

SPOSTRZEŻENIA GEOLOGICZNE
Z ZACHODNIEJ AFRYKI

(z 6 ilustracjami)

napisał

RUDOLF ZUBER.

Wezwany przez kompanię angielską odbyłem w ciągu lata r. 1910 podróż do zachodniej Afryki.

Wyjechałem z Liverpoolu w połowie czerwca, wróciłem zaś do Plymouth we wrześniu. W ciągu lipca i sierpnia zwiedziłem znaczniejsze partie kolonij angielskich Nigeryi i Złotego Wybrzeża (Southern Nigeria, Gold Coast Colony) oraz kolonii francuskiej Wybrzeża Kości Słoniowej (Côte d'Ivoire), przyczem głównymi punktami wyjścia były miasta i miejscowości wybrzeżne Lagos, Accra, Secondi, Axim i Bonyere.

W głąb lądu dotarłem tylko niedaleko (około 100 kilometrów), ograniczając swe badania głównie tylko do utworów występujących przy wybrzeżu, a głównem mem zadaniem było zbadanie pojawiających się tam w kilku miejscach pokładów naftonośnych i bitumicznych.

Badania geologiczne i w ogóle podróżowanie w tamtych stronach są bardzo utrudnione. Okolica przeważnie pokryta gęstym lasem lub moczarami, klimat w najwyższym stopniu niezdrowy (malarja, żółta febra, śpiączka, elephantiasis, robak gwinejski i t. p.), komunikacja tylko na większych rzekach i lagunach łatwiejsza za pomocą łodzi i małych parowców, zresztą tylko pieszo lub w hamaku noszonym przez krajowców. Podczas mego pobytu właśnie była pora deszczowa, która wprawdzie nieco łagodziła nadmiar gorąca, ale z drugiej strony przez częste ulewy i powodzie niezmiernie utrudniała dalsze wycieczki, a czasem je zupełnie uniemożliwiała.

Rozleglejszych badań geologicznych w tych okolicach dotąd nie przedsiębrano. Tylko nieliczne drobniejsze spostrzeżenia różnych podróżników o charakterze przeważnie bardzo lokalnym rozrzucone są tu i owdzie w literaturze geologicznej. I moje badania miały taki charakter lokalny, bez możności ogólniejszego opracowania kartograficznego. W następstwie podam ważniejsze z tych spostrzeżeń.

I. Pokłady bitumiczne w południowej Nigeryi.

Około 90 kilometrów na wschód od miasta Lagos wpada do obszernej i płytkiej laguny Leckie z północy rzeka Oni, nad której dopływem Sasa około 15 klm. dalej w górę (ku północy) pojawiają się na powierzchni warstwy piasku i piaskowca, przesiąknięte czarną masą smołowatą (asfaltem). Wystąpienia takie same okazują się jeszcze dalej ku wschodowi w kilku innych dolinach równoległych na długości około 75 klm.

Te wystąpienia bitumiczne dały powód do wykonania szeregu wierceń w celu poszukiwania nafty, dotąd bez pomyślnych rezultatów.

Posuwając się od bardzo prostego i równego wybrzeża morskiego ku północy, widzimy tu najpierw płaskie piaszczyste wybrzeże, przerywane tylko nielicznymi ujściami rzek i potoków, ustawicznie tamowanymi przez wały piasku, wyrzucanego fatami morskimi, potem rozległe moczary gęsto zarośnięte mangrowami, pandanami i palmami, poczem ciągnie się długi łańcuch płytkich lagun, w znacznej części już wysłodzonych, energicznie zamulanych przez wpadające do nich rzeki i zarastanych przez nader bujną roślinność podzwrotnikową.

Za temi lagunami kraj staje się bardziej pagórkowatym i jest wszędzie gęsto zalesiony (najcenniejszem jest tam drzewo mahoniowe).

Dopiero około 80—100 klm. na północ od wybrzeża wznoszą się wyższe łańcuchy górskie, złożone z najstarszych skał tej części kontynentu afrykańskiego, to jest głównie z gneisu poprzecinanego przez liczne żyły kwarcytu. Najlepiej występuje ten gneis koło miasta Abeokuta i zaznacza swój południowy brzeg także dalej ku wschodowi we wszystkich z północy na południe spływających rzekach, tworząc na nich progi i wodospady.

Ten brzeg gneisowy jest niewątpliwie dawniejszym brzegiem morskim, do którego przypiera od południa bezpośrednio owa formacja bitumiczna, złożona z potężnej seryi warstw piasków, piaskowców, zlepieńców naprzemian z ilami.

Wszystko zaś pokryte jest niezgodnie przez silnie rozwiniętą formację laterytową (czerwona piaszczysta glina dyluwialna), albo przez nowoczesne piaski i moczary.

Zupełny prawie brak odkrywek powierzchniowych nie pozwala na dokładniejsze zbadanie formacji bitumicznej. Możliwem było to tylko na podstawie wykonanych w tym obszarze wierceń.

Ze starannego porównania rezultatów tych wierceń okazało się, że warstwy tej formacji ułożone są bardzo płasko, z kierunkiem zachodnio-wschodnim, i nachylają się słabo ku południowi, t. j. od owego starego brzegu gneisowego ku dzisiejszemu wybrzeżu morskemu.

Od góry do dołu można tam wyróżnić następujące kompleksy warstw:

1. Piaski morskie naprzemian z pstrymi (czerwone, szare, czarne etc.) iłami.

2. Pokład czarnego, szarego i brunatnego iłu (40—60 mtr.) z bryłami skał starszych, z licznymi konkretyzami pirytu, zwęglonymi kawałkami drzewa, rzadkimi drobnymi skorupkami, zębami i łuskami ryb i t. p.

3. Gruby piasek i piaskowiec z bituminem. Występuje na powierzchni, jak wyżej wspomniano, niedaleko brzegu gneisowego, a w wierceniach natrafiany ku południowi coraz głębiej. Bitumen ten nie jest zgęstniałym olejem skalnym, lecz albo zupełnie stałym asfaltem (bardzo podobnym do asfaltu z Trinidad), albo nader gęstym, na pół stałym bituminem, o słabym zapachu i w towarzystwie bardzo tylko słabych gazów.

4. Bardzo grube pokłady piasków, piaskowców i zlepieńców, tylko rzadko przerywane wąskimi warstewkami iłu i zawierające ku dołowi coraz częstsze i większe bryły skał starszych, między którymi bardzo przeważa gneis, tworzący niewątpliwie podkład tej całej formacji. Te piaski zawierają bardzo wiele wody, często cieplej i dochodzącej do temperatury 40° C, z palnymi, lecz bezwonnymi gazami. Woda ta nie jest słona, lecz nieco siarczana, i wynosi z sobą płyty na pół stałego bituminu.

Wiek geologiczny tej formacji bitumicznej zdołał określić w przybliżeniu już przedemną p. Parkinson¹, który badał te utwory dalej na wschód od Agbabu nad rzeką Oluwa i zebrał tam liczne i dobrze zachowane skamieniałości. Przytaczam w następstwie dosłownie uwagi tego autora w tej sprawie:

»Mr. R. Bullen Newton, of the Natural History Museum, kindly looked through the specimens and found that *Pholas*, the well known boring mollusk, and *Cardium*, the cockle, were the commonest forms. He identified besides examples of *Arca*, (?) *Scrobicularia*, *Pteria* (?)

¹ The Age of the bitumen bearing beds of Southern Nigeria. By John Parkinson, M. A., F. G. S. — The Petroleum World. London. June 1910. str. 322.

Gari, a *Cuspidaria*, and a *Dentalium*. The only gasteropod mentioned was a small fusoid looking shell; lamellibranches, therefore, greatly predominated, the fauna being rich in individuals, and on the whole rather poor in species, though it should be remembered that but a limited area was examined. Mr. Newton thinks the beds are probably of Pliocene Age.

There can be but little doubt of the essential identity of these deposits — clays and sandy clays — with those to the westward in the country now being worked under the license of the Nigeria Bitumen Corporation; the great extent of the beds indicating that the coast line of this part of Southern Nigeria, viz., the Lagos Province, lay, at a period which, geologically speaking, is comparatively recent, some fifty miles to the north of the present position.

These Pliocene beds were doubtless deposited in shallow water. The discovery of shales, containing many impressions of leaves, not far of Epe, some sixty miles to the west of Agbabu, the rapid alternation of arenaceous and argillaceous beds of lenticular character, and also the types of fossils found, strongly suggest that land was not far off.

Sam tych warstw ze skamieniałościami na powierzchni nie znalazłem. Tylko z kilku wierceń posiadam nieliczne skorupki o bardzo młodem wejrzeniu. Zresztą mogę tylko potwierdzić wszystkie powyższe uwagi Parkinsona.

Mamy tu więc na podkładzie gneisowym bardzo młodą (prawdopodobnie plioceńską) formację wybrzeżną o charakterze wybitnie fliszowym, jeszcze tektonicznie nie zaburzoną, tylko słabo ku południowi nachyloną. Formacja ta zawiera w pewnych partyach znaczniejsze ilości smołowatego bituminu.

Dawniejsze moje badania, wykonane głównie w środkowej i południowej Ameryce, doprowadzają mnie do wniosku (który przy innej sposobności bliżej uzasadnię), że takie młode pokłady asfaltu i bituminu, jak powyżej opisane, i w takich warunkach występujące, nie są wyparowanym olejem skalnym (naftą), od którego zresztą wybitnie się różnią, lecz raczej jeszcze niezupełnie przeobrażonym materiałem organicznym, który dopiero pod górotwórczem i fałdującym ciśnieniem mógłby się rozszcześcić na prawdziwą płynną naftę i na gazy naftowe. Przez dalej postępujące fałdowanie warstw większe ilości tak utworzonej ropy i gazów mogą być nagromadzone

głównie na grzbietach antyklinal, co potwierdzają prawie wszystkie ważniejsze dotąd poznane obszary naftonośne.

Z drugiej strony olej, nagromadzony w takich warstwach, może być w znacznej mierze lub zupełnie wyparty przez wkraczającą tam wodę, jeżeli temu nie przeszkodzi odpowiednie fałdowanie warstw lub izolacja za pomocą znaczniejszych pokładów nieprzepuszczalnych.

Z powyższych rozważań wynika, że nawet znaczne powierzchnowe występowania asfaltu i bituminu jeszcze wcale nie są dowodem, że w pobliżu, albo głębiej, muszą się znajdować większe ilości oleju skalnego.

Powyżej przedstawione stosunki w południowej Nigeryi zdają się potwierdzać te poglądy.

Dodać tu należy, że najgłębsze, dotąd tam wykonane wiercenia Nr. 6 w Abuliagba do 650 mtr. i Nr. 9 w Idakun do 725 mtr. jeszcze tej formacji w całości nie przebiły. Wnosząc jednak z coraz większej ilości egzotycznych brył gneisu, napotykanych w tych wierceniach, przypuścić należy, że podstawa, złożona z gneisu, już nie będzie bardzo głęboko.

II. Secondi, Axim, Beyin.

Proste, równe i płaskie wybrzeże, ciągnące się od Nigeryi ku zachodowi przez Dahomey i Togo do Wybrzeża Złotego, występujące ku południowi wybitniej tylko przy delcie rzeki Volta, urozmaica się nieco i staje skalistym w okolicach przylądka Cape Three Points między Secondi a Axim.

Strome i urwiste ściany, pojawiające się koło Secondi (takie same utwory występują także koło Accra i Cape Coast), składają się przeważnie z charakterystycznej formacji piaszkowej.

Najlepsze odsłonięcia, rozszerzone wkopem kolejowym (z Secondi prowadzi kolej żelazna na północ do Tarquah i Kumasi, razem około 200 klm.), znajdują się na zachodnim stoku wzgórza, na którym wznosi się fort w Secondi.

Są to prawie poziomo ułożone grube ławice piaszkowca czerwonego z partiami i warstewkami szaremi, zielonawymi, żółtawymi, z wtrąceniami ilastymi, z partiami, przechodzącymi w grube zlepińce. Po części są one kruche, po części zwięzłe. W swej masie okazują często warstwowanie transwersalne, a na powierzchni warstw rozmaite nierówności. Jednym słowem jest to typowy utwór

pustyniowy, i nie różni się nawet w najdrobniejszych szczegółach od naszego dewońskiego Old Redu. Czy jednak można mu przypisać wiek dewoński, czy też inny, tego oczywiście rozstrzygać nie można, dopóki nie znajdą się w tym utworze charakterystyczne skamieniałości. W każdym razie nie jest to formacja młoda, i najprawdopodobniej trzeba ją będzie uważać za paleozoiczną.

W kilku miejscach na wschód od Secondi leżą na tym piaszczowcu transgresywnie czerwone i szare iły łupkowe i margle z warstewkami jasnych piasków i żwirów. Są to utwory niezawodnie młode, może trzeciorzędne.

Wszystko pokrywa znów silnie rozwinięta dyluwialna formacja laterytowa.

Dalej ku zachodowi coraz więcej występuje skalistych przyłądków, wysepek i raf podwodnych, bardzo niebezpiecznych dla żeglugi, spowodowanych przez występowanie od lądu ku morzu licznych i znacznych intruzji (dykes) starych skał wybuchowych.

O skałach tych z okolicy Axim podali już kilka wiadomości Gumbel¹ i Gürich².

Przeważa między temi skałami ciemna, zbita, brylasto dzieląca się skała typu diabazowej.

Starożytny fort w Axim zbudowany jest na takiej skale diabazowej.

W innej skale na wschodniej stronie tej miejscowości występują wąskie żyły białego kwarcytu, czerwonej skały granitowej oraz liczne wydzielania pirytu.

Przywiezione stamtąd okazy wymagają jeszcze dokładniejszego zbadania petrograficznego.

Zachodnie wzgórze Aximu urywa się stromo po stronie morza i okazuje, podobnie jak w Secondi, na samym dole czerwone, zapewne stare piaszczowce, wyżej młodsze pstry iły łupkowe, bardzo tylko słabo odsłonięte, lecz widocznie zaburzone, a wszystko pokryte bardzo silnie rozwiniętym laterytem.

Mała zatoka, która się tu wcina dość głęboko, jest prawie zawsze mocno czerwono zabarwiona mętą, pochodzącą z rozmycia

¹ C. W. Gumbel, Beiträge zur Geologie der Goldküste in Afrika. Sitzungsber. math.-physik. Cl. d. k. b. Akad. d. Wiss. München. XII, 1882, S. 190.

² G. Gürich, Beiträge zur Geologie von Westafrika. Ztschr. deut. geol. Ges. XXXIX, 1887, S. 112—116.

tej gliny laterytowej, i fale morskie jeszcze dość daleko od brzegu unoszą i osadzają potem ten czerwony osad.

Na zachód od Axim prowadzi dość dobra droga aż do rzeki Ankobra, przekraczając jeszcze kilka pagórków, zakończonych w morzu skalistymi przylądkami, złożonymi ze skał typu diabazowego. Nad Ankobą w pobliżu jej ujścia do morza (około 5 klm. na zachód od Axim) kończą się te i inne skały krystaliczne, między którymi zwracają uwagę mocno powyżerane, popękane żelaziste kwarcy, po części złotośne. Alluvia rzeki Ankobry, zwłaszcza wyżej, mają zawierać dość znaczną ilość złota.

Od ujścia Ankobry ku zachodowi ciągnie się płaskie wybrzeże, przeważnie piaszczyste, bez jakichkolwiek starszych wypiętrzeń skalnych. Dopiero o 40 klm. dalej w miejscowości Beyin wpada w oczy, że ruiny tamtejszego starożytnego fortu złożone są prawie wyłącznie z szarego wapienia, przepełnionego skorupami małży.

Ponieważ materyał, użyty do budowy tego fortu, nie mógł pochodzić z wielkiej odległości, więc usiłowałem dowiedzieć się, gdzie w tych okolicach takie wapienie występują. Dowiedziałem się tylko, że kamieniołomy, z których ten materyał pochodził, znajdowały się jeszcze o kilka kilometrów dalej ku zachodowi koło miejscowości Kangan, ale mimo licznych starań o protekcję czarnego «króla» z Beyin, nie dopuszczono nas do tych miejsc, ukrytych w gęstych lasach i moczarach.

Szczęściem jednak, nad samem morzem koło Kangan udało mi się przy pomocy zaufanego murzyna odgrzebać z piasku małą odkrywkę, gdzie wapien ten pojawia się na powierzchni, i stąd zebrałem nieco materyału do dalszych badań. Nadto występuje ten sam wapien jako materyał egzotyczny miejscami bardzo obficie i dalej ku zachodowi w młodszych piaskach i ilach, skąd, jak również i z ruin zamku w Beyin, jeszcze więcej tego materyału wydobyłem.

P. dr. Wojciech Rogala zajął się na mą prośbę bliższem opracowaniem tego zbioru. Główne dotychczasowe wyniki tych badań podane będą na końcu tej rozprawy.

III. Występowanie nafty na Złotem Wybrzeżu.

W zachodniej części Złotego Wybrzeża, na przestrzeni między Half Assinee, Beyin i rzeką Tano, znanych jest kilka punktów, gdzie występują wycieki nafty oraz gazy palne. Najważniejsze z tych wystąpień są następujące:

1. Między Stoepville (Topo) i Takinta kilka naturalnych dołów z olejem skalnym i słabymi gazami. Dawniejsze wiercenia znalazły tu także i głębiej naftę (koło Takinta stare wiercenie Nr. 1 kilkakrotnie natrafiło na ślady nafty aż do głębokości około 250 mtr.).

2. Między Takinta i rzeką Tano.

3. Dokoła laguny Domini między Bokakreh i Bonyere znajdują się rozległe liczne wycieki nafty w towarzystwie gazów. W studni Nr. 1 w Bokakreh natrafiono w głębokości około 20 mtr. na znaczną ilość płynnego, dość gęstego, słabo fluoryzującego oleju skalnego o charakterystycznym zapachu z gazami.

4. Na północny wschód od Tikwabo wycieki gęstego oleju z gazami.

Formacja naftonośna, o ile ją można rozpoznać z nielicznych odkrywek naturalnych i sztucznych, oraz z wykonanych dotychczas wierceń, pokryta jest w wyższych częściach terenu (lasem pokryte pagórki wznoszą się tu do 60—80 mtr. nad poziom morza) grubą powłoką formacji laterytowej, pod którą zdołałem wyróżnić od góry do dołu następujące serye warstw:

1. Pstre iły (czerwone, sine, szare, czarne i białe) 8—10 mtr.

2. Przeważnie piaski i kruche piaskowce miejscami z ropą naftową, zwykle zalane słodką wodą, około 30 mtr.

3. Ciemny (czarny lub szary) ił z partiami piaszczystymi, z bardzo licznymi małymi i dużymi bryłami twardego szarego wapienia, przepełnionego skorupami (jest to ten sam wapień kredowy, który widzieliśmy koło Beyin), z konkrecjami pirytu, szczątkami zwęglonych roślin i t. p. Razem około 25—30 mtr.

4. Naprzemianległe znaczne pokłady piasku, piaskowca i ciemnych iłów, dotychczas nie przebito.

Charakterystycznych skamieniałości, pozwalających na dokładniejsze określenie wieku tej formacji, niestety nigdzie nie znalazłem. Musi ona jednak być znacznie młodszą od najwyższej kredy, do której należą wyżej wspomniane wapienie, występujące w tej formacji naftonośnej pod postacią licznych brył egzotycznych, a nadto całe wejrzenie tych utworów przemawia za ich wiekiem, prawdopodobnie młodo trzeciorzędnym, t. j. miocেনskim, albo nawet plioceńskim.

Warstwy tej formacji są w ogóle bardzo płasko ułożone, lecz okazują przecież wyraźne słabe nachylenie ku południowemu zachodowi, a nadto nie jest wykluczonem, że istnieją w niej także po-

czątki fałdowań, ponieważ cała ta formacja wydaje się jakoby wgnieciona pomiędzy skały znacznie starsze. I tak znajdujemy nad rzeką Tano około 6 klm. na północ od przystani Alenda Wharf mocno zaburzone i stromo wzniesione łupki krystaliczne (fyllity) i kwarcyty, tworzące niewątpliwie północny brzeg formacji naftonośnej; koło Kangan (na wschód od Bonyere, a na zachód od Beyin), na samym brzegu morskim, a więc po południowej stronie formacji naftonośnej, owe wyżej omówione zbite wapienie kredowe, dalej zaś na wschodzie koło Ankobry i Axim również już wspomniane stare skały krystaliczne i jakoby przyciśnięte do nich młode, pstrę ily.

Jest więc bardzo prawdopodobnem, że warstwy formacji naftonośnej, ułożone nad i pomiędzy temi starymi skałami, jak gdyby pomiędzy klinami, uległy już częściowo fałdowaniom, i wskutek tego mogą zawierać jeszcze partie, w których zebrały się znaczniejsze ilości oleju skalnego i gazów, ochronione przeciw wyparciu przez wodę.

Dalsze racjonalnie założone i prowadzone wiercenia w obrębie tego obszaru zdołają zapewne rozstrzygnąć tę tak dla nauki, jak i dla praktyki doniosłą kwestję.

IV. Pokłady bitumiczne koło Eboindy.

Także w kolonii francuskiej Wybrzeża Kości Słoniowej (Côte d'Ivoire) występują w pobliżu miejscowości Eboinda na północnej stronie laguny Tendo w kilku miejscach skały bitumiczne, na których podstawie wykonano i tutaj kilka szybów i wierceń w celu poszukiwania nafty, dotychczas jednak bez pomyślnego rezultatu.

Nieco ku wschodowi od wsi Eboinda, tuż przy brzegu laguny, pojawia się bezpośrednio pod grubą powłoką dyluwialnego laterytu piaskowiec zupełnie przepojony brunatnym bituminem. Piaskowiec ten okazuje niewyraźne warstwowanie ze słabem nachyleniem ku połudn.-zachodowi.

Dalej ku północy, w kopanych szybach próbnych Nr. 5 i 7, taki sam piasek i piaskowiec, przesiąknięty bituminem, został przebity w głębokości między 15 i 27 mtr., pod czem nastąpił pokład twardego, gruzłowatego wapienia żelazistego, marglowatego lub krzemienistego, oraz twarde ily piaszczyste z nader licznymi skorupkami i innymi szczątkami organicznymi. I ten pokład przepojony jest smółowatym bituminem. Dotychczasowe badania, wykonane przez Dra Rogalę, wykazały wiek górnokredowy tego utworu. Nigdzie indziej

w okolicy tych warstw nie znaleziono. Przebite w innych szybach piaski, iły i piaskowce są różne i wyglądają młodziej (może miocen lub jeszcze młodszego). Kreda zdaje się tworzyć tu małą wysepkę, otoczoną młodszym trzeciorzędem.

Także na zachód od szybu Nr. 5 w sąsiednim wąwozie pojawia się zwięzły piaskowiec, przesiąknięty stałym bituminem.

Wiercenia Nr. I, IV i VIII przebijały naprzemian pokłady jasnych piasków i piaskowców z szarymi, niebieskimi, czerwonymi i białymi iltami, najczęściej z wielkimi przypływami wody, i tylko w wierceniu Nr. IV (na pagórku na zachód od wsi) natrafiono rzeżkomo w głębokości 395 mtr. na ślad nafty (»oil show«).

Nigdzie tu nie znalazłem prawdziwego płynnego oleju skalnego, i nie sądzę, ażeby występujący tu asfaltowaty bitumen był wyparowaną naftą, lecz, podobnie jak w Nigeryi, uważam tę smołowatą masę raczej za młodą materię bitumiczną, która jeszcze nie zdołała się przeobrazić w węglowodory lżejsze, płynne i gazowe.

V. Sedymentacja na wybrzeżach.

W r. 1900 miałem sposobność studyowania warunków sedymentacji na płaskich wybrzeżach okolic podzwrotnikowych, głównie w delcie rzeki Orinoco i na wyspie Trinidad (południowa Ameryka). Rezultatem tych badań była rozprawa »o pochodzeniu fliszu«¹.

Usiłowałem wówczas wykazać, że różnowiekowe formacje faciesu fliszowego są utworami właśnie takiej sedymentacji przy płaskich wybrzeżach morskich w wilgotnym klimacie podzwrotnikowym, przy współdziałaniu wpadających tam rzek o zmiennym stanie wody i bujnej roślinności wybrzeżnej. Takiemi dawniejszemi formacjami fliszowemi są, jak wiadomo, między innemi, flisz alpejski, piaskowiec wiedeński, piaskowiec karpacki, macigno apeniński i t. p.

Obecnie zdołałem znacznie rozszerzyć zakres analogicznych obserwacji na wybrzeżu gwinejskim w Afryce, i w dalszym ciągu pozwolę sobie zauważone tam objawy bliżej opisać.

Prawie całe wybrzeże gwinejskie od Sierra Leone, przez Liberyę, Wybrz. Kości Słoniowej, Złote, Togo, Dahomey, Nigeryę do Kamerunu,

¹ Kosmos XXVI, Lwów 1901, str. 232 i nast. Także po niemiecku: »Ueber die Entstehung des Flysch« w Ztschr. f. prakt. Geol. Berlin 1901, August — i późniejszy dodatek »Zur Flyschentstehungsfrage« w Verh. geol. Reichs-Anst. Wien 1904, Nr. 8.

t. j. na długości około 2500 klm., jest bardzo równe i płaskie. Z tego prawie prostoliniowego wybrzeża występuje ku morzu tylko wielka i płaska delta rzeki Niger, potem bardzo jeszcze nieznaczna delta rzeki Volta, kilka skalistych przylądków, złożonych ze skał krystalicznych, jak Cape Three Points, Cape Palmas i koło Sierra Leone, a wreszcie kilka małych partyj piaszczystych (Accra, Cape, Coast, Secondi). Poza tymi nielicznymi punktami widzimy tu wszędzie tylko zupełnie płasko ułożone piaski wybrzeżne, z domieszkami namułu, przerywane od czasu do czasu większemi i mniejszemi rzekami i potokami, odprowadzającymi wody lądowe do morza (Ancobra, Twin river i inne).

Tylko w pobliżu owych skalistych partyj gromadzą się, pod wpływem fal morskich, znaczniejsze masy grubszych i drobniejszych żwirowisk litoralnych, a poza tem mamy wszędzie i na olbrzymich przestrzeniach tylko piaski i namuły.

Na całym tem długim wybrzeżu gwinejskiem niema ani jednego, dobrego, naturalnego i odpowiednio głębokiego oraz chronionego portu.

Wszędzie błotne i piaszczyste mielizny sięgają daleko w morze, i okręty muszą stawać na przystaniach na kilka do kilkunastu kilometrów daleko od brzegu, znajdując dopiero w tej odległości głębie około 20—30 metrów.

Te stosunki litoralne są tylko wynikiem skombinowanej czynności akumulacyjnej morza i wpadających do niego rzek, w związku z budową geologiczną i stosunkami klimatycznymi.

Objawy te zasługują na bliższe rozpatrzenie.

Jak wiadomo z prac dawniejszych, i jak zauważono już po części powyżej, główną podstawę tej części kontynentu afrykańskiego tworzą skały starokrystaliczne, jak fyllity, kwarcyty, gnejsy, oraz stare skały wybuchowe (diabazy i t. p.).

Południowy brzeg tej starej masy kontynentalnej pojawia się na zachodzie nad morzem koło Freetown (Sierra Leone) i daje się śledzić ku wschodowi aż do Kamerunu¹ w zmiennej odległości 30—100 klm. na północ od dzisiejszego wybrzeża morskiego, wysylając jednak miejscami skaliste wypustki aż do samego morza, jak to widzieliśmy w ujściu Ankobry, koło Axim i t. d.

¹ Por. Guillemain, Beiträge zur Geologie von Kamerun. Abb. preuss. Geol. Landesanst. Berlin, 1909.

Na południe od tej, także orograficznie wyraźnie występującej krawędzi, mamy tylko jeszcze kilka pomniejszych starszych wystąpień, jak wspomniane poprzednio czerwone piaskowce (dewon?) koło Accra i Sekondi, oraz wapienie kredowe koło Beyin.

Całą resztę wybrzeża zajmują od owej krawędzi skał krystalicznych na południe płasko ułożone i przeważnie słabo ku południowi nachylone, do kilkuset metrów miąższości dochodzące młode pokłady piasków, piaskowców, zlepieńców i pstrych ilów, po części z zawartością ropy i bituminu, wieku zapewne miocenkiego i młodszego.

Wszystko to pokrywa w partjach wyżej położonych i pagórkowatych potężna formacja laterytowa (dyluwium), w niskich zaś częściach przybrzeżnych sedimentacja rzeczna, lagunowa i morska dzisiejsza.

Klimat tego wybrzeża (między 4 i 6 stopniem półn. szerokości) jest typowo podzwrotnikowym. Pora deszczowa trwa tam średnio od kwietnia do listopada, z małą zwykle przerwą w sierpniu. W tym czasie panują tam obok nader gwałtownych ulew i nawałnic także długotrwałe mgły i deszcze, powodujące bardzo znaczne wezbrania i wylewy rzek. Od grudnia do marca trwa pora względnie sucha, ale i wtedy deszcze i mgły nie są bardzo rzadkie, a atmosfera jest zawsze przesycona wilgocią.

Pierwszym skutkiem takiego klimatu jest niezmiernie bujna roślinność, oraz nader intensywne wietrzenie i rozluźnianie skał. Tak np. nad rzeką Tano w dość znacznych urwiskach brzeżnych, złożonych z fyllitów tak były te skały zwietrzałe i »zgniłe«, że zaledwie z trudnością udało mi się wydobyć kilka okazów możliwych do przechowania.

Z owej wyżyny centralnej poprzednio wspomnianej spływa ku morzu, t. j. ku południowi, gęsta sieć większych i mniejszych rzek i potoków. Łatwo sobie wyobrazić, jak wygląda woda tych rzek wśród takich stosunków klimatycznych. Jest ona zawsze mętna i unosi wprost olbrzymie masy namułu mineralnego oraz substancji organicznych, przeważnie pochodzenia roślinnego. Kolor mętu i wody jest zwykle brunatny z powodu znacznej domieszki rozkładających się substancji organicznych. Po nagłych jednak i obfitych ulewach występuje lokalnie często zabarwienie intensywnie czerwone, pochodzące od rozmytego i spłukanego laterytu, tego specjalnie podzwrotnikowego produktu wietrzenia.

Całą tę olbrzymią masę osadów wnoszą te rzeki i potoki do morza, i tu rozpoczyna się ich akumulacja znów w warunkach osobliwych.

Fale morskie, stale bijące ku lądowi, a więc w naszym wypadku ku północy, zatrzymują w najwyższym pasie wybrzeżnym materiały skalne grubsze i cięższe, jak żwiry i piaski wnoszone przez rzeki i odbijane od skał litoralnych, i tworzą z nich znane i równe wały wybrzeżne. Te wały wybrzeżne tamują coraz bardziej odpływ rzek do morza i powodują albo powstawanie u większych rzek często bardzo skomplikowanych delt, albo też tworzenie rozległych i płytkich lagun litoralnych, mających tylko utrudnioną komunikację z morzem.

Jeden taki łańcuch lagun ciągnie się od delty Nigru ku zachodowi aż poza miasto Lagos na długości przeszło 200 kilometrów.

Inny szereg lagun towarzyszy tworzącej się delcie Volty i rozciąga się wzdłuż wybrzeża na długości prawie 100 klm.

Obok wielu mniejszych występuje wreszcie największa na tem wybrzeżu serya lagun, zaczynająca się przy zachodniej granicy Wybrzeża Złotego i sięgająca wzdłuż Wybrzeża Kości Słoniowej na długości prawie 300 klm. Laguny te obejmują ujścia rzek Tano, Bia, Komoe, Bandama i wielu innych pomniejszych.

Woda tych lagun jest już w znacznej mierze wystudzona. Tylko tam jeszcze, dokąd dochodzi przypływ morza (różnica stanu wody między przypływem i odpływem morza dochodzi w tych stroinach mniej więcej do 2 metrów) i podczas pory suchej, gdy rzeki nieco mniej wody słodkiej do morza przynoszą, zawartość soli w lagunach nieco się podnosi i dalej w górę sięga.

Brzegi tych lagun zdobywa zaraz nader bujna roślinność, a jej dno akumulacja rzeczna. Najbliżej morza, i tam, dokąd dochodzi jeszcze wpływ wody słonej, rozrastają się nader szybko na piaskach palmy kokosowe, a w namule mangrowy i pandany, poza granicą zaś wody morskiej niezmiernie urozmaicona roślinność słodkowodna i lądowa.

Rzeki, jak już wyżej wspomniano, wnoszą tu mnóstwo osadu mineralnego, tworząc najpierw bezpośrednio przy ujściu, a potem i dalej rozległe mielizny piaszczyste lub błotniste, których najpierw czepiają się bujne trawy i szuwary, później małe krzaki, wreszcie wielkie drzewa, zamieniając mieliznę w moczarową wyspę lub przylądek, a wreszcie w ląd gęstym lasem pokryty.

Laguna, początkowo stale wodą wypełniona, z czasem staje się zarośniętym oczyszczalnikiem podczas suchej pory roku i napełnia się wodą tylko podczas wylewów pory deszczowej, a wreszcie, gdy nie zmieniają się stosunki linii wybrzeżnej, zupełnie zniknie i zamieni się w stały ląd. Rzeki, które ją w powyższy sposób zamuliły, muszą sobie znaleźć nowy odpływ do morza i rozpoczynają nowy cykl czynności, zdążających do ponownego zdobycia dalszego obszaru na rzecz lądu.

Są to wprawdzie zjawiska znane i już nieraz opisywane, lecz mało gdzie występują one tak wybitnie we wszystkich stadiach rozwoju i na tak rozległym obszarze, jak na wybrzeżu gwinejskim. Trzeba je na miejscu widzieć i badać, ażeby należycie ocenić ich wielką doniosłość geologiczną.

Dłuższy czas przebywałem w pobliżu małej, ale charakterystycznej laguny Domini w zachodniej części Wybrzeża Złotego między wioskami murzyńskimi Bonyere i Bokakreh. Od północy otaczają ją pagórki do 60 mtr. wysokie, złożone w głębszej części z ilów, piaskowców i piasków zapewne młodo trzeciorzędnych (formacja naftonośna), a w wyższej z grubej pokrywy laterytowej, porośnięte gęstym lasem.

Od strony morza (południe) zamyka ją piaszczysty wał wybrzeżny.

Do laguny tej wpada kilka mniejszych rzeczek i potoków, wnoszących tam zwłaszcza podczas ulewnych deszczów znaczną ilość namułu, oraz zawsze bardzo wiele rozkładającej się substancji organicznej. Odpływ wody do morza jest bardzo utrudniony przez ów wał wybrzeżny, a czasem nawet zupełnie zamknięty. Za czasu mego pobytu ułatwiono po części komunikację laguny z morzem przez przekopanie wału. Każdy przyptyw morza wrzuca do laguny nieco słonej wody, która się podczas następnego odpływu znów po części wysładza. Obecnie woda laguny jest jeszcze wyraźnie słona, ale wysłodzenie jej przez dopływające potoki postępuje.

Głębokość wody w lagunie jest nader mała i chyba nigdzie nie przekracza 1 metra. W wielu miejscach jest tak płytka, że nawet bardzo lekkie i płaskie małe łodzie murzyńskie ocierają się o dno lub osiadają na mieliznach.

W stronie bliższej morza i wału brzeżnego na dnie przeważa piasek, podczas gdy dalej od morza osadza się tylko gęsty czarny namuł, wydzielający obficie siarkowodor, gniją tam bowiem liczne resztki organizmów tak zwierzęcych, jak roślinnych. Ławice pia-

szczyście bliżej morza pokrywają jeszcze liczne kolonie dużych ostryg ale już tylko skorup, ponieważ same zwierzęta już tam żyć nie mogą.

W namule znajdują się także dość licznie małe skorupy ślimaków morskich (*Turritelle* i inne), ale zwierzęcia w nich nie znalazłem. Są to zabytki fauny morskiej z czasu, gdy tu jeszcze była lepsza komunikacja z otwartym morzem.

Brzegi oraz liczne kępy i wysepki zarastają obficie mangrowy oraz pandany, i one to niewątpliwie dostarczają osadom największej ilości rozkładającej się substancji organicznej.

Woda odpływająca do morza jest ciemno brunatna i cuchnąca, i jeszcze daleko na morzu widzieć można to brunatne zabarwienie, oraz gęstą żółtą pianę, roznoszoną od ujęć tej i innych lagun na falach morskich i wyrzucaną znów w innych miejscach na płaskim wybrzeżu.

Oczywiście, w innych większych lagunach, pokrywających setki i tysiące kilometrów kwadratowych, okazują się te same stosunki sedimentacyjne w znacznie większych rozmiarach.

Przypatrzymy się teraz samemu brzegowi morskemu.

Jak wynika z przedstawienia poprzedniego, morze przy całym tem wybrzeżu jest aż do znacznej odległości bardzo płytkie. Izobata stumetrowa oddalona jest od dzisiejszego brzegu wszędzie na 50 do 100, a nawet więcej kilometrów, co daje średnie nachylenie dna morskiego przy brzegu 1—2 mtr. na kilometr. Z tego też wynika, że sama różnica poziomu wody między przypływem i odpływem morza, która, jak wyżej wspomniałem, wynosi tu około dwa metry, sprawia, że podczas odpływu morze cofa się od brzegu o kilkaset, a miejscami prawie o 2000 mtr.

Tylko w pobliżu skalistych przylądków, których jest bardzo mało, istnieją zatoki nieco głębsze, zasypywane zwolna przez grubsze żwiry i otoczyska, odbijane od skał wybrzeżnych i obrabiane przez fale morskie. Na żwirach tych porastają w niektórych miejscach (n. p. koło Axim) dość obficie gronkowate różnobarwne algi wapienne, głównie *Lithotamnia*.

Bardzo przeważającą część tych wybrzeży, często na 100 klm. i więcej bez zmiany, tworzą grubsze i drobniejsze piaski morskie. Te partie piaszczyste wybrzeża tworzą podczas odpływu morza najwygodniejszy szlak komunikacyjny tych okolic.

Stosownie do bliższego lub dalszego otoczenia (n. p. skał wy-

brzeżnych, ujścia rzek i t. p.) okazuje się i tutaj pewne urozmaicenie w sedymentacji.

I tak znajdujemy n. p. w pobliżu skał piaskowcowych koło Accra i Secondi prawie tylko czysty, dość gruby piasek. Fale morskie wyrzucają tu stosunkowo tylko niezbyt wiele skorup małży i ślimaków, czasem tarcze sepii i nieco wodorostów. Skorupy w innych miejscach liczniej nagromadzone ulegają szybko rozdrobnieniu i rozrzuceniu, tak, że lokalnie tworzy się lumachela, z okruszków tych skorup i piasku złożona.

Nieco odmiennie przedstawia się sedymentacja na wybrzeżu od ujścia Ankobry ku zachodowi do Beyin, t. j. na długości około 40 klm.

Na całej tej przestrzeni mamy brzeg bardzo płaski i bardzo prosty. Odpływ morza odsłania pas litoralny szerokości 1 klm., a miejscami i szerszy. Rzeki Ankobra, Twin river i liczne potoki pomniejsze wnoszą tu dość wiele mętu i bardzo wiele substancji organicznej, zabarwiającej brunatno fale morskie i roznoszonej potem i wyrzucanej wraz z piaskiem i namułem wzdłuż wybrzeża.

W najwyższej części wybrzeża osadza się tu prawie czysty, drobny piasek, niżej jednak coraz więcej jest ciemnej lub prawie czarnej rozrżartej masy mulistej oraz mnóstwo drobnego miału roślinnego, powodujących w piasku wąskie warstewkowanie lub wstęgowanie. Podczas odpływu widzieć tu można powierzchnię na wielkich przestrzeniach pokrytą szerszemi i węższymi pręgami falistemi (ripple marks), śladami robaków, krabów i innych ryjących i pełzających organizmów. Wyrzucanych skorup ślimaków, ostrzyg, sercówek, przegrzebków i innych małży jest tu stosunkowo niewiele. Rzadko znajdują się tu wyrzucone gwiazdy morskie i płaskie jeżowce, częściej wielkie meduzy i holoturysy, które niebawem giną i zasychają, pozostawiając na powierzchni namułu i piasku jakies problematyczne odciski przy ponownem pokryciu przez osady, przyniesione na tę nieco obeschłą powierzchnię przez powracającą falę przyprływu morskiego.

Jeszcze na jeden szczegół należy tu zwrócić uwagę.

Ujścia niektórych rzeczek do morza okazują bardzo wyraźne cechy odmładzania się, t. j. wcinają się pionowo w bardzo młode osady morskie na metr i więcej głębokości. Powstają tak małe terasy, leżące dziś ponad najwyższym poziomem morza, a jednak złożone z zupełnie poziomo warstwowanych i zupełnie świeżych

osadów (przeważnie piasków) tego samego morza i z takimi samymi szczątkami organizmów, jak dziś osadzane w najbliższym sąsiedztwie, tylko nieco niżej. Są to niewątpliwe cechy powolnego podnoszenia się wybrzeża.

Bardzo młode (czwartorzędne) podniesione terasy wybrzeżne zauważył także Chautard¹ dalej na półn. zachodzie w okolicach przylądka Zielonego (Senegal). Terasy te znajdują się tam na wysokościach około 5, 15, 25, a nawet 45 metrów nad dzisiejszym poziomem morza.

Z drugiej strony widzieliśmy poprzednio, że wiercenia, wykonane w Nigerii i na wybrzeżach Złotem i Kości Słoniowej, przebiegały do kilkuset metrów pokłady także stosunkowo młode (nie starsze od miocenu), złożone z piasków, piaskowców, zlepieńców i ilów, osadzonych niewątpliwie w takich samych warunkach, jak sedymentacja dzisiejsza tych samych wybrzeży.

Wszystko to razem dowodzi niezbicie, że już w najmłodszych okresach geologicznych, t. j. od młodszego trzeciorzędu począwszy, odbywają się w tych stronach bardzo znaczne oscylacje linii wybrzeżnej, i to tak w kierunku dodatnim, jak i ujemnym.

VI. Historia geologiczna zachodniej Gwinei.

Stara masa kontynentalna Indoafryki czyli Gondwany Suessa niewątpliwie rozciągała się bardzo daleko na zachód i południe od dzisiejszej Gwinei, tak, że występujące tam dziś skały starokrystaliczne są tylko małą, jeszcze nie zapadniętą resztą tego rozległego kontynentu.

Najbliższą wiekiem formacją są na wybrzeżu wapienie górno-kredowe z okolic Beyin oraz z Eboindy. Są to, jak widzieliśmy wyżej, wapienie oraz margle i iły z fauną czysto morską o charakterze wyraźnym kredy indyjskiej.

Obecność tych utworów kredowych dowodzi, że zapadnięcie zatoki gwinejskiej musiało nastąpić albo w czasie przedkredowym, albo z początkiem tego okresu, charakter zaś indyjski znalezionej tu fauny kredowej wskazuje na związek morza górno-kredowego Gwinei z wielką i rozległą transgresją kredową indo-medyterraneaną.

¹ Jean Chautard, La faune de quelques plages soulevées des côtes du Sénégal et de la Mauritanie. Bull. Soc. géol. de France, IV, Sér. T. IX, 1909, p. 392—394.

W okresie trzeciorzędnym, i to prawdopodobnie dopiero w jego późniejszej części (miocen-pliocen) rozpoczyna się przy tem wybrzeżu sedimentacja płaskiego wybrzeża z częstymi oscylacjami, z tworzeniem delt i lagun, i prawdopodobnie ponownymi zalewami morskimi.

Sedymantacja ta o charakterze wybitnie fliszowym trwa do chwili obecnej.

Powstawanie lokalne bituminów i oleju skalnego jest niewątpliwie w związku z tymi utworami fliszowymi, i jest prawdopodobnie produktem przeobrażenia się powolnego i stopniowego substancji organicznej przeważnie pochodzenia roślinnego, gromadzącej się w tych sedymentach.

Obecnie wybrzeże gwinejskie zdaje się być w stadium stopniowego dalszego podnoszenia się.

Nie mogę się oprzeć wrażeniu, że takie same warunki klimatyczne i sedymantacyjne, jakie dziś panują na wybrzeżu gwinejskiem, musiały panować w czasie epok kredowej i dolno trzeciorzędnej wzdłuż północnego brzegu geosynklinali alpejsko-karpackiej, gdzie powstały wtedy potężne pokłady fliszowe, z lokalnemi nagromadzeniami oleju skalnego.

Dokładniejsze opracowanie zebranych materyałów oraz niektórych poruszonych powyżej problemów zachowuję sobie do prac późniejszych.

Dodatek.

P. dr. Wojciech Rogala podaje następujące wyniki badań, wykonanych nad moim materyałem paleontologicznym, zebranych koło Beyin, Kangan, Bonyere i Bokakreh na Wybrzeżu Żółtem i koło Eboindy na Wybrzeżu Kości Słoniowej:

• Poruczone mi do bliższego rozpatrzenia materyały paleontologiczne nie mogły być jeszcze wyczerpująco opracowane. Jednak kilka form, które poniżej podaję, dzięki dobremu ich zachowaniu, mogłem ściśle oznaczyć, i te świadczą dowodnie, że skały zawierające je są górnokredowego wieku — Maestrichtien.

Zbite, jasno- lub ciemno-szare, niekiedy brunatne wapienie z Kangan i Beyin, zawierające tu i ówdzie drobne wrostki piryty lub limonitu, przepełnione są skorupami małży:

Plicatula instabilis Stål.,

Roudairia auressensis Coq.,

Cytherea Rohlfsi Quaas.,

Cardita Beaumonti d'Arch. (= *C. libyca* Zitt.).

Dwie ostatnie występują masowo, aczkolwiek i dwie pierwsze nie są wcale rzadkie.

Skały w Bokakreh i Bonyere różnią się od poprzednich, są to bowiem wapniste piaskowce lub iły, przepełnione również skamielinami, ale już gorzej zachowanymi. Ze skał tych, poddając je rozmarzaniu i kilkakrotnemu wygotowaniu w zwykłej wodzie, otrzymałem między innymi

Roudairia auressensis Coq.,

Cytherea Rohlfsi Quaas., ta ostatnia tworzy główną masę skamieniałości.

Z Bokakreh pochodzi również okaz takiego samego kamienia jak w Kangan i w nim znajduje się:

Plicatula instabilis Stol., obok innych, na razie nieoznaczonych gatunków.

Występujące w Eboinda utwory ze skamielinami przedstawiają piaszczyste iły, żelaziste i przepojone asfaltem. Niektóre partie są wapienne, a wtedy są zbite. Z powodu zawartości asfaltu nastrecają one wiele trudności w wydobywaniu ich skamielin, zachowanych przeważnie jako ośrodki jednego tylko gatunku: *Cardita Beaumonti* d'Arch.

Nie można już obecnie użytkować pod każdym względem znalezienia się tych form, ale świadczą one w każdym razie o analogii zawierających je utworów z równowiekowymi utworami północnej Afryki.

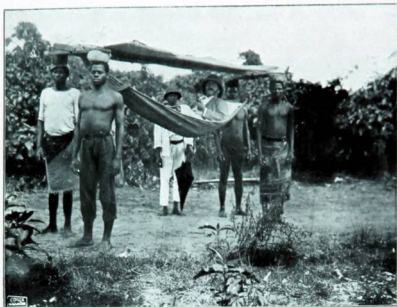
Szczegółowy opis paleontologiczny znalezionych przez prof. Zuberę materiałów, jak i stratygraficzne wnioski z nich wysnute, będą w osobnej rozprawie pomieszczone.

Objaśnienie ilustracyi.

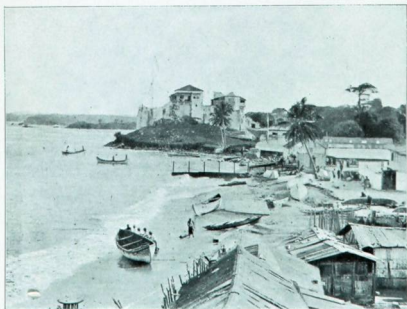
- I. Sposób podróżowania w Gwinei za pomocą hamaku, niesionego przez czterech murzynów.
- II. Część wybrzeża i fort w Axim na przykładu, złożonym ze skały diabazowej. W dali widać jeszcze kilka podobnych skalistych przylądków i raf przybrzeżnych.

- III. Mangrowy (Rhizophora) zarastające lagunę Domini koło Bokakreh (Wybrzeże Złote).
- IV. Pandany na brzegu laguny Domini koło Bokakreh (Wybrzeże Złote).
- V. Skały czerwonego piaskowca i piaszczyste wybrzeże na zachód od Secondi (Wybrzeże Złote).
- VI. Bardzo płaskie wybrzeże piaszczysto-muliste (typ fliszowy) na wschód od Beyin (Wybrzeże Złote).
-

Tabl. I.



Rys. 1.



Rys. 2.

Tabl. II.

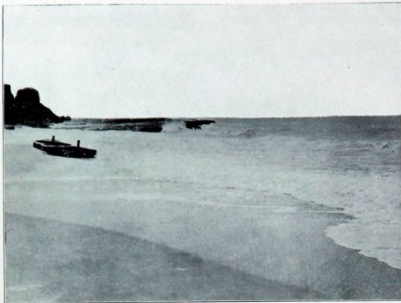


Rys. 3.



Rys. 4 (w pozycji leżącej).

Tabl. III.



Rys. 5.



Rys. 6.