

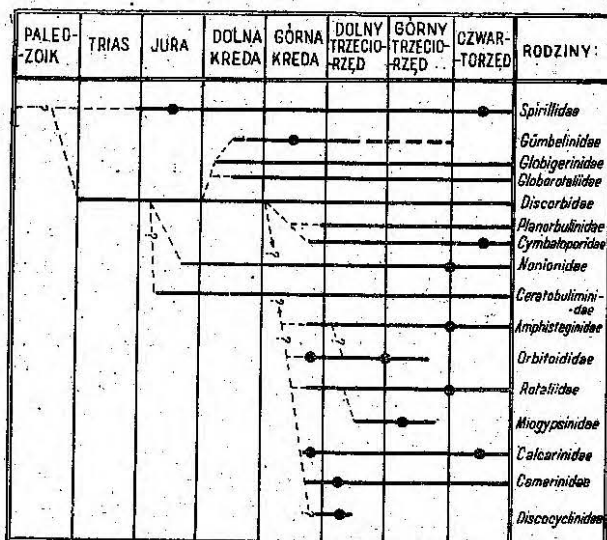
WANDA BIELECKA

ZNACZENIE STRATYGRAFICZNE OTWORNIC

ZARÓWNO dla geologii historycznej jak i strukturalnej doniosłe znaczenie ma ustalenie wieku osadów oraz przeprowadzenie korelacji między nimi. Skamieniałości są jednym z ważnych wskaźników przy korelacji stratygraficznej ze względu na to, że warstwa, w której są znalezione, zajmuje zawsze swoje określone miejsce w chronologii geologicznej. Na podstawie znalezionych skamieniałości można podzielić piętra na poziomy, których nazwy są zazwyczaj nadawane od skamieniałości przewodnich. Olbrzymie znaczenie mają przede wszystkim mikroskamieniałości, gdyż występują obficie niż makroskamieniałości, poza tym posiadają bardziej jednolite rozprzestrzenienie w osadach oraz tę zaletę, że nawet w drobnych fragmentach skał możemy znaleźć liczne nieuszkodzone okazy.

Otwornice są bardzo dobrymi wskaźnikami czasowymi, ponieważ ich gatunki są nieraz ograniczone bardzo wąską skalą występowania w czasie. Oczywiście przy korelacji należy brać pod uwagę nie pojedyncze okazy, lecz całe zespoły faunistyczne. Jako obraz rozprzestrzenienia w czasie niektórych rodzin otwornic może służyć rys. 1.

Najwcześniejsze otwornice, jakie znamy, pochodzą z kambru Grenlandii i Labradoru, są to



Rys. 1

Stratygraficzne rozprzestrzenienie niektórych rodzin

rodzaje: *Psammosphaera*, *Hyperamminoides*, *Spirillina* i kilka innych. Wszystkie wykazują prymitywną budowę skorupki zarówno co do składu jak i kształtu. Są one kuliste, rurkowate, zwinięte spiralnie, o skorupce chitynowej lub zlepieńcowej (scementowane ziarenka piasku). Brak jest form wielokomorowych o skorupkach wapiennych. Otwornice, jak to wykazały badania, były w paleozoikum rzadkie. Moreman i inni autorzy opisują przedstawicieli *Astrorhizidae*, której pewne rodzaje jak np.: *Ammodiscus*, *Bathysyphon* i *Glomospira* przetrwały do dziś. W karbonie i permie otwornice stają się już bardziej obfite. Jest ich stosunkowo mało w dolnym karbonie, lecz już występują takie formy jak: *Tetrataxis* i *Endothyra*.

Od *Endothyra* wywodzą się pierwsze fuzuliny, które potem rozwijają się bujnie, tak że na ich podstawie został rozpoziomowany górny karbon i dolny perm, co przedstawia załączony rys. 2.

Pod koniec permu *Fusulinidae* zanikają, a pojawiają się *Lagenidae* o skorupkach porowatych, hyalinowych, tzn. szklistowapiennych. *Lagenidae* rozwijają się coraz bujniej i wiele ich form przetrwało po przez całą erę mezozoiczną. Prócz tego w tym czasie pojawiają się pierwsi przedstawiciele *Trochamminidae*, a prymitywne *Ophthalmidiidae*, *Lituolidae* i *Astrorhizidae* są reprezentowane przez wiele rodzajów, z których niejedne przetrwały nawet do dziś. Małżorzeczki pod koniec karbonu i w dolnym permie nabierają znaczenia stratygraficznego, a radiolarie są pospolite w skałach krzemionkowych.

Co się tyczy otwornic triasowych, to niewiele o nich dotychczas było wiadomo. Znalezione je wprawdzie w Anglii, Niemczech i w kilku innych krajach, lecz stan zachowania nie był dobry. Stwierdzono w osadach triasowych obecność przedstawicieli takich rodzin jak: *Astrorhizidae*, *Lituolidae*, *Miliolidae*, *Lagenidae* i *Rotalidae*. Dopiero szczegółowe badania otwornic z Alaski przez H. Tappan dały dużo ciekawych danych. Materiał, który ona badała, był bardzo

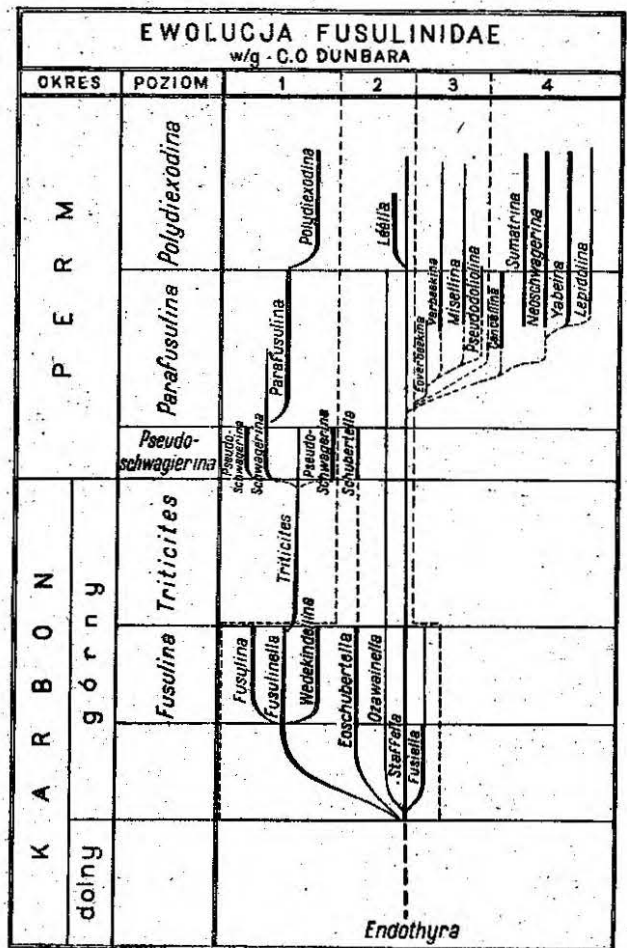
obfity, dobrze zachowany i różnorodny. Opisane zostało szereg nowych rodzajów i gatunków należących do rodzin *Lagenidae*, *Polymorphinidae*, *Trochamminidae*, *Lituolidae*, *Ammodiscidae*, *Verneuulinidae*, *Buliminidae*, *Spirillinidae* i *Rotalidae*.

Ogólny charakter fauny triasowej bardzo się zbliża do liasowej, w stosunku zaś do permu brak już przedstawicieli *Endothyridae*, występują natomiast pierwsze *Miliolidae*, *Polymorphinidae*, *Rotalidae*, *Buliminidae*, *Verneuulinidae*, a pośród *Lagenidae* następuje znacznie większe zróżnicowanie form. Badania H. Tappan nad otwornicami triasowymi wniosły wiele nowych wiadomości o formach wczesnomozoicznych.

Bartenstein i Brand przeprowadzili szczegółowe badania fauny liasu i doggeru północno-zachodnich Niemiec. Na podstawie zasięgów niektórych otwornic podzielili oni lias na cztery poziomy. Macfodyen przeprowadził korelację z liasem Anglii i znalazł jedynie niewielkie różnice. W liasie dominują *Lagenidae*, w której to grupie nastąpił szybki rozwój i wielkie zróżnicowanie form. Nadal trwają prymitywne formy zlepieńcowate, a spośród *Lituolidae* występuje *Orbitopsella*. Z *Buliminidae* jest obecna drobna *Bolivina*, a z *Rotalidae* kilka prymitywnych rodzajów podobnych do triasowych. Najbardziej typową formą liasową jest *Frondicularia tenera*, która w całym liasie jest bardzo obfita, potem na granicy doggeru staje się rzadsza, a do malmu przechodzą już tylko nieliczne osobniki. Dla dolnego i środkowego liasu charakterystycznymi formami przewodnimi są *Marginulina prima* i *Marginulina radiata*.

Na początku doggeru wymierają takie otwornice jak: *Frondicularia major*, *Frondicularia sulcata*, *Flabellina tenuistriata*, *Pseudoglandulina metensis*, *Pseudoglandulina humilis* i inne, które występowały w liasie. Mimo to nadal dominują *Lagenidae*, a grupa *Cristellaria* wykazuje duże zróżnicowanie. Mamy tu *Planularia cordiformis*, *Planularia crepidula*, *Lenticulina subalata*. *Rotalidae* w doggerze nabierają znaczenia stratygraficznego. U pewnych gatunków rodzaju *Epistomina* stwierdzono, że urzeźbienie skorupki staje się zależne od wykształcenia facjalnego osadów. W końcu doggeru pojawia się *Trocholina*, ważna stratygraficznie. Na ogół stwierdzono, że z końcem aalenu znikają charakterystyczne dla liasu gatunki otwornic, a już od końca batonu pojawia się fauna typowa dla górnej jury. W doggerze widać wyraźną zależ-

ność otwornic od warunków sedymentacji. W zależności od tego, jakie są osady, piaszczyste, piaszczysto-ilaste czy ilaste, zmienia się skład fauny. Okoliczność ta utrudnia i komplikuje użycie otwornic przy ustalaniu chronologii warstw, jednak szczegółowa analiza pozwala na wyeliminowanie zmienności facjalnej. Poza tym charakterystyczne jest, iż w doggerze granice zasięgów otwornic przebiegają inaczej niż makrofauny. Istnieją gatunki, które przechodzą przez cały dogger, inne znów osiągają pełny rozwój na krótki przeciąg czasu i potem szybko zanikają. W doggerze wyróżniono cztery poziomy, które pod względem mikrofauny wykazują pewne charakterystyczne cechy.



Rys. 2
Stratygraficzne rozprzestrzenienie *Fusulinidae*

W oksfordzie następuje wielki rozwój otwornic zlepieńcowatych, a nieco później, w malmie, pojawiają się otwornice wyróżniające się większymi rozmiarami, są to *Pseudocyclamina*, *Choffatella* i *Spirocyclina*, które stają się skamieniałościami przewodnimi. W jurze Szwajcarii taką przewodnią formą dla sekwanu jest *Pseudocyclamina sequana*, dla górnego

kimerydu *Pseudocyclammia personata*, a dla najwyższej jury i dolnej kredy *Pseudocyclammia lituus*. Charakterystyczny jest brak w jurze otwornic planktonicznych. Małżoraczki stają się stratygraficznie ważne dla purbeku, który w Anglii został rozpoziomowany na ich podstawie. Radiolarie są pospolite w radiolarytach jurajskich.

Na początku dolnej kredy charakter mikrofauny nie ulega zasadniczym zmianom. Nadal dominują *Lagenidae*, aż do końca baremu wykazując różnice pod względem ilości i wykształcenia, szczególnie *Citharina* i *Frondicularia*. W walanżynie są obecne ostatnie *Pseudocyclamminy*. Otwornice zlepieńcowate nadal trwają, a otwornice wapienne stają się liczniejsze niż poprzednio. Z *Rotalidae* pospolicie występuje *Epistomina*. Począwszy od baremu znana jest *Globigerina*, która jednak jest jeszcze dość rzadka. W apcie *Globigerinae*, jako otwornice planktoniczne, nabierają znaczenia stratygraficznego. W albie następuje pewna zmiana wśród zespołów otwornic, pojawia się fauna typu górnokredowego, która odznacza się ogromnym rozwojem przedstawicieli rodzajów *Globigerina* i *Globorotalia*, poza tym *Pleurostomella* oraz nowi przedstawiciele *Discorbidae*.

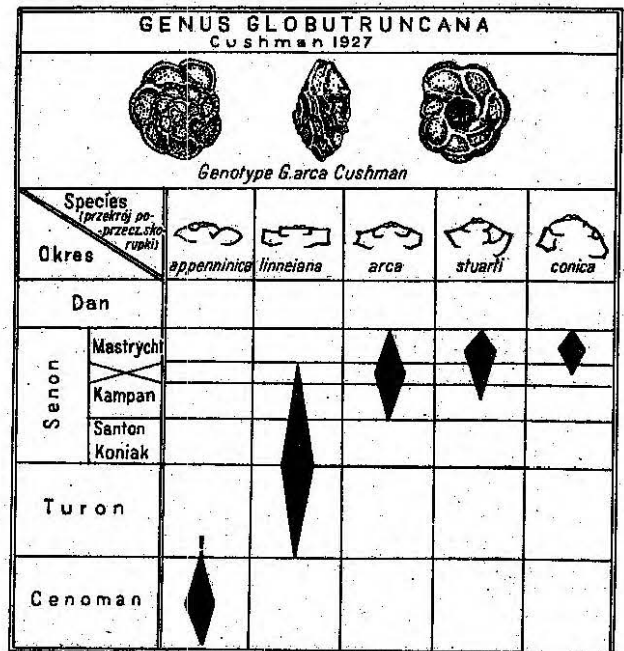
W górnej części dolnej kredy kończy się panowanie form rodziny *Lagenidae* i ich znaczenie stratygraficzne. Wyżej są one używane do stratygrafii tylko sporadycznie, mimo iż ilość rodzajów i gatunków nie zmniejsza się. Jednak rozwój innych grup otwornic jest tak wielki, iż stają się lepszymi wskaźnikami chronologii niż *Lagenidae*.

Do podziału na poziomy górnej kredy użyte zostały przede wszystkim gatunki rodzaju *Globotruncana*, *Stensiöina*, *Bolivina*, *Bolivinoides* i niektóre jeszcze *Globorotalidae*. W cenomanie pojawiają się pierwsze *Globotruncana* i *Bolivinita* razem z gatunkami rodzajów: *Frondicularia*, *Palmula*, *Gyroidina*, *Anomalina*, *Globigerina*, *Reussella*, *Uvigerina*, *Eovigerina*, *Eponides*, *Gümbelina* i *Pseudotextularia*. Większość z nowopojawiających się gatunków przetrwała do danu. Na ogół w cenomanie otwornice planktoniczne różnią się bardzo między sobą.

Spośród *Globotruncan* charakterystyczna jest *Globotruncana apenninica*. Ze zlepieńcowatych rozwijają się formy osiadłe. Dolnokredowa znika w turonie i dolnym santonie i zostaje zamieniona przez typową faunę dla górnej kredy. Dla turonu i santonu charakterystyczna jest *Globotruncana linneiana*. Na granicy santonu

i kampanu typowa jest *Globotruncana arca*, potem zaś w górnym kampanie i mastrychcie towarzyszą jej *Globotruncana stuarti*, aż wreszcie całkowicie ją zastępują. *Globotruncana linneiana* staje się rzadsza, lecz sięga jeszcze do najniższego mastrychtu. *Globotruncana marginata* znika z końcem kampanu.

Na ogół z końcem mastrychtu kończy się znaczenie rodzaju *Globotruncana*. Poniżej podane jest rozprzestrzenienie stratygraficzne niektórych gatunków *Globotruncana* (rys. 3).



Rys. 3
Stratygraficzne rozprzestrzenienie gatunku
Globotruncana

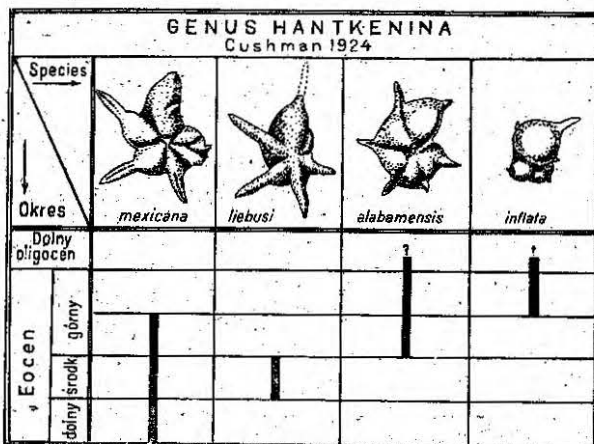
Ciekawe jest, że fauna otwornicowa górnego senonu jest w tym okresie jednolita na całym świecie, wskutek czego została najlepiej poznana. Ważnymi stratygraficznie formami przewodnimi górnej kredy Europy Północnej są gatunki należące do rodzaju *Stensiöina*. W Niemczech górny senon został rozpoziomowany przez Wichera na podstawie gatunków *Bolivina* i *Bolivinoides*, które tam występują bardzo licznie. Wskaźnikami górnego senonu są: *Palmula reticulata*, *Bolivina incrassata*, *Bolivina decurens*, *Bolivina draco*, *Reussella szajnochai*, *Anomalina pertusa* i inne.

Otwornice zlepieńcowate są w tym czasie liczne i różnorodne. Niektóre gatunki znane z górnego senonu przechodzą do danu, jak: *Textularia excolata*, *Rotalia beccarii*. Inne otwornice występują od mastrychtu do paleocenu np.: *Nodosaria velascoensis*, *Bolivinita erigua*, *Rzehakina epigona*.

Jak dotychczas otwornice danu nie są jeszcze dobrze poznane i obecnie przeprowadza się nad nimi badania. Na ogół rzuca się w oczy przejściowy charakter otwornic tego piętra. Pewne gatunki otwornic przetrwały od mastrychtu i przechodzą do trzeciorzędu, lecz większość form typowych dla górnej kredy zanika z początkiem danu. Brak jest gatunków *Pseudotextularia* i *Palmula* typowych dla senonu oraz większości gatunków *Globotruncana*. Najpospolitsze są *Anomalina* i *Cibicides*, ze zlepieńcowatych zaś występują: *Arenobulimina*, *Orbigyina*, *Cyroidina*. Jedynymi formami występującymi w danie są: *Globigerina* i drobne *Gümbeliny*. Z dużych otwornic znajduje się *Discocyclina*, która zastępuje miejsce *Orbitoides* i *Lepidorbitoides*. Istnieje wyraźna różnica między mikrofauną senonu i danu, wyraźnie widać przejściowy charakter danu.

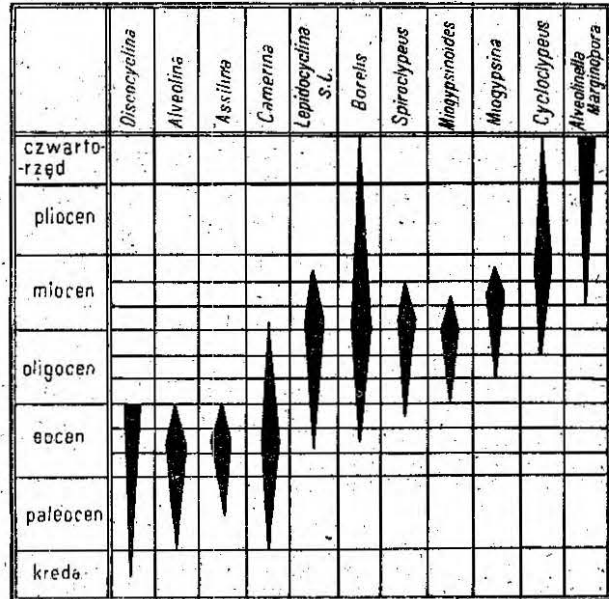
W danie wiele form górnokredowych wymiera, pojawiają się inne otwornice poprzednio nie znane, a niektóre z nich przechodzą nawet do późnego trzeciorzędu. Z końcem górnej kredy zakończył się jeden cykl rozwojowy otwornic, drugi zaś rozpoczyna się w paleocenie wraz z pojawieniem się numulitów.

