAEOLOGY OR SOME REFLECTIONS ON METAPHYSICAL SPECULATION

## Summary

The article is concerned with the processes and the role of the metaphysical crisis of man, hidden in works which suggest employing optimal models in archaeology. Two books of American archaeologists (W.A. Starna 1976 and A.S. Koenig 1981a) provided material for an analysis. Both authors created theoretical models of decision making, which were to give grounds for forecasting future preferences of human gathering and their economic and social consequences. W.A. Starna built his model through induction, relying on ethnographic data, whereas A.S. Koenig chose the way of deduction, starting with the axioms of the Neo-Darwinian theory of evolution. Owing to the analysis of their reasoning we can see both speculative assumptions concerning human nature, contained in their works, were used to manipulate ethnographic material and theories provided. The American archaeologists referred to the concept of a "rational economic human being" (which differently borrowed the value from the Neo-Classical economic theory adopted through "optimal foraging theory" which also proved to be applied to metaphysical approach to reality). The author points to those ethnographic data which show that assumptions of both models are false. The results of man, presented by the two archaeologists, do not agree with empirical facts, i.e. however, as a full accordance with common sense anthropology has been in European and American culture since the 18th century. The article aims at giving a short historical outline of this concept, and at pointing to other applications of this view on man in various theories, including: Information, Neo-Classical economics, ethnographic functionalism, culture ecology). The influence this view exerted on regions of man perception is also discussed. The author draws our attention to the fact that speculative reasoning of some archaeology resembles the case of optimal models, the case which cannot be verified and falsified empirically. And this, verifiable science except the results of man and various complex phenomena. The success of optimal models in archaeology should be verified not so much in their cognitive and methodological quality as in their relevance to concrete action when concerning human nature.

Translated by Anna Jurekovic

## Author's address:

Mgr Włodzisław Wasylukowski  
 Centre National de la Recherche Scientifique  
 Equipe de Bioarchéologie  
 25, rue de Valenciennes  
 75 019 Paris

