

Adam WALANUS, Dorota NALEPKA

SYNCHRONIZACJA PROFILI PALINOLOGICZNYCH W BAZIE DANYCH *POLPAL*

Streszczenie. Porównując dwa profile pyłkowe, pochodzące z niezbyt odległych stanowisk i z tego samego okresu geologicznego, można podejmować próby zsynchronizowania ich na podstawie zapisu palinologicznego. Jeżeli jeden profil jest wydatowany bezwzględnie, to datowanie to można przenieść na profil nie posiadający dat. Dokładność takiego datowania zależy od pewności korelacji profili. W artykule przedstawiono kilka metod wspomagających korelowanie profili pyłkowych. Metody te są elementami programu komputerowego *POLPAL* – palinologicznej bazy danych.

PALYNOLOGICAL PROFILES SYNCHRONISATION TOOLS IN THE COPMUTER PROGRAM *POLPAL*

Summary. Correlation of two or more palynological profiles, made by visual inspection of diagrams, is subjective, as a rule. It's result is dependent on the irrelevant features of diagrams like the vertical scale or taxa sequence. Computer data base *POLPAL* contains some numerical/statistical methods to aid objectivisation of personal decisions about correlations. There are also some possibilities of parallel printing of two diagrams.

1. Wstęp

Tabela pyłkowa zawiera dużą ilość informacji. Kilkadziesiąt a nawet kilkaset próbek charakteryzowanych jest przez skład procentowy co najmniej kilkudziesięciu taksonów. Pełne wykorzystanie tej informacji jest możliwe przy zastosowaniu komputera, tym bardziej, gdy chodzi o porównywanie dwóch lub większej ilości tabel.

Profile pyłkowe z jednolitego pod względem fizjograficznym obszaru są w pewnym stopniu podobne. Nawet nie mając danych o wieku dwóch profili można próbować je

synchronizować jedynie na bazie spektrów pyłkowych zawartych w tabelach. Spektra to zmienne wielowymiarowe (Birks H.J.B., Birks H.H., 1980). O ich podobieństwie świadczą zbliżone zawartości wielu taksonów. Ma to pozytywny wpływ na pewność korelacji, która musi być potwierdzona przez więcej niż jeden takson. Korelacja profili jest najczęściej nieciągła, identyfikować dają się momenty zmian w spektrach pyłkowych, pomiędzy którymi występują serie próbek o względnie jednolitym składzie. W okresach spokojnych jedynym kryterium synchronizacji profili pozostaje (uzasadnione wtedy) założenie stałości tempa sedymentacji.

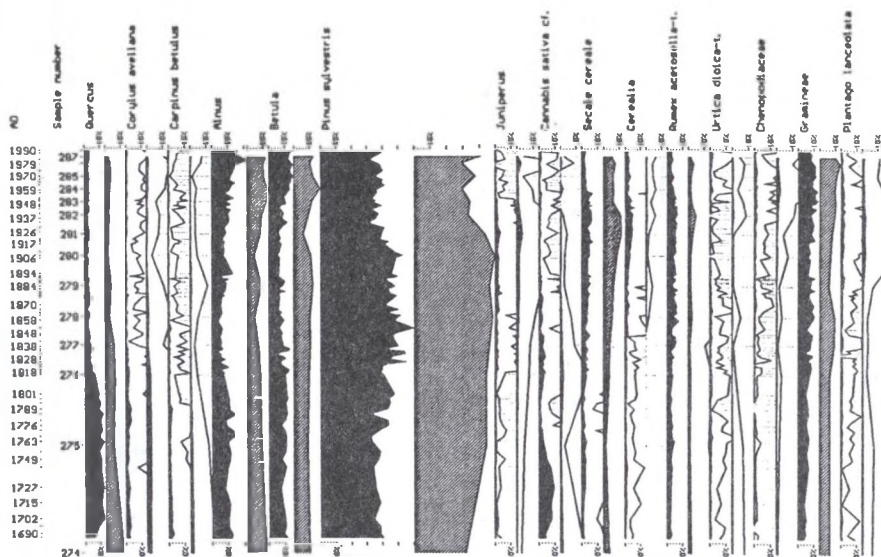
2. Oglądanie dwóch diagramów pyłkowych

Diagram pyłkowy, graficzny obraz tabeli jest precyzyjnym rysunkiem zawierającym dużą ilość krzywych. Mając dwa diagramy wydrukowane przeważnie w różnych skalach głębokościowych i procentowych, i o różnej kolejności taksonów łatwo o pomyłkę przy porównywaniu ich przez przykładanie jednego do drugiego. Łatwo ulec złudzeniu podobieństwa niektórych krzywych, które przy dokładniejszym spojrzeniu okazują się dawać inną synchronizację dla każdego taksonu. Narysowanie dwóch diagramów w taki sposób, żeby te same taksony występowały obok siebie, jest w zasadzie sprawą prostą. Jednak w praktyce dopiero odpowiedni program (Ralska-Jasiewiczowa M., Walanus A., 1989; Ralska-Jasiewiczowa M., Walanus A., 1991; Walanus A., (w druku); Walanus A., Nalepka D., (rękopis)), który pozwala wydrukować dowolną kombinację diagramów (rys. 1) skłania do takich manipulacji. Łatwość otrzymywania diagramów zachęca do weryfikacji korelacji profili i ponownego drukowania, co ma oczywisty wpływ na jakość końcowego rezultatu.

Inną możliwość korelacji dwóch profili w programie POLPAL ilustruje rys. 2. Przedstawiony jest obraz ekranu komputera, na którym można elastycznie przestawiać dwa diagramy. Wydruk na papierze jest operacją czasochłonną, której wynik nie poddaje się dalszej obróbce. Natomiast na ekranie krzywe można przesuwac, obcinać, rozciągać, ściętniać, w zależności od subiektywnej oceny zgodności dopasowania. Zachowane jest jedynie stratygraficzne przywiązanie próbek w ramach jednego profilu.

3. Tablica podobieństwa próbek

Podobieństwo dwóch spektrów pyłkowych może być dość łatwo skwantyfikowane, można je zdefiniować. Jedną z prostszych możliwości jest obliczanie różnic procentów dla danego

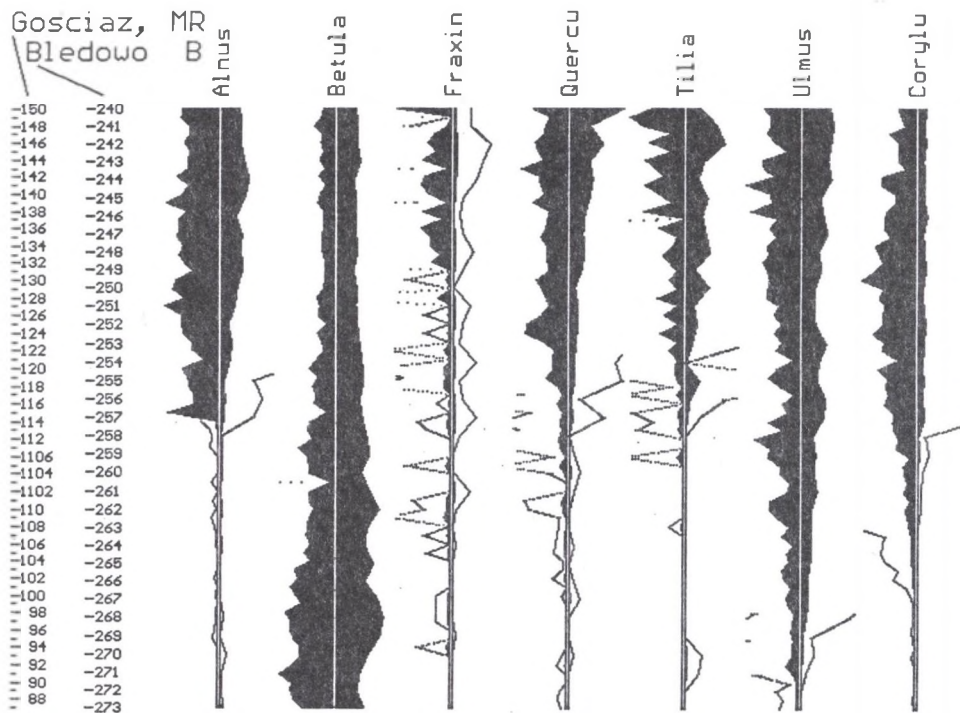


Rys. 1. Diagram porównawczy dwóch profili. Dwa rdzenie pochodzące ze stropowej części osadu Jeziora Gościąg różnią się techniką pobierania. Jeden pobierany był z zamrażaniem, a drugi konwencjonalnie. Technika zamrażania pozwoliła ustalić chronologię warwową