Jak już wspomniałam, fauna otwornicowa trzeciorzędu zasadniczo różni się od kredowej. Istnieje jeszcze kilka form mezozoicznych, jak: *Matanzia*, *Lacazina* i *Gümbelina*, lecz wymierają one szybko. Inne są ograniczone do paleoenu. Na podstawie gatunków rodzaju *Hantkenina* (nie znanej dotychczas w Polsce) został rozpoziomowany eocen, o czym świadczy załączone zestawienie (rys. 4). *Hantkenina mexicana* charakterystyczna jest dla dolnego, środkowego i dolnej części górnego eocenu, *Hantkeni-*



Rys. 4
Stratygraficzne rozprzestrzenienie gatunku *Hantkenina*

na *liebusi* dla środkowego eocenu, *Hantkenina alabamensis* dla górnego eocenu z tym, że przechodzi nieco do oligocenu, a *Hantkenina inflata* dla najwyższego eocenu i również przechodzi do oligocenu. W oligocenie występuje *Asterigerina*, która jest znana od kredy.



Rys. 5
Rozprzestrzenienie niektórych ważnych rodzajów dużych otwornic w trzeciorzędzie

Globotruncana w trzeciorzędzie zostaje zastąpiona przez *Globorotalia*. Przewodnimi formami są: *Globorotalia velasconensis*, *Globorotalia aragonensis*, *Globorotalia aff. crassula*, które występują od danu do górnego eocenu. W miocenie pojawiają się pelagiczne otwornice takie jak: *Pulleniatina*, *Sphaeroidinella* oraz słonawowodne: *Nonion*, *Elphidium* i *Rotalia beccarii*. Ważna jest również dla miocenu *Amphistegina*. Progresywnie rozwijają się podczas trzeciorzędu: *Polymorphinidae*, *Buliminidae*, *Rotalidae*.

Otwornice zlepieńcowate występują obficie, miejsce *Ataxophragmium* zajmują: *Clavulina*, *Liebussella*, *Karreriella*. Na ogół fauna trzeciorzędowa małych otwornic jest już bardzo podobna do współczesnej.

Co do dużych otwornic, to najbardziej charakterystyczne dla trzeciorzędu są numulity. Liczne gatunki *Dictyoconus* ograniczone są do eocenu, a *Discocyclinidae*, które nie przechodzą poza eocen, rozgraniczają wyraźnie eocen od oligocenu. W oligocenie i miocenie występują *Miogypsiniidae*. Największy rozkwit *Alveolinidae* przypada na dolny i środkowy eocen, zaś

Lepidocyclinidae na okres od środkowego oligocenu do dolnego miocenu włącznie. Dla neogenu najważniejszymi rodzajami są *Cycloclypeus* i *Spiroclypeus*. Trzeciorzęd jest rozpoziomowany na podstawie zasięgów dużych otwornic, jak to jest wykazane na rys. 5.

Znaczenie stratygraficzne otwornic nie kończy się na trzeciorzędzie; również i w czwartorzędzie otwornice odgrywają dużą rolę. Lecz tu przy stratygrafii musimy zastosować inne podejście. Krótki okres trwania czwartorzędu wyklucza możliwość użycia otwornic w oparciu o ich czasowe zasięgi. Opieramy się w tym wypadku na zmianach facjalnych. Wykorzystujemy tę okoliczność, że w czwartorzędzie klimat zmieniał się kilkakrotnie. Wyróżniamy zespoły otwornic ciepłych, tzn. interglacjalnych, i zimnych, związanych ze zlodowaceniem. Daje to oczywiście tylko wnioski pośrednie i względne co do czasu, jednak jeżeli użyjemy pełnych profilów osadów czwartorzędowych, jak np. osadów z dna Oceanu Atlantyckiego, wówczas

otwornice pozwolą nam na ścisłe ustalenie chronologii.

Przy opracowaniu stratygrafii na niewielkim obszarze chodzi o szczegółowe rozbicie profilów na małe jednostki stratygraficzne. W tym przypadku otwornice są gorsze niż inoceramidy czy amonity i wobec tego musimy się uciekać nie tylko do zasięgu występowania czasowego poszczególnych gatunków, lecz także do momentów występowania masowego tzw. „acme”, ewentualnie kilkakrotnego powtarzania się „acme”. Aby uniknąć błędów stosuje się do wyznaczenia poziomów jednocześnie wiele otwornic jako wskaźniki. Różnice między kolejnymi poziomami występują na skutek ewolucji, wędrówek lub wymierania pewnych form dla danego poziomu. Raptowna zmiana środowiska powoduje wyróżnienie się niektórych zespołów faunistycznych. Wydaje się, że niektóre formy otwornic mogą służyć jako wskaźniki przy porównywaniu stratygraficznym nawet między kontynentami.