KRYSZYNA WASYLKOWA

## WĘGLE DRZEWNE W OSADACH ORGANICZNYCH JAKO WSKAŹNIKI POŻARÓW

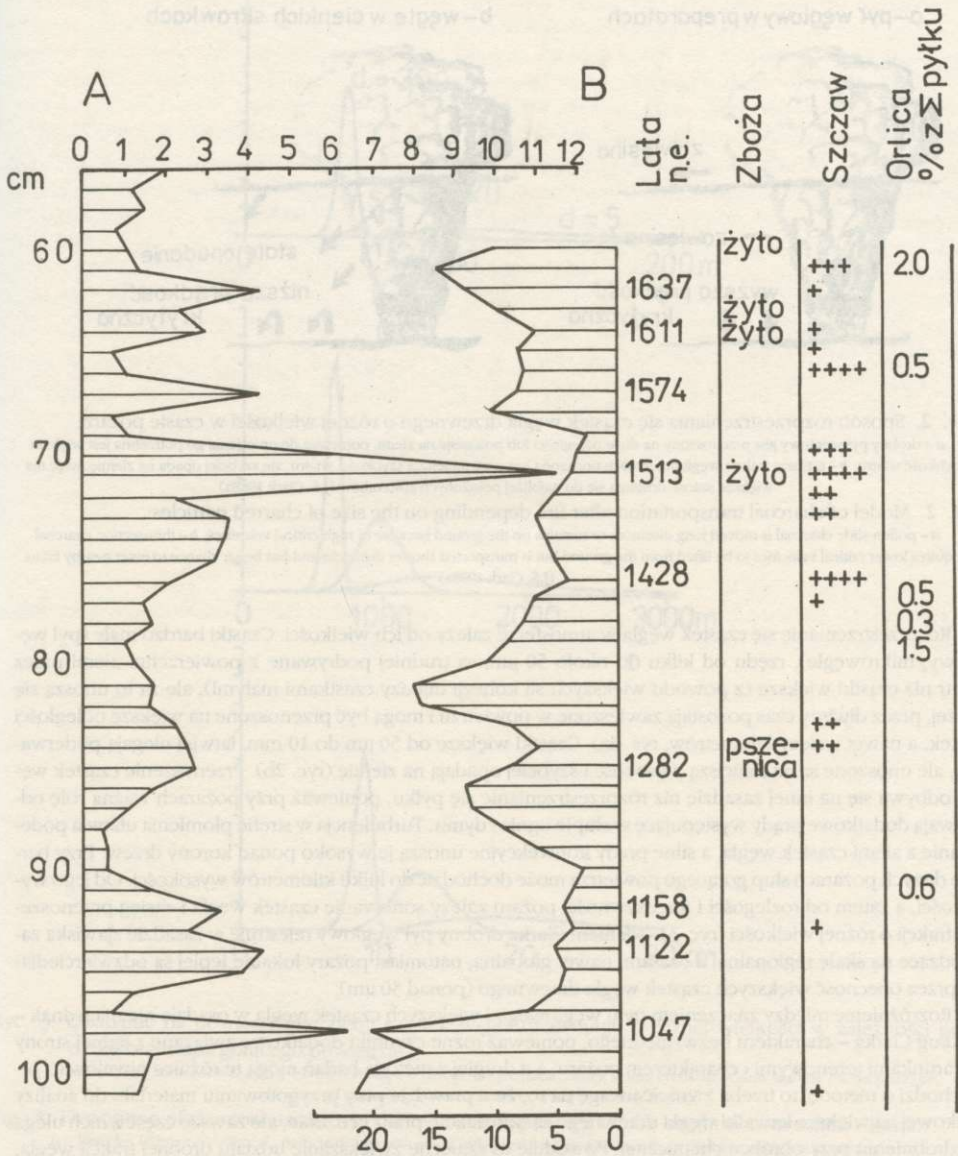
Węgle drzewne występujące w holocenijskich złożach organicznych mogą być śladem pożarów naturalnych, które zdarzały się w przeszłości, mogą rejestrować różne formy celowej działalności ludzkiej związanej ze wzniecaniem ognia, takie jak np. kontrolowane wypalenie powierzchni leśnych czy rozpalanie ognisk, mogą wreszcie odzwierciedlać pożary przypadkowo wywołane przez człowieka. Niekiedy pozostałościami pożarów są także fragmenty spalonych krzewinek i roślin zielnych. Poznanie historii pożarów postglacjalnych pomaga zrozumieć pewne problemy ekologiczne współczesnej szaty roślinnej (przebieg sukcesji roślinnych, układ przestrzenny zbiorowisk na jakimś terenie) i ma duże znaczenie przy odtwarzaniu dawnych warunków środowiska naturalnego. Wiele badań zmierzających do określenia częstotliwości i intensywności pożarów

w czasach przeszłych przeprowadzono w ciągu ostatnich (około 20) lat w Ameryce Północnej, gdzie zajmowano się przede wszystkim pożarami naturalnymi doszukując się przyczyn w warunkach klimatycznych i w panującym typie roślinności (H.E. Wright 1974). W Europie przeważało zainteresowanie pożarami wywołanymi przez człowieka w związku ze stosowaniem w rolnictwie techniki wypaleniskowej, a szczególnie zajmowali się tymi zagadnieniami badacze fińscy (K. Tolonen 1983, 1986). W czasopiśmie „Quaternary Research” ukazały się ostatnio dwie interesujące publikacje J.S. Clarka (1988a, b), które stały się bodźcem do napisania tego artykułu. Celem jego jest zwrócenie uwagi na niektóre aspekty liczbowej analizy przy odtwarzaniu techniki uprawy roli w czasach prahistorycznych.

Podjęmując próbę oceny występowania węgla drzewnych w osadach organicznych trzeba zdawać sobie sprawę z różnicy między informacją zapisaną w sedymentach jeziornych i torfach. Węgiel drzewny zachowany w osadzie jeziornym pochodzi spoza samej misy jeziornej. Dostaje się on do osadu z bliższego lub dalszego otoczenia drogą transportu eolicznego, rzecznicznego lub spływu powierzchniowego. W większości przypadków najważniejszą rolę odgrywa transport eoliczny. W niektórych sytuacjach znaczne ilości węgla mogą być przenoszone także przez strumienie wpływające do jeziora, ale węgiel ten do wód rzecznych dostaje się również zwłaszcza drogą powietrzną. Spływ powierzchniowy odgrywa małą rolę, szczególnie na glebach leśnych, ponieważ siły kohezji działające między cząstkami znacznie redukują jego efektywność (J.S. Clark 1988a). Potencjalne źródła węgla drzewnego w torfach są bardziej zróżnicowane. Obok transportu eolicznego z otoczenia mogą to być także pożary drzewostanów na samym torfowisku, pożary złoża torfowego lub spalanie się pojedynczego drzewa rażonego piorunem (por. zdjęcie nadpalonej sosny w Białowieckim Parku Narodowym, z której odpadają kawałki spalonej kory i drewna, i gromadzą się na powierzchni torfu; M. Borowik-Dąbrowska 1985, s. 416, ryc. 1). Torfy mają też przewagę nad osadami jeziornymi, że nie dochodzi w nich do wtórnego mieszania materiałów, które występują w niektórych typach jezior, ale ich ujemną stroną jest to, że w zasadzie można badać tylko pożary występujące *in situ* i nie da się dokładnie datować poszczególnych warstw pożarowych. Precyzyjne datowanie można osiągnąć w rocznie laminowanych osadach jeziornych, które też stanowią najlepszy materiał do budowy częstotliwości pożarów w okresie objętym laminacjami.

Sama analiza węgla drzewnych występujących w złożu torfowym czy jeziornym nie pozwala na odróżnienie pożarów naturalnych od antropogenicznych. Aby to określić z mniejszym lub większym prawdopodobieństwem, trzeba uwzględnić różne czynniki dodatkowe zarówno z zakresu faktów przyrodniczych (zmiany w spektrach pyłkowych, w typie osadu), jak i archeologicznych (obecność warstwy kulturowej *in situ*, osadnictwo w najbliższym otoczeniu itp.). W Europie ostatnich 6 tys. lat palinologowie najczęściej doszukiwali się człowieka jako sprawcy pożarów, natomiast pojawienie się węgla w okresie starszym na ogół skłonni byli przypisywać pożarom naturalnym. Ostatnio jednak coraz częściej wskazuje się na możliwość występowania pożarów antropogenicznych w okresie poprzedzającym pojawienie się rolnictwa i niektóre odlesienia zaznaczające się w starszej części holocenu wiąże się z działalnością ludów mezolitycznych (m.in. D. Robinson 1987; J. G. Simmons et al. 1983, a w literaturze polskiej M. J. Dąbrowski 1981; M. Latałowa, D. Nalepka 1987).

Od dawna w opracowaniach dotyczących holocenu palinologowie notowali pojawienie się węgla drzewnych zarówno widocznych gołym okiem w osadzie, jak i drobnych ich fragmentów obecnych w preparatach pyłkowych. Liczbowe przedstawienie udziału drobnych węgla w preparatach mikroskopowych polega na liczeniu fragmentów lub na określaniu zajmowanej przez nie powierzchni (K. Tolonen 1986). W efekcie otrzymujemy krzywe, które w połączeniu z innymi obserwacjami mogą być interpretowane jako wskaźniki pożarów (ryc. 1). Opieramy się przy tym na rozpowszechnionym przekonaniu, że pył węglowy przenoszony jest w atmosferze na tych samych zasadach, co pyłek i spory roślinne. W literaturze polskiej sformułowała to wyraźnie M. Borowik-Dąbrowska (1985, s. 417), pisząc: „Obecność mikrowęgla traktuje się identycznie, jak ziarn pyłku, gdyż unoszone są w powietrzu podobnie, jak deszcz pyłkowy i podlegają tym samym prawom rozprzestrzeniania. Zatem celowe pożary jako wynik gospodarki żarowej zostają w ten sposób w trakcie analizy zaznaczone...”. Obserwacje uzyskane w ostatnich latach skłaniają jednak do zweryfikowania tego poglądu. Badania przeprowadzone w Ameryce Północnej na najmłodszych osadach laminowanych, których wiek można było określić w latach kalendarzowych, wykazały, że w wielu przypadkach nie było zgodności między występowaniem pożarów znanych z zapisów historycznych a zwiększeniem się udziału drobnych cząstek węgla w preparatach mikroskopowych, i odwrotnie – w okresach bezpożarowych występowało tyle samo pyłu węglowego, co w okresach intensywnych pożarów. Niezgodności te skłoniły Clarka do zajęcia się teorią przenoszenia cząstek węgla w atmosferze i opracowania nowej metody stratygraficznej analizy węgla drzewnych (J. S. Clark 1988a, b).



Ryc. 1. Warstwy pożarowe w osadzie o rocznych laminacjach z jeziora Laukunlampi w Finlandii:

A – roczny opad pyłu węglowego na 1 cm<sup>2</sup> (10<sup>4</sup>μm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>/rok); B – roczny opad pyłku drzew na 1 cm<sup>2</sup> (10<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/rok). Wiek na podstawie warw. Wierzchołki krzywej mikrowęgla oraz towarzyszące im wskaźniki osadnictwa (pyłek zbóż i szczawiu) i wypalania (pyłek orlicy) oznaczają poziomy pożarowe (K. Tolonen 1986, uproszczone)

Fig. 1. Fire horizons in the annually laminated sediment from Laukunlampi Lake in Finland:

A – total charcoal influx (10<sup>4</sup>μm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>/yr); B – total arboreal pollen influx (10<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/yr). Next columns: years A.D. based on varve counting, cereals, Rumex acetosa-acetosella, Pteridium (K. Tolonen 1986, simplified)

a – pył węglowy w preparatach

b – węgle w cienkich skrawkach



Ryc. 2. Sposób rozprzestrzeniania się cząstek węgla drzewnego o różnej wielkości w czasie pożaru:

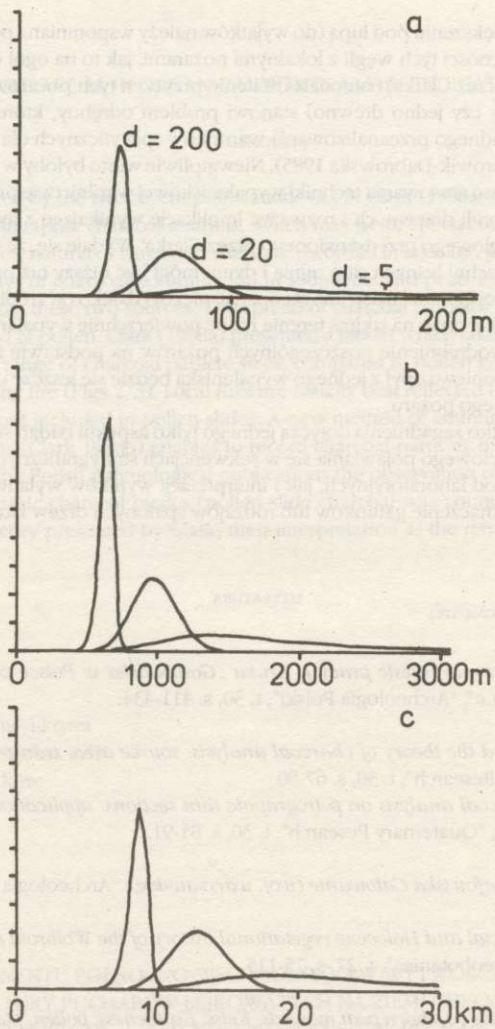
a – drobny pył węglowy jest przenoszony na duże odległości lub pozostaje na ziemi, ponieważ do uniesienia go potrzebna jest większa szybkość wiatru; b – grubsza frakcja węgla drzewnych unoszona jest przy mniejszej szybkości wiatru, ale szybciej opada na ziemię, więc ma większe szanse dostania się do najbliższych położonych zbiorników (J.S. Clark 1988a)

Fig. 2. Model of charcoal transportation after fire depending on the size of charred particles:

a – pollen-slide charcoal is moved long distances or remains on the ground because of high critical velocities; b – thin-section charcoal requires lower critical velocities to be lifted from the ground but is transported shorter distances and has better chance to enter nearby lakes (J.S. Clark 1988a)

Rozprzestrzenianie się cząstek węgla w atmosferze zależy od ich wielkości. Cząstki bardzo małe (pył węglowy, mikrowęgle), rzędu od kilku do około 50  $\mu\text{m}$ , są trudniej podrywane z powierzchni ziemi przez wiatr niż cząstki większe (z powodu większych sił kohezji między cząstkami małymi), ale za to unoszą się wyżej, przez dłuższy czas pozostają zawieszone w powietrzu i mogą być przenoszone na większe odległości (setek, a nawet tysiące kilometrów, rys. 2a). Cząstki większe od 50  $\mu\text{m}$  do 10 mm, łatwiej ulegają poderwaniu, ale unoszone są na mniejszą wysokość i szybciej opadają na ziemię (ryc. 2b). Przenoszenie cząstek węgla odbywa się na innej zasadzie niż rozprzestrzenianie się pyłku, ponieważ przy pożarach ważną rolę odgrywają dodatkowe prądy występujące w słupie ognia i dymu. Turbulencja w strefie płomienia ułatwia poderwanie z ziemi cząstek węgla, a silne prądy konwekcyjne unoszą je wysoko ponad korony drzew. Przy bardzo dużych pożarach słup gorącego powietrza może dochodzić do kilku kilometrów wysokości. Od jego wysokości, a zatem od rozległości i intensywności pożaru zależy sortowanie cząstek węgla i zasięg przenoszenia frakcji o różnej wielkości (ryc. 3). Zdaniem Clarka drobny pył węglowy rejestruje w zasadzie zjawiska zachodzące na skalę regionalną, a czasami nawet globalną, natomiast pożary lokalne lepiej są odzwierciedlane przez obecność większych cząstek węgla drzewnego (ponad 50  $\mu\text{m}$ ).

Rozróżnienie między znaczeniem pyłu węglowego i większych cząstek węgla w osadzie nie ma jednak – według Clarka – charakteru bezwzględny, ponieważ różne czynniki dodatkowe związane z jednej strony z warunkami terenowymi i charakterem pożaru, a z drugiej z metodą badań mogą te różnice niwelować. Jeśli chodzi o metodę, to trzeba zwrócić uwagę na to, że wprawdzie przy przygotowaniu materiału do analizy pyłkowej największe kawałki węgla drzewnego są oddzielane przez cedzenie, ale zawsze część z nich ulega rozdrobnieniu przy obróbce chemicznej. Powoduje to sztuczne zwiększanie udziału drobnej frakcji węgla, która zawiera cząstki pochodzące zarówno z dalekiego transportu, jak i wtórnie wytworzone w laboratorium z większych kawałków przywianych z bliskiego otoczenia. Dzięki temu wierzchołki krzywej uzyskanej na podstawie liczenia mikrowęgla mogą czasem odzwierciedlać pożary występujące w najbliższej okolicy. Tą drogą nie da się jednak określić bezpośrednio ilościowego udziału grubszej frakcji będącej lepszym wskaźnikiem lokalnych pożarów. Umożliwia to metoda opracowana przez Clarka, która polega na liczeniu większych węgla wprost w osadzie, w kolejnych dowolnie wybranych poziomach stratygraficznych. W tym celu odcinki rdzenia poddaje się najpierw odwodnieniu przy użyciu acetonu, a następnie wysyceniu odpowiednią żywicą i z tak utrwalonych odcinków sporządza się cienkie skrawki (szlify) sposobem stosowanym w petrografii. Na powierzchni tych skrawków liczy się węgle drzewne zachowane w takiej wielkości i takim układzie, jaki miały pierwotnie w złożu. Przy tej metodzie można liczyć fragmenty o średnicy od 50  $\mu\text{m}$  do około 10 mm.



Ryc. 3. Opadanie na powierzchnię ziemi cząstek węgla drzewnego o różnej wielkości w zależności od wysokości słupa gorącego powietrza:

a – wysokość kolumny konwekcyjnej 10m; b – 100m; c – 1000m; d – średnica cząstek w  $\mu\text{m}$ . Prędkość wiatru 3m/sec. Na osi poziomej odległość od podstawy kolumny konwekcyjnej (J.S. Clark 1988a).

Fig. 3. Deposition of charcoal particles of different size depending on the height of convection column:

a – 10m; b – 100m; c – 1000m; d – particle diameter in  $\mu\text{m}$ . Wind speed 3m/sec. Distance from the base of convection column on the horizontal axis (J.S. Clark 1988a).

Warto tu przypomnieć, że M. J. Dąbrowski (1981), przy okazji opracowania pojawu drobnych węgla drzewnych w profilach z torfowiska Całowanie, zwracał uwagę na konieczność podjęcia badań nad przeniesieniem cząstek węgla w atmosferze oraz na trudności związane z odróżnianiem bardzo drobnych węgla od szczątków drewna zbutwiałego. On sam zastosował metodę liczenia mikrowęgla w preparatach pyłkowych, ale uważał, że idealnym rozwiązaniem byłoby ustalenie koncentracji węgla wprost w osadzie, i to na bardzo cienkich skrawkach. Metoda zaproponowana przez Clarka pozwala spełnić ten postulat, a możliwości liczenia większych fragmentów znacznie zmniejsza ryzyko złego rozpoznawania szczątków spalonego drewna.

Jeśli chodzi o polskie prace palinologiczne, to stwierdzenie występowania węgla drzewnych w złożu zwykle opierało się na notowaniu pojawienia się większych kawałków spalonego drewna widocznych gołym

okiem lub przy małym powiększeniu pod lupą (do wyjątków należy wspomniana poprzednio praca M. J. Dąbrowskiego). Łączenie obecności tych węgla z lokalnymi pożarami, jak to na ogół czynią autorzy, jest zgodne z teorią przedstawioną przez Clarka, natomiast ustalenie przyczyn tych pożarów (naturalne czy antropogeniczne) i ich zasięgu (las czy jedno drewno) stanowi problem odrębny, którego wyjaśnienie wymaga w każdym przypadku dokładnego przeanalizowania warunków specyficznych dla danego stanowiska (szerzej pisze na ten temat M. Borowik-Dąbrowska 1985). Niewątpliwie warto byłoby w naszych badaniach zmierzających do poznania zakresu stosowania techniki wypaleniskowej w rolnictwie prahistorycznym wypróbować obie metody analizy węgla drzewnych i rozważyć implikacje wynikające z teoretycznego modelu rozprzestrzeniania się pyłu węglowego przedstawionego przez Clarka. Wydaje się, że przy kontrolowanym wypalaniu niewielkich powierzchni leśnych słup ognia i dymu mógł być niższy niż przy dużych pożarach lasu i pyłowa frakcja węgla w swej głównej masie mogła opadać niezbyt daleko od źródła, znacząc w osadach pożary w bliskiej okolicy. Jeżeli jednak na jakimś terenie różne powierzchnie wypalano kolejno w krótkich odstępach czasu, to wtedy wyodrębnienie poszczególnych pożarów na podstawie analizy mikrowęgla może okazać się niewykonalne, ponieważ pył z jednego wypaleniska będzie się jeszcze unosił w powietrzu w momencie wzniesienia następnego pożaru.

Zasygnalizowane tu krótko zagadnienia dotyczą jednego tylko aspektu badań subfossylnych węgla drzewnych, a mianowicie ich ilościowego pojawiania się w sekwencjach stratygraficznych. Odrębne zagadnienia zarówno od strony metod laboratoryjnych, jak i interpretacji wyników wylaniają się przy analizie jakościowej, której celem jest oznaczenie gatunków lub rodzajów spalonych drzew i krzewów.

## LITERATURA

Borowik-Dąbrowska M.

1985 *Uwagi botanika na marginesie pracy J. Kruka „Gospodarka w Polsce południowo-wschodniej w V-III tysiącleciu p.n.e.”*, „Archeologia Polski”, t. 30, s. 411-434.

Clark J. S.

1988a *Particle motion and the theory of charcoal analysis: source area, transport, deposition, and sampling*, „Quaternary Research”, t. 30, s. 67-80.

1988b *Stratigraphic charcoal analysis on petrographic thin sections: application to fire history in north-western Minnesota*, „Quaternary Research”, t. 30, s. 81-91.

Dąbrowski M. J.

1981 *Analiza pyłkowa torfowiska Całowanie (woj. warszawskie)*, „Archeologia Polski”, t. 26, s. 269-294.

Latałowa M., Nalepka D.

1987 *A study of Late-glacial and Holocene vegetational history of the Wolbrom area (Silesian-Cracowian Upland)*, „Acta Palaeobotanica”, t. 27, s. 75-115.

Robinson D.

1987 *Investigations into the Aukborn peat mounds, Keiss, Caithness: pollen, plant macrofossil and charcoal analyses*, „New Phytologist”, t. 106, s. 185-200.

Simmons I. G., Rand J. I., Crabtree K.

1983 *A further pollen analytical study of the Blacklane peat section on Dartmoor, England*, „New Phytologist”, t. 106, s. 185-200.

Tolonen K.

1983 *The Post-glacial fire record*, [w:] *The role of fire in northern circumpolar ecosystems*, red. R. W. Wein, D. A. MacLean, John Wiley & Sons Ltd., s. 21-44.

1986 *Charred particle analysis*, [w:] *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*, red. B. E. Berglund, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, s. 485-496.

Wright H. E., Jr.

1974 *Landscape development, forest fires, and wilderness Management*, „Science”, t. 186, s. 487-495.

KRYSTYNA WASYLIKOWA

## CHARCOAL IN ORGANIC DEPOSITS AS FIRE INDICATOR

## Summary

The article was inspired by the two recent publications of J.S. Clark (1988a, b). It presents selected problems involved in the stratigraphic charcoal analysis, which may be of special interest to the study of former agriculture. Past forest fires, natural or caused by man, are recorded in lake and peat deposits by the presence of charcoal. Different ways of charcoal accumulation in sediments and peats influence the interpretation of the evidence obtained from these two sources. The spread of charcoal particles in the atmosphere was usually compared with the spread of pollen. Clark (1988a) presented a model which takes into account the difference resulting from the wider range of charcoal particle sizes, compared to pollen grains, and the presence of rising stream of hot air during fire (Figs. 2, 3). Local fires are usually best reflected by the large charred particles (over 50  $\mu\text{m}$ ) which are not included in pollen slides. A new method of counting these larger charred fragments on petrographic thin sections (Clark 1988b) enables to record charcoal particles in their original size and position in the sediment. In the Polish palynological publications the observation of fire horizons was based on the presence of macroscopic charcoal pieces (pollen-slide charcoal was counted only by M. J. Dąbrowski (1981). In view of the theory presented by Clark, their interpretation as the remnants of local fires seems to be correct.

*Translated by Krystyna Wasylkowa*

Authors' address:

Prof. dr hab. Krystyna Wasylkowa  
Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN  
ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków