



STANISŁAW PAWŁOWSKI

CHARAKTERYSTYKA MORFOLOGICZNA WYBRZEŻA POLSKIEGO

CARACTÉRISTIQUE MORPHOLOGIQUE
DES CÔTES POLONAISES



Handwritten in red ink:
Luscom
1927

POZNAŃ

CZCIONKAMI DRUKARNI ZJEDNOCZENIA MŁODZIEŻY
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘG. GEBETHNERA I WOLFFA W POZNANIU

1922

CBGiOŚ, ul. Twarda 51/55
tel. 0 22 69-78-773



W 5148495

<http://pau.org.pl>

Odbitka z Prac Komisji Matematyczno-przyrodniczej
Tow. Przyjaciół Nauk w Poznaniu. Serja A. T. I. Z 2.



2102

CHARAKTERYSTYKA MORFOLOGICZNA WYBRZEŻA POLSKIEGO

(z 10 rycinami)

NAPISAŁ

STANISŁAW PAWŁOWSKI

ROZDZIAŁ I

O WYBRZEŻU I O CZYNNIKACH KSZTAŁTUJĄCYCH JE

Trudności zdefiniowania wybrzeża polskiego.

Skrawka południowego wybrzeża Bałtyku, który mamy prawo nazywać wybrzeżem polskim, niepodobna zdefiniować w jednym wyrazie. Nie wystarczy zatem powiedzieć krótko: wybrzeże polskie jest *płaskie* albo *strome*. Nie można również nazwać go wybrzeżem *pojedynczym* albo *podwójnym*. Błędem byłoby nazywać je wybrzeżem *zalewowym*¹⁾. Wybrzeże nasze nie jest również wybrzeżem *wyrównanym*, ale i *nierównym* w całej swojej rozciągłości nie jest. Nie jest także wybrzeżem w całości *wydmowym* czy *pagórkowatym*. Trudno jest w naszym wypadku poprzestać na definicji genetycznej, opartej na pracy morza, i mianować je — idąc w tym względzie za Philippsonem — *wybrzeżem napływowym*, zbudowanym przez morze (*tellassogene Schwemmlandküste*²⁾), ani nie wystarcza w myśl określić de Martonne'a, uwzględniających rzeźbę krainy nadmorskiej³⁾, zaliczać je do wybrzeży, należących do krain dawniej zlodowaconych. Nie można także załatwić się z wybrzeżem polskim w tak prosty sposób,

¹⁾ W literaturze niemieckiej, że przytoczę w tym względzie Th. Fischera: Zur Entwicklungsgeschichte der Küsten. Petermanns Mitteilungen 1885, str. 410, rozróżniano już dawno na wybrzeżu niemieckim Bałtyku wybrzeże *fjordowe*, *boddowe* i *zalewowe*.

²⁾ Philippson A.: Über die Typen der Küstenformen, insbesondere der Schwemmlandküsten. Festschrift F. Richthofen, Berlin 1893, str. 39.

³⁾ De Martonne E.: Traité de géographie physique. Paryż 1909, str. 697 — 705.

jak z wybrzeżem pomorskim, które Bartels określił jako wybrzeże płaskie wyrównane z jeziorami plażowemi¹⁾).

Żadne z przytoczonych pojęć nie oddaje istoty rzeczy. Nie ujmuje bowiem całokształtu naszego wybrzeża, a odnosi się zaledwie do pewnej jego części lub tylko do pewnej cechy wybrzeża. Wspomniane więc typy, jakkolwiek są znane na polskim wybrzeżu, jednak zjawiają się obok typów innych. W tem leży, ów szczególny interes, jaki mieć można w ustaleniu typów wybrzeża polskiego i w jego morfologicznej charakterystyce. Zagadnienie różnorodności typów klasyfikacyjnych wybrzeża narzuca się jako zagadnienie pierwszorzędne, zanim wogóle o tem wybrzeżu ma być mowa. Z drugiej strony tylko szczegółowa analiza morfogenetyczna wybrzeża pozwoli ustalić owe części i odkryć ich wzajemny związek. O taką właśnie analizę w niniejszym studjum chodzi.

W czem należy się jednak dopatrywać trudności zdefiniowania wybrzeża polskiego? Niewątpliwie na zewnątrz w zmianie kierunku linii wybrzeżnej oraz w położeniu wybrzeża. Ten fakt, że wybrzeże polskie załamuje się na cyplu Rozewskim i zmienia swój kierunek z równoleżnikowego na południkowy, jest niesłychanej doniosłości w historii i w naturze wybrzeża. Wybrzeże pomorskie urywa się tu nagle, aby zrobić miejsce zatoce Gdańskiej. Dalszego ciągu wybrzeża pomorskiego należy szukać (po blisko 100 km przerwie) na półwyspie Sambijskim. Oba obramienia zatoki Gdańskiej, wschodnie na półwyspie Sambijskim i zachodnie na wybrzeżu polskim, stanowić będą zawsze bardzo ciekawe zagadnienie tej części Bałtyku, zwłaszcza gdy się je rozpatrywać będzie w związku z tem, co się znajduje dalej na południu, gdy się więc przedłuży wybrzeże polskie wzdłuż starych wzgórz gdańskich aż poza Tczew, a wybrzeże Sambijskie wzdłuż Elbląga i Malborku aż do początku delty Wisły. Tak rozpatrywane wybrzeże Bałtyku, jakie przedstawia zatoka Gdańska, ma swoją analogję tylko w zatoce Ryskiej.

Wybrzeże polskie jest tedy zachodniem wybrzeżem zatoki Gdańskiej, w małej zaś części wybrzeżem właściwego Bałtyku, a tem samem przedłużeniem wybrzeża pomorskiego. W dziwny

¹⁾ Bartels W.: Die Gestalt der deutschen Ostseekuste. Stuttgart 1908, str. 128.

sposób półwysep Helski przedłuża linię wybrzeża polskiego prawie w dwójnasób. Z całkowitej bowiem długości wybrzeża polskiego, wynoszącej okragło 147 km, przypada na półwysep Helski około 70 km. Równocześnie półwysep komplikuje bardzo sprawę zdefiniowania wybrzeża i jest bądź co bądź zjawiskiem trudnem do interpretacji. Dzieli jednak w pojęciu naszych pomorzańskie Polskie morze na Wielkie morze i na Małe morze. Określenie Małego morza pokrywa się mniej więcej z pojęciem zatoki Puckiej¹⁾.

Wybrzeże polskie w literaturze naukowej.

Wybrzeże polskie leżało zanadto blisko takiego centrum kulturalnego, jakim był Gdańsk, ażeby nie było w nauce znane i badane. Liczba prac, w których w jakikolwiek sposób roztrząsa się zagadnienia, związane z wybrzeżem, jest bardzo znaczna (por. zestawioną na końcu literaturę). Są to, czego nie trzeba objaśniać, w przeważającej liczbie prace, pisane w języku niemieckim. Ale nie brak wśród nich prac polskich. Niestety nie wychodzą one poza pewien schemat popularno-naukowy lub nawet praktyczny.

Literatura niemiecka uważała wybrzeże polskie za mały zakątek, któremu nie należy poświęcać osobnej uwagi. Nawet specjalne studjum Bartelsa, studjum zresztą dosyć bałamutne, ujmując rzecz tak generalnie, że na szczegółowe właściwości wybrzeża polskiego nie było tam miejsca. Niema tedy osobnej pracy o wybrzeżu polskim. Najdalej jeszcze idą w kierunku wyjaśnienia genezy i form wybrzeża naszego z nowszych prac prace Zeisego, a zwłaszcza Sonntaga. Od studjów nad geologią przeszedł Sonntag na pole morfologii i ogłosił z tej dziedziny kilka ciekawych studjów, na które w tej pracy nieraz przyjdzie się powołać. Prócz tego istnieje kilka prac o półwyspie Helskim, jak np. Wünschego, które jednak nie wyczerpują tematu.

Wielka jednak ilość wymienionych w zestawieniu prac nie dowodzi bynajmniej, że zasadnicze zagadnienia, odnoszące się do wybrzeża polskiego, zostały już rozwiązane. Jest bowiem owych

¹⁾ W literaturze niemieckiej zowią zatokę Pucką „Putziger Wiek“, przyczem rozszerzają zwykle to pojęcie i na tę część zatoki Gdańskiej, która leży między Helem a Oxywiem. Niekiedy nazywa się i u nas ową część zatoki Małym morzem.

zagadnień bardzo wiele. A co najważniejsza, nawet te zagadnienia, które były już w nauce poruszane, nie mogą uchodzić jeszcze za rozstrzygnięte w taki sposób, ażeby nie warto było do nich wracać. Oświecenie zatem wybrzeża polskiego z pewnych punktów widzenia, przyczyni się zapewne do wyjaśnienia sprawy.

Wybrzeże i jego topografia.

Nie zdziwi nikogo, jeżeli charakterystykę morfologiczną wybrzeża polskiego zaczniemy od ustalenia zasadniczych terminów, zapomocą których oznaczamy wybrzeże i jego składowe części. Jestto tem bardziej potrzebne, że polska *terminologia litoralna* jest prawie w tym względzie nieustalona. Możliwe więc byłyby nieporozumienia.

Definicję *wybrzeża* jako ogólnego spadku lądu w stronę morza, lub jako pasa, w którym leżą wszystkie choćby największe nawet zatoki i najdalej wysunięte w morze półwyspy, są to definicje za obszerne, definicje raczej pasów i krajów nadbrzeżnych aniżeli wybrzeża samego. Pojęciu wybrzeża należy zatem nadać daleko szerszy zakres. Wybrzeże tedy jest tylko tym pasem, położonym na granicy morza i lądu, w którym fale morskie są bezpośrednio lub pośrednio czynne. Według tej definicji należy do wybrzeża nie tylko część lądu, wzniesiona ponad morze, lecz także część lądu, znajdująca się pod wodą. W tem określeniu wyraża się amfibiczny, podwójny charakter *pasa litoralnego*. Wyniesiona nad morze część lądu może w pewnych warunkach dostać się pod wodę, tak jak zanurzona pod wodą może w pewnych warunkach stać się lądem. Granicą obu części jest każdorazowa linja zasięgu fali morskiej.

Lecz morfologicznie zaznacza się owa granica pomiędzy obu częściami nieco inaczej. Biegnie ona mianowicie tam, dokąd sięga najwyższa linja fali, czyto fali przyływu morza, czyto fali wysokiego morza. Morfologiczna granica jest daleko łatwiejsza do uchwycenia, aniżeli zmienna granica między powierzchnią wodną a lądem suchym.

Zalewana przez wody część wybrzeża reprezentuje *platformę brzegową* — *podwodzie*, na którym rozgrywa się z reguły igrzyska fal. Platforma zawdzięcza swe powstanie i upostacenie falom. Fale wycinają w miękkim lub twardym materiale płaszczyznę przybrzeżną, skłaniającą się powoli ku morzu i prze-

chodzącą nawet w morze. Jestto płaszczyna abrazji morskiej. Na platformie brzegowej zachodzą zjawiska erozji i akumulacji. Owocem tych procesów są takie formy, jak: delty, stożki nasypowe, wały plażowe, wały podwodne, rynny między wałami, obsypy, otulające stoki, obcięcia wałów i t. p.

Ta część platformy brzegowej, która tylko w czasie wysokiego i silnego falowania bywa zalewana przez wody, zowie się *plażą*, u Kaszubów *strądem*. Na plaży to właśnie spotykamy się przeważnie ze zjawiskami akumulacji, rzadziej ze zjawiskami erozji. Ta część wybrzeża, której nigdy nie odwiedzają fale morskie (najwyżej liżą jej stopy) — *nadwodzie*, ale na której ślady pośredniego działania morza są widoczne, zowie się *brzegiem*. Jestto ostatnia ściana lądu, zwrócona w stronę morza. Czasem jest stroma i wysoka, czasem powoli opadająca ku morzu, niekiedy zaś zupełnie płaska i nieuchwytna. Mamy wtedy do czynienia z *wybrzeżem płaskim*, na którym brzegu nie ma. W miejsce brzegu wchodzi tu jednak często formy akumulacji plażowej, najczęściej wydmy i one przyjmują na siebie rolę brzegu. Brzeg akumulacyjny tego typu jest w porównaniu z brzegiem pierwotnym zjawiskiem wtórnym. Mimo to zachowuje się pod wielu względami tak, jak brzeg pierwotny. Na brzegu morza, który jest, jak podniesiono, „krajem“ lądu w stosunku do morza, rozgrywają się rozliczne zjawiska denudacji, oraz erozji i akumulacji wodnej i wietrznej, czego następstwem jest tworzenie się żlebów, nisz, stopni, ścian, żeber, powstawanie stożków i gór żebrowych, obsunięć, obrywów, obsypów, hałdów i form tym podobnych. Ze względu na brzeg morza, a nie ze względu na platformę brzegową, dzielimy wybrzeża na *stromie* i *płaskie*. Strome ściany brzegów morza noszą w językach obcych osobne nazwy, jak np. *falaise*, *cliff*, na oznaczenie których nie posiadamy w języku polskim osobnej nazwy¹⁾.

Ani platforma brzegowa ani brzeg nie są czemś wiecznem. Ulegają bowiem przemianom tak w kierunku poziomym jak w kierunku pionowym. Oba ruchy pozostają ze sobą w ścisłym związku. Przesunięcia w kierunku poziomym są wynikiem ero-

¹⁾ Angielski wyraz *cliff* = stromy stok, ma znaczenie znacznie szersze, aniżeli to, które mu nadajemy w odniesieniu do wybrzeża morskiego. Przez swą krótkość jednak zaleca się bardziej niż z francuskiego urobiona „*faleza*“.

zyjnej lub akumulacyjnej działalności fal morskich: Gdy przeważa erozja, wybrzeże przesuwa się w głąb lądu, gdy przeważa akumulacja, wybrzeże przesuwa się w głąb morza. Ląd zyskuje. Nie potrzeba objaśniać, że przewaga akumulacji morza następuje w czasie powolnego opadania lądu, natomiast erozja morza zyskuje swą przewagę w czasie powolnego podnoszenia się lądu. To jednak nie wyklucza zjawisk akumulacji na wybrzeżu zapadającym się w pewnych specjalnych warunkach. Stosunek a nawet ścisły związek niszczącej i budującej pracy morza do ruchów lądu ujął w cztery wzory Braun G.¹⁾, tak, że nie zachodzi potrzeba bliżej tych rzeczy rozpatrywać.

Kraj przybrzeżny.

Charakter wybrzeża zależy w pierwszym rzędzie od natury kraju przybrzeżnego. Stara to, lecz niezmienna prawda. Naturę kraju zdradza nam zaraz profil podłużny brzegu, tak jak profil poprzeczny wyraża nam pracę morza i skutki jej działalności. Nie jest przeto rzeczą obojętną, jak uformowany kraj zanurza się pod wodę lub wylania się z morza, ani jaka była historia owego terenu przed zanurzeniem się lub przed wyniesieniem.

Morfologia krainy, przylegającej do wybrzeża polskiego, jest już zgrubsza znana. Można więc krainę pomorską w głównych zarysach scharakteryzować pod względem morfologicznym. Nie wiele tu, co prawda, mogą pomódz karty i zdjęcia geologiczne, bo są to albo rzeczy niezupełne, jak zdjęcia geologiczne 1:25.000 i 1:100.000 Jentscha i Berendta, albo całkiem liche, jak mapa Lepsius'a, podająca błędną i pobieżną stratygrafię dyluwjum²⁾. Większe znaczenie dla orientacji w terenie ma geologiczno-morfologiczna mapa Pomorza Keilhacka³⁾, która wprawdzie nie obejmuje wybrzeża polskiego, ale której wpływ na prace późniejsze był decydujący. Uzupełnił

¹⁾ Braun G.: *Entwicklungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandsküsten und ihren Dünen*. Berlin 1911, str. 8.

²⁾ Geologische Karte von Preussen. 1:25.000; Geologische Karte der Provinz Preussen 1:100.000 von G. Berendt und A. Jentsch, Berlin; Lepsius R.: *Geologische Karte des Deutschen Reiches* 1:500.000, Gotha 1894—1897, Blatt 4, Danzig.

³⁾ Keilhack K.: *Geologisch-morphologische Übersichtskarte der Provinz Pommern* 1:500.000, Berlin 1901.

tylko ową mapę, co prawda niedołężnie, Schmidt A. w swej mapce dorzecza rz. Łeby¹⁾, potem Habermann w geologiczno-morfologicznej mapie ściennej Pomorza²⁾. Niewątpliwie wpływ wywarły powyższe prace na badania Sonntaga³⁾. Sonntag, który wogóle kompilował, przyjął główne wytyczne charakterystyki morfologicznej Keilhacka i tylko w szczegółach je uzupełnił.

W przybrzeżnym kraju rozróżnić tedy należy krajobraz równiny moreny dennej i krajobraz falisty (pagórkowaty) moreny dennej. Oba krajobrazy pozostają względem siebie w takim stosunku, że nad samem wybrzeżem znajduje się krajobraz moreny dennej równinnej, a dopiero w pewnej odległości od wybrzeża rozpościera się krajobraz moreny dennej pagórkowatej. Granica obu krajobrazów przebiega na południe od Wejherowa, a na zachód od Gdańska, prawie wzdłuż linii kolejowej Gdańsk-Wejherowo. Jednak już w roku 1914 zmodyfikował Sonntag przebieg owej granicy o tyle, że wyróżnił wąski pas moreny dennej pagórkowatej (w pasie moreny dennej równinnej Keilhacka) od Żarnowca mniej więcej do Redy, a u południowego brzegu tego pasa umieścił Darslubski zander. Nawet na południowo-zachodniej krawędzi t. zw. kempy Oxywskiej widzi Sonntag jeszcze resztki moreny dennej pagórkowatej.

W czym upatrywać ową różnicę krajobrazową moreny dennej? Keilhack⁴⁾ widział ją w sposobie, w jaki się lodowiec cofał. Gdy się lodowiec dłużej zatrzymał na miejscu,

¹⁾ Schmidt A.: Die Leba und ihr Ost-West-tal geographisch und geologisch geschildert. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1907, N. F. XII, 1, str. 32.

²⁾ Habermann C.: Geologisch-morphologische Wandkarte der Provinz Pommern, 1:200.000, 1913.

³⁾ Sonntag P.: Die Urstromtäler des Weichselgebietes. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, 1914, N. F. XIII, 4-5, str. 55-56; tegoż: Die diluvialen Landschaftsformen Westpreussens und ihre Verbreitung. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, 1917, N. F. XIV, 3. Geologisch-morphologische Übersichtskarte der Provinz Westpreussen; tegoż: Geologie von Westpreussen. Berlin 1919, str. 220.

⁴⁾ Keilhack K.: Die Stillstandslagen des letzten Inlandseises und die hydrographische Entwicklung des pommerschen Küstengebietes, Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt, 1898, str. 96-98, 144-145.

wówczas powstawała morena denna pagórkowata, a na jej krawędzi morena czołowa. Na południe od moreny czołowej usypywały się zazwyczaj zandry. Z tegoby wynikało, że lodowiec cofał się w krainie pomorskiej stadjalnie, t. zn. do linii granicznej, rozdzielającej oba krajobrazy, cofał się z licznymi przerwami i przystankami, natomiast na północ od tej linii cofał się szybko i szybko opróżnił powierzchnię kempy Oxywskiej, Puckiej i Swarzewskiej. Owe stadja cofania zaznaczył Keilhack na swoich mapkach: stadjum IX, gdy lodowiec stał na południe od Wejherowa, i stadjum XI, gdy leżał na północ od doliny rzeki Łeby i Redy. Stadjum XI Keilhacka było, być może, podstawą wyróżnienia przez Sonntaga na północ od wspomnianej linii moreny dennej pagórkowatej. Prowadzi on bowiem podobnie granicę południową zatrzymania się lodów. Przyjmuje jednak jeszcze jedno stadjum zatrzymania się lodowca, które objęło na wybrzeżu polskim Rozewie i półwysep Helski, a dalej na południu mierzęę Świeżą czyli Wiślaną. O „piaszczystej morenie czołowej” między Rozewiem a jez. Żarnowieckiem wspomina Sonntag dość często w swoich pracach. Wynika zaś z tego, że lodowiec zatrzymywał się kilka razy na stosunkowo niewielkiej przestrzeni nadbrzeża polskiego. Czy jednak rzeczywiście tak było?

Hipotezy o stadjach zatrzymywania się lodowca były potrzebne, ażeby w myśl wywodów Keilhacka wyjaśnić krajobrazową różnicę pagórkowatej moreny dennej lub moreny czołowej i równej moreny dennej. Czy nie można w inny sposób wyjaśnić owych różnic i czy różnice te są istotne? Te pytania należy sobie zaraz postawić, ponieważ one łączą się organicznie z zagadnieniami genezy wybrzeża polskiego.

Każdego, kto z kempy Puckiej (np. od stacji kolejowej w Mrzezinie) patrzy na zachód, uderza wyraźnie odcinający się na zachodzie wyższy krajobraz pagórkowaty kempy Puckiej w porównaniu z płaską powierzchnią części wschodniej, opadającej łagodnie ku morzu. Istotnie na wspomnianej już linii Żarnowiec—Darslub—Podgórze (na kempie Oxywskiej) zaczyna się teren nie tylko wyższy, ale i bardziej rozczłonkowany. W porównaniu z płaską częścią moreny dennej mamy tu do czynienia z formami kopulastych pagórków i bardzo licznych dolin, dolinek, miseczek i t. p. wcięć erozyjnych. Podobne kontrasty

zdarzają się w obrębie moreny dennej Pomorza bardzo często. Zdradza je w wielu miejscach karta 1:200.000.

W naszym wypadku możnaby je odnieść do predyspozycji trzeciorzędnej. Łatwo bowiem zauważyć, biorąc pod uwagę wyspy trzeciorzędne, zaznaczone na drobnym szkicu (fig. 1), że powierzchnia trzeciorzędu podnosi się ku południowi i ku zachodowi. W tych kierunkach wzrasta się również grubość dy-luwjum. Ale wniosek ten nie da się uogólnić, skoro znaną jest rzeczą, iż na pn. pn. wsch. od Torunia przypadają w miejscach największego wyniesienia trzeciorzędu najmniejsze grubości utwo-rów dyluwjalnych. Wiele bowiem zależało w takich razach od ogólnych warunków akumulacji lodowcowej, które w różnych miejscach były różne. Tak więc i tu, dzięki specjalnym warun-kom, zaznaczyła się różnica w większej sile akumulacyjnej lo-dowca. Owa siła większa stworzyła wiele form pierwotnych, wyróżniających ów krajobraz moreny dennej od innych kraj-obrazów. Lecz obok form pierwotnych nie można nie widzieć form pochodnych, daleko liczniejszych, które nawet w pewnych okolicach wybijają się na czoło. Większość spadzistych stoków, teras, dolin jest pochodzenia poglacialnego, najwyżej subglacial-nego, a tylko lekko sfalowane wzgórza i szersze zagłębienia to formy pierwotne. Nigdzie lepiej nie widać owego kontrastu form pochodnych i form pierwotnych jak nad jeziorem Żarno-wieckim, gdy się z lekko sfalowanej płaszczyzny morenowej, pierwotnej schodzi ku nadjeziernej krainie, o przepięknych formach erozji wodnej, normalnej. Dlaczego jednak nie uległy podobnemu urzeźbieniu i rozdolinieniu nadbrzeżne partje kemp Swarzewskiej, Puckiej i Oxywskiej, reprezentujące typ mało zmienionej krainy morenowej dennej, o dobrze zachowanych płaszczyznach pier-wotnych? Nie można inaczej odpowiedzieć na to pytanie, jak tylko tak, iż odegrały tu rolę nietylko mniejsza wysokość terenu, lecz także odmienne warunki erozji. Erozja subglacialna była wstrzymana, erozja poglacialna zaś przyszła być może późno i nie miała korzystnego dla swego rozwoju poziomemu denu-dacyjnego.

Odkładając odpowiedź bardziej ugruntowaną na później, stwierdzam, iż do wybrzeża polskiego przypiera przeważnie kraj-obraz moreny dennej równinnej, a więc taki krajobraz, jaki wi-

dzimy na kempie Swarzewskiej, Puckiej i Oxywskiej. Na małej zaś kempie Radłowskiej i na południe od Kolibek przypiera do wybrzeża krajobraz moreny dennej pagórkowatej. Ten dwojaki charakter krajobrazowy krain nadmorskich zaznaczył się w różny sposób w wyglądzie wybrzeża. Oto klify, któremi się kończy nad morzem krajobraz moreny dennej równinnej, są w swej linii górnej mniej więcej równe, wznoszą się i opadają prostoliniennie, natomiast klify, które tworzy krawędź krainy pagórkowatej, mają wygląd linii zębatej.

Tak kraina równinna jak pagórkowata są pocięte przez wyraźnie zarysowane w terenie i pięknie rozwinięte doliny dyluwjalne. Do najpiękniejszych dolin należy szeroka dolina, która zatacza szeroki łuk od Gdyni do Rewy. Wychodzi z niej na zachód dolina Wejherowska, która łączy dolinę rzeki Redy z doliną rzeki Łeby. Doliną dyluwjalną jest dolina rzeki Płutnicy, uchodzącej do Małego morza koło Pucka, a posiadającej szeroki wylot na morze Bałtyckie koło Karwi. Zasługuje jeszcze na uwagę dolina dyluwjalna z Orłowa do Gdyni, oddzielająca kempę Radłowską od głównej krainy pomorskiej. Płynie nią potok Kaczy. Wymienione smugi dolinne podzieliły jednolity ongiś krajobraz podyluwjalny na kempy, t. j. na wyspę i na półwyspę wzniesienia moreny dennej. One również tworzą przerwy na wybrzeżu, w których wybrzeże zmienia swój typ. Mianowicie znika klifowa linia brzegu, a zjawiają się inne formy wybrzeża (por. fig. 2).

Z podziałem krainy pomorskiej na kempy, skutkiem działania wód dyluwjalnych, stoi w bezpośrednim związku wytworzenie ścian kemp, zaznaczające się w powstaniu teras, badanych przez Zeisego i przez Sonntaga (niższa 17 m i wyższa 40 m). Natomiast jako następstwo lokalnego obniżenia poziomu erozyjnego przyszło po ustąpieniu lodów i wielkich wód dyluwjalnych porycie stoków kemp żlebami, parowami i dolinkami. Owo rozrycie i rozdolinienie stoków kemp występuje najwyraźniej w wyższej i bardziej urozmaiconej na swej powierzchni części kemp, a więc dalej od morza aniżeli nad samem morzem. Płaskie kempy przedstawiają płaszczyzny mało rozryte i rzadko na swych krawędziach pokryte dolinami.

Geologiczne składniki wybrzeża polskiego.

Znaną jest rzeczą, iż pod pokrywą dyluwjalną występują na Pomorzu polskiem formacje starsze: trzeciorząd i kreda. Co się znajduje pod nimi nie wiemy, gdyż najgłębszy otwór wiertniczy, jaki wykonano w tej części kraju (w Nowym porcie), nie przekroczył 300 m. Nie znaleziono tedy starszych od kredy formacyj, chociaż natrafiono na nie dalej na zachodzie i w Prusach Wschodnich.

Kreda nie występuje nigdzie na powierzchni i, jakkolwiek jej ułożenie budzi poważny interes tektoniczny, to jednak w morfologii wpływ kredy niczem się nie zaznacza. Już dawno zauważono, że powierzchnia kredowa obniża się zwolna od południa w stronę morza. Znaną było również i powtarzaną w literaturze niemieckiej rzeczą, że powierzchnia ta w obrębie delty Wiślanej i zatoki Gdańskiej utrzymuje się prawie w równym poziomie. A jednak ów poziom w samej delcie Wisły, a w obrębie wyłącznie kredy senońskiej, wykazuje wahania od 75 do 125 m, gdy pominiemy jedno wiercenie, które dało poziom kredy w 62 m, jako poziom niepewny, i gdy pominiemy wiercenie w Jastarni, o wynikach też niepewnych, które zdradziło wcale znaczne obniżenie kredy, mianowicie do 170 m (?) poniżej poziomu morza. Jeżeli się zważy, że na Podolu zachodniem powierzchnia kredowa prawie nigdzie nie wykazuje znaczniejszych różnic poziomu, jak 50 m, to ma się skłonność do uznania powierzchni kredowej w delcie Wisły i w zatoce Gdańskiej, a więc na tym małym przynajmniej kawałku, za powierzchnię tektonicznie niezmienioną, lub bardzo mało zmienioną.

Nie odgrywa również żadnej roli w morfologii kraju oligocen, który jako dolne piętro trzeciorzędu zaściela prawie wszędzie utwory kredowe. Warstwy oligoceńskie bursztyno-nośne nie występują prawie nigdzie na powierzchni w krainie nadmorskiej. Tylko tu i ówdzie znane są jako luźne bryły, porwane przez lodowiec i porzucone wśród utworów dyluwjalnych,

Inaczej się rzecz przedstawia z innym piętnem trzeciorzędu, mianowicie z mioceniem. Miocen ukazuje się na wybrzeżu ponad poziomem morza na kempie Radłowskiej, Oxywskiej i Swarzewskiej. Stanowi zatem na znacznej przestrzeni ważny składnik wybrzeża polskiego. W skład miocenu wchodzi: śnieżno-białe, niezwykle drobno ziarniste, nawet czasem mialkie, zmieszane

z resztkami węgla piaski lyszczkowe, obok nich mialki, szary lub czekoladowy pył, rzadziej piaski grubo-ziarniste kwarcowe, rzadziej ławice czarno-zabarwionych ilów, wreszcie, co tu jest najbardziej charakterystyczne, cienkie lub grube warstwy węgla brunatnego. Owe pokłady burowęgla budziły oddawna zainteresowanie kół naukowych z powodu bardzo bogatej i dobrze zachowanej flory burowęglowej.

Warstwy miocenu mają ogólną skłonność do zachowania położenia poziomego. Tu i ówdzie jednak wykazują dość wyraźne nachylenia, co zauważono już dawno w pokładach burowęgla pod Rozewiem przy sposobności prób ich eksploatacji. Podobne nachylenia warstw miocenijskich można widzieć także na południe od Gdyni (za Kamieńcem=Steinberg). To jednak w tem najciekawsze, iż warstwy miocenijskie, które widać nieraz na dłuższej przestrzeni brzegu, urywają się nagle i znikają. Mają widocznie powierzchnię nierówną. Z tego powodu Zeise¹⁾ mówi o urozmaiconej przez erozję i przez tektonikę powierzchni miocenu i o predyspozycji dolin już w trzeciorzędzie. Także Sonntag²⁾ wspomina o miseczkowatych zagłębieniach w miocenie. Bez względu na to, jak nazwiemy owe zagłębienia, możemy na wielu miejscach stwierdzić (pod Radłowem, Oxywiem, czy Rozewiem), że miocen wyłania się z pod poziomu morza niekiedy nagle, i że te wyłonięcia pozostają w związku nie tyle z pogięciem czy obsunięciem miocenu, ile ze zniszczeniem jego powierzchni. Powierzchnia miocenu, oglądana na brzegu morza, jest zatem raczej powierzchnią denudacyjną aniżeli powierzchnią pierwotną. Ale i dalej od brzegu, o czym przekonywa drobny szkic (fig. 1), oparty na wynikach dostarczonych przez wiercenia, powierzchnia miocenu jest nierówna i wykształcona w postaci wysp, oddzielonych zagłębieniami. Ten charakter zachowuje również na południu, jak to wykazały studia Tornquista i Bayreuthera³⁾. Predyspozycja zatem dolin dyluwjalnych, a zwłaszcza doliny dolnej Wisły, jest możliwa.

¹⁾ Zeise O.-Wolff W.: Der Boden Westpreussens. Beiträge zur Landeskunde Westpreussens. Gdańsk 1905, str. 100.

²⁾ Sonntag P.: Geologie von Westpreussen... j. w. str. 65, 67.

³⁾ Tornquist A.: Geologie von Ostpreussen. Berlin 1910, str. 154 i inne fig. 35; Bayreuther W.: Die Oberflächengestalt von Pomeranien und ihre Abhängigkeit vom geologischen Aufbau. Królewiec 1913, dys., str. 38-46 i mapka.

Rozpostarte na miocenie dyluwjum zastało prawdopodobnie powierzchnię miocenską zniszczoną i nierówną. Już ten moment wpłynął niewątpliwie na zmienną grubość utworów dyluwjalnych. Grubość ta waha się w krainie przymorskiej od 10 do 120 m. Panującą formą złożenia utworów dyluwjalnych jest typ moreny dennej. Czy wokół jez. Żarnowieckiego rozwinęły się, jak przyjmuje Sonntag, girlandy moreny człowej, to kwestja, którą trzeba jeszcze zbadać.

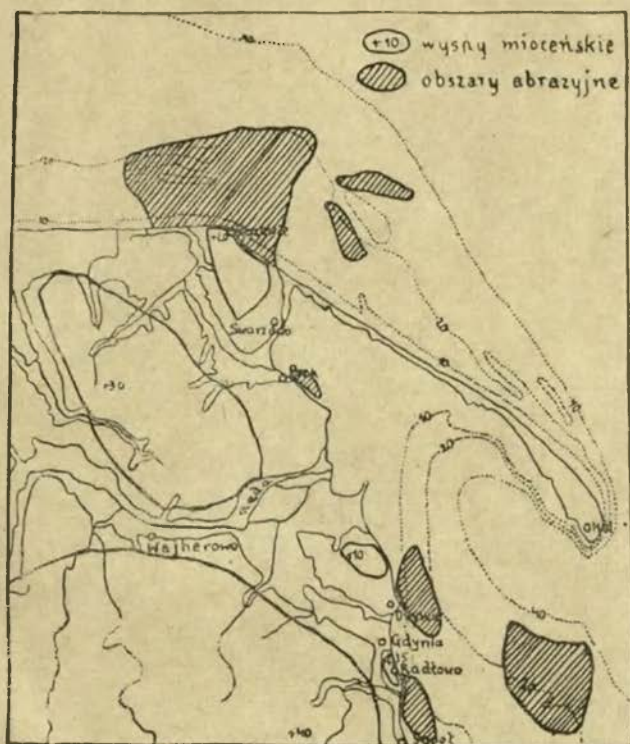


Fig. 1. — Wyspy miocenne w krainie przymorskiej i obszary abrazyjne na dnie morza.

Morena denna, a najlepszą jej stratygrafię dał swego czasu Jentsch¹⁾, składa się z margli lodowcowych i z naprzemian-

¹⁾ Jentsch A.: Über die neueren Fortschritte der Geologie Westpreussens. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1888, N. F. VII, 1, str. 159 i n.

ległych utworów fluwjoglacjalnych, w skład których wchodzi warstwy piasku, żwirów i ilów. Niekiedy obserwuje się na brzegach klifowych warstwy łupków (kolo Rucewa, Chłapowa i na zachód od Rozewia) w dolnych i bliższych miocenu warstwach dyluwjalnych. Odrazu trzeba podkreślić, iż w odkrywkach uderzyć musi każdego przewaga utworów fluwjoglacjalnych nad marglistemi. Przewagę tę stwierdził również nieco dalej na południu Zeise¹⁾, robiąc zdjęcie arkusza mapy geologicznej, sekcja Gdańsk. Margle występują tylko wyjątkowo w większym rozwinięciu. Przytem są to margle żółte lub szare (sine). Te ostatnie dostrzega się w tym samym poziomie, co i margle żółte, albo w poziomie niższym. W warstwowanych utworach fluwjoglacjalnych widzimy nieraz pogięcia warstw i nachylenia, o czym osobno pisał Sonntag²⁾. Tłumaczy się zwykle owe pogięcia ciśnieniem lodu, który zwałił się swoim ciężarem na utwory fluwjoglacjalne, i uważa się owe zaburzenia za dowód powrotnej pracy lodowca. Widzi się także, jak pewne części margli, w których ułożyły się warstewkami żwiry, wzięły udział w pogięciach, zwłaszcza lokalnych. Niektóre z owych zgięć bowiem noszą na sobie wyraźne piętno lokalne i związane są wbrew temu, co mówi Sonntag, z obsuwaniem się i urywaniem brzegu.

Utwory alluwjalne wypełniają zazwyczaj pogłębione i wogóle niższe części utworów dyluwjalnych. Spotykamy je przeto w dolinach dyluwjalnych i w niskich częściach wybrzeża. Zaslugują tu na uwagę przedewszystkiem torfowiska. Grubość torfów, rozpościerających się czy w okolicy jez. Żarnowieckiego czy w szerokiej dolinie Gdynia—Rewa waha się od 2 do 7 m³⁾. Ponieważ w wielu miejscach znaleziono (Chylonja, Puck, Karwia), iż dno dolinne, na którem leżą torfy, znajduje się pod poziomem morza (Puck, Gdynia, półwysep Helski), przeto torfy mimo swego

¹⁾ Zeise O.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preussen und benachbarten Bundesstaaten. Berlin 1903, Lieferung 107, Bl. Danzig, str. 19—20.

²⁾ Sonntag P.: Glaziale Stauchungen und Schichtenstörungen im Diluvium und Tertiär der Danziger Gegend. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1910, N. F. XII, 4, str. 24—26.

³⁾ Jentsch A.: Über die Moore der Provinz Preussen. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, 1878, str. 79; Sonntag P.: Geologie von Westpreussen . . . j. w. str. 225.

młodego wieku odgrywają ważną rolę, jako geologiczny składnik na wybrzeżu. Alluwjalnemi są także wydmy na wybrzeżu, których początek należy odnieść w czasy po ustąpieniu lodów. Nie wspominamy tu o innych zjawiskach świeżej daty, bo o nich przy sposobności będzie mowa.

Rola składników geologicznych w budowie wybrzeża oraz rola czynników przekształcających.

Decydująca rola składników geologicznych w urzeźbieniu wybrzeża przypada miocenowi i dyluwjum, mniej ważna utworom alluwjalnym. Ławice ciemnych ilów mioceńskich, a nawet produkcyjnego burowęgla (jak pod Chłapowem) lub potężne złoża margli dyluwjalnych rzadziej utworów fluwjoglacjalnych tworzą z reguły plażę wybrzeża polskiego. Ponieważ plaża ta przysypana jest piaskiem, żwirem lub głazami, przeto zwykle nie widać, co stanowi jej właściwą podstawę. Tylko tam, gdzie fala wzburzonego morza podsunie się pod sam brzeg i zmyje piaski z plaży, tylko tam odsłania się właściwa budowa plaży. Widzimy to pod Oxywiem, gdzie margle lodowcowe tworzą plażę lub pod Chłapowem, gdzie na plaży odsłoniętej przez fale, widać czarne ily burowęglowe. Tam, gdzie owe składniki występują, zachowują się tak, jakby były skałami. Plaża nosi charakter plaży skalistej. Rzadziej jako utwory plażotwórcze występują torfy, jak np. na zachód i na wschód od Karwi. Najczęściej zaś na plaży zjawiskiem są rozwinięte w różne formy piaski.

Brzegi zawdzięczają materiałowi mioceńskiemu i dyluwjalnemu niejedną ciekawą właściwość. Lekko nachylone warstwy mioceńskie, zwłaszcza owe z burowęgłem, mają skłonność do tworzenia stromych ścian. Nato niast piaski czy pyły mioceńskie obsuwają się po tych ścianach w dół i niekiedy tworzą usypujące się stożki. Jeszcze częściej wywiewa je wiatr, zwłaszcza wiejący wzdłuż ścian, i pozostawia odporne części ilaste, jako wyrażne podłużne karby i listewki. Utwory dyluwjalne zachowują się rozmaicie.

Najcharakterystyczniejsze jest wystąpienie margla lodowcowego. Margiel tworzy z reguły strome, prawie prostopadłe ściany, czasem nawet przewieszające się i obrywające. Prosto-

padłe szczeliny i pęknięcia wskazują na to, iż proces obrywania odbywa się skutkiem działania wody, mrozu i wogóle zmian temperatury, podobnie jak u skał litych. Zwykle tworzą margle obramienia górne stromych brzegów. Zdarza się jednak, że cała ściana klifu składa się z marglu lub że margiel powtarza się w niej kilka razy. Zawsze jednak zachowuje sobie właściwą formę. Inaczej reagują na czynniki zewnętrzne utwory fluwjoglacjalne. Występując zawsze w pewnym uwarstwieniu, tworzą nieraz poważną część brzegu. Zachowują się zaś w różny sposób. Zależy to od ich składu. Jeżeli są żwirami, o zabarwieniu żelazawo-brunatnym, stanowiącymi zazwyczaj dolną warstwę utworów fluwjoglacjalnych i występującymi na granicy miocenu i dyluwjum, reagują wówczas opornie na zniszczenie. Do kategorii tych utworów należałoby zaliczyć zlepieńce, które w potężnych blokach widzimy obsunięte na plażę (np. na południe od Mechlinek). Inne żwiry są łatwiejsze do zniszczenia, zwłaszcza im średnica otoczków jest mniejsza. Jeszcze łatwiej ulegają destrukcji piaski dyluwjalne, których potężne gdzieś warstwy obsuwają się w dół na wielkich nieraz przestrzeniach brzegu. W tych miejscach, gdzie występują piaski w większym rozwinięciu, stromość brzegu wyraźnie się zmniejsza.

Skutkiem zmieniającej się budowy brzeg staje się w swym profilu poprzecznym urozmaicony, zwłaszcza, jeżeli margle znajdują się pod i nad piaskami. Inaczej jednak zachowują się piaski, jeżeli ich warstwy są przetkane albo grubszymi warstewkami żwirowemi, albo różnej grubości warstewkami ilastymi. Wówczas mają ułożenie schodkowe. Warstwy ilaste lub żwirowe tworzą pionowo oberwane listwy, które przedzielają piaski, piaski natomiast obsypują się same albo wiatr je wywiewa.

Utwory alluwjalne, które w postaci warstwy kulturalnej przykrywają dyluwjum, nie odgrywają w rzeźbie wybrzeża ważniejszej roli. Natomiast tam, gdzie się rozwinęły jako piaski wydmołwórcze, tam obejmują na płaskim wybrzeżu rolę stromego brzegu, zwłaszcza jeżeli tworzą wydmy ustalone przez kulturę. Nierównie ważna rola przypada torfom, występującym na plaży a układającym się w silnie sprasowane warstwy poziome. Oderwane przez fale odłamy torfów, ulegają otoczeniu i zaokrągleniu i w tej formie stanowią na spółkę ze żwirami i z piaskiem materiał akumulacyjny wybrzeża.

Jako czynniki przekształcające wybrzeże wchodzi w rachubę czynniki atmosferyczne, hydrologiczne i morskie (por. str. 5), a więc mrozy, rozkruszające twarde zazwyczaj margle oraz deszcze, rozmiękczające je z góry lub tylko na powierzchni, odwilż gwałtowna, wnikająca w szczeliny, wody podziemne, które przepajają głęboko piaski, żwiry i, gromadząc się na warstwach nieprzepuszczalnych, przygotowują powoli wybrzeże do zniszczenia, często zaś stają się bezpośrednio przyczyną obrywów i obsunięć. Jako siły występują jeszcze wody, płynące w starych dolinach lub okresowo w suchych dolinkach i żlebach, źródła, wytryskające na brzegach, wreszcie wiatry, wiejące wzdłuż, wskos lub naprzeciw brzegów.

Największe jednak efekty uzyskuje swoją wieczną pracą nad wybrzeżem morze. Tamte czynniki przygotowują właściwie tylko materiał dla pracy morza. Z powodu braku widocznego i w skutkach odczuwanego przyptywu i odpływu na Bałtyku¹⁾, wchodzi w rachubę z pośród ruchów morza tylko falowanie oraz prądy morskie a zwłaszcza prądy powierzchniowe wyrównawcze. Ale i te dwa rodzaje ruchów morza wystarczają, ażeby praca morza była skuteczna. Podmywanie starych brzegów, zjawiska runięcia całych partii brzegu, uprzątywanie materiału z plaży, segragacja owego materiału i składanie go na innem miejscu — to wszystko objawy codziennej, uporczywie wytrwałej działalności morza na naszym wybrzeżu. Nawet najspokojniejsza fala nie przestaje wykonywać jednej z wymienionych czynności. Do prac morza należy jeszcze zaliczyć wykonywaną przez morze pracę na plaży zapomocą kry morskiej, wyrzucanej częstokroć na plażę. Plaża ulega pod ciśnieniem kry zrujnowaniu, a drobny materiał, przyczepiony do kry, bywa przenoszony, gdy silniejsza fala krę z plaży zmiecie, z miejsca na miejsce. O tej akcji morza nie należy zapominać tam zwłaszcza, gdzie zamarzanie prawie co roku się powtarza (w zatoce Puckiej).

Morze.

Ukształtowanie dna polskiego morza potraktujemy w związku z morfologią krainy przybrzeżnej. Izobata 40 m znaczy w sposób

¹⁾ Segelhandbuch für die Ostsee. I Abteilung. Meteorologische, klimatologische und physikalische Verhältnisse des Ostseegebietes. III. Aufl. Berlin 1906, str. 154. . . w Kilonji 7 cm, w Nowym porcie 7 mm, w Kłajpedzie 5 mm.

wyraźny właściwe zagłębienie zatoki Gdańskiej (por. fig. 1). Gdy bowiem owa izobata znajduje się na północ od wybrzeża pomorskiego i od mierzei Kurońskiej zazwyczaj w odległości 30 i więcej km, to w zatoce Gdańskiej przybliży się do mierzei Wiślanej na odległość niespełna 5 km, a do zachodniego i do wschodniego wybrzeża zatoki na odległość 8 km. Wkraczający w głębokie morze zatoki Gdańskiej (60—70 m) półwysep Helski, przesuwając izobatę 40 m dość daleko ku południowemu wschodowi. Charakterystyczny przebieg ma również izobata 20 m. Przebieg jej zdradza istnienie podwodnych *ryfów* na Wielkim morzu, co zaznaczone jest również na szkicu. Izobata 10 m nie oddala się na więcej jak na 1,5 km od wybrzeża na Wielkim morzu. W większej odległości od brzegu znajduje się dopiero po zachodniej stronie zatoki Gdańskiej. Tu nie przekracza linii prostej Oxywie-Kuźnica, a zbliżywszy się znacznie do przylądków Oxywskiego i Orłowskiego, oddala się potem aż do uścia Wisły z roku 1895. Wewnątrz tej izobaty spotykamy nad Wielkim morzem również sporo *ryfów* podwodnych. Zatoka Pucka, której głębokość nie schodzi nigdzie poniżej 10 m, jest oddzielona od zatoki Gdańskiej długim na 11 km podwodnym *ryfem*. *Ryf* ten jest dość szeroką *mielizną*, głęboką od 2 do 0,5 m. Zowią go także „*mielizną mew*“, gdyż, gdy się przy wietrze północno-zachodnim wyłoni z wody, miejscami jako naga podłużna wyspa, staje się wtedy ulubionym siedliskiem *mew* i wszelkiego innego ptactwa. *Ryf* małomorski jest przerywany sztucznie koło Réwy t. zw. *dypką*, głęboką od 4—6 m.

Na dnie zatoki Puckiej zasługuje przedewszystkiem na uwagę głębsza rynną, biegnąca od *dypki* na północ w kierunku Pucka. Ciekawe jest również zagłębienie kociołkowe naprzeciw Kuźnicy, dochodzące do głębokości 7,5 m. Pozatem morze Małe, którego powierzchnię należy przyjąć na około 100 km², reprezentuje głębokości od 2—3 m. W tych warunkach jest żegluga na Małym morzu bardzo utrudniona, zwłaszcza dla statków, zanurzających się więcej aniżeli 2 m. Nawet dostęp statków i łodzi rybackich do wybrzeży jest w wielu miejscach niełatwym np. w Jastarni, w Kuźnicy.

Wiele jest znamion, które przemawiają za zanurzeniem się kraju nadbrzeżnego pomorskiego w morze i za powstaniem wybrzeża przedewszystkiem skutkiem tego ruchu. W takim razie

należy uważać i rozpatrywać dno morza jako przedłużenie lądu. Łąd rozpościerał się prawdopodobnie dalej na północ i na wschód. Mimo to, nie spotykamy w budowie dna nad Wielkim morzem i w zatoce Gdańskiej żadnych wyraźnych śladów form lądowych, a więc resztek kemp i zanurzonych dolin. Tylko w zatoce Puckiej możnaby głębię rynienkowatą, poniżej 5 m, która stanowi ważną drogę dla statków, jadących z Gdańska do Pucka, uważać za przedłużenie doliny dyluwjalnej Reda—Rewa, o czym później. Poza zatoką Pucką różnice terenu zostały widocznie zniwelowane przez intensywną abrazję morską, nawet przez akumulację morską częściowo zasypane. Jest w każdym razie rzeczą szczególną, iż mimo że zanurzenie wybrzeża w zatoce Gdańskiej nie podlega wątpliwości, to jednak nie zachowała się podwodna dolina takiej wielkiej rzeki, jaką jest Wisła. Zachowała się zaś podwodna dolina Odry.

Toby przemawiało za powolnem obniżaniem się naszego wybrzeża i za powoli, a w ślad za tem, postępującą abrazją. Małe morze nie podlegało abrazji, zakrojonej na większą skalę. Jego fale nie sięgały ani zbyt daleko ani zbyt głęboko, nie miały więc dostatecznej siły niszczącej. Tem bardziej, że tworzący się oddawna ryf podwodny, ochraniał Małe morze przed naporem fal, idących z zatoki Gdańskiej. Na Małym morzu mogły się przeto prędzej zachować formy lądowe.

Czy istnieją jednak ślady abrazyjnej pracy morza i czy dadzą się wyznaczyć obszary obrazji morskiej, tak jak to uczyniono na mapce (por. fig. 1). Materiał, wyzyskany także częściowo przez Jentscha¹⁾, znajdujemy na mapach morskich i w Ostseehandbuchu²⁾. Mapy morskie znaczą wszędzie w pobliżu wybrzeży piasek gruboziarnisty, jak naprzeciw Rozewia, drobniejszy, jak naprzeciw półwyspu Helskiego, niebieski il w zatoce Gdańskiej i między Helem a Oxywiem. W podręczniku żeglarskim morza Bałtyckiego znajdujemy wiadomości dokładniejsze. Mianowicie, w odległości 4 km na północ od Oxywia znajduje się ławica kamienista (w obrębie izobaty 10 m) w głębokości 4 do 6 m, a dno morza jest naprzeciw Oxywia wogóle

¹⁾ Jentsch A.: *Geologie der Dünen. Handbuch des deutschen Dünenbaues*. Berlin 1900, str. 33 mapka.

²⁾ Ostseehandbuch. Südlicher Teil. Sechste Auflage, Berlin 1915, str. 440—441.

nierówne i kamieniste. Także naprzeciw Orłowskiego przylądka jest dno morza kamieniste, a w stronę Sopotu ciągnie się nawet wał kamienisty, ponad którym wody są tylko na 4 m głębokie. Małe morze ma również dno przy stromych brzegach margliste i kamieniste, i to nawet, co każdy kąpiący się stwierdzić łatwo może, w odległości 100 do 200 m od brzegu. Rybacy twierdzą, iż przy zarzucaniu kotwic natrafiają w niektórych miejscach w zatoce na torfy. Wielkie bloki, jakie widzimy wystające z morza naprzeciw Rozewia, zdradzają również niewątpliwy obszar abrazyjny.

Jako czynniki twórcze czy niszczycielskie wchodzą w grę w pracy morza falowanie i prądy morskie. Falowanie morza polskiego i jego rozmiary prawie nie są znane. Natomiast sprawa prądów morskich, jakkolwiek również mało badana, zwłaszcza na Małym morzu i w południowo-zachodnim zakątku zatoki Gdańskiej, w grubszych przynajmniej zarysach jest znana. Brückmann¹⁾ twierdzi, iż zgodnie z przeważającym kierunkiem wiatrów na wybrzeżu pomorskim (45% wiatrów przypada jako średnia z lat 1909—1913 na wiatry zachodnie) posuwa się wzdłuż wybrzeża polskiego prąd ku wschodowi. Ruch flaszek pokazuje, iż prąd ten biegnie (w odległości 1—1,5 km od wybrzeża) wzdłuż wybrzeża pomorskiego, a potem wzdłuż półwyspu Helskiego. Następnie przenosi się na mierzeję Wiślaną, o czym wspomina już w roku 1850 Krause²⁾, skąd porusza się ku Sambji. Jak się zachowuje pomiędzy końcem półwyspu a ujściem Wisły Gdańskiej, nie wiadomo. Należy przypuszczać, iż jedna z odnóg prądu dochodzi aż do ujścia Wisły Gdańskiej. Zwłaszcza gdy Wisła jest wezbrana i przynosi do morza dużo wody, tak że wytwarza się przez to silny prąd do ujść Wisły ku północnemu wchodowi, następuje niewątpliwie wciąganie prądu Helskiego w nurt prądu Wiślanego³⁾.

Gdy jednak wieją przez czas dłuższy wiatry wschodnie, wówczas powstaje i rozwija się prąd, który prze wody ze wschodu ku zachodowi, a więc od Sambji wzdłuż mierzei Wiśla-

¹⁾ Brückmann R.: Strömungen an der Süd- und Ostküste des baltischen Meeres. Stuttgart 1919, str. 44—45.

²⁾ Krause G. C. A.: Der Dünenbau auf den Ostseeküsten West-Preussens. Berlin 1850, str. 20.

³⁾ Brückmann R.: Strömungen . . . j. w. str. 50.

nej lub wprost do Helu. Z chwilą, gdy wiatry wschodnie wiać przestaną, wraca do swego panowania prąd wschodni. Prąd zachodni, rzadszy, lecz silniejszy, pcha wody od ujść Wisły wzdłuż wybrzeża ku północy i prawdopodobnie, obiegwszy wgięcie zatoki Gdańskiej między Oxywem a Helem, wraca ze zachodu ku półwyspowi. Być może jednak, iż pod wpływem przeważających wiatrów zachodnich powstaje między Oxywem, Rewą, Jastarnią a Helem prąd wschodni, analogiczny do tamtego na Wielkim morzu, lecz o sile znacznie mniejszej, który obok prądu, idącego ze wschodu, pracuje nad budową półwyspu z tej strony. Przy końcu półwyspu spotyka się ów prąd z prądem wschodnim Wielkiego morza. Jeżeli zaś tak jest, to jest rzeczą możliwą, iż skutkiem krzyżowania się obu prądów następuje w tem miejscu wzmożona akumulacja, tem samem szybkie stosunkowo narastanie cyplu Helu.

Wątpić tylko należy, czy to jest prąd indentyczny z prądem, który według Lakowitza¹⁾ powstaje i biegnie w tym samym kierunku, ale nie przy wiatrach wschodnich, lecz przy spokojnej pogodzie. Rzecz wymaga jeszcze wyjaśnienia. Obserwacja luźnych trzasek i t. p. odpadków z budującego się portu w Gdyni (w roku 1921) wskazuje na tentencję ruchu wody z Gdyni na północ i ku wschodowi. Spotykałem trzaski koło Helu i na północ od Oxywia. Co prawda dochodziły także z wiatrem północno-zachodnim do Orlowa. Podobne poszlaki jak i te, które przytacza Wünsche²⁾ mianowicie, że drzewo dostaje się z Wisły aż na Hel, nie pozwalają w każdym razie na przyjęcie stałego prądu od ujść Wisły w stronę Helu. Mogą to być, co najwyżej, prądy przejściowe, wywołane dłużej trwającymi i silnymi wiatrami zachodnimi czy wschodnimi. Wody Wisły bowiem nie zdołają przekroczyć głębi 60—70 m, jaka oddziela ujście Wisły od końca Helu, nie utraciwszy po drodze materiału, który ze sobą niosą (namułu, piasku)³⁾, pomijając, że skutkiem rotacji ziemi ulegną odchyleniu na wschód.

¹⁾ Lakowitz C.: Die Danziger Bucht. Beiträge zur Landeskunde West-Preussens, Danzig 1905, str. 55.

²⁾ Wünsche H.: Studien aus der Halbinsel Hela. Diss. Drezno 1904, str. 8 — 9.

³⁾ Brückmann R.: Strömungen an der Süd- und Ostküste des baltischen Meeres . . . j. w. str. 57.

O prądach wglębnych wiemy mało. To tylko jest rzeczą pewną, że wiatry zachodnie odpędzają wody powierzchniowe od zachodniego wybrzeża zatoki Gdańskiej ku wschodowi. Na ich miejsce występują z głębi wody wglębne, ciepłe w zimie, a zimne w lecie. Należałoby tylko zbadać czy to są istotnie wody ciężkie i słone, gromadzące się jako prąd morza Północnego na dnie zatoki Gdańskiej.

O prądach w zatoce Puckiej prawie nic nie wiemy. Jest możliwe przesuwanie się tam wód powierzchniowych z północy na południe. Wskazuje na to ruch przedmiotów oraz wychylanie się „ryfu mew” z wód przy wietrze północno-zachodnim.

Jakie działania należy przypisać wspomnianym prądom? Dawniej sądzono¹⁾, że prąd wschodni niszczy wybrzeża i pogłębia dno morza, prąd zachodni zaś rozszerza wybrzeża i przyczynia się do spłylenia dna morskiego. Dziś wiemy, że jedynym skutkiem działania prądów jest przemieszczanie mas piasku wzdłuż wybrzeża, tworzenie mielizn i ławic podwodnych. Działanie wzbudzające dno i transportujące piaski przez prądy bałtyckie należy — zdaniem Brückmanna²⁾ — odnosić na Bałtyku przy silnych wiatrach do głębokości 50 m, odpowiadającej średniej głębokości Bałtyku. W każdym razie izobata 40 m do statecznie wyjaśnia, gdzie działalność akumulacyjna prądu jest znaczniejsza. Gdy zaś weźmiemy do pomocy izobatę 20 m, wówczas zobaczymy, iż ogromne ilości piