

WACŁAW BAŁUK i ANDRZEJ RADWAŃSKI

Dolnotortońskie piaski w Nawodzicach koło Klimontowa, ich fauna i wykształcenie facjalne

STRESZCZENIE: Dolnotortońskie piaski w Nawodzicach koło Klimontowa zawierają obfitą i bardzo zróżnicowaną systematycznie faunę, obejmującą otwornice, gąbki, wieloszczety, mszywioly, ślimaki, małże, wąsonogi, kraby, raki, rozgwiazdy, jeżowce oraz ryby. Ponadto występują tu liczne litotamnia. Wiele spośród skamieniałości zachowanych jest w postaci całych skorup, muszli bądź szkieletów, co w przypadku wąsonogów z rodzaju *Verruca* Schumacher oraz rozgwiazd z rodzin Goniasteridae Forbes i Astropectinidae Gray czyni stanowisko Nawodzie unikalnym w miocenie Europy. Analiza ekologiczna oraz sedymentologiczno-facjalna wskazuje, że sedymentacja piasków Nawodzie zachodziła w warunkach bardzo płytkomorskich, o charakterze nawet plażowym. Dyskutuje się także o wieku stanowiska w porównaniu do innych klasycznych stanowisk polskiego miocenu (Rybница, Korytnica).

WSTĘP

Stanowisko piasków miocennych w Nawodzicach koło Klimontowa na południowych stokach Gór Świętokrzyskich interesujące jest z powodu występowania bogatej fauny, która w takim nagromadzeniu należy w miocenie świętokrzyskim do rzadkości. Przystępując do systematycznego opracowania faunistycznego miocenu świętokrzyskiego autorowie rozpoczęli w 1966 r. na terenie tutejszej piaskowni zbieranie skamieniałości, których krótkie omówienie jest przedmiotem niniejszej publikacji. Do podjęcia pracy autorowie zachęceni zostali przez doc. dr J. Małeckiego, który opracował stąd (podając nazwę stanowiska jako Gieraszo-wice) faunę mszywiolów inkrustujących kolonie litotamnii (Małeczki 1962). Niestety w chwili obecnej istniejąca od kilku lat piaskownia została zarzucona, stan odsłonięcia bardzo się pogorszył (fig. 1), a znaczna część bogatej fauny została bezpowrotnie stracona. W zbiorach muzealnych znajduje się tylko jedna kolekcja w Muzeum Ziemi w Warszawie,



Fig. 1

Ogólny widok piaskowni w Nawodzicach; stan z czerwca 1967 r.

Numery 1—5 odnoszą się do zespołów wyróżnionych w profilu (patrz tekst i fig. 2)

General view of the sand-pit at Nawodzice, taken in June 1967

Numbers 1—5 correspond to the sets distinguished in the profile (comp. fig. 2)

skompletowana w latach 1954—1959 przez mgr Krystynę Gelger. Dzięki uprzejmości Dyrektora Muzeum Ziemi, Pani Prof. dr A. Halickiej, autorowie mieli możliwość zapoznać się z kolekcją i zrewidować listę oznaczonych gatunków. Lista ta, po dokonaniu rewizji, włączona jest do tabeli 1 w niniejszej pracy, natomiast oznaczenia poszczególnych form poprawione zostały na odpowiednich etykietkach okazów w kolekcji Muzeum Ziemi¹.

Krótką tą publikacją, nie obejmującą paleontologicznego opracowania skamieniałości, autorowie pragną zwrócić uwagę na mało znane stanowisko, które w przypadku ponownego rozpoczęcia eksploatacji piasków może dostarczyć bardzo bogatego materiału faunistycznego. Z drugiej strony, zebrany materiał zezwala na przedyskutowanie o wieku stanowiska, który był dotychczas interpretowany bardzo rozmaicie.

¹ Kilka gatunków podanych przez K. Gelger (1959) nie udało się zidentyfikować i odnaleźć w kolekcji; gatunki te w tabeli 1 pominięto.

PROFIL ODSŁONIĘCIA I JEGO SKAMIENTAŁOŚCI

Odsłonięcia piaskowni w Nawodzicach usytuowane są na lewym zboczu Koprzywianki, gdzie wśród osadów lodowcowych — piasków i żwirów starszego zlodowacenia oraz lessów — odsłania się płat osadów miocenijskich. W obrębie piaskowni (fig. 1) widoczny jest tylko frag-

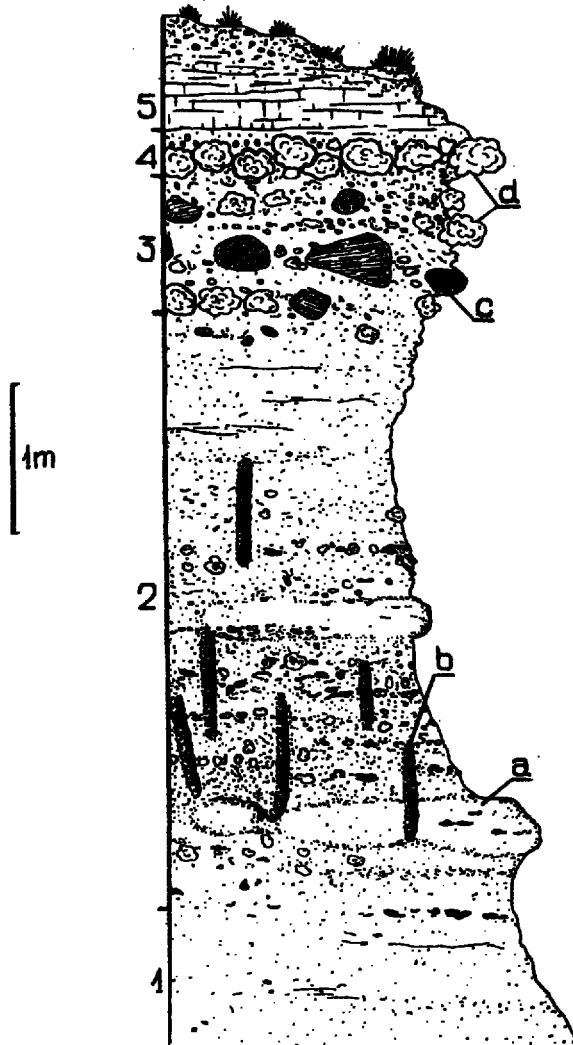


Fig. 2

Profil geologiczny kompleksu piasków w Nawodzicach

Numerzy odpowiadają zespołom wyróżnionym w tekście; ponadto: a piaskurowe cementacje wapniste, b nory *Ophiomorpha nodosa* Lundgren, c otoczki i kamienie, d litotamnia

Geological profile of the sand complex at Nawodzice

The individual sets (numbered 1-5) described in the text; besides: a calcitic cementations, b burrows *Ophiomorpha nodosa* Lundgren, c pebbles and cobbles, d nodular colonies of *Lithothamnium*

ment profilu miocenijskiego (fig. 2), gdyż podłoże jego nie jest widoczne, strop zaś jest erozyjnie ścięty i przykryty osadami czwartorzędowymi.

W profilu piaskowni odsłaniają się kolejno od spągu następujące zespoły (fig. 2):

1 — drobnoziarniste piaski kwarcowe bez fauny, o miąższości przynajmniej kilku, a być może nawet około 10 metrów;

2 — podobne drobnoziarniste piaski kwarcowe, ale z obfitą fauną (oraz drobnymi litotamniami), skupioną niejednokrotnie ławicowo (fig. 3 oraz pl. I), czasem wraz z drobnym żwirem kwarcytowym (skały kambru z podłoża na całym otaczającym terenie), oraz lokalnie silniej scementowane piaskurowo kalcytem²; miąższość około 4 m;

3 — pakiet grubopiaszczystych osadów ze żwirem i większymi kamieniami o średnicy nawet do 20 cm (kwarcyty kambru), oraz z dużymi litotamniami (pl. III, fig. 1); miąższość około 1 m;

4 — zwięże ławice litotamniowe, zbudowane z kulistych kolonii litotamni, obsypanych piaskiem i żwirem; miąższość około 0,2—0,3 m;

5 — drobnoławicowe, silnie porowate wapienie organodetrytyczne.

Najbogatsza fauna występuje poniżej ławic z grubym żwirem i litotamniami, tj. w obrębie zespołu 2. Ma ona charakter małżowo-slimakowy. Najliczniej reprezentowane są rodzaje *Ostrea*, *Chione*, *Pitar*, *Glycymeris*, *Nassa*, *Asthenotoma*, i *Potamides*. Listę znanych dotychczas gatunków przedstawia tabela 1, w której podano formy znalezione przez autorów oraz zebrane przez mgr K. Gelger (kolekcja Muzeum Ziemi). Dla porównania podano także, w oparciu o pracę K. Kowalewskiego (1950), występowanie wymienianych gatunków w piaskach Rybnicy, o których faunie i wieku będzie dyskutowane w dalszej części pracy.

Prócz mięczaków w obrębie zespołu 2 występują:

- otwornice,
- liczne drobne kolonie rozmaitych litotamni (pl. I, fig. 3 i 4),
- liczne mszywoły, przeważnie ankrustujące kolonie litotamni (pl. I, fig. 3 i 4), lub narastające na ostrygach, a rzadziej formy wolne, gałązkowate,
- rozmaite serpule (rodzaje *Pomatoceros* Philippi, *Serpula* Linnaeus) narastające głównie na ostrygach i litotamniach, rzadziej także na drobnych otoczakach,
- liczne szczypce rozmaitych krabów,
- wypełnienia nor (*Ophiomorpha nodosa* Lundgren; pl. I, fig. 1) utworzonych przez raki z rodzaju *Callinassa* Leach,
- wąsonogi z rodzajów *Lepas* Linnaeus, *Verruca* Schumacher i *Balanus* da Costa; dwa ostatnie zachowane w postaci całych skorupki (*Verruca* na litotamniach),
- rozmaite rozgwiazdy (przedstawiciele rodzin Goniasteridae Forbes i Astropectinidae Gray; z tej ostatniej rodzaj *Astropecten* Gray), zachowane w postaci całych szkieletów z nienaruszonym układem płytek i kolcami ramieniowymi, rzadziej rozsypane na poszczególne płytki,
- szczątki jeżowców, głównie regularnych (kawałki pancerzy, pojedyncze płytki, kolce),

² Takie silniej scementowane partie mają w stosunku do otaczającej masy sypkiego piasku wygląd miejscami zlewny. W płytkach cienkich widać, że cementujący kalcyt ma w znacznej części charakter organodetrytyczny (detrytus litotamniowy i muszlowy, częste skorupki otwornic), a częściowo także wtórny — sparytowy. Niejednokrotnie przeważa on ilościowo nad ziarnami kwarcu i ma charakter tła. W dotychczasowych pracach te wapieniste cementacje były określone jako *piaskury piaskowców kwarcytowych* (Małeck 1962) bądź *warstwy silnie skrzemieniałe* (Mycielska-Dowgiało 1965).

Tabela (Chart) 1

| Gatunki (Species) | Stanowiska (Localities) | | |
|---|--|---|--|
| | Nawodzice | | Rybnica |
| | zbiory autorów 1966—1967 (authors' collection 1966—1967) | zbiory* Muzeum Ziemi, kolek. K. Gelger 1954—1959 rewizja autorów 1967 | według danych K. Kowalewskiego 1950 (after K. Kowalewski 1950) |
| Ślimaki (Gastropods): | | | |
| 1. <i>Diodora graeca</i> (Linnaeus) | + | | + |
| 2. <i>Patella rybnicensis</i> Friedberg | + | + | + |
| 3. <i>Gibbula rybnicensis</i> Friedberg | + | | + |
| 4. <i>Clanculus araconis robusta</i> Friedberg | + | + | + |
| 5. <i>Oxysteles orientalis</i> Cossmann & Peyrot | + | + | |
| 6. <i>Calliostoma</i> sp. | | + | |
| 7. <i>Neritina picta</i> Férussac | + | + | + |
| 8. <i>Tectarium kostejense</i> Boettger | | + | + |
| 9. <i>Hydrobia punctum</i> (Eichwald) | + | + | |
| 10. <i>Rissoa</i> sp. | | + | + |
| 11. <i>Alvania</i> sp. | | + | + |
| 12. <i>Terebralia bidentata</i> (Defrance) | + | + | + |
| 13. <i>Potamides pictus mitralis</i> (Eichwald) | + | + | + |
| 14. <i>P. pictus bicostatus</i> (Eichwald) | | + | |
| 15. <i>P. pictus melanopsiformis</i> Friedberg | + | | + |
| 16. <i>P. biseriatus</i> Friedberg | | + | |
| 17. <i>Bittium deforme</i> (Eichwald) | | + | |
| 18. <i>B. cf. hardbergense</i> (Hilber) | | + | |
| 19. <i>Seila schwartzi</i> (Hoernes) | + | + | |
| 20. <i>Pyrgulina interstincta</i> (Montagu) | | + | + |
| 21. <i>P. cf. indistincta</i> (Montagu) | | + | + |
| 22. <i>Odostomia</i> sp. | | + | + |
| 23. <i>Fossarus costatus</i> (Brocchi) | | + | + |
| 24. <i>Natica millepunctata</i> Lamarck | | + | + |
| 25. <i>Cassis saburon</i> Lamarck | + | + | + |
| 26. <i>Columbella</i> sp. | | + | |
| 27. <i>Nassa coarctata zboroviensis</i> Friedberg | + | + | + |
| 28. <i>Asthenotoma pannus</i> (Basterot) | + | + | + |
| 29. <i>Rignicula auriculata</i> (Ménard) | | + | + |
| 30. <i>Acteocina lajonkairieana</i> (Basterot) | + | + | + |
| 31. <i>Retusa truncatula</i> (Bruguière) | + | + | + |

* Collection of the Museum of the Earth (Muzeum Ziemi) in Warsaw, prepared by K. Gelger, M. Sc. (1954—1959), revised by the authors (1967).

** Gatunek stwierdzony przez autorów, dotychczas (Kowalewski 1950) stąd nie wymieniany.
The species reported for the first time, previously (Kowalewski 1950) unknown from here.

| Gatunki (Species) | Stanowiska (Localities) | | |
|---|--|---|--|
| | Nawodzice | | Rybnica |
| | zbiory autorów 1966—1967 (authors' collection 1966—1967) | zbiory* Muzeum Ziemi, kolek. K. Gelger 1954—1959 rewizja autorów 1967 | według danych K. Kowalewskiego 1950 (after K. Kowalewski 1950) |
| Małże (Pelecypods): | | | |
| 1. <i>Nucula nucleus</i> (Linnaeus) | + | + | + |
| 2. <i>Glycymeris pilosa deshayesi</i> (Mayer) | + | + | + |
| 3. <i>Phacoides borealis</i> (Linnaeus) | + | + | + |
| 4. <i>Loripes dujardini</i> (Deshayes) | + | + | + |
| 5. <i>Codokta decussata</i> (da Costa) | + | | + |
| 6. <i>Kellya sebetia</i> (da Costa) | + | | + |
| 7. <i>Oudardia compressa</i> (Brocchi) | | + | |
| 8. <i>Gastrana fragilis</i> (Linnaeus) | + | | + |
| 9. <i>Ensis rollei</i> Hoernes | + | + | + |
| 10. <i>Ervilia pusilla</i> (Philippi) | + | + | + |
| 11. <i>Chama gryphoides</i> Linnaeus | + | | + |
| 12. <i>Cardium praeaechinatum</i> Hilber | + | + | + |
| 13. <i>C. rybnicense</i> Friedberg | + | + | + |
| 14. <i>Limnocardium holubicense</i> Hilber | + | | + |
| 15. <i>Limnocardium</i> sp. | + | + | + |
| 16. <i>Pteromeris scalaris</i> (Sowerby) | | + | + |
| 17. <i>Chione subplicata orientalis</i> Friedberg | + | + | + |
| 18. <i>Pitar italica</i> (Defrance) | + | + | + |
| 19. <i>Venerupis irus</i> (Linnaeus) | + | | |
| 20. <i>Chlamys</i> sp. | + | + | + |
| 21. <i>Ostrea digitalina</i> Dubois | + | + | + |
| 22. <i>Panope menardi rudolphii</i> Eichwald | + | + | + |
| 23. <i>Corbula gibba</i> (Olivi) | + | + | + |
| 24. <i>Gastrochaena</i> sp. — wydrążenia (borings) | + | | |
| 25. <i>Clavagella</i> sp. — rurki syfonalne (tubes) | + | | |

— stosunkowo rzadkie szczątki ryb (zęby *Chrysophrys* sp., otolity, drobne kostki).

Istnieją tutaj także dowody działalności różnych zwierząt drążących, zachowane w postaci wydrążeni, głównie na skorupach ostryg, a to wydrążenia:

— gąbek *Cliona celata* Grant i *Cliona vastifica* Hancock,

— wieloszczetów *Potamilla reniformis* (O. F. Müller), *Polydora ciliata* (Johnston) i *Polydora hoplura* (Claparède),

— małżów *Gastrochaena* sp., zachowane nieraz wraz z osłonkami syfonalnymi.

Z innych grup zwierzęcych, nie stwierdzonych przez autorów, K. Gelger (1959) podaje ułamki koralu i małżoraczkę.

ANALIZA EKOLOGICZNO-FACJALNA

W obrębie wymienionego powyżej zespołu szereg organizmów odgrywa rolę bardzo czułych wskaźników facjalnych. Wśród małżów, które są dominującym elementem tego zespołu, występują szczególnie licznie ostrygi, *Ostrea digitalina* Dubois, tworzące nieraz większe zlepy (pl. I, fig. 5) lub naskorupiające się na sporadycznych otoczkach i litotamniach. Z form nie przytwierdzających się na stałe do dna szczególnie częste są *Chione subplicata orientalis* Friedberg, rozmaite *Cardium*, *Panope menardi rudolphii* Eichwald, *Phacoides borealis* (Linnaeus) oraz *Ensis rollei* Hoernes. Są to formy bądź poruszające się po dnie (*Cardium*), bądź też częściowo (*Chione*, *Phacoides*) lub całkowicie (*Panope*, *Ensis*, także *Clavagella*) zagrzebujące się w osadzie. W sumie stanowią one zespół charakterystyczny dla stref płytkomorskich, zwłaszcza piaszczystych, w obrębie którego — w zależności od lokalnych warunków konsystencji materiału dna, ruchu wody i czynników biologicznych (pożywienie) — poszczególne rodzaje znajdowały swoje optymalne warunki środowiskowe (vide Hecker, Ossipova & Belskaya 1962; Horvath 1963; Riedl 1963; Seneš 1964; Davitašvili & Merklin 1966).

Wśród ślimaków analogiczne znaczenie jako wskaźnik warunków płytkomorskich mają przede wszystkim *Diodora* i *Patella*. Obok tych form, które wskazują na warunki pod względem zasolenia pełnomorskie (także *Cassis*, *Asthenotoma*), występują też liczne rodzaje, które uważa się niejednokrotnie za przynajmniej częściowy wskaźnik wód o obniżonej słoności (*Nassa*, *Potamides*, *Neritina*, *Terebralia*, *Hydrobia*). Najprawdopodobniej w rozważanym zespole Nawodzie te ostatnie rodzaje wskazują na warunki bardzo płytkomorskie, gdzie okresowo mogło zmieniać się zasolenie i gdzie znajdowały się obszary przejściowe do środowisk lagunowych lub wysłodzonych (vide interpretacja dla rodzaju *Potamides* w basenie Fergany — Hecker, Ossipova & Belskaya 1962). W takich przybrzeżnych, zmiennych warunkach żyły także inne rodzaje odznaczające się wyraźną euryhalicznością (*Clanculus*, *Oxysteles*, *Acteocina*, *Retusa*, *Bittium* i in.).

Wśród stawonogów liczne są szczątki krabów (szczypce) oraz w mniejszym stopniu wąsonogów (skorupy *Verruca* i *Balanus*), które w sumie również wskazują na warunki płytkomorskie. Nory *Ophiomorpha nodosa* Lundgren utworzone przez raki z rodzaju *Callianassa* należą natomiast do dobrze udokumentowanych wskaźników stref najbardziej płytkomorskich, przyplazowych a nawet międzyplazowych (Hecker, Ossipova & Belskaya 1962, 1963; Weimer & Hoyt 1964; Radwański 1967a).

O płytkomorskich warunkach można także sądzić na podstawie występowania litotamni tworzących swobodnie rosnące kolonie (pl. I, fig. 3 i 4) lub naskorupiających się na otoczkach (pl. I, fig. 2) i skorupach ostryg, a także na podstawie występowania stosunkowo licznych rozgwiazd, grupujących się (*Astropecten* sp.) w większe, kilkusobnikowe, zespoły pojawiające się w niektórych partiach osadu (vide 10 na fig. 3).

Analogiczne znaczenie jako wskaźnik stref bardzo płytkomorskich mają wszystkie skałotocze, drążące zresztą głównie w skorupach ostryg, a to gąbki (*Cliona*), wieloszczety (*Potamilla*, *Polydora*) i małże (*Gastrochaena*). Drążenie przez te organizmy twardych elementów wapiennych jest wynikiem przystosowania do warunków hydrodynamicznych panujących właśnie w strefie litoralnej, dla której zwierzęta te stają się charakterystycznym wskaźnikiem (vide Hecker, Ossipova & Belskaya 1962; Riedl 1963; Radwański 1964, 1965, 1967b). Jak wydaje się, podobne znaczenie środowiskowe ma także fauna naskorupiająca, znajdująca w trwałym przyrastaniu do podłoża przystosowanie do niekorzystnych warunków hydrodynamicznych stref bardzo płytkomorskich. W zespole Nawodzie prócz fauny (mszywioly, serpule, wąsonogi) znaczenie takie mają również naskorupiające litotamnia.

Analiza całego zespołu organicznego Nawodzie prowadzi zatem do wniosku, że zespół ten ma charakter bardzo płytkomorski, pewne zaś jego składniki mają charakter nawet przyplażowy (przede wszystkim mory raków *Callianassa*). Interesującym jest, że wiele organizmów wchodzących w skład tego zespołu znalazło wyjątkowo sprzyjające warunki fosylizacji, zezwalające na zachowanie ich w postaci całych szkieletów bądź muszli lub skorup.

Zasadniczą przyczyną umożliwiającą doskonały stan zachowania szczątków szeregu organizmów było pogrzebanie ich w osadzie w pozycji przyżyciowej, zapewne niejednokrotnie jeszcze w czasie życia poszczególnych osobników. W pozycji przyżyciowej zachowane są np. litotamnia (1 na fig. 3), obrośnięte nieraz mszywiolami i wąsonogami *Verruca*. Mszywioly zachowane są w postaci całych zoariów z poszczególnymi, delikatnymi zocjami pustymi, nie wypełnionymi wcale osadem. Delikatne zocja nie są przy tym nadkruszone, czy nadłamane, co wraz z pionową pozycją zwarcie krzaczastych kolonii litotamni (1 na fig. 3) wskazuje, że całe siedlisko życia mszywiolów, jakim są litotamnia, zostało zasypane w pozycji wzrostu tych ostatnich. Nie dochodziło tu do żadnej mechanizacji obróbki, przetaczania bądź niszczenia tych kolonii. Przy takim tylko zasypaniu mogły się zachować na litotamniach skorupki wąsonogów *Verruca*, które niejednokrotnie zawierają ruchome tergum i ruchome skutum w pozycji przyżyciowej wąsonoga. Przy jakiegokolwiek obróbce litotamni przez czynniki hydrodynamiczne skorupki te, jako zbudowane z luźno stykających się płytek korony oraz z płytek pokrywowych

(tergum i skutum) przyczepionych do korony tylko chitynową membraną, musiałyby się zupełnie rozpaść.

W pozycji przyżyciowej zachowały się także luźno rosnące gałązkowe kolonie mszywiolów (ozn. J. Małecki) *Eschara undulata* (Reuss), występujące sporadycznie obok innych organizmów (2 na fig. 3), oraz małże, przede wszystkim *Chione subplicata orientalis* Friedberg oraz *Ensis rollei* Hoernes, spoczywające w osadzie niejednokrotnie w postaci nierozdzielonych, dwuskorupowych muszli (4 i 6 na fig. 3). Podobnie zachowane są nory *Ophiomorpha nodosa* Lundgren, które znajdują się w ich naturalnej, pionowej pozycji (fig. 2 oraz 9 na fig. 3).

Zupełnie wyjątkowy jest stan zachowania rozgwiazd. Jeden duży osobnik z rodziny Goniasteridae zachowany jest z nienaruszonym układem wszystkich płytek, osobniki zaś z rodziny Astropectinidae, reprezentującej rodzaj *Astropecten* Gray, choć mają rozmaity sposób ułożenia, prezentują podobny stan zachowania. Większość z nich znajduje się z rozłożonymi lub nieco tylko zagiętymi ramionami, stroną aboralną ku górze (10 na fig. 3), niektóre mają ramiona silnie poskręcane, jeden zaś osobnik zachował się zakopany w osadzie z ramionami silnie kielichowato wygiętymi ku górze (10a na fig. 3). We wszystkich przypadkach układ płytek u *Astropecten* pozostaje prawie niezaburzony, a na ramionach zachowują się kolce przy poszczególnych płytkach. W położeniu przyżyciowym zasypany na pewno został osobnik z ramionami wygiętymi ku górze (10a na fig. 3), a przypuszczalnie także wszystkie pozostałe osobniki usytuowane stroną aboralną ku górze. Za prawdopodobieństwem tego przypuszczenia przemawia także fakt znajdowania okazów *Astropecten* w kilkusobnikowych zespołach odpowiadających zapewne przyżyciowym zespołom tych gromadnie żyjących zwierząt.

Wszystkie wymienione przykłady wskazują na bardzo szybką fosylizację, spowodowaną gwałtownym zasypaniem żywych zapewne organizmów w ich przyżyciowej pozycji. Zachowanie się z tych powodów całych szkieletów rozgwiazd i skorupek *Verruca* (będących obecnie przedmiotem osobnych opracowań paleontologicznych) czyni stanowisko piasków Nawodziec unikalnym w miocenie europejskim.

W profilu piasków z fauną wiele innych organizmów zachowanych jest jednak w postaci redeponowanej, nieraz w postaci poszczególnych szczątków. Jako przykład wymienić można luźne, oderwane od podłoża skorupki wąsonogów *Balanus* (7 na fig. 3), rozdzielone skorupy małżów (np. ostryg, 5 na fig. 3 oraz pl. I, fig. 2 — lewa skorupa przyrośnięta do otoczaka), bądź izolowane szczypce krabów (8 na fig. 3). Wszystkie te szczątki występują w cienkich smugowatych ławicach wraz z drobnym detrytusem muszlowym (11 na fig. 3) i różnymi muszlami mięczaków. Spośród tych ostatnich muszle małżów są jednak zawsze rozsegregowane, ślimaków zaś znajdują się w rozmaitych położeniach (np. *Nassa*

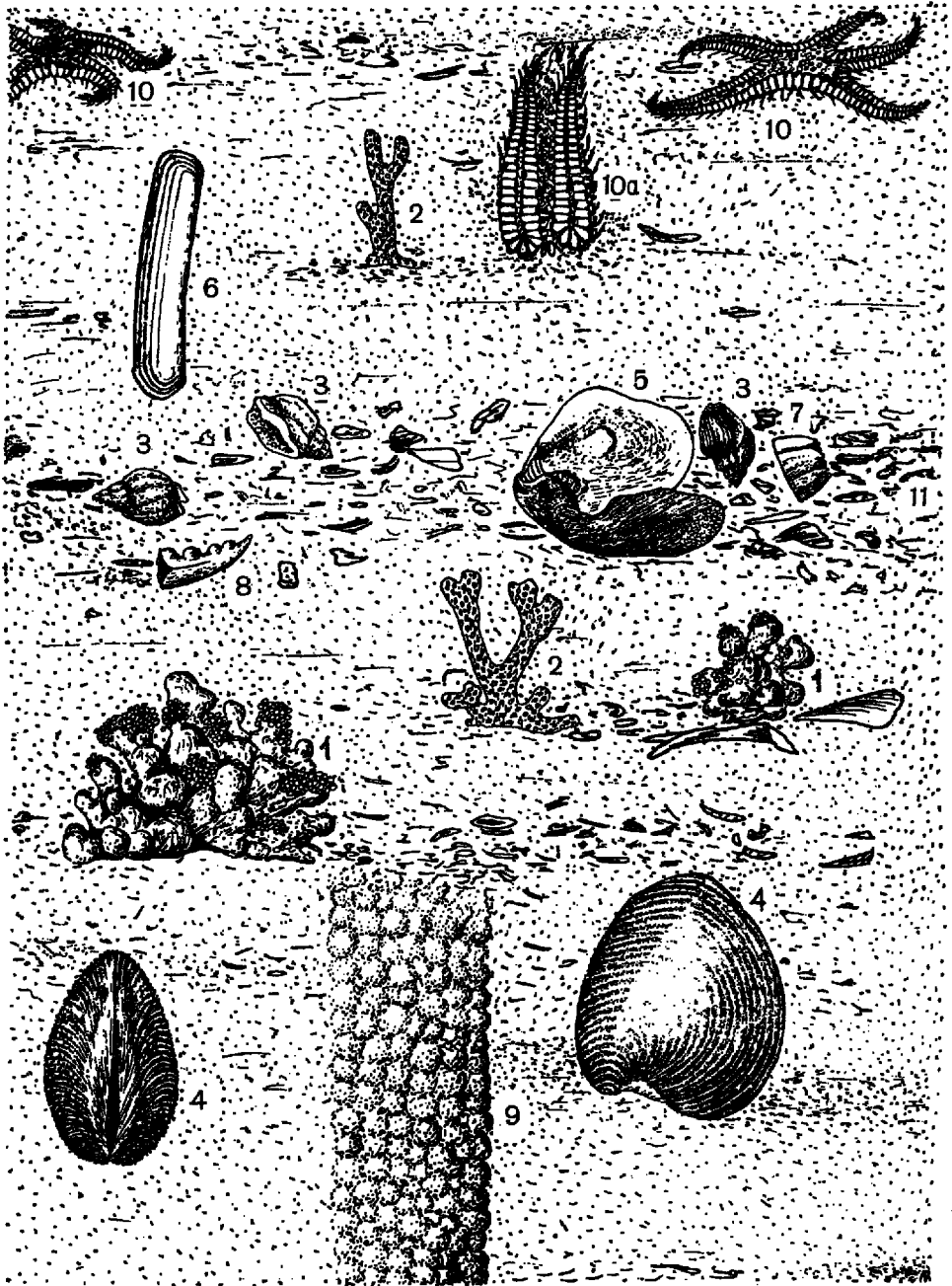


Fig. 3

coarctata zboroviensis Friedberg — 3 na fig. 3) i z reguły są mniej lub bardziej otarte lub nadkruszone. Otarcie najwyraźniej widać na szeregu okazach *Potamides*, które musiały przejść dłuższy transport. Wszystkie tak zachowane szczątki organizmów są zatem materiałem allochtonicznym, przyniesionym w strefę sedymentacji piasków przez ruch falowy lub prąd wody. Wskazać należy, że właśnie w takich drobnych ławicach materiału allochtonicznego występują elementy faunistyczne, które uważać można za pochodzące z najbardziej płytkich lub wysładzających się, przybrzeżnych partii zbiornika.

Strefę, do jakiej materiał redeponowany był przynoszony, określają organizmy zachowane w pozycji przyżyciowej. Jak poprzednio rozważono, większość z nich wskazuje jednoznacznie na strefę bardzo płytko-morską, zbliżającą się nawet do przyplażowej. Za tą właśnie strefą sedymentacji przemawia także wyraźna naprzemianległość w profilu ławic z fauną auto- i allochtoniczną (vide fig. 3), wskazującą na okresowe zmiany w nasileniu czynników hydrodynamicznych. Czynnikiem tymi były przede wszystkim okresowo silniejsze falowanie wody oraz nasilenie zmiennych prądów niosących drobny materiał po dnie. Spokojne przynoszenie przez falowanie i prądy niewielkich ilości osadu piaszczystego nie niszczyło rozprzestrzeniającego się po dnie życia organicznego, które rozwijało się tutaj dość intensywnie. Dopiero silniejsza akumulacja

Fig. 3

Szczegółowy fragment profilu z zespołu 2, wykazujący naprzemianległość auto- oraz allochtonicznych zespołów organicznych. Wielkość naturalna

Numery oznaczają poszczególne organizmy: 1 krasnorosty *Lithothamnium* sp., obrosnięte mszywiołami, głównie (ozn. J. Małecki) *Colletosia endlicheri* (Reuss), 1 wąsonogami *Verruca* sp.; 2 gałązkowe mszywioły (ozn. J. Małecki) *Eschara undulata* (Reuss); 3 ślimaki *Nassa coarctata zboroviensis* Friedberg; 4 małże *Chione subplicata orientalis* Friedberg; 5 małż *Ostrea* sp. naskorupiający się na otoczaku; 6 małż *Ensis rollet* Hoernes; 7 wąsonóg *Balanus* sp.; 8 szczyptec kraba; 9 nora *Ophiomorpha nodosa* Lundgren utworzona przez raka z rodzaju *Callinassa*; 10 rozgwizdy *Astropecten* sp., jeden z osobników (10a) zakopany w osadzie z podniesionymi ramionami; 11 drobny, różnorodny detrytus muszlowy

Detailed fragment of the profile (set no. 2) presenting alternation of auto- and allochthonous organic communities. Natural size

The numbers denote individual organisms: 1 red algae *Lithothamnium* sp., encrusted by bryozoans, mainly (det. by J. Małecki) *Colletosia endlicheri* (Reuss), and by cirripeds *Verruca* sp.; 2 branched bryozoan (det. by J. Małecki) *Eschara undulata* (Reuss); 3 gastropods *Nassa coarctata zboroviensis* Friedberg; 4 pelecypods *Chione subplicata orientalis* Friedberg; 5 pelecypod *Ostrea* sp. encrusting a pebble; 6 pelecypod *Ensis rollet* Hoernes; 7 cirriped *Balanus* sp.; 8 crab claw; 9 burrow *Ophiomorpha nodosa* Lundgren made by a lobster, *Callinassa*; 10 starfishes *Astropecten* sp., one of the specimens (10a) buried in the sediment with upraised arms; 11 shell detritus

piasku zasypywała organizmy w ich położeniu przyziemiowym. Silniejsze prądowanie i falowanie dostarczały większych ilości detrytusu organicznego, przy ewentualnie zmniejszonych, przynajmniej względnie, dostawach piasku, co powodowało powstawanie cienkich smug bądź wyraźniejszych ławic z detrytusem organicznym i redeponowanymi większymi szczątkami organicznymi (vide fig. 3). Okresowa zmienność wymienionych czynników hydrodynamicznych spowodowana była zapewne przede wszystkim zmiennymi warunkami atmosferycznymi (wiatry, sztormy). W mniejszym stopniu pewną rolę mogła też odgrywać zmieniająca się konfiguracja powierzchni dna.

Cały powyższy zespół faktów, dotyczący zespołu organicznego, sposobu jego zachowania i charakteru sedymentacji, wskazuje zatem, że zespół piasków z fauną w profilu Nawodziec reprezentuje utwór strefy bardzo płytkomorskiej, częściowo nawet przyplażowej (offshores). Ze względu na takie wykształcenie facjalne i zawartą faunę, profil Nawodziec stanowi w obrębie polskiego miocenu stanowisko wyjątkowe. Jest ono jednocześnie jednym z nielicznych stanowisk tej facji także w całym miocenie europejskim. Porównać je można pod tym względem do klasycznego odsłonięcia piasków w Dewińskiej Nowej Wsi na brzegu Basenu Wiedeńskiego w południowej Słowacji.

WIEK PIASKÓW Z FAUNĄ

Występujące w profilu Nawodziec piaski z bogatą fauną (zespół 2) są dobrym reperem stratygraficznym. Podobna fauna w mniejszej ilości występuje w obrębie pakietu ze żwirami i litotamniami (zespół 3), przykrytego z wierzchu przez zwarte ławice zbudowane z kolonii litotamni (zespół 4). Z uwagi na stopniowe przejścia między tymi zespołami, podkreślone stopniową zmianą inwentarza poszczególnych, bardzo słabo zindywidualizowanych ławic, wszystkie te trzy zespoły należy pod względem stratygraficznym rozpatrywać łącznie. To samo odnosi się także do zespołu 1, piasków bez fauny, które w stropowej partii stopniowo zawierają coraz więcej skamieniałości i przechodzą w zespół 2 (vide fig. 2). Wiek zespołów 1—4 rozpatrywany będzie dalej jako wiek profilu Nawodziec. Wiek zespołu 5, niemego paleontologicznie, nie może być natomiast definitywnie rozstrzygnięty.

Dotychczasowe poglądy odnoszące się do wieku piasków Nawodziec były bardzo rozbieżne. K. Gelger (1959) uznała rozważane piaski za tortońskie i reprezentujące raczej *torton dolny*. Autorka ta zwróciła uwagę na duże podobieństwo fauny Nawodziec i Rybnicy, skłaniając się w rezultacie do uznania obu wymienionych stanowisk za mniej więcej równowiekowe. J. Małecki (1962) na podstawie opracowanej przez siebie fauny mszywiolów (z wyróżnionego w niniejszej pracy zespołu 3 — vide

fig. 2) uznał piaski za reprezentujące *torton górny* z wyraźnym wyłączeniem sarmackiego ich wieku. J. Czarnocki (1950 — mapa uzupełniona przez Pawłowskiego i Rogalińskiego, wydana 1961) uważał piaski za reprezentujące *sarmat dolny*. Podobny pogląd powtarza ostatnio uzasadniając go także pewnymi ogólnymi rozważaniami, E. Mycielska-Dowgiało (1965).

Rozpatrując wiek profilu Nawodzie należy zwrócić uwagę, że żadne ze znalezionych skamieniałości nie wskazują wyłącznie na sarmat, cały zaś bogaty zespół florystyczno-faunistyczny, reprezentowany przez bardzo zróżnicowane grupy systematyczne, jest absolutnie obcy polskiemu sarmatowi (vide Friedberg 1933, Krach 1962). Analogicznie brak jakichkolwiek dowodów na górnortontonski wiek stanowiska. Przeciwnie, cały rozpatrywany bogaty zespół ma swoje odpowiedniki tylko i wyłącznie w dolnotortontonskich (dolnoopolskich) zespołach faunistycznych polskiego miocenu (vide podział stratygraficzny — Krach 1962, Alexandrowicz 1965), na co już zwróciła uwagę K. Gelger (1959). Wiek profilu Nawodzie uznać należy zatem za identyczny z szeregiem klasycznych stanowisk dolnego opolu w Polsce (Korytnica, Pińczów, Szczaworyż, Małoszów, Łychów, Niskowa). Odmiennosć profilu Nawodzie w stosunku do ostatnio wymienionych polega na innym wykształceniu facjalnym osadów, spowodowanym odmiennymi warunkami paleogeograficznymi i bardzo płytkomorskimi warunkami sedymentacji i stąd zawartością specyficznego zespołu florystyczno-faunistycznego, przystosowanego wyłącznie do takich płytkomorskich środowisk.

W niektórych spośród wymienionych klasycznych stanowisk dolnego opolu można zresztą zauważyć bardzo wyraźne analogie do profilu Nawodzie. Bogata fauna zespołu 2 z Nawodzie wykazuje na przykład duże podobieństwa, zarówno pod względem swego składu jak i charakteru ekologicznego, do zespołu występującego w obrębie piasków najniższej części kompleksu „d” w profilu Niskowej (vide Bałuk 1966). Profil Niskowej, wykazujący pewne specyficzne wykształcenie facjalne, odmiennie od innych stanowisk *tortonu* Polski, i zawierający nieco inny zespół faunistyczny, był także przez długi czas przedmiotem bardzo rozbieżnych poglądów stratygraficznych (vide Bałuk 1966). Rozbieżności te spowodowane były, jak się wydaje, przede wszystkim pominięciem analizy ekologicznej oraz analizy facjalnej profilu. Dokładne rozpatrzenie tych wskaźników w profilu Niskowej doprowadziło do wniosku o jego dolnotortontonskim (dolnoopolskim) wieku (Bałuk 1966, 1969).

Różnice w wykształceniu piasków Nawodzie i występującej w nich fauny, w stosunku do wymienionych klasycznych stanowisk polskiego dolnego opolu, są wywołane wyłącznie przyczynami natury facjalnej. Mają one swoje wytłumaczenie głównie w paleogeografii regionu, usytuowanego we wschodniej części południowych stoków Gór Świętokrzys-

kich. Region ten bowiem, w przeciwieństwie do zachodniej części południowych stoków Gór Świętokrzyskich, gdzie torton transgreduje przeważnie subsekwentnymi dolinami w masyw zbudowany z węglanowych skał mezozoicznych tworzących strome i skaliste brzegi (Radwański 1964, 1965, 1967b), odznaczał się daleko łagodniejszą morfologią, uwarunkowaną występowaniem w podłożu monotonnego kompleksu silnie sfałdowanych, drobnoklastycznych osadów kambriu (antyklinorium klimontowskie). Wietrzejący i niszczony obszar wychodni skał kambryjskich był przypuszczalnie silnie wyrównany i dostarczał do tworzącego się zbiornika transgredującego morza duże ilości materiału detrytycznego, głównie drobnopiaszczystego, którego prawie zupełnie brak w zachodniej części świętokrzyskiego tortonu. Pojawienie się odpowiedniego zespołu faunistycznego, w którym dominują małże, głównie z rodzaju *Ostrea*, *Chione*, *Pitar*, *Glycymeris*, *Cardium*, *Panope*, *Ensis*, *Gastrana*, jest wyłącznie wynikiem przystosowania do bardzo płytkomorskich den piaszczystych (vide Hecker, Ossipova & Belskaya 1962, Horvath 1963, Riedl 1963, Seneš 1964, Davitašvili & Merklin 1966). Pojawienie się takiego zespołu, wraz z całą pozostałą fauną, przystosowaną do takiego właśnie środowiska, nie jest natomiast wynikiem odmiennego wieku w stosunku do innych zespołów dolnego opolu występujących w innych facjach.

Fakt wykształcenia profilu Nawodzie w facji dotychczas w polskim miocenie nie rozpatrywanej był zapewne główną przyczyną rozbieżnych interpretacji wieku tego stanowiska. Wszystkie utwory bowiem w zachodniej części południowych stoków Gór Świętokrzyskich, gdzie zrodziła się stratygrafia miocenu świętokrzyskiego, mają inne facje (ilaste, margliste, wapienne — Korytnica, Pińczów, Szczaworyż, Małoszów) i stąd odmienne zespoły faunistyczne. Pewnym utworom piaszczystym wschodniej części Gór Świętokrzyskich przypisywano natomiast, jak się wydaje automatycznie wiek sarmacki, co miało też miejsce w przypadku Nawodzie (Czarnocki 1950, Mycielska-Dowgiałło 1965). Odmienność tu-tejszych zespołów faunistycznych jest też zapewne przyczyną uznania stanowiska Nawodzie za górnotortońskie przez J. Małeckiego (1962). Przypisując taki wiek stanowisku, J. Małecki (1962) oparł się na ogólnych założeniach stratygraficznych, zwracając jednocześnie uwagę, że zespół mszywiolów — chociaż na pewno nie jest sarmacki — to jednak nie wykazuje również podobieństw do innych znanych z tortonu Polski. Wyrazić można pogląd, że ta odrębność zespołów mszywiolów Nawodzie jest także wynikiem wyłącznie przyczyn facjalnych — utworzenia się zespołu przystosowanego do bardzo płytkomorskich warunków dolnego opolu i stąd braku podobieństw do innych równoczesnych faun mszywiolowych tortonu Polski.

Dla celów porównawczych zwrócić można uwagę, że zespół mięczaków Nawodzie znajduje bardzo bliskie odpowiedniki w analogicznym

zespole z piasków Rybnicy (vide Kowalewski 1930, 1950, 1957) i całej piaszczystej facji „rybnickiej” sięgającej aż po obszar dolnej Opatówki (wiercenia na obszarze Dwilkozy-Shupcza-Bożydar-Wrzawy — vide Kowalewski 1957), a dalej w zespołach z piasków ogniwa poderwiliowego okolic Lwowa (vide Łomnicki 1897) i piasków Oleska oraz Podhorzec na Podolu (vide Friedberg 1936; Kowalewski 1950, 1957, tab. 2). O ile kwestia korelacji utworów okolic Lwowa i regionu świętokrzyskiego jest do dnia dzisiejszego bardzo dyskusyjna (vide Krach 1962), to zagadnienie stosunku osadów Nawodziec do piasków Rybnicy będzie przedmiotem dyskusji przy końcu niniejszej pracy.

ODTWORZENIE WARUNKÓW SEDYMENTACJI

Przebieg sedymentacji piasków z Nawodziec można odtworzyć następująco. Transgredujące morze dolnotortonckie (dolnoopolskie) zastało na obszarze antyklinorium klimontowskiego teren wyrównany, raczej płaski, pokryty drobnoklastycznymi zwietrzelinami. Morze zaczęło się szybko posuwać ku północy tworząc najprawdopodobniej płaskie wybrzeże piaszczyste o charakterze rozległych plaż. Poza zasięgiem morza, dalej ku północy, rozprzestrzeniały się piaszczyste równiny czy płaskowyże, wśród których linia brzegowa miała urozmaicony i zmienny w czasie przebieg. Maksymalny jej zasięg ku północy nie da się obecnie zrekonstruować, należy go szacować przynajmniej na kilka do kilkunastu kilometrów dalej na północ w stosunku do stanowiska Nawodziec.

Przebieg poszczególnych procesów w czasie postępującej transgresji uwidocznił się w formujących się zespołach osadów z Nawodziec. Zespół 1, piasków bez fauny, należy odnieść do czasu tworzenia się plaż z materiału zwietrzelin lądowych, być może w wyniku silnej działalności falowania i prądów usuwających jednocześnie wszelkie dowody życia organicznego, jeśli się ono nawet okresami tutaj rozprzestrzeniało. Zespół 2, z obfitą fauną, wskazuje na przesunięcie się linii brzegowej ku północy i rozpoczęcie sedymentacji w strefie bardzo płytkomorskiej, nawet plażowej. Pewne z powstających, bardzo zresztą słabo zindywidualizowanych ławic mają florę (litotamnia) i faunę autochtoniczną (fig. 3), zasypaną nieraz w pozycji przyżyciowej, przypuszczalnie w czasie gwałtowniejszych sztormów (litotamnia obrosnięte przez mszywioly i *Verruca*; rozgwiezdy, nieraz w większych zespołach; małże i nory raków). Inne ławice, zwłaszcza ze ślimakami *Potamides* i *Nassa*, mają charakter allochtoniczny (fig. 3). Ślimaki te były najprawdopodobniej wymiatane okresowo w czasie silniejszych nawałnic z lagun bądź rozlewisk rozprzestrzeniających się wzdłuż piaszczystego wybrzeża. Część z nich mogła zresztą żyć i w warunkach morskich, podobnie jak to ma miejsce w przypadku innych stanowisk dolnego opolu w Polsce. W czasie postępującej sedy-

mentacji większość ławic była składana w warunkach stałego przykrycia wodą. Niektóre z nich mogły być jednak przez pewien czas pozbawione pokrycia wodnego (przede wszystkim ławice zawierające nory *Ophiomorpha nodosa* Lundgren), znacząc okresowy rozwój wynurzonych mielizn i plaż na tym terenie. W czasie zmiany warunków hydrodynamicznych w takim środowisku, zwłaszcza w okresie sztormów czy wahań zasięgu linii brzegowej, a być może nawet dzięki obecności pływów, szereg osadów i zawarty w nich świat organiczny były całkowicie niszczone i wymiatane poza rozważany obszar sedymentacji. W rezultacie w profilu Nawodzie zarejestrowały się najprawdopodobniej tylko niektóre okresy, te mianowicie, które miały miejsce w czasie okresowo postępującej subsydencji, decydującej o definitywnym pogrzebaniu pewnych osadów spoczywających na dnie i zachowaniu ich w postaci formujących się zespołów.

Okresy silniejszej działalności sztormowej widoczne są w formie akumulacyjnej w zespole 3, gdzie większość fauny jest silnie pokruszona (ślimaki, małże, rozgwiazdy, jeżowce), kolonie litotamni starte i ogładzone (przedmiot rozważań w pracy Małeckiego, 1962), a dostawy grubszego materiału żwirowego i większych kamieni częstsze. Cały ten materiał występuje w szeregu cienkich, smugowatych ławic (pl. II, fig. 1 i 2), wskazujących na szereg kolejnych epizodów sedymentacji o podobnym charakterze.

Zespół 4, kilku zwięzłych ławic litotamniowych, zbudowany z autochtonicznych kolonii tych krasnorostów, przysypywanych częściowo piaskiem i żwirem, wyznacza pewne uspokojenie sedymentacji — ustanie częstych dostaw materiału klastycznego i spokojny rozrost litotamni. Linia brzegowa przypuszczalnie oddaliła się jeszcze bardziej, a warunki ujednoliciły się na większych obszarach w wyniku wyrównania mielizn warunkujących zmienny rozkład czynników hydrodynamicznych. Czy nastąpiło wtedy ewentualnie pogłębienie morza — trudno rozstrzygnąć, gdyż równocześnie młknie bogata i różnorodna fauna. W momencie rozwoju ławic litotamniowych zbudowanych z autochtonicznych kolonii jest to zresztą zjawisko ogólne w wyższych ogniwach dolnego opołu wzdłuż całych stoków Gór Świętokrzyskich i jako takie wymaga innego tłumaczenia, zapewne jakimiś przyczynami o regionalnym charakterze.

UWAGI PORÓWNAWCZE

W świetle przedstawionych rozważań stratygraficznych i paleogeograficznych interesującą staje się sytuacja klasycznego stanowiska piasków tortońskich w Rybnicy, położonego w linii prostej w odległości nieco ponad 1 km na SW od Nawodzie. W piaskach tych, bardzo podobnych do zespołu 2 z Nawodzie i przykrytych ławicami żwirowo-litotamnio-

wymi typu zespołu 3 z Nawodzie, występuje bogata fauna ślimaków i małżów, obejmująca ponad 100 gatunków (Kowalewski 1930, 1950, 1957). Jak wynika z zestawienia fauny ślimaków i małżów Nawodzie, zdecydowana większość znanych stąd gatunków występuje również w Rybnicy (tab. 1), jakkolwiek niewątpliwie całkowita ilość gatunków w tym ostatnim stanowisku jest znacznie większa. Fakt występowania w Nawodzie mniejszej ilości gatunków mięczaków zdaje się być w pewnym przynajmniej stopniu wywołany stosunkowo krótką eksploatacją fauny; większość gatunków zebranych tutaj przez autorów bądź przez mgr K. Gelger występuje w dużej ilości osobników, co utwierdza w przekonaniu, że zebrano dotąd przede wszystkim gatunki najpospolitsze. Stanowisko Rybnicy eksploatowane przez kilkadziesiąt lat (vide Kowalewski 1930, 1950) jest niewątpliwie pod względem faunistycznym rozpoznane daleko dokładniej. W obrębie dotychczas poznanych gatunków z Nawodzie zwraca uwagę daleko większe podobieństwo z Rybnicą wśród fauny małżowej niż wśród ślimakowej (tab. 1).

Jak wynika z dotychczasowych opracowań K. Kowalewskiego (1930, 1950, 1957) oraz z własnych obserwacji autorów, w obrębie całego zespołu faunistycznego Rybnicy dominują bardzo zdecydowanie mięczaki, brak zaś w nim przedstawicieli różnorodnej i zróżnicowanej systematycznie fauny charakterystycznej dla stref płytkomorskich, a występującej w Nawodzie. W piaskach Rybnicy niśnie także fauna naskorupiająca i drążąca, znikają mory *Ophiomorpha* i bardzo wyraźnie maleje ilość ostryg. Pojawiają się tutaj natomiast liczne ślimaki typu korytnickiego, charakterystyczne dla dolnotortońskich (dolnoopolskich) ilów (Korytnicy tworzących się na głębokościach rzędu maksymalnie kilkudziesięciu metrów (vide Radwański 1964). Taka konsekwentna zmiana fauny, przy zachowaniu ogólnego podobieństwa osadów, uzasadnia pogląd, że profil Rybnicy reprezentuje w stosunku do Nawodzie utwory równowiekowe, należące do strefy morza głębszego, o spokojniejszej i stałej sedymentacji, bez wyraźnego wpływu facji zupełnie płytkomorskich. Szacunkowo głębokość tę można określić na przypuszczalnie rzędu około dziesięciu — kilkunastu, a maksymalnie dwudziestu — dwudziestu kilku metrów. Podkreślić należy, że zarówno analiza faunistyczna oraz obserwacje ekologiczne i sedymentologiczne nie dostarczają jakichkolwiek wskazówek, aby były to utwory plażowe, jak to jest ostatnio, bez bliższej zresztą motywacji przyjmowane (Kowalewski 1958, Mycielska-Dowgiałło 1965). Interesującym jest natomiast, że porównując fauny mięczaków Nawodzie i Rybnicy widzimy daleko większe podobieństwo wśród małżów niż wśród ślimaków. Na tej podstawie można sądzić, że ślimaki daleko bardziej wydatnie niż małże reagowały na różnice w wykształceniu osadów zbiornika i jego głębokości. Prawdopodobnie taka zdaje się zresztą obowiązywać w obrębie całego tortonu południowej Polski.

Przyjęcie równoczesnego wykształcenia się w tym samym basenie osadów Nawodziec i Rybnicy, zupełnie oczywistego w świetle przesłanek faunistycznych, ekologicznych i facjalnych, prowadzi do określenia wieku piasków Rybnicy również jako dolnotortonńskiego (dolnoopolskiego) w przyjmowanym (Krach 1962, Alexandrowicz 1965) podziale stratygraficznym polskiego miocenu. Dotychczas wiek tego stanowiska był w obrębie niższej części tortonu interpretowany rozmaicie (Kowalewski 1930, 1950). Pogląd autorów o dolnotortonskim (dolnoopolskim) wieku stanowiska pokrywałby się z wcześniejszym poglądem K. Kowalewskiego (1930), wskazującym i uzasadniającym równowiekowość piasków Rybnicy i iłów Korytnicy, który to pogląd autorowie uważają za słuszny. Różnice faunistyczne obu tych stanowisk wywołane są bowiem wyłącznie odmienną facją osadów i głębokością zbiornika, a nie zaś odmiennym ich wiekiem; nie są one też wywołane przynależnością do różnych prowincji zoogeograficznych, postulowanych przez K. Kowalewskiego (1950, 1957, 1958).

Zakład Paleozoologii

*Zakład Geologii Dynamicznej
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 93
Warszawa, w październiku 1967 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- ALEXANDROWICZ S. W. 1965. Das stratigraphische Profil des Untertorton in Działoszyce und sein Verhältnis zur Aufteilung des Miozäns im Wiener Becken. — Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. Géogr., vol. 13, no. 1. Varsovie.
- BAŁUK W. 1966. Neogene sediments in the Nowy Sącz depression (External Carpathians) and their paleogeographical significance. — Ibidem, vol. 14, no. 3.
- 1969. Dolny torton Niskowej koło Nowego Sącza (The Lower Tortonian at Niskowa near Nowy Sącz, Polish Carpathians). — Acta Geol. Pol., vol. 19 (w przygotowaniu — in preparation). Warszawa.
- CZARNOCKI J. 1950 (1961). Region Świętokrzyski. Materiały do przeglądowej mapy geologicznej Polski; wydanie B zaktualizowane. Arkusz Sandomierz, uzupełniony przez S. Pawłowskiego i J. Rogalińskiego. Warszawa (1961).
- DAVITASVILI L. S. & MERKILIN R. L. 1966. Spravočnik po ekologii morskich dwustvorok. Moskwa.
- FRIEDBERG W. 1933. Przyczynki do znajomości miocenu Polski, część III (Beiträge zur Kenntniss des Miozäns von Polen, III Teil). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. 9. Kraków.
- 1936. Przyczynki do znajomości miocenu Polski, część III (Beiträge zur Kenntniss des Miozäns von Polen, III Teil). — Ibidem, t. 12.
- GELGER K. 1959. O miocenie w Gieraszowicach. Rękopis w Archiwum Muzeum Ziemi w Warszawie.
- HECKER R. F., OSSIMOVA A. I. & BELSKAYA T. N. 1962. Ferganskij zaliv paleogenovogo moria Srednoj Azji. Moskwa.
- HECKER R. F., OSSIMOVA A. I. & BELSKAYA T. N. 1963. Fergana Gulf of Paleogene sea of Central Asia, its history, sediments, fauna, and flora, their envi-

- ronment and evolution. — Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., vol. 47, no. 4. Tulsa.
- HORVATH A. 1963. Adriatic mollusks of the Split area. — Acta Adriatica, vol. 10, no. 4. Split.
- KOWALEWSKI K. 1930. Stratygrafia miocenu okolic Korytnicy w porównaniu z trzeciorzędem pozostałych obszarów Gór Świętokrzyskich (Stratigraphie du Miocène des environs de Korytnica en comparaison avec le Tertiaire des autres territoires du Massif de Ste Croix). — Spraw. P. I. G. (Bull. Serv. Géol. Pol.), t. 6, nr 1. Warszawa.
- 1950. O miocenie okol. Rybnicy pod Klimontowem (Le Miocène des environs de Rybnica près de Klimontów). — Acta Geol. Pol., vol. 1, no. 1. Warszawa.
- 1957. Trzeciorzęd na północnym obszarze Niziny Sandomierskiej (Tertiaire dans la partie nord de la Basse Plaine de Sandomierz). — Biul. I. G. (Bull. Inst. Géol. Pol.) 119. Warszawa.
- 1958. Stratygrafia miocenu południowej Polski ze szczególnym uwzględnieniem południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (Miocene stratigraphy of Southern Poland with special attention paid to the southern margin of the Święty Krzyż Mountains). — Kwartalnik Geol., t. 2, z. 1. Warszawa.
- KRACH W. 1962. Zarys stratygrafii miocenu Polski Południowej (Esquisse de la stratigraphie du Miocène de la Pologne méridionale). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. 32, z. 4. Kraków.
- LOMNICKI A. M. 1897. Atlas geologiczny Galicji. Tekst do zeszytu dziesiątego. Część I: Geologia Lwowa i okolicy. Wydawn. Komis. Fizyogr. AU. Kraków.
- MAŁECKI J. 1962. Mszycowity z kul litotamniowych tortonu z Gieraszowic pod Klimontowem (Les Bryozoaires provenant de galets à Lithothamnium du Tortonien de Gieraszowice près de Klimontów). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. 32, z. 1. Kraków.
- MYCIELSKA-DOWGIALLO E. 1965. Rozwój geomorfologiczny południowo-wschodniej części Wyżyny Sandomierskiej w górnym miocenie i pliocenie (The geomorphological evolution of the south-east part of the Sandomierz Upland in the Upper Miocene and Pliocene). — Przegląd Geogr. (Pol. Geogr. Review), t. 37, z. 4. Warszawa.
- RADWAŃSKI A. 1964. Boring animals in Miocene littoral environments of Southern Poland. — Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. Géogr., vol. 12, no. 1. Varsovie.
- 1965. Additional notes on Miocene littoral structures of Southern Poland. — Ibidem, vol. 13, no. 2.
- 1967a. Remarks on some Lower Tortonian brown-coal bearing sediments on the southern and eastern slopes of the Holy Cross Mts. — Ibidem, vol. 15, no. 1.
- 1967b. Problematyka miocenijskich struktur litoralnych na południowych stokach Gór Świętokrzyskich (Problems of Miocene littoral structures on the southern slopes of the Holy Cross Mts., Central Poland). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. 37, z. 2. Kraków.
- REEDL R. 1963. Fauna und Flora der Adria. Hamburg-Berlin.
- SENIŠ J. 1964. Zakladne analyzy pre biofacialne hodnotenie fosilnych brackických biotopov (Grundlegende Analysen für die biofaziale Bewertung fossiler brackischer Biotope). — Biolog. Prace (Biolog. Arbeit.), sv. 10, č. 2. Bratislava.
- WEIMMER R. J. & HOYT J. H. 1964. Burrows of Callianassa major Say, geologic indicators of littoral and shallow neritic environments. — J. Paleont., vol. 38, no. 4. Tulsa.

W. BAŁUK & A. RADWAŃSKI

**LOWER TORTONIAN SANDS AT NAWODZICE (SOUTHERN SLOPES
OF THE HOLY CROSS MTS.), THEIR FAUNA AND FACIAL DEVELOPMENT**

(Summary)

ABSTRACT: The Lower Tortonian sands at Nawodzice near Klimontów (southern slopes of the Holy Cross Mts., Central Poland) abound in systematically differentiated fossils, including such forms as polychaetes, bryozoans, gastropods, pelecypods, cirripeds, crabs, starfishes, echinoids and burrows of lobsters. Cirripeds of the genus *Verruca* Schumacher and starfishes of the families Goniasteridae Forbes and Astropectinidae Gray are remarkably well preserved. The ecological analysis of the fauna, as well as the sedimentological-facial analysis of the deposits indicate that the sands at Nawodzice sedimented under very shallow marine environment or even in the nearshore zone of the offshore.

The Miocene sands at Nawodzice near Klimontów, on the southern slopes of the Holy Cross Mts. (Central Poland), contain abundant and diversified fossil remains. None of them, the bryozoans excepted (Małeckı 1962), have so far been described in detail.

The faunal locality at Nawodzice is situated in an abandoned sand-pit (fig. 1) where only a fragment of the Miocene profile is outcropping (fig. 2). The bottom of the profile is not exposed while the top is erosionally truncated and overlaid by Quaternary deposits.

The profile of the sand-pit comprises the following sedimentary sets (fig. 2):

1 — fine-grained unfossiliferous quartz sands, at least several, perhaps up to c. 10 m thick;

2 — fine-grained quartz sands with a rich fauna (and minute lithothamnia) often concentrated in layers (fig. 3 and pl. I), occasionally with fine quartzitic gravel (Cambrian rocks from the substratum), locally more strongly cemented by calcite; thickness c. 4 m;

3 — a set of coarse sand deposits with pebbles and cobbles, up to 20 cm in diameter (Cambrian quartzites), and with large lithothamnia (pl. II, fig. 1); thickness c. 1 m;

4 — compact lithothamnian beds, consisting of spherical colonies of lithothamnia, partly buried in sand and gravel; thickness c. 0.2—0.3 m;

5 — thin-bedded, strongly porous organodetrital limestones.

The richest fauna is encountered below beds containing coarse gravel and lithothamnia, i.e. in set 2. It is of a pelecypod-gastropod character. Genera *Ostrea*, *Chione*, *Pitar*, *Glycymeris*, *Nassa*, *Asthenotoma* and *Potamides* are those most numerously represented. Species so far known are listed in chart 1 which contains forms found by the present writers and by K. Gelger, M. Sc. (collection of the Museum of the Earth in Warsaw).

In addition to mollusks, set 2 contains:

- foraminifers,
- many small colonies of lithothamnia (pl. I, figs. 3, 4),
- numerous bryozoans which encrust the lithothamnian colonies (pl. I, figs. 3, 4) or overgrow the oysters; occasionally also free, branched forms,
- various serpulids (genera *Pomatoceros* Philippi, *Serpula* Linnaeus) overgrowing mostly oysters and lithothamnia, occasionally also small pebbles,
- claws of various crabs,

— burrows (*Ophiomorpha nodosa* Lundgren; pl. I, fig. 1) made by lobsters of the genus *Callinassa* Leach,

— cirripeds of the genera *Lepas* Linnaeus, *Verruca* Schumacher and *Balanus* da Costa; the last two genera preserved as complete shells (*Verruca* on the lithothamnium),

— various starfishes (representatives of the families Goniasteridae Forbes and Astropectinidae Gray; the latter represented by the genus *Astropecten* Gray), preserved mostly as complete skeletons with undisturbed arrangement of plates and arm spines, only sporadically disintegrated,

— remains of echinoids — mostly regular (fragments of shells, needles),

— rather scarce fish remains (teeth of *Chrysophrys* sp., otoliths, small bones).

There is also evidence here of the activity of various lithophages, preserved as borings, mostly on shells of oysters. The borings are referable to:

— sponges *Cliona celata* Grant and *Cliona vastifica* Hancock,

— polychaetes *Potamilla reniformis* (O. F. Müller), *Polydora ciliata* (Johnston) and *Polydora hoplura* (Claparède),

— pelecypods *Gastrochaena* sp., often preserved with the siphonal linings.

ECOLOGICAL-FACIAL ANALYSIS

A number of organisms from the above mentioned set are valuable facial indicators. Among the pelecypods which predominate here, oysters *Ostrea digitalina* Dubois occur in greatest abundance, occasionally as clusters (pl. I, fig. 5), or they encrust pebbles and lithothamnium. Of forms not attached to the sea floor the most numerous ones are *Chione subplicata orientalis* Friedberg, *Cardium* sp. div., *Panope menardi rudolphii* Eichwald, *Phacoides borealis* (Linnaeus) and *Ensis rollei* Hoernes. These are either vagile forms (*Cardium*) or partly (*Chione*, *Phacoides*) or completely *Panope*, *Ensis*, *Clavagella*) dwelling in the sediment. All in all they represent an assemblage characteristic of very shallow marine zones — particularly of the sandy ones. Within these zones the particular genera found their optimal micro-environment depending on such local conditions as degree of plasticity of the bottom material, movement of water and biological (i.e. food) factors (vide Hecker, Ossipova & Belskaya 1962, Horvath 1963, Riedl 1963, Seneš 1964, Davitašvili & Merklin 1966).

Of the gastropods, *Diodora* and *Patella* occupy an analogous position as indicators of very shallow marine conditions. Side by side with these forms which suggest normal saline conditions (also *Cassis*, *Asthenotoma*), there are other genera many a time regarded — at least to some extent — as indicators of decreased salinity (*Nassa*, *Potamides*, *Neritina*, *Terebralia*, *Hydrobia*). Within the Nawodzice assemblage the last named genera most likely indicate very shallow marine conditions where salinity was subject to intermittent changes and where some areas showed a passage into lagoonal or freshwater environment (for interpretation of the genus *Potamides* in the Fergana basin see Hecker, Ossipova & Belskaya 1962). Other genera displaying strong euryhaline adaptation (*Clanculus*, *Oxysteles*, *Acteocina*, *Retusa*, *Bittium* etc.) also lived under these conditions.

Of the arthropods, remains of crabs (claws) and cirripeds (shells of *Verruca* and *Balanus*) suggest shallow-water marine conditions, too. On the other hand, burrows *Ophiomorpha nodosa* Lundgren made by lobsters of the genus *Callinassa* are reliable indicators of the most shallow-water marine zones, the nearshore zone and even the intertidal zone (Hecker, Ossipova & Belskaya 1962, 1963; Weimer & Hoyt 1964; Radwański 1967a).

Shallow-water marine conditions are also indicated by the occurrence of lithothamnia which form free growing colonies (pl. I, figs. 3, 4) or encrust pebbles (pl. I, fig. 2) and oyster shells, as well as by the presence of relatively numerous starfishes (*Astropecten* sp.).

All lithophags, such as sponges (*Cliona*), polychaetes (*Potamilla*, *Polydora*) and pelecypods (*Gastrochaena*), which bore preferably in oyster shells may be analogously regarded as reliable indicators of very shallow marine zones. The boring activity in hard calcareous objects represent their struggle for adaptation under the hydrodynamic conditions that prevail in the littoral zone of which these animals are characteristic indicators (vide Hecker, Ossipova & Belskaya 1962; Riedl 1963; Radwański 1964, 1965, 1967b). It seems reasonable to assign to all the epizoans a similar value as environmental indicators. Attachment to the substratum is for these organisms a means of adaptation to unfavourable hydrodynamic conditions in very shallow marine zones.

An examination of the whole organic assemblage at Nawodzice reliably indicates that it is very shallow marine in character, while some of its elements are even typical of the nearshore zone of the offshore. It is interesting to note that many organisms contained in the profile were buried in the deposit in a life position, very likely when some individuals were still alive.

Lithothamnia for example (1 in fig. 3) are preserved in a life position, being many a time overgrown by bryozoans and cirripeds (*Verruca*). The bryozoans here are preserved as complete zoaria while the fragile zoecia are not damaged. The shells of the cirriped *Verruca* often contain a movable tergum and movable scutum in the life position of the cirriped.

The free, branched colonies of bryozoans (det. by J. Małecki) *Eschara undulata* (Reuss) (2 in fig. 3), also pelecypods, particularly *Chione subplicata orientalis* Friedberg and *Ensis rollei* Hoernes often rest in the deposit in life position, the latter as undivided bivalved shells (4 and 6 in fig. 3). Burrows *Ophiomorpha nodosa* Lundgren are found in their natural vertical position (fig. 2; and 9 in fig. 3).

The state of preservation of the starfishes is particularly interesting. One large specimen of the family Goniasteridae was found with all the plates undisturbed. Some individuals belonging to the genus *Astropecten* Gray were found with outspread or slightly bent arms, the aboral side upward (10 in fig. 3); in others the arms are strongly twisted, while one specimen is buried in the sediment with the arms upraised in a cup-shaped form (10a in fig. 3). Doubtless the latter specimen was buried in its life position, similarly as all the other individuals with their aboral side oriented upward. The presence of specimens of *Astropecten* in assemblages made up of several individuals — probably corresponding to groups in which these gregarious animals lived — speaks in favour of this last supposition.

Many other organisms are, however, preserved as redeposited forms in the profile. Among them are free shells of the cirriped *Balanus*, unattached to the substratum (7 in fig. 3), segregated valves of pelecypods (e.g. oysters, 5 in fig. 3, also pl. I, fig. 2 — left valve encrusting a pebble), or isolated crab claws (8 in fig. 3). All these remains are encountered as thin, streaked layers with fine shell detritus (11 in fig. 3) and various shells of mollusks. Among the latter, however, the shells of pelecypods are always segregated while those of gastropods are variously oriented (e.g. *Nassa coarctata zboroviensis* Friedberg — 3 in fig. 3) and more or less worn off or crushed. It is interesting to note the presence in these thin layers, built of allochthonous material, of faunal elements reasonably referable to the most shallow marine or freshwatered coastal parts of the basin.

The zone to which redeposited material had been supplied is determined by organisms buried in their life position. As has been pointed out, most of them are

reliable indicators of a very shallow marine zone or even a nearshore zone of the offshore. This zone of sedimentation is likewise suggested by the readily discernible alternation in the profile of layers with auto- or allochthonous faunas (vide fig. 3), this being a result of intermittent changes in the intensity of hydrodynamic factors. These factors consisted above all in the intermittently stronger waving and in the force of variable currents which carried fine material along the sea floor. The calm deposition of small amounts of sandy sediments brought by waving and currents had no detrimental effect on the development of organic life that thrived here in fair abundance. It was not until sands accumulated in greater amounts that the organisms were buried in their life position. Increased waving and stronger currents also brought larger amounts of organic detritus. This resulted in the formation of thin streaks or more distinct layers with organic detritus and larger redeposited organic remains (vide fig. 3). The intermittent changes in the hydrodynamic factors were most likely due in the first place to the variable weather conditions (winds, gales). Changes in the topography of the sea floor may also have played here a minor role.

To sum up, all these facts concerning the organic assemblage, the mode of its preservation and character of sedimentation reasonably suggest that the fossiliferous sands in the profile at Nawodzice represent a very shallow marine zone or even a nearshore zone of the offshore. Because of its facial development and the fauna contained the profile at Nawodzice is of an exceptional importance in the Miocene of Poland. Moreover, it is one of the very few Miocene localities in Europe, developed in such a facies. It is comparable with the classical sand outcrops at Devinska Nova Ves, in the marginal area of the Vienna Basin in southern Slovakia.

PALAEOGEOGRAPHICAL REMARKS

In the Polish text, on the basis of the above data, the age of the sands from Nawodzice is discussed with reference to the currently accepted (Krach 1962, Alexandrowicz 1965) stratigraphic divisions of the Polish Miocene. The faunal assemblage from the sands at Nawodzice has its equivalents in the Polish Tortonian only in the assemblages of the Lowermost Tortonian (the Lower Opolian of Alexandrowicz 1965).

The differences in the facial development of the deposits at Nawodzice and those of their organic world, as compared with other Lower Opolian localities in Poland, are due exclusively to facial reasons resulting from the palaeogeography of the region.

At the time of the Lower Tortonian (Lower Opolian) transgression the region of Nawodzice and Klimontów, lying in the eastern part of the southern slopes of the Holy Cross Mts., was an area of gentle land morphology with a thick cover of sand waste brought mainly from the Cambrian substratum. In the western part of the southern slopes of the Holy Cross Mts., the Lower Opolian transgression involved an area built of Mesozoic carbonate rocks into which it penetrated by broad subsequent valleys with steep and rocky slopes (Radwański 1964, 1965, 1967b). The deposits of this region developed as clays, marls or limestones (Leitha-limestone) with different faunal assemblages (classical localities: Korytnica, Pińczów, Szczaworyż, Małoszów).

Sandy facies of the Lower Opolian are predominant in the eastern part of the Holy Cross Mts. So far their interpretation in the Polish literature has been controversial in what concerns their age, assignment to zoogeographical provinces,

connection with the particular marine transgressions and correlation with the western areas of the Holy Cross Mts. and with other regions of Poland or of the nearby Ukraine.

The age and facial-palaeogeographic interpretation of the classical sand locality at Rybnica (1 km from Nawodzice) are discussed by the writers in the way of an illustration. An analysis of the fauna reported so far from Rybnica (Kowalewski 1930, 1950, 1957) as compared with the fauna from Nawodzice (chart 1), together with an analysis of the sediments, show that these two localities represent deposits formed simultaneously in the same basin of the Lower Opolian but under slightly different facial conditions. The Rybnica sands sedimented at a greater depth — possibly up to some 20 metres.

Within the sandy facies of the Lower Tortonian on the southern slopes of the Holy Cross Mts. the locality of Nawodzice represents deposits referable to the most shallow marine zone, even to the nearshore zone of the offshore, although they contain a rich typical marine fauna. No deposits referable to still shallower zones have so far been reported from the region under consideration. They are, however, encountered as sands abundant in burrows *Ophiomorpha* (locality Męczennice) on the eastern slopes of the Holy Cross Mts. (Radwański 1967a).

Laboratory of Palaeozoology
and
Laboratory of Dynamic Geology
of the Warsaw University
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93
Warsaw, October 1967

OBJAŚNIENIA DO PLANSZ I—II

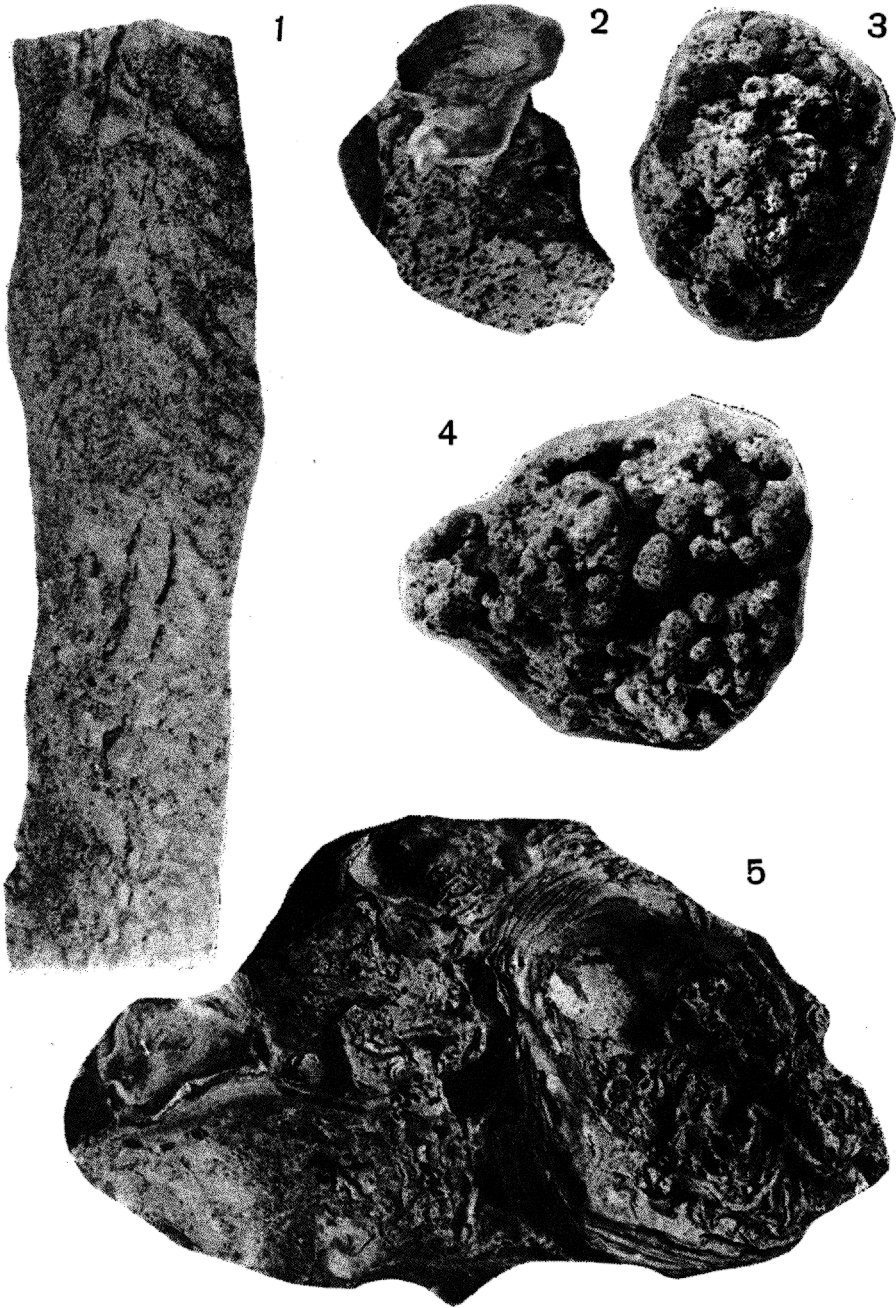
DESCRIPTION OF PLATES I—II

PL. I

Różne skamieniałości z piasków dolnego tortonu (dolnego opolu) w Nawodzicach (zespół 2 na fig. 1 i 2 w tekście)

Various fossils from the Lower Tortonian (Lower Opolian) sands at Nawodzice (set no. 2 in figs. 1 and 2 in the text)

- 1 — Nora *Ophiomorpha nodosa* Lundgren utworzona przez raka z rodzaju *Callianassa* Leach
w. n.
Burrow *Ophiomorpha nodosa* Lundgren made by a lobster of the genus *Callianassa* Leach
nat. size
- 2 — Otoczak kwarcytu kambryjskiego pokryty naskorupieniem litotamniowym i przyrośniętą do niego ostrygą; słabiej widoczne — także zoaria mszywiołów i rurki serpul
w. n.
Pebble of the Cambrian quartzite covered by a *Lithothamnium* encrustation and the oyster fixed to the latter; bryozoan zoaria and serpulid tubes less distinctly visible
nat. size





2



- 3—4 — Różne kolonie litotamnii obrosnięte przez rozmaite mszywioly, głównie (ozn. J. Małecki) *Colletosia endlicheri* (Reuss), o wyjątkowo doskonałym stanie zachowania zoariów. Narastające rurki serpul słabiej widoczne w. n.
 Various colonies of *Lithothamnium* encrusted by bryozoans, mainly (det. by J. Małecki) *Colletosia endlicheri* (Reuss) in a very good state of preservation. Serpulid tubes less distinctly visible nat. size
- 5 — Zlep skorup ostryg, *Ostrea digitalina* Dubois, porośnięty licznymi rurkami serpul
 w. n.
 Cluster of the oyster valves, *Ostrea digitalina* Dubois, encrusted by numerous serpulid tubes nat. size

PL. II

Fig. 1

Lawice z materiałem gładowym (kwarcyty kambryjskie — *k*) oraz redeponowanymi litotamniami (*l*) w stropie piasków z fauną w Nawodzicach (zespół 3 na fig. 1 i 2 w tekście)

Layers with a pselitc material (Cambrian quartzites — *k*) and redeposited colonies of *Lithothamnium* (*l*) at the top of fossiliferous sands at Nawodzice (set no. 3 in figs. 1 and 2 in the text)

Fig. 2

Mały gład (kwarcyt kambryjski) porośnięty przez cienkie naskorupiające się kolonie litotamnii oraz przez liczne serpule. Serpule obrastają wyłącznie starsze naskorupienia litotamniiowe. Gład pochodzi z ławicy w stropie piasków z fauną (vide fig. 1 na tej samej planszy)

Cobble (Cambrian quartzite) encrusted by lamellar colonies of *Lithothamnium* and by numerous serpulid tubes. The serpulids grow only on older *Lithothamnium* encrustations. The cobble comes from the layer at the top of fossiliferous sands (cf. fig. 1 of this plate)