

STEFAN ZBIGNIEW RÓZYCKI

Klimatostratygraficzne jednostki podziału plejstocenu

Motto:

*By unieść ambarasu
Wzięto rok za miarę czasu
Dzieli go bardzo wygodnie
Na miesiące i tygodnie.*

Boy

STRESZCZENIE: Czwartorzęd nie ma podziału opartego na zdefiniowanych jednostkach stratygraficznych o określonej hierarchii. Dotychczasowe „podziały” są jedynie chronologicznym ustawieniem zdażeń o charakterze fakcyjnym, którym nadawane są nazwy regionalne. Potrzeby stratygrafii czwartorzędu znacznie przekraczają to, co jest w stanie dać klasyczna metoda biostratygraficzna, operująca w formacjach starszych jednostkami rzędu 300-500000 lat (w czwartorzędzie 100-300000 lat). Podstawą stratygrafii czwartorzędu mogą być wahania klimatyczne ujęte jako metoda, którą autor definiuje jako *metodę klimatostratygraficzną*. Podziały klimatostratygraficzne powinny opierać się na zdefiniowanych większych jednostkach, reprezentujących odpowiedni rząd wahań klimatycznych. Autor proponuje następujące ich ustawienie i nazwy. Wahania klimatyczne I rzędu — *okresy* (glacjaly i interglacjaly, pluwialy i interpluwialy, ew. aridy), II rzędu — *stadialy* (glacystadialy, interglacystadialy, kalidostadialy, frygidostadialy, pluwiostadialy, aridostadialy), III rzędu — *fazy* (glacyfazy, interglacyfazy, kalidofazy, frygidofazy, fitofazy itd.), IV rzędu — *etapy* (etapy postojowe lodowców, oscylacje etapowe itp.). Jako podstawę paralelizacji najszlachetniej jest przyjąć momenty krytyczne w rozwoju zjawisk zależnych od zmian klimatu (zwrot kierunku przemian), dające się względnie jednoznacznie rozpoznać przy pomocy metod, którymi dysponujemy. W związku do nich autor proponuje odpowiedni system symboliki stratygraficznej.

Rok, miesiąc, tydzień — są zdefiniowanymi jednostkami czasu, ustawionymi w stosunku do siebie w określonej hierarchii nadrzędności. Podobny układ mają jednostki stratygraficzne starszych formacji: era, okres, piętro, poziom, względnie „wiek” i „doba“ ...

A jakie są jednostki stratygraficzne czwartorzędu?

Mamy szereg nazw nawiązujących do pewnych konkretnych faktów, ale nie zawsze z jasnym sprecyzowaniem czy odnoszą się do zjawisk lokalnych, czy związanych z facją, czy też są ogólniejszymi pojęciami chronologicznymi.

Zajęci wielorakimi frapującymi problemami czwartorzędu prawie nie spostrzegamy, że zajmujemy się głównie ustalaniem kolejności różnych zdarzeń, natomiast w minimalnym stopniu poruszamy właściwe zagadnienia stratygraficzne. Z tego też powodu powstaje ogromna ilość niejasności, nieporozumień i mimowolnych błędów.

Tylko holocen i okres ostatniej deglacjacji stanowią odcinki czasu lepiej uporządkowane pod tym względem. Zawdzięczamy to w pierwszym etapie pracom geochronologicznym, a w późniejszym głównie oznaczeniom wieku metodą C^{14} . Jest to jednak przypadek, w którym postęp był konsekwencją zastosowania metody uzyskanej przez inną naukę.

Wśród wielu osób, zajmujących się czwartorzędem i zdających sobie sprawę z trudności jego stratygrafii¹, panuje atmosfera wyczekiwania na następny podobnego rodzaju „podarunek“ ze strony fizyki, chemii lub biologii, który dałby narzędzie pozwalające rozstrzygnąć chronologiczne problemy całego plejstocenu. Być może, jest to konsekwencja tego, że czwartorzędem zajmuje się wielu przedstawicieli bardzo różnych nauk, których interesuje chronologia zjawisk, ale dla których zagadnienia właściwej stratygrafii są dosyć dalekie. Trzeba też przyznać, że i geolodzy, dumni z wyników, które im daje biostratygrafia, nie zawsze spostrzegają, że trudności, które ma stratygrafia czwartorzędu, wynikają z poszukiwania nowych metod, posuwających znacznie zagadnienie szczegółowych podziałów stratygraficznych nie tylko czwartorzędu, ale i formacji starszych, które od czasów S. S. Buckmana, E. Neaversona i R. Wedekinda są w niewątpliwym impasie.

Nawiązywanie do zmian klimatu przy ustalaniu chronologii plejstocenu jest szeroko stosowane i nie jest żadną nowością. W tym przypadku chodzi jednak o coś innego — o *system stratygraficzny* oparty na rytmie wahań klimatycznych, odczytywanych wszystkimi dostępnymi środkami. Tego rodzaju metodę stratygraficzną najwłaściwiej będzie nazwać *klimatostratygrafią*.

Stratygrafia formacji starszych, oparta na klasycznej metodzie biostratygraficznej, czyli czasie istnienia wyróżnialnych w faunie (kopalnej gatunków przewodnich, pozwala zejść do jednostek stratygraficznych, których czas trwania trzeba oceniać w najlepszym przypadku na 300-500000 lat². Praktycznie więc fakty, które miały miejsce w ciągu tego, a nawet i dłuższego czasu w formacjach starszych, uznaje się za

¹ Autor przeprosza, że nie referuje poglądów badaczy, którzy zajmowali się problemami stratygrafii i rytmem zmian klimatycznych w czwartorzędzie, a tym samym przyczynili się do postępu rozpatrywanego zagadnienia. Jest to jednak zbyt rozległy temat, który nie mieścił się w ramach niniejszej notatki. Zasługuje on na osobne opracowanie.

² Do takich wyników doszło szereg autorów na podstawie analizy czasu trwania poziomów amonitowych jury (S. Z. Różycki 1945, Wykład habilitacyjny), poziomów graptolitowych syluru (A. Urbanek 1960, Wykład habilitacyjny) i innych grup fauny (Zeuner 1946, Schindewolf 1950, Müller 1961).

równoczesne. Wyróżnienie 5 poziomów faunistycznych w plejstocenie³, a więc zejście do jednostek rzędu około 100–300000 lat, trzeba oceniać jako szczytowe osiągnięcie możliwe przy stosowaniu metod biostratygraficznych. Jednak i to jest zupełnie niewystarczające dla potrzeb stratygrafii plejstocenu, gdzie w grę wchodzi znacznie mniejsze jednostki czasu rzędu dziesiątków tysięcy, a nawet tysięcy lat. Dlatego też dla podziału czwartorzędu nie można stosować nomenklatury biostratygraficznej: piętro, poziom, podpoziom.

Rozwiązanie tych problemów wymaga zatem zastosowania innego aparatu metodycznego, który pozwoliłby na zaspokojenie wymagań stawianych dla stratygrafii plejstocenu. Warto przypomnieć, że dla rozwoju stratygrafii czwartorzędu metody biostratygraficzne, w swojej klasycznej formie, miały znaczenie drugorzędne. Podstawą jej stały się „zlodowacenia“, czy, jakby dziś należało powiedzieć poprawniej, duże fale poważnych zmian klimatycznych, które między innymi były przyczyną powstania wielkich, ale regionalnie ograniczonych i niekoniecznie ściśle ze sobą współczesnych, zlodowaceń kontynentalnych.

Fakt, że „zlodowacenia“ i przedzielające je „interglacjalny“ stanowią w pewnym sensie jednostki podziału plejstocenu, jest uzasadniony historycznie. Trudno jednak uznać je za poprawnie wyróżnione i ściśle określone jednostki stratygraficzne. Jest to widoczne szczególnie jaskrawo wtedy, gdy mówi się o czwartorzędzie światowym, a nie tylko o regionach, które istotnie przechodziły okresy rozwoju zlodowaceń.

Poprawna skądinąd metoda wprowadzania nazw lokalnych dla stratygraficznych jednostek regionalnych w czwartorzędzie, przez wielką ilość tego rodzaju nazw i brak jednolitego systemu, doprowadziła do ogromnego zamieszania. Dlatego też szeroko spopularyzowane i ogólnie znane nazwy Pencka i Brucknera, które ongiś odnosiły się do zlodowaceń alpejskich, stały się jedyną zrozumiałą podstawą porozumienia. Słusznie byłoby, aby dziś traktować je jako symboliczne nazwy głównych ogólnoziemskich fal zmian klimatycznych w plejstocenie, związanych z ochłodzeniami, którym w strefach umiarkowanych odpowiadają okresy znacznego oziębiania, a miejscami dużego rozwoju lodowców. Okresów tych nie można identyfikować z falami „pogorszenia“ lub „polepszenia“ klimatu, gdyż są to pojęcia względne, zależne od strefy geograficznej, o której w danym przypadku jest mowa (np. pluwiaty w strefie dzisiej-

³ Na przykład V. I. Gromov (1948, 1959) wyróżnia dla plejstocenu kontynentalnego ZSSR — 5 zespołów („kompleksów“) faunistycznych, które można uważać za poziomy biostratygraficzne oparte na faunie słoń, a mianowicie:

„kompleks“ górnopaleolityczny	—	„poziom“	<i>Mammutus primigenius</i>
„-chazarski	—	„	<i>M. trogontherii</i>
„-tyraspolski	—	„	<i>Archidiskodon wüsti</i>
„-tamański	—	„	<i>A. meridionalis</i>
„-chaproński	—	„	<i>A. planifrons</i>

szych pustyń są „polepszeniami“ klimatu, chociaż w strefie umiarkowanej odpowiadają im jego „pogorszenia“ (w okresach zlodowaceń).

Glacjały i interglacjały nie są zdefiniowanymi pojęciami stratygraficznymi, ponieważ podkłada się pod nie sens wynikający z lokalnego przebiegu zjawisk. Są to określenia facjalne, nierównoznaczne dla różnych miejsc, i — rzecz ważna — dla możliwości postępu badań bardziej szczegółowych, nie ma między nimi wyraźnego i jednoznacznego rozgraniczenia, które mogłoby być konsekwentnie przeprowadzone na większej przestrzeni. Na przykład dla interglacjałów zdecydowane stanowisko można zająć jedynie w przypadku dobrze zdefiniowanego palynologicznie optimum. Natomiast następujące po nim ochłodzenie równie dobrze może być interpretowane jako początek „zlodowacenia“ (przy stanowisku *monooptymalnego* interglacjału) lub jako chwilowe oziębienie, po którym ponownie przychodzi fala ocieplenia dalszego ciągu interglacjału (stanowisko *polioptymalnego* interglacjału). Ale nawet przy stanowisku monooptymalnego interglacjału, zależnie od położenia rozpatrywanego miejsca, można mieć poważne wątpliwości, którą fazę rozwoju roślinności należy już uważać za początek „glacjału“ w sensie stratygraficznym, a nie lokalnym.

Jeszcze większe wątpliwości powstają przy interpretowaniu wieku poszczególnych poziomów glin zwałowych, które równie dobrze mogą być uznane za odpowiadające oscylacjom, jak i całym zlodowaceniom. Nieporozumienia tego rodzaju były z jednej strony jednym ze źródeł przesadnego poliglacializmu, a z drugiej strony pojawiających się jeszcze tendencji monoglacialnych.

W tym miejscu dochodzimy do drugiego niedostatecznie uporządkowanego dla plejstocenu problemu — wartości taksonomicznej używanych określeń stratygraficznych.

Obie te kwestie — przyjęcie jako granic stratygraficznych poziomów wiekowo porównywalnych i określenie wartości taksonomicznej wyróżnianych jednostek stratygraficznych — są podstawowymi warunkami, od ustalenia których zależą możliwości dalszego postępu szczególnej stratygrafii plejstocenu.

Potrzeba zdefiniowania granic między podstawowymi jednostkami stratygraficznymi plejstocenu już dosyć dawno zaprzętała uwagę wielu badaczy. Jednak próby w tym kierunku miały charakter raczej teoretyczny. Przykładem tego może być popularna definicja, że interglacjał jest to okres, kiedy lądolód skandynawski nie przekraczał południowych brzegów Bałtyku. Definicja ta w zasadzie słuszna, w praktyce napotykała na wielkie trudności. Pomijając fakt, że definicja ta ma charakter regionalny, nie jest ona zgodna z przyjętą obecnie granicą między plejstocenem i holocenem, która przypada na początek recesji lądolodu z linii moren Salpausselkä II. Dla zachowania konsekwencji z poprzednim wy-

zej przytoczonym określeniem interglacjału, koniec ostatniego glacjału trzeba by było przesunąć na okres starszego czy nawet najstarszego dryasu. Przy takiej definicji jednak należałoby pogodzić się z istnieniem w Europie Środkowej tundry w okresie interglacjalnym. Rozsądniejsza więc jest przyjęta ogólnie granica końca ostatniego glacjału, z którą wiąże się trwały rozwój lasów na Niżu Środkowoeuropejskim. Jednak i w tej wersji nie pokrywa się ona z końcem deglacjacji, z którą dopiero naprawdę kończy się okres zlodowacenia.

Czy wobec tego każde szersze rozprzestrzenienie się zespołów leśnych dowodzi istotnie, że jest to już interglacjał, a nie tylko interstadiał? Czy wszystkie pojawienia się elementów roślinności tundry związane są z „glacjami“, a nie tylko z chłodnymi wahaniami niższego rzędu w czasie interglacjałów, kiedy to również mogły rozrastać się lodowce? Czy układ stref roślinnych w czasie transgresji lądolodu był taki sam, jak w czasie jego regresji?

Postawione przykładowo pytania wskazują, że pozornie słuszne kryterium botaniczne w praktyce stratygraficznej nastęrcza również dużo wątpliwości.

W poszukiwaniu bardziej jednoznacznie dających się sparalelizować poziomów, od pewnego czasu zwrócono uwagę przede wszystkim na momenty przypadające na maksimum zlodowacenia. Posłużyły one P. Kriwanowi (1948) do wyróżnienia jego „kionów“, które obejmowały pełny cykl zmian klimatycznych między dwoma maksimumami zlodowaceń. System ten, chociaż w bardziej określony sposób ujmował granice jednostek stratygraficznych, był jednak niewygodny, gdyż rozcinał na dwie części każdy okres chłodny (glacjał). Nie znalazł on też zastosowania w praktyce i przebrzmiał bez echa. Zyskały natomiast uznanie terminy L. Trevisana (1949) — anaglacjał i kataglacjał, pozwalające wyróżnić okresy narastającego i ustępującego zlodowacenia. Nomenklatura Trevisana, nieco zmodyfikowana, wprowadzona została u nas przez A. Jahna (1956) i zyskała dosyć szerokie zastosowanie.

Wartość stratygraficzna momentów maksymalnych zasięgów zlodowaceń docenił również autor (1956, 1961), biorąc je za podstawę dla swego systemu oznaczania stadiów zlodowaceń⁴. Przyjmując przykładowo dla zlodowacenia środkowopolskiego (trzeciego zlodowacenia kontynentalnego Europy — glacjał Riss) symbol *G III*, a dla okresu jego maksymalnego zasięgu *G III max.* Natomiast stadiały oznacza autor cyframi arabskimi ze znakiem minus, jeśli poprzedzają one stadium maksymalne (np. *G III-1*, *G III-2* itd.), lub ze znakiem plus, jeśli są one w stosunku do niego późniejsze (np. *G III+1*, *G III+2* itd.).

⁴ Podobne stanowisko przewijało się w referacie H. Godwina, wygłoszonym na Kongresie INQUA VI w Warszawie w 1961 roku. Treść tego referatu nie została jednak jeszcze ogłoszona.

Autor zwraca jeszcze uwagę, że podobną rolę, jako moment względnie dobrze wiekowo porównywalny, może spełniać optimum interglacjalu np. *Intgl. II/III opt.* Wychodząc od niego, w sposób analogiczny jak dla glacialu, znakiem plus i cyfrą arabską oznacza on kolejne późniejsze fale ociepleń drugiego rzędu (np. *Intgl. II/III+1*, *Intgl. II/III+2* itd.), a poprzedzające je — znakiem minus i odpowiednią cyfrą, cofając się wstecz od głównego optimum (np. *Intgl. II/III-1*, *Intgl. II/III-2* itd.).

Podstawowy układ symboli jest więc oparty na falach dużych zmian klimatycznych pierwszego rzędu, odpowiadających całym okresom wielkich ochłodzeń; względnie glacialów (*G I* — „Günz“, *G II* — „Mindel“, *G III* — „Riss“, *G IV* — „Würm“) i przedzielających je długich okresów ociepleń — interglacjalów (*Intgl. I/II*, *Intgl. II/III*, *Intgl. III/IV*).

Po symbolu fali głównej następuje cyfra arabska, oznaczająca fale zmian klimatycznych drugiego rzędu ze znakiem minus lub plus, dla oznaczenia w stosunku do momentów kulminacyjnych (zwrotu kierunku rozwoju zjawisk, zależnych od fal zmian klimatycznych pierwszego rzędu) okresów poprzedzających je lub następujących po momentach kulminacyjnych. Za momenty kulminacyjne przyjęte zostały główne optima interglacjalów i maksymalnego zasięgu zlodowaceń. Znaki plus i minus mają zatem w tym systemie nie tylko znaczenie formalne, ale również wskazują czy przybliżamy się, czy też oddalamy od punktu kulminacyjnego (momentu zwrotnego) optimum florystycznego, względnie maksymalnego rozwoju lądolodu. Są więc one wskaźnikami odpowiadającymi terminom Trevisana kata- i ana-, z tym jednak że rozumiane są dwójako: w układzie „glacialnym“ — jako zbliżanie się i oddalanie od kulminacyjnych momentów zlodowaceń, a w „interglacialnym“ — jako postęp ku warunkom klimatycznym, sprzyjającym rozwojowi roślinności ciepłolubnej (okres *filofloralny*), lub zmuszający ją do wycofywania się z poprzednio zajętych stanowisk (okres *antifloralny*). Są to więc w zasadzie dwa niezależne układy, oparte na różnych podstawach metodycznych i różnych punktach odniesienia. Pierwszy „glacialny“, wynikający ze studiów nad przebiegiem zlodowaceń (metody glaciologiczne, geomorfologiczne, sedymentacji cyklu glacialnego i peryglacialnego itp.), i drugi „interglacialny“, opierający się przede wszystkim na przebiegu rozwoju świata organicznego (wszystkie metody florystyczne i faunistyczne, paleontologiczne, fitosocjologiczne, fitogeograficzne, zoogeograficzne itd.) oraz procesów sedymentacji i formowania rzeźby na lądach i w morzach stref nie objętych zlodowaceniami. Oczywiście we wszystkich przypadkach ma zastosowanie każda, dająca się powiązać ze zmianami klimatu, metoda pracy i nie może być mowy o ograniczeniu ich stosowania. Odwrotnie — pożądane jest jak najszersze ich powiązanie i przenikanie się. Właśnie dzięki temu przenikaniu się odcinków, na których możliwe są zastosowania różnorodnych metod badań, można — w miarę postępu

studiów — dojsć do miejsc, w których zazębiają się oba wyżej wymienione układy o różnych punktach odniesienia. Dopiero wtedy staje się możliwe rozstrzygnięcie, gdzie najstuszniej jest przeprowadzić właściwe granice między glacialami i interglacialami, oraz do których odcinków należy ograniczyć „glacialny“ i „interglacialny“ system znakowania.

Zanim będzie można przejść do dalszych rozważań, trzeba jeszcze rozpatrzeć zagadnienie taksonomicznego stosunku pojęć stratygraficznych, używanych w plejstocenie. Są one wybitnie nieuporządkowane i bardzo różnie używane. Względnie określone znaczenie mają tylko pojęcia glacial, stadiał (tylko chłodne wahnienie, związane z transgresją lądolodu), interglacial i interstadiał (między dwoma wahaniami lądolodu), natomiast już termin oscylacja lub faza są używane w bardzo rozmaity sposób.

Wychodząc z założenia, że podział plejstocenu opiera się na zasadach klimatostratygraficznych, najstuszniej będzie powiązać jego podział z odpowiadającymi falami zmian klimatycznych, rozróżniając wśród nich fale kolejno coraz niższego rzędu. Otrzymamy wtedy następujący układ:

Fale zmian klimatycznych pierwszego rzędu (*frygidy* i *kalidy*), to okresy glacialne i interglacialne lub równorzędne im okresy wahań klimatycznych, nawet wtedy, gdy nie spowodowały one rozwoju zlodowaceń, np. pluwiały i interpluwiały.

Fale zmian klimatycznych drugiego rzędu (*stadiaty*), zaznaczające się jako duże, ale już drugorzędne wahania klimatyczne między punktami kulminacyjnymi dużych fal pierwszego rzędu.

Falom zmian klimatycznych drugiego rzędu odpowiadają stadiaty zlodowaceń (np. glacystadiał Warty i inne). Analogiczne wahania obserwuje się również w interglacialach (np. w Wielkim Interglacjale — Mindel/Riss — *Intgl. II/III*), ale tam nie mają one swojej nazwy. Autor proponuje, aby wszystkie wahania tego rzędu nazywać *stadiatami*, z tym aby dla odróżnienia rodzaju wahań tego typu w czasie zlodowaceń używać określenia *glacystadiał* i *interglacystadiał*, a dla stadiałnych ociepleń w czasie interglacialów — *kalidostadiał* (od łacińskiego *calidus* — ciepły, gorący), dla ochłodzeń zaś — *frygidostadiał* (od łacińskiego *frigidus* — zimny, chłodny).

Każdy okres glacialny dzieliłby się na glacystadiały i interglacystadiały, okres interglacialny zaś na frygidostadiały i kalidostadiały, a w strefach tropikalnych na pluwiostadiały i na interpluwiostadiały, czy aridostadiały.

Próbując dać ściślejsze definicje interglacystadiału, trzeba go określić jako stadiał, związany ze zmianami położenia czoła lądolodu w skali rzędu powyżej 100 km a nawet więcej, a glacystadiał jako transgresja lądolodu podobnych rozmiarów. Wahnienie klimatyczne, które mogłoby spowodować tego rzędu zmiany czoła lodu, najczęściej będzie związane

z wyczuwalnym przesunięciem stref roślinnych (np. od lodowca do laso-tundry, od tundry arktycznej do lasu iglastego itp.).

W kalido- i frygidostadiałach amplituda zmian zespołów roślinnych będzie podobnego rzędu (np. od lasu liściastego z drzewami ciepłolubnymi do boru sosnowego; od lasu mieszanego do lasu brzoźowo-sosnowego; od boru sosnowego do laso-tundry itp.), chociaż zmiany te mogą odbywać się również na tle bardziej ciepłolubnych zespołów roślinnych.

Na obszarze zlodowacenia glacystadiał zostawia dobrze wyrażony poziom gliny zwałowej, na dużej przestrzeni wykazujący samodzielność, tzn. oddzielony on będzie od glin poprzedzającego go glacystadiału tego samego zlodowacenia serią interglacystadialnych osadów rzecznych lub jeziornych, rzadko organogenicznych, pokrywających powierzchnię, noszącą wyraźne ślady dosyć dobrze rozwiniętej erozji w dolinach rzecznych, a na obszarach wysoczyznowych — ślady denudacji i odwapnienia stropowych powierzchni starszych glin zwałowych, niekiedy gleby kopalne.

Przy przejściu do jednostek trzeciego rzędu, które autor nazywa *fazami*, napotykać na pewne trudności, gdyż poszczególne metody, znajdujące się w naszej dyspozycji, będą je notować z różną dokładnością i niejednakowo w różnych strefach geograficznych.

Najczulsza okazuje się tu metoda glacialna, gdyż lodowiec dobrze notuje wahania mniejsze niż stadialne, a nawet jeszcze drobniejsze. Na Niżu Środkowoeuropejskim fazy wyrażają się najczęściej recesjami i transgresjami czoła lądolodu w skali 20-50 km. Będą to *glacyfazy* i *interglacyfazy*. Stwierdzić je będzie można jednak tylko w marginalnej części lądolodu lub w stosunkowo wąskiej strefie przed jego czołem. Glacyfazy będą tu zanotowane poziomami glin zwałowych, których samodzielność da się prześledzić tylko w wąskiej strefie brzeżnej, zajmowanej ongiś przez lodowiec, a dalej od niej łączące się w jedną warstwę gliny zwałowej. Dalej przed czołem lodu glacyfazy mają szansę zaznaczyć się fazami rozwoju krioturbacji i innych tzw. zjawisk peryglacialnych. Interglacyfazy związane są zwykle z niezbyt dużym rozwojem erozji i sedymentacją zastoiskową lub sandrową, rzadziej z akumulacją typu rzeczno-

W składzie roślinności zmiany typu fazowego mogą zaznaczyć się tylko w strefie niezbyt odległej od czoła lądolodu. Być może, zanotują je również flory wysokogórskie. W strefach leśnych wpływ ich łagodzi się większą zdolnością „persystencji“ flory leśnej, dającej jakoby bardziej zgeneralizowany obraz rozwoju roślinności, bez zaakcentowania wpływu wahań klimatycznych niższego rzędu. Prawdopodobne jest również, że amplituda wahań fazalnych w strefie umiarkowanej maleje, jak można by wnioskować np. z badań H. Ahlmana (1953). Niedrugorzędne znaczenie ma również dosyć znaczna szerokość tych stref i stosunkowo duża

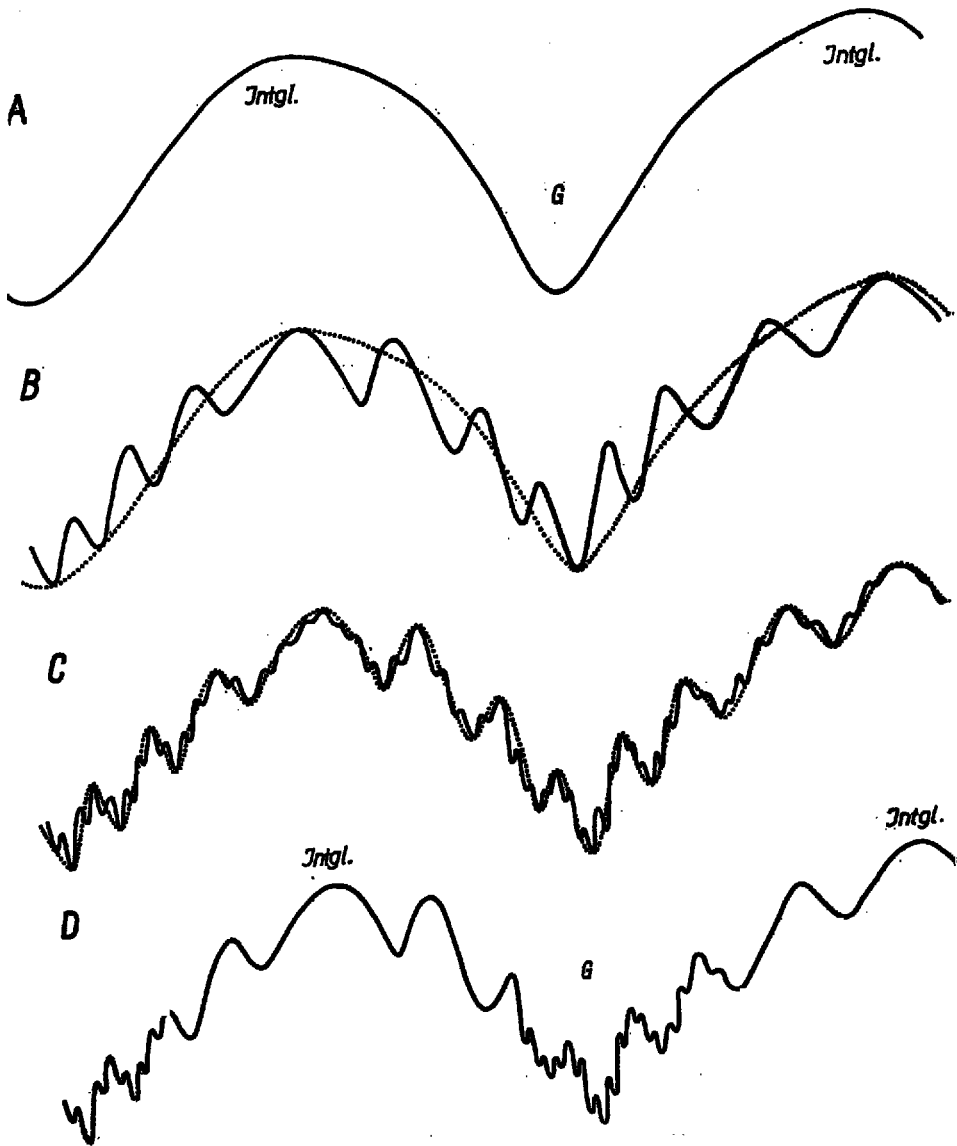


Fig. 1

Diagramy schematyczne ilustrujące hierarchię jednostek klimatostratygraficznych

A jednostki I rzędu (okresy), B jednostki II rzędu (stadia), C jednostki III rzędu (fazy), D przykład zastosowania przy niejednakowej czułości metod badawczych (dla interglacjacji — met. florystyczna, mniej czuła; dla glacji — zmiany położenia czoła lodu, bardziej czuła).
Intgl. Interglacja, G glacja

Diagrammes schématiques montrant l'hierarchie des unités climato-stratigraphiques

A de I ordre (période), B de II ordre (stade), C de III ordre (phase), D exemple d'application lorsque la précision des méthodes de recherche est variable (pour les interglaciaires — la méthode floristique, moins précise; pour les glaciations — les changements de la situation du front du glacier, plus précise). Intgl. interglaciaire, G glaciation

rozpiętość odpowiadających im warunków klimatycznych. Ewentualne zmiany mogłyby się zaznaczyć na ich zewnętrznych peryferiach. Kolejne przemiany zespołów roślinnych w ciągu stadiału, chociaż nie odpowiadają fazom w sensie zdefiniowanym wyżej (wahnięcia klimatyczne trzeciego rzędu), jednak swoją wartością czasową są do nich zbliżone. Dlatego mogłyby być rozpatrywane jako *fitofazy*, z zastrzeżeniem że jest to pojęcie odmienne od kalido- i frygidofaz, które tylko w wyjątkowych przypadkach mogą być czasami zaobserwowane na podstawie przebiegu zmian roślinności, wskazujących na istnienie wahań klimatycznych niższego rzędu.

Fazy są już jednostkami stratygraficznymi na tyle niskiego rzędu (krótkotrwałymi), że na ich tle daje się niekiedy zaobserwować różnicę w czasie między rozwojem procesów wywołanych przez tę samą przyczynę, ale mających różny wyraz. Na przykład, można skonstatować pewne opóźnianie się faz rozwoju roślinności w stosunku do faz sedymentacji. Pierwsze z nich znajdują swój wyraz dopiero po pewnym czasie trwania określonych warunków klimatycznych, a drugie związane są z prawie natychmiastową reakcją, wyrażoną procesami denudacji i akumulacji. Obserwacje tego rodzaju można było przeprowadzić na bardzo szczegółowych zestawieniach przebiegu wspomnianych procesów w zbiornikach interglacialnych, położonych w różnych warunkach geomorfologicznych.

Znakowanie faz w przyjętym systemie jest dwojakie. Dla fitofaz — po oznaczeniu stadialnym dopisuje się skrót nazwy fazy klimatycznej, którą ona reprezentuje, np. *Intgl. II/III+2 atl.*; *Intgl. II/III+2 bor.*; *Intgl. II/III+2 subarct.* itd. lub *Intgl. II/III+2 opt.*; *Intgl. II/III+2 preopt.*; *Intgl. II/III+2 postopt.* itd.

Dla glacyfaz zastosowano kolejne małe litery alfabetu łacińskiego z tym, że faza największego zasięgu stadiału oznaczona jest literą *a* np.: *G III max.+a*; *G III max.+b*; *G III max.+c*; lub *G III max.-b*; *G III max.-c*; a następnie: *G III+1a*; *G III+1b*; *G III+1c*; lub *G III+1-b*; *G III+1-c* itd.

Analogicznie dla interglacyfaz: *G III max.+b/c*; *G III+1a/b*; *G III+1b/c*; *G III+1c/d* itd.

Użycie symbolu stadiału bez określenia fazy oznacza, że mówimy o nim w sposób ogólny (bez wyróżniania faz).

Dla rozwoju roślinności fazy są najniższymi dającymi się wyróżnić jednostkami stratygraficznymi.

Znacznie wrażliwsze od flory na wahania klimatu jest czoło lodowca, pozwalające pójść pod tym względem jeszcze dalej, tzn. wyróżnić jednostki IV rzędu. Będą to już jednak tylko *etapy postojowe* lub drobne *oscylacje* czoła lądolodu, odbywające się prawdopodobnie na powierzchni

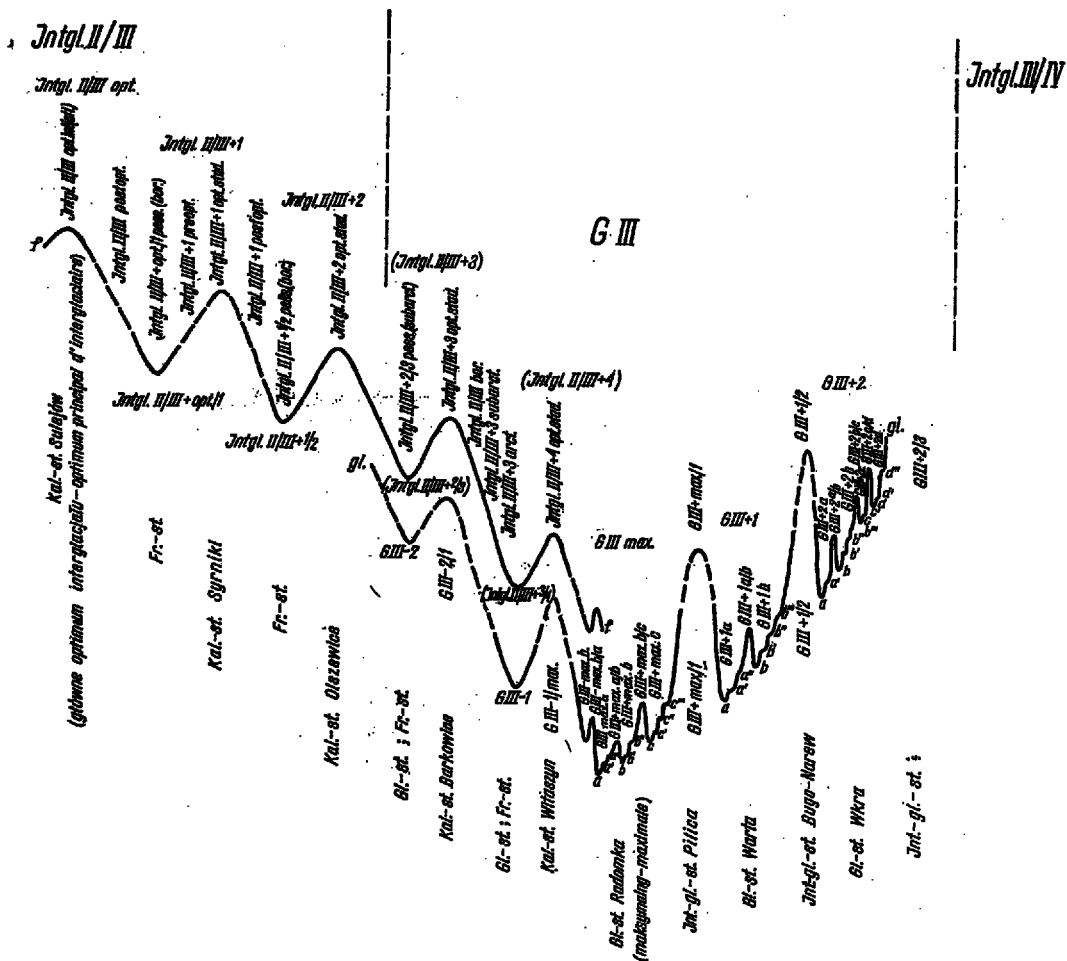


Fig. 2

Diagram z przykładem konkretnego zastosowania podziału klimatostratygraficznego (Wielki Interglacjał — *Intgl. II/III*, i zlodowacenie środkowopolskie — *G III*) w strefie między południkami 20°-22° E

Skróty: *Kal.-st.* Kaldostadiał, *Fr.-st.* Frygidostadiał, *Gl.-st.* Glacystadiał, *Int.-gl.-st.* Interglacystadiał. Krzywe: *f-f* na podstawie zmian środowiska roślinnego, *gl.-gl.* na podstawie zmian położenia czoła lądolodu. *a, a', a'', a'''*, *b, b', b''* itd. glacyfazy, *a/b, b/c, c/d* itd. glacyocyllacje

Exemple d'application concrète de la division climato-stratigraphique (Grand Interglaciaire — *Intgl. II/III*; glaciation de la Pologne Centrale — *G III*) dans la zone entre les méridiens 20°-22° E

Abréviations: *Kal.-st.* Caldo-stade, *Fr.-st.* Frigido-stade, *Gl.-st.* Glaci-stade, *Int.-gl.-st.* Inter-glaci-stade. Les courbes: *f-f* basé sur les changements phytocécologiques, *gl.-gl.* basé sur les changements de la position du front d'inlandsis. *a, a', a'', a'''*, *b, b', b''* etc. glaci-étape, *a/b; b/c, c/d* etc. glaci-oscillation

jeszcze nie stopionego całkowicie lodu starego (martwego), zaznaczone strefami akumulacji czołowomorenowej, ale w zasadzie nie dające osobnych poziomów glin zwałowych (oznaczenia: a' , a'' , a''' , b' , b'' , b''' itd.).

Etapy postojowe i etapowe oscylacje zbliżają nas już do jednostek, które mogą być określane metodą geochronologiczną (tzw. moreny roczne, pomiary osadów z roczną rytmiką sedymentacji itp.), i stanowiących kreszainteresowań dla datowania plejstocenu.

W sumie otrzymujemy więc następujący układ taksonomiczny jednostek stratygraficznych plejstocenu (fig. 1):

I rząd: okresy	—	glacjały i interglacjały
	—	frygidy i kalidy
	—	pluwiały i interpluwiały (aridy)
II rząd: stadiały	—	glacystadiały i interglacystadiały
	—	frygidostadiały i kalidostadiały
	—	pluwiostadiały i aridostadiały
III rząd: fazy	—	glacyfazy i interglacyfazy
	—	frygidofazy i kalidofazy
	—	fitofazy
IV rząd: etapy	—	glacyetapy i interglacyetapy
	—	glacyoscylacje
	—	etapy postojowe czoła lądolodu
Najniższy rząd	—	jednostki dające się wyróżnić metodami geochronologicznymi

Obecny stan badań młodszego plejstocenu, dzięki metodzie C^{14} , pozwalałby właściwie na próbę oceny czasu trwania poszczególnych rodzajów wyróżnianych jednostek. Jednak byłoby to jeszcze o tyle przedwczesne, że już dziś można się zorientować, że długość ich trwania jest nie jednakowa lecz zmienna w dosyć dużych granicach, co mogłoby być źródłem niezbyt bezpiecznych uogólnień.

Przyjęta symbolika w żadnym stopniu nie wyłącza używania nazw regionalnych, które są najbardziej konkretne. Gdyby jednak operować tylko nazwami regionalnymi, nadawanymi dowolnie bez określonego systemu — powstałby trudny do przebycia las kilkudziesięciu nazw stadiów w różnych wersjach u różnych autorów — i już zupełnie niemożliwy do opanowania chaos kilkuset nazw różnorodnych i różnie pojmowanych faz.

Warunkiem możliwości rozwoju szczegółowej stratygrafii plejstocenu jest jasność hierarchii wyróżnianych jednostek stratygraficznych oraz łatwa orientacja w ich kolejności i wieku, którą umożliwia wyżej przedstawiony system symboli stratygraficznych (fig. 2). Pominięto w nim prawie zupełnie adnotacje facjalne — jako odrębne zagadnienie, którego łączenie ze stratygrafią wprowadza nadmierne komplikacje

i nie przyczynia się do jasności otrzymywanego systemu; znacznie zmniejszając jego operatywność.

Przedstawiony wyżej system ujęcia stratygrafii plejstocenu i dostosowanej do niego symboliki oznaczeń, opracowany został dla uporządkowania dużego materiału obserwacyjnego, zebranego w ciągu wielu lat przez autora oraz jego współpracowników z Katedry Geologii Czwartorzędu Uniwersytetu Warszawskiego i z Pracowni Geologii Czwartorzędu Zakładu Nauk Geologicznych PAN. Powstawał on stopniowo w wyniku wielokrotnych prób i doświadczeń, które nie były ogłaszane, aby nie wprowadzać zamieszania w i tak już dostatecznie złożony problem stratygrafii czwartorzędu. Główny zrąb tego systemu podziału plejstocenu i zasady przyjętej symboliki znakowania przed opublikowaniem przeszły dziesięcioletnią próbę stosowania na terytorium Polski, w pasie położonym między południkami 19° i 22° E. Jednak i w obecnej fazie, nie pretendującej do ostatecznej, będą one jeszcze wymagały dalszych poprawek i uzupełnień. Jest on jednak na tyle zaawansowany, że pozwala już na reprezentowanie poglądów autora na całość zagadnień chronologii czwartorzędu Polski i nawiązań z innymi krajami Europy Wschodniej i Zachodniej.

*Katedra Geologii Czwartorzędu
Uniwersytetu Warszawskiego*

*Pracownia Geologii Czwartorzędu
Zakładu Nauk Geologicznych PAN
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 6
Warszawa, w kwietniu 1964 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- AHLMAN H. W. son. 1953. Glacier variations and climatic fluctuations. Amer. Geogr. Soc. New York.
- FLINT R. F. 1957. Glacial and Pleistocene geology. New York.
- GROMOV V. I. 1948. Paleontologičeskoje i archeologičeskoje obosnovanie stratigrafii kontinentalnych otloženiĭ četvertičnovo perioda na territorii S.S.S.R. — Trudy Inst. Geol. Nauk Akad. Nauk SSSR, vyp. 64, geol. ser., nr 17. Moskva.
- GROMOV V. I., KROSNOV I. I. & NIKIFOROVA K. V. 1959. Grundprinzipien der stratigraphischen Gliederung des Quartärs sowie Bemerkungen zur unteren Grenze dieses Systems. — Ber. Geol. Gess., Bd. 4, H. 2/3. Berlin.
- KRIVÁN P. 1955. La division climatologique du Pléistocène en Europe centrale et le profil de loess de Paks. — Ann. Inst. Géol. Publ. Hung., 43. Budapest.
- MÜLLER A. H. 1961. Grossabläufe der Stammesgeschichte.
- RÓŻYCKI S. Z. 1957. Detailed stratigraphy of the glacial series of the Quaternary Ice Age. V. INQUA Congress, Résumés des communications, Madrid.
- 1961a. Stadiały Wielkiego Interglacjału (Sub-stages of the Great Interglacial Stage). Prace o plejstocenie Polski Środkowej. Warszawa.
- 1961b. Middle Poland. From the Baltic to the Tatras. Part. II, vol. 1. VI INQUA Congress. Warszawa.

- SCHINDEWOLF O. H. 1950. Der Zeitfaktor in Geologie und Paläontologie.
 TREVISAN L. 1949. Génèse des terrasses fluviales en relation avec les cycles climatiques. — C.-R. Congr. Int. Géogr. Lisbonne, vol. II.
 WOLDSTEDT P. 1958. Das Eiszeitalter.
 ZEUNER F. E. 1946. Dating the past. London.
 — 1959. The Pleistocene Period. London.

S. Z. RÓŻYCKI

SYSTÈME CLIMATO-STRATIGRAPHIQUE DE LA DIVISION DU PLÉISTOCÈNE

(Résumé)

SOMMAIRE: Le Quaternaire n'a pas de division basée sur des unités stratigraphiques définies à hiérarchie déterminée. Les „divisions" établies jusqu'à présent ne constituent qu'une suite chronologique d'événements au caractère de faciès auxquels on donne des noms régionaux. Les besoins de la stratigraphie du Quaternaire dépassent sensiblement ce qu'est un état de donner la méthode biostratigraphique qui se sert dans les formations plus anciennes d'unités de l'ordre de 300-500000 ans (dans le Quaternaire 100-300000 ans). Les variations climatiques conçues en tant que méthode que l'auteur définit comme méthode *climato-stratigraphique* peuvent servir de base à la division de la stratigraphie du Quaternaire. Les divisions climato-stratigraphiques doivent se baser sur des unités définies représentant un ordre adéquat de variations climatiques. L'auteur propose leur disposition et leurs dénominations suivantes: Les variations climatiques de I-er ordre — *périodes* (glaciaires et interglaciaires, pluviales et interpluviales ev. arides), de II-e ordre — *stades* (glaci-stades, inter-glaci-stades, calido-stades, frigido-stades, pluvio-stades, arido-stades), de III-e ordre — *phases* (glaci-phases, inter-glaci-phases, calido-phases, frigido-phases, phyto-phases, etc.), de IV-e ordre — *étapes* (étapes d'arrêt des glaciers, oscillations d'étapes etc.). Comme base de parallélisation il est le plus juste d'admettre les moments critiques dans l'évolution des phénomènes dépendant des changements de climat (de la tendance des changements) que l'on peut discerner assez sûrement au moyen des méthodes dont nous disposons. Se référant à celles-ci l'auteur propose un système adéquat de symbolique stratigraphique.

La stratigraphie des formations plus anciennes basée sur la méthode biostratigraphique classique, c'est-à-dire sur la durée de l'existence des espèces caractéristiques distinguables dans la faune fossile permet de préciser les unités stratigraphiques dont la durée doit être évaluée dans les meilleurs cas à 300-500000 ans¹. La distinction de 5 niveaux faunistiques dans le Pléistocène², c'est-

¹ Plusieurs auteurs ont abouti aux tels résultats sur la base de l'analyse de la durée de l'existence des niveaux d'ammonites du Jurassique (S. Z. Różycki, Thèse d'agrégation, 1945), des niveaux à graptolites du Silurien (A. Urbanek, Thèse d'agrégation, 1960) et des autres êtres fossiles (Zeuner 1946, Schindewolf 1950, Müller 1961).

² Par exemple V. I. Gromov (1948) ainsi que V. I. Gromov, I. I. Krasnov et K. V. Nikiforova (1959) distinguent pour le Pléistocène continental de l'URSS 5 „complexes" faunistiques que l'on peut considérer comme niveaux biostratigraphiques basés sur la faune des éléphants à savoir:

„complexe" paléolithique supérieur	—	„niveau" <i>Mammuthus primigenius</i>
„	— chazarien	— „ <i>M. trogontherii</i>
„	— tyraspolien	— „ <i>Archidiskodon wüsti</i>
„	— tamanien	— „ <i>A. meridionalis</i>
„	— chaprovien	— „ <i>A. planifrons</i>

à-dire d'unités de l'onde de 100-300000 ans environ doit être considérée comme réalisation maxima possible grâce aux méthodes biostratigraphiques. Cependant cela est aussi entièrement insuffisant pour les besoins de la stratigraphie du Pléistocène. La solution de ces problèmes nécessite l'utilisation d'un autre appareil méthodique. Le fait que les „glaciations” et les „interglaciaires” qui les séparent constituent dans un certain sens les unités de la division du Pléistocène est historiquement fondé. Il est difficile cependant de les considérer comme des unités stratigraphiques correctement distinguées et exactement définies.

Les glaciations et les interglaciaires ne sont pas des notions stratigraphiques définies car on leur donne un sens découlant du déroulement local des phénomènes. Ce sont des définitions de faciès qui n'ont pas la même signification pour les différents endroits et, chose importante pour la possibilité du progrès des études plus détaillées, il n'y a pas entre elles de délimitation nette et précise.

L'adoption en tant que frontières stratigraphiques de niveaux comparables du point de vue de leur âge et la définition de la valeur taxonomique des unités stratigraphiques distinguées constituent les conditions fondamentales dont dépendent les possibilités du progrès de la stratigraphie détaillée du Pléistocène.

En recherchant des niveaux qui peuvent être parallélisés avec précision on a attiré l'attention depuis un certain temps surtout sur les moments du maximum de la glaciation. Ils ont servi à P. Krivan (1955) à distinguer ses „kion” qui embrassaient le cycle complet des changements climatiques entre deux maxima de glaciations. Ce système n'a pas trouvé d'application dans la pratique. Par contre la nomenclature de L. Trevisan (1940): phase anaglaciale et kataglaciale était utilisée.

La valeur stratigraphique des moments de l'extension maxima des glaciations a été également appréciée par l'auteur (1957, 1961 ab) qui les a adoptés comme base de son système de nomenclature des stades des glaciations³, adoptant par exemple pour la troisième glaciation continentale de l'Europe (Riss) le symbole *G III* et pour la période de son extension maxima *G III max.* Par contre, il désigne les stades par des chiffres arabes avec le signe „-” s'ils précèdent le stade maximum (p.ex. *G III-1*, *G III-2* etc.) ou avec le signe „+” s'ils lui succèdent (p.ex. *G III+1*, *G III+2* etc.).

L'auteur attire l'attention sur le fait que l'optimum de l'interglaciaire p.ex. *Intgl. II/III opt.* peut remplir le même rôle en tant que moment relativement bien comparable du point de vue de l'âge. En partant de cet optimum on désigne les vagues successives postérieures de l'augmentation de la chaleur de deuxième ordre d'une manière analogue comme pour la glaciation par le signe „+” et un chiffre arabe (p.ex. *Intgl. II/III+1*, *Intgl. II/III+2* etc.) et celles qui le précèdent par le signe „-” et un chiffre adéquat en reculant par rapport à l'optimum principal (p.ex. *Intgl. II/III-1*, *Intgl. II/III-2* etc.).

Le système fondamental des symboles est donc basé sur les vagues des grands changements climatiques de premier ordre correspondant à des périodes entières de grands refroidissements soit de glaciations (*G I* — „Günz”, *G II* — „Mindel”, *G III* — „Riss”, *G IV* — „Würm”) et aux longues périodes de réchauffement qui les séparent — les interglaciaires (*Intgl. I/II*, *Intgl. II/III*, *Intgl. III/IV*).

Le symbole de la vague principale est suivi d'un chiffre arabe désignant les vagues de changements climatiques de deuxième ordre avec le signe „-” ou „+” pour désigner les périodes précédant ou succédant les moments culminants

³ Une attitude analogue était exprimée dans le rapport de H. Godwin prononcé au Congrès de L'INQUA VI à Varsovie en 1961. Cependant ce rapport n'a pas encore été publié.

(du changement de la direction de l'évolution des phénomènes dépendant des vagues de changements climatiques de premier ordre). Comme moments culminants on a adopté les principaux optima des interglaciaires et de l'extension maximale des glaciations. Les signes „+” et „-” sont donc des indices correspondant aux termes de Trevisan: *kata-* et *ana-*, mais ils sont compris d'une double manière. Dans le système „glaciaire” — comme approche ou éloignement des moments culminants des „glaciations” et dans „l'interglaciaire” — comme avance vers les conditions climatiques favorisant le développement de la flore plus exigeante (*direction phytoflorale*) ou l'obligeant à se retirer des terrains précédemment occupés (*direction antiflorale*). Ce sont donc en principe deux systèmes indépendants.

Grâce à l'interpénétration des sections dans lesquelles il était possible d'appliquer des méthodes diversifiées de recherches on peut — à mesure du progrès des études — aboutir aux points où les deux systèmes précités aux différents points de référence s'interpénètrent. Ce n'est qu'alors qu'on peut décider où il est plus juste d'établir les limites adéquates entre les glaciations et les interglaciaires et pour quels secteurs il convient de limiter le système „glaciaire” et „interglaciaire” de nomenclature.

Partant du principe que la division du Pléistocène se base sur des données climato-stratigraphiques il sera le plus juste de la relier aux vagues adéquates de changements climatiques y distinguant les vagues d'ordre successivement de plus en plus inférieur. Nous obtiendrons alors le système suivant.

Les vagues de changements climatiques de premier ordre ce sont les périodes glaciaires et interglaciaires soit les périodes équivalentes d'oscillations climatiques, même si elles n'ont pas provoqué de développement de glaciation p.ex.: les pluviales et les interpluviales.

Les vagues de changements climatiques de deuxième ordre se manifestant comme oscillations climatiques importantes mais secondaires entre les points culminants des grandes vagues de premier ordre.

L'auteur propose d'appeler toutes les oscillations de cet ordre — *stades* en différenciant le genre d'oscillations de ce type au cours des glaciations par les termes *glaci-stade* et *inter-glaci-stade*, pour les périodes de stade d'amélioration de climat au cours des interglaciaires — *calido-stade* (du terme latin *calidus* — chaud) et pour les refroidissements — *frigido-stade* (du terme latin *frigidus* — froid).

Essayant de définir plus exactement l'interglacistade il faut dire que c'est un stade lié aux changements de la position du front de l'inlandsis dépassant env. 100 km. et le glacistade — c'est la transgression d'ordre analogue d'un inlandsis.

Une oscillation climatique pouvant entraîner des changements de cet ordre de la position du front de l'inlandsis — sera liée le plus souvent à un déplacement sensible des zones florales d'une ou de deux phytophases.

Dans les calido- et frigido-stades l'amplitude des changements des ensembles floraux sera d'un ordre analogue bien qu'ils interviendront sur le fond d'ensembles floraux plus exigeants du point de vue de la température et de l'humidité.

Dans le terrain de la glaciation, le glacistade laissera un niveau bien exprimé d'argile morainique accusant sur un grand espace l'indépendance, c'est-à-dire qu'il sera séparé des argiles du glacistade précédent de la même glaciation par une série de sédiments fluviaux ou lacustres de l'interglacistade, rarement représenté par les sédiments organogènes, recouvrant une surface qui porte des traces nettes de l'érosion assez bien développée dans les vallées fluviales et sur les plateaux morainiques — des traces de dénudation et de décalcification des surfaces de toit des argiles morainiques plus anciennes ou les sols fossiles.

En passant aux unités de troisième ordre que l'auteur appelle *phases* nous rencontrons certaines difficultés car les différentes méthodes donnent à notre disposition les notations avec une exactitude différente et d'une manière non uniforme pour les différentes zones géographiques.

La méthode glaciaire s'avère la plus sensible car le glacier note encore bien les oscillations inférieures à celles des stades. Dans la Plaine de l'Europe Centrale elles s'expriment par des récessions et des transgressions du front de l'inlandsis à l'échelle de 20-50 km. Ce seront les *glaci-phases* et les *inter-glaci-phases*. On ne pourra les constater cependant que dans la partie marginale de l'inlandsis ou dans la zone relativement étroite devant son front. Les glaciphases y seront notées par les niveaux d'argiles morainiques dont on ne peut suivre l'indépendance que dans la zone bordurale étroite occupée jadis par le glacier et plus loin de celle-ci reliés en une seule couche d'argile morainique correspondant à la récession du stade entier. Plus loin, devant le front du glacier, les glaciphases ont la chance de se manifester par les phases de développement de la cryoturbation et d'autres phénomènes dits périglaciaires. Les interglaciphases sont liées d'habitude à un développement pas très important de l'érosion et à la sédimentation lacustre ou fluvio-glaciaire, plus rarement à l'accumulation de type fluvial.

Dans la composition florale (flore de toundra) les changements de type de phases ne peuvent se manifester que dans une zone peu éloignée du front de l'inlandsis. Il se peut qu'ils soient notés aussi dans les hautes montagnes par les changements de la flore alpine. Dans les zones forestières leur influence est atténuée par la plus grande aptitude de „persistance” de la flore forestière, qui donne une image plus généralisée du développement de la flore sans accentuer l'influence des oscillations climatiques d'ordre inférieur. Il est également probable que leur amplitude décroît dans la zone tempérée, comme on pourrait le déduire p.ex. des recherches de H. Ahlman (1953). De même la largeur assez grande de ces zones et l'envergure relativement grande des conditions climatiques correspondantes ont une importance non négligeable. Les changements éventuels auraient pu se manifester à leurs périphéries. Les transformations successives des ensembles floraux (forestiers) au cours du stade bien qu'elles ne correspondent pas aux phases dans le sens défini ci-dessus (oscillations climatiques de troisième ordre) se rapprochent de celles-ci par leur valeur de temps. C'est pourquoi elles pourraient être envisagées comme *phyto-phases* sous réserve qu'il s'agit d'une notion différente des calido- et frigido-phases. Ces phases sont déjà des unités stratigraphiques d'ordre à ce point bas (de brève durée) que sur leur fond on peut parfois observer la différence dans le temps entre l'évolution des processus provoqués par la même cause mais ayant une expression différente. On peut p.ex. constater un certain retard des phases du développement de la flore par rapport aux phases de sédimentation. On pourrait effectuer des observations de ce genre sur les relevés très détaillés du déroulement des processus en question dans les réservoirs interglaciaires situés dans différentes conditions géomorphologiques.

La nomenclature des phases dans le système adopté est double. Pour les *phytophases* on ajoute après la désignation de stade l'abréviation de la phase climatique qu'elle représente p.ex. *Intgl. II/III+2 atl.*; *Intgl. II/III+2 bor.*; *Intgl. II/III+2 subbor.* etc. ou *Intgl. II/III+2 opt.*; *Intgl. II/III+2 preopt.*; *Intgl. II/III+2 postopt.* etc.

Pour les glaciphases on a utilisé les lettres minuscules successives de l'alphabet latin, la phase de la plus grande extension du stade étant marquée par la lettre *a* p.ex.: *G III+a*; *G III max.+b*; *G III max.+c* ou *G III max.—b*; *G III*

max.—*c*; et ensuite: *G III+1a*; *G III+1b*; *G III+1c*; ou *G III+1—b*; *G III+1—c* etc. Pour les interglaciophases: *G III max.+b/c*; *G III+1a/b*; *G III+1b/c*; *G III+1c/d* etc. L'utilisation du symbole du stade sans définition de la phase signifie que nous en parlons d'une manière générale (sans distinguer les phases).

Pour le développement de la flore les phases sont les plus petites unités stratigraphiques distinguables. Le front de l'inlandsis est beaucoup plus sensible que la flore aux oscillations climatiques et permet d'aller encore plus loin, c'est-à-dire de distinguer les unités de IV^e ordre. Ce ne seront plus cependant que des *étapes d'arrêt* ou des *petites oscillations d'étape* du front de l'inlandsis se produisant probablement à la surface de la vieille glace (morte) pas encore entièrement fondue se manifestant par des zones d'accumulation de moraines frontales mais ne donnant pas en principe de niveaux individuels d'argiles morainiques.

Les étapes d'arrêt et les oscillations d'étape nous approchent déjà des unités pouvant être définies par la méthode géochronologique (c'est-à-dire les moraines annuelles, les mesurages des sédiments avec rythme annuel de sédimentation etc.) et qui constituent la limite des possibilités chronologiques du Pléistocène.

En somme nous obtenons donc le système taxonomique suivant des unités stratigraphiques du Pléistocène.

I ordre: périodes	— glaciations et interglaciaires
	— frigides et chaudes
	— pluviales et interpluviales (arides)
II ordre: stades	— glaci-stades et inter-glaci-stades
	— frigido-stades et caldo-stades
	— pluvio-stades et arido-stades
III ordre: phases	— glaci-phases et inter-glaci-phases
	— frigido-phases et caldo-phases
	— phyto-phases (phases successives du développement de la flore)
IV ordre: étapes	— glaci-étapes et inter-glaci-étapes
	— glaci-oscillations
	— étapes d'arrêt du front de l'inlandsis
Ordre le plus bas	— unités distinguables par les méthodes géochronologiques

L'état actuel de l'étude du Pléistocène supérieur permettrait en fait, grâce à la méthode C^{14} , d'essayer d'évaluer la durée des différents genres unités distinguées. Cela serait pourtant prématuré car l'on peut se rendre compte déjà aujourd'hui que leur durée est inégale et assez variable dans d'assez grandes limites ce qui pourrait donner lieu à des généralisations assez dangereuses.

La claire hiérarchie des unités climato-stratigraphiques distinguées et l'orientation facile dans leur ordre de succession et leur âge qu'offre le système des symboles stratigraphiques présenté plus haut rend possible le développement de la stratigraphie détaillée du Pléistocène. On y a presque complètement omis les adnotations de faciès — en tant que problème à part dont la liaison avec la stratigraphie entraîne des complications excessives et ne contribue pas à la clarté du système, le rendant beaucoup moins opératif.

Le système de la nomenclature de la stratigraphie du Pléistocène et de la symbolique adaptée à ce système, présenté plus haut, a été établi pour ordonner le grand matériel d'observation recueilli au cours de longues années par l'auteur et ses collaborateurs de la Chaire de la Géologie du Quaternaire de l'Université

de Varsovie et du Laboratoire de la Géologie du Quaternaire de l'Institut des Sciences Géologiques de l'Académie Polonaise des Sciences. Il était établi progressivement à la suite de nombreux essais et expériences qui n'étaient pas publiés pour ne pas introduire de confusion dans le problème de la stratigraphie du Quaternaire suffisamment déjà compliqué sans cela. La principale charpente de ce système de la division du Pléistocène et les principes de la symbolique adoptée ont subi avant leur publication une épreuve de dix années de leur application en Pologne dans une zone située entre les méridiens 19° et 22° E. Dans sa forme actuelle qui ne prétend pas à être définitive il devra encore être corrigé et complété.

*Chaire de Géologie du Quaternaire
de l'Université de Varsovie*

et

*Laboratoire de Géologie du Quaternaire
de l'Institut des Sciences Géologiques
de l'Académie Polonaise des Sciences
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 6
Varsovie, avril 1964*