Fig. 1. Comparison of two profiles from the uppermost part of the Gościąg Lake sediment. One of it is taken by the freezing *in situ* method, the second by conventional method

taksonu pomiędzy dwoma spektrami, a następnie zsumowanie bezwzględnych wartości tych różnic. Im mniejsza jest tak otrzymana suma, tym podobniejsze spektra. Ilościową miarę podobieństwa traktować należy raczej względnie, zobaczyć, które spektra są bardziej, a które mniej podobne i na tej podstawie korelować profile. Dane wyjściowe można wstępnie przetworzyć tak, by na przykład zwiększyć znaczenie w licznej sumie tych taksonów, które z natury osiągają niskie wartości procentowe. W tym celu można z liczby ziarn pyłku wziąć ich pierwiastek kwadratowy. Wybór taksonów, które mają wejść do analizy, pozostaje do subiektywnej decyzji autora. Godne polecenia jest wypróbowanie różnych kombinacji.

Program ilustruje stopień podobieństwa próbek przez stopień zaczerwienienia odpowiednich pól. Na rys. 3, gdzie przedstawione jest porównanie profili Gościąg (Ralska-Jasiewiczowa M., van Geel B., 1992; Ralska-Jasiewiczowa M., van Geel B., 1993) i Błędowo (Bińka K., Madeyska T., Marciniak B., Szeroczyńska K., Więckowski K., 1988), widoczne są trzy prostokątne obszary większego zaczerwienienia. Boki tych prostokątów odpowiadają synchronicznym fragmentom profili. Widoczne są dwa poziomy dość pewnej synchroniza-



Rys. 2. Porównanie zgodności chronologii dwóch diagramów pyłkowych. Krzywe wybranych taksonów narysowane są obok siebie pozwalając na dokładne porównanie synchroniczności. W programie komputerowym, mając obraz na ekranie, można dowolnie przesuwać pojedyncze próbki i fragmenty profili. Skala % krzywych jest tak dobrana, by wszystkie krzywe miały tę samą maksymalną szerokość, jednak w ramach jednego taksonu obie krzywe mają tę samą skalę %. Przykładowe dane to profile z J. Gościąż i z J. Błędowo (Bińka K., Madeyska T., Marciniak B., Szeroczyńska K., Więckowski K., 1988)

Fig. 2. Test of the correlation of two diagrams. The same taxa are printed together. In the computer program there are many possibilities of relative movements of the profiles. The horizontal scale is different for different taxa to obtain the same curve width. One taxon, for both profiles, is in the same % scale. Data are from the Gościąż lake and Błędowo lake

cji: próbka 30 z Błędowa odpowiada 272 z Gościąża oraz 87 z Błędowa 231 z Gościąża. Być może w środkowym obszarze dostrzegalna jest ścieżka synchroniczności profili, zbliżona do przekątnej.

Prezentowana graficzna tablica współczynników podobieństwa spektrów jest pewną propozycją spojrzenia na korelację pomiędzy dwoma profilami pyłkowymi.



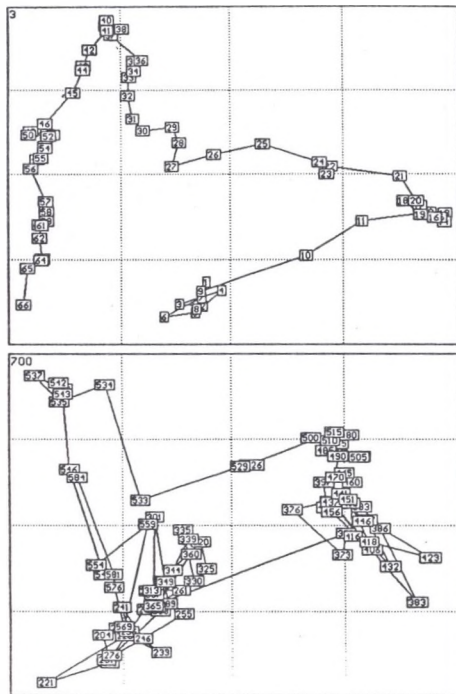
Rys. 3. Tabela współczynników podobieństwa próbek. Kierunek pionowy odpowiada profilowi Gościąż, poziomy profilowi Błędo. Zaczernienie punktów na przecięciu poziomów próbek jednego i drugiego profilu jest proporcjonalne do współczynnika podobieństwa próbek

Fig. 3. Matrix of the samples (spectra) similarity. The Gościąż profile is in the vertical direction, Błędo in horizontal. The larger point indicate the higher similarity between given samples from two profiles

4. Porównanie składowych głównych

Analiza składowych głównych jest standardową techniką redukcji ilości zmiennych. W dwóch zmiennych, zwanych składowymi głównymi, mieści się 70 – 80% informacji zawartej w 10 – 30 taksonach. Mając dwie zmienne profil można wykreślić jako linię łamaną na wykresie, gdzie na prostopadłych osiach umieszczone są właśnie te dwie zmienne (rys.4). Składowe główne powstają przez sumowanie wszystkich uwzględnionych w analizie taksonów. Poszczególne taksony wchodzi z większą lub mniejszą wagą, ze znakiem dodatnim lub ujemnym, do każdej z dwóch składowych (rys.5). O wkładach taksonów do składowych głównych decyduje obiektywna procedura algebraiczna, bazująca na macie-

rzy korelacji taksonów. Składowe główne uszeregowane są według zawartości „zmienności” (wariancji, informacji). Są one pomiędzy sobą niezależne statystycznie.

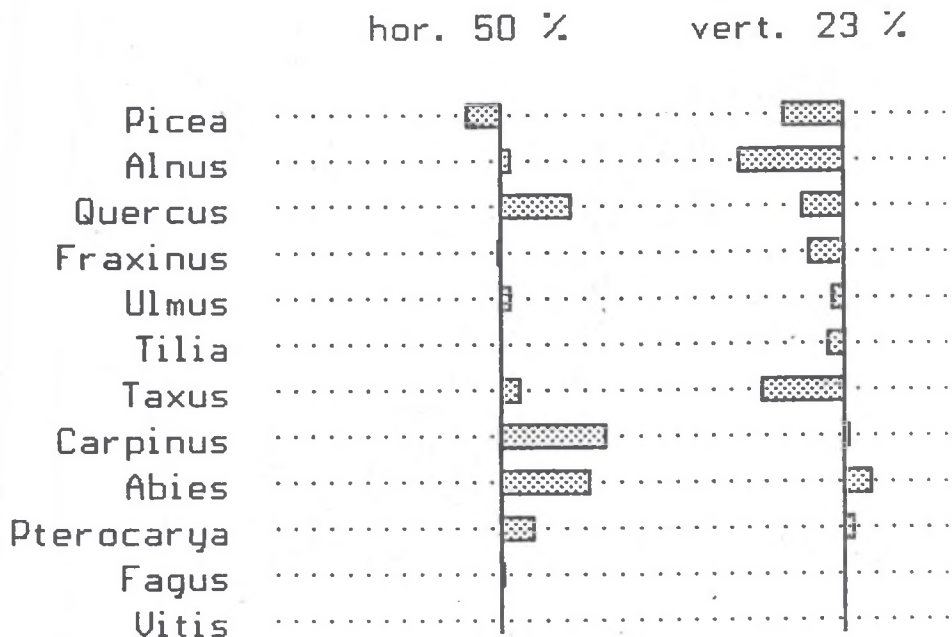


Rys. 4. Porównanie dwóch profili (Mamakowa K., 1989) za pomocą analizy składowych głównych. Na wykresach profile przedstawione są w układzie współrzędnych dwóch pierwszych składowych głównych. Ponieważ analiza wykonywana jest łącznie dla obydwu profili, położenie próbek na wykresach jest porównywalne. Np. z prawej strony dolnego wykresu (profil 700) leży próbka 423 i w tym samym miejscu górnego wykresu (profil 3) znajdują się próbki 16–19

Fig. 4. Comparison of two profiles using the principal components analysis (PCA). Profiles are plotted according to the first (horizontal) and the second (vertical) principal component value. Figures for both profiles are completely comparable, i.e. the similar samples occupy similar positions on the plots. For example, on the right side of the lower plot (profile no. 700) there is sample no. 423, and in the upper plot (prof. no. 3), in the same place, there are samples 16–19/3 are similar to 423/700

W omawianej metodzie porównywać można wiele profili jednocześnie. Wybrać trzeba jedynie pewien zestaw taksonów. Macierz korelacji taksonów obliczana jest na podstawie wszystkich spektrów ze wszystkich profili. O wymowie składowych głównych decydują w

równym stopniu wszystkie próbki, a właściwie odchylenia wszystkich spektrum od spektrum średniego. W analizie składowych głównych nie gra roli kolejność stratygraficzna. Zaznaczona jest ona dopiero na końcowym wykresie, jako linia łącząca kolejne próbki. Jak widać (rys. 4) sekwencja stratygraficzna może zaznaczać się bardziej (profil 3) lub mniej (profil 700) wyraźnie.



Rys. 5. Wkłady (loadings) taksonów do składowych głównych. Pierwsza składowa (oś pozioma na wykresach) zawiera 50% informacji zawartej we wszystkich 12 taksonach, druga niesie już tylko 23% nowej informacji

Fig. 5. Loadings to the principal components used in Figure 4. The first principal component carry 50% of information contained in the all 12 taxa used. The second component is twice less informative

Każdy z profili został narysowany oddzielnie jedynie dla zachowania czytelności. Istotą omawianej metody porównywania jest pełna porównywalność obydwu wykresów. Mają one tę samą skalę. Próbki znajdujące się w analogicznych obszarach są podobne. Synchroniczne fragmenty profili powinny zajmować to samo położenie. Na przedstawianych wykresach, podobnie jak w omawianej wyżej tabelicy współczynników podobieństwa próbek, widoczne są grupy próbek o zbliżonych spektrach.

5. Porównanie spektrów na mapie

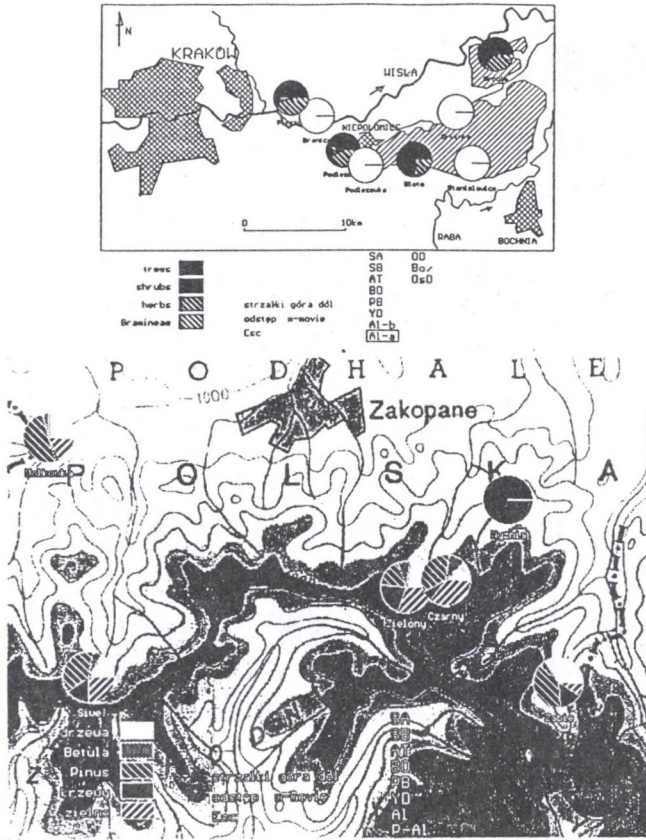
Aby uwzględnić geograficzną zmienność synchronicznych spektrów pyłkowych trzeba przedstawić je na mapie. W programie przestrzenno-czasowej wizualizacji (PCW) (Walanus A., 1995), który jest częścią POLPAL-u, spektra przedstawiane są za pomocą cyklogramów (rys. 6). Sposób ten pozwala na czytelne zobrazowanie składu procentowego kilku taksonów lub grup taksonów jednocześnie. Istotą programu PCW jest możliwość przesuwania się w czasie. Można wtedy zaobserwować, jak zmieniał się udział wybranych roślin na całym objętym mapą obszarze (Nalepka D., 1994; Obidowicz A., 1993). Z takiego obrazu można także wyciągać wnioski o względnej poprawności przyporządkowania wieku poszczególnym próbkom. Należy podkreślić, że przedstawiane na mapie spektra powinny raczej pochodzić ze zsumowania wielu próbek z okresu stabilności szaty roślinnej. Kwestia, czy będą to chronozony, „pollen assemblage zones” czy jeszcze inaczej wydzielone odcinki profilu pozostaje do rozstrzygnięcia przez autora danych.

6. Obszary izopolowe

Podobnie jak w poprzedniej metodzie dane pyłkowe przedstawione są tu na mapie, jednak jednorazowo wykorzystywany jest tylko jeden takson. Precyzja obrazu zależy tu istotnie od ilości stanowisk oraz równomierności ich rozłożenia na mapie. Program na podstawie współrzędnych geograficznych stanowisk umieszcza na mapie wartości procentowe wybranego taksonu w wybranym okresie czasu. Dane te są następnie interpolowane dla całego obszaru mapy, dając pola jednakowego udziału procentowego pyłku (rys. 7). W przypadku zaobserwowania niezgodności pojedynczych stanowisk z całością obrazu izopolowego można, po wykluczeniu innych przyczyn, podejrzewać złe datowanie tych stanowisk. Szybkość otrzymywania mapy izopolowej pozwala na przeprowadzenie korekty w profilu i zweryfikowanie wyniku na nowej mapie.

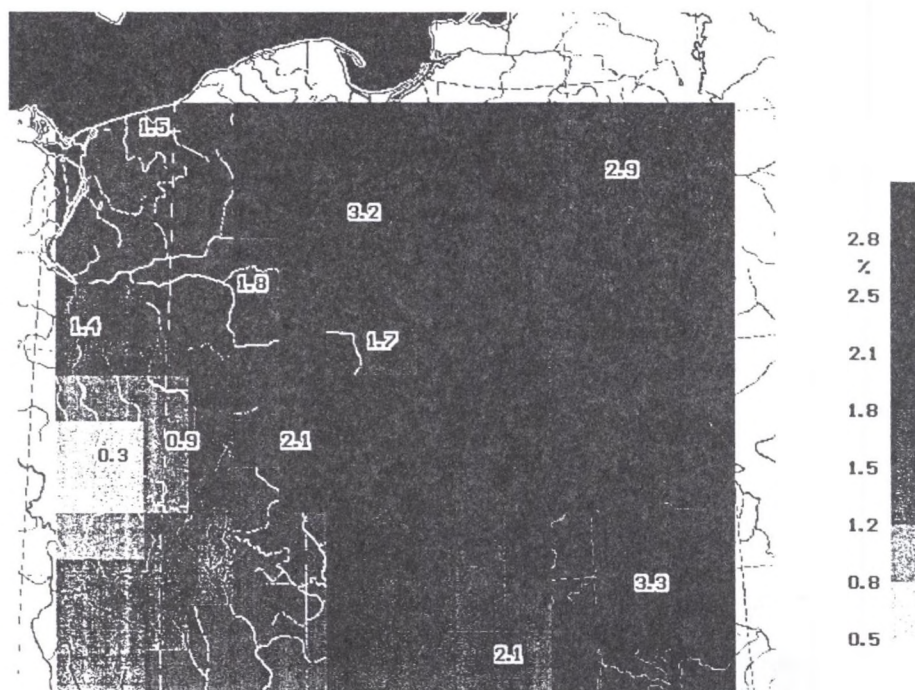
Podziękowania

Komputerowa baza danych POLPAL, której fragment omówiono, została opracowana dzięki inicjatywie Pani prof. Magdaleny Ralskiej-Jasiewiczowej. Adam Walanus dziękuje Pani Profesor za wprowadzenie do elementarnej wiedzy paleobotanicznej. Recenzentowi niniejszego tekstu, Pani dr hab. Małgorzacie Latalowej dziękujemy za uwagi, które pozwoliły poprawić czytelność pracy.



Rys. 6. Przestrzenno-czasowa wizualizacja danych (PCW). Rysunki są wydrukami z programu z animacją pokazującego zmienność spektrów przy przesuwaniu się w czasie poprzez chronozony. Przedstawienie danych na mapie pozwala na uwzględnienie zmienności geograficznej profili pyłkowych przy weryfikacji synchronizacji wielu profili. (A) Pod względem komputerowym mapa Puszczy Niepołomickiej (Nalepka D., 1994) jest typu wektorowego a mapa Tatr (B) (Obidowicz A., 1993) jest rastrowa

Fig. 6. Space-time visualisation of palynological tables. The figures are printed out from the program with animation. Data are given on the screen in the form of pie-slices, which changes parallelly, according to the chronosone choosed



Rys. 7. Obszary izopolowe na mapie Polski. Zgodność profilu z pobliskimi profilami jest do pewnego stopnia weryfikacją synchronizacji. Łatwość uzyskiwania mapy izopolowej za pomocą komputera pozwala na bieżąco korygowanie datowania próbek i testowanie zgodności z sąsiednimi profilami. Jako danych użyto liczb losowych

Fig. 7. Isopollen map of Poland. Lack of consistency on the map would give an indication of possible errors in the relative profiles correlation

Literatura

Bińka K., Madeyska T., Marciniak B., Szeroczyńska K., Więckowski K., 1988, Błędowo Lake (Central Poland): history of vegetation and lake development during the last 12,000 years, *Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Earth Sciences*, 36 vol. 2. p.147-158.

Birks H.J.B., Birks H.H., 1980, *Quaternary Palaeoecology*, E. Arnold, Ltd., London.

Mamakowa K., 1989, Late Middle Polish glaciacion, eemian and Early Vistulian vegetation at Imbramowice near Wrocław and the pollen stratigraphy of this part of the Pleistocene in Poland, *Acta Paleobotanica* 29 vol.1. p.11-176.

Nalepka D., 1994, Historia roślinności w dolinie Wisły od Krakowa po ujście Raby w późnym vistulianie i holocenie, [w:] L.Starkel, P.Prokop (red.) *Przemiany środowiska przyrodniczego Karpat*, Conference Papers, 20, IGiPZ PAN, Warszawa, pp.19-32.

Obidowicz A., 1993, Wahania górnej granicy lasu w późnym plejstocenie i holocenie w Tatrach, *Dokumentacja Geograficzna*, Nr 4-5, p.31-43.

Ralska-Jasiewiczowa M., 1983, Isopollen maps for Poland: 0-11000 years BP, *New Phytologist*, Nr 94, p.133-173.

Ralska-Jasiewiczowa M., van Geel B., 1992, Early human disturbance of the natural environment recorded in annually laminated sediments of Lake Gościąż, central Poland, *Vegetation History and Archaeobotany*, Nr 1, p.33-173.

Ralska-Jasiewiczowa M., van Geel B., 1993, Wyniki analizy pyłkowej późnoglacialnej i wczesnoholocenijskiej części profilu G1/87 z Jeziora Gościąż, *Polish Botanical Studies*, Guidebook Series, Nr 8. p.163-171.

Ralska-Jasiewiczowa M., Walanus A., 1989, Projekt palinologicznej bazy danych, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, s. Matematyka - Fizyka, z. 61, *Geochronometria* Nr 6. p.189-192.

Ralska-Jasiewiczowa M., Walanus A., 1991, Polish palynological database (POLPAL) in course of building, INQUA-Commission for the study of the Holocene, Working Group on Data-Handling Methods, *Newsletter* 5.

Walanus A., 1995, Pollen data in space and time - local approach. INQUA-Commission for the study of the Holocene, Working Group on Data-Handling Methods, *Newsletter* 13.

Walanus A., (w druku) Komputerowa baza danych tabel zliczeń ziarn pyłku roślin lub innych szczątków, *Wiadomości Botaniczne*.

Walanus A., Nalepka D., rękopis, Program POLPAL - Palinologiczna Baza Danych. Instrukcja obsługi.

Abstract

Correlation of two or more palynological profiles, made by visual inspection of diagrams, is subjective, as a rule. It's result is dependent on the irrelevant features of diagrams like the vertical scale or taxa sequence.

Computer data base POLPAL contains some numerical/statistical methods to aid objectivisation of personal decisions about correlations. The main is principal components analysis (PCA). Performed for two or more profiles, gives possibility for comparison of profiles by the plots in coordinate system of the first and the second principal component. Two profiles may be compared by the similarity coefficient matrix.

There are also methods for parallel printing of two diagrams, what make possible immediate comparison of diagrams, without errors induced by scales differences. More profiles, which are close together, may be compared on the map by the space-time visualisation program. The final check of correctness of profiles synchronisation, in the country scale, is the isopollen map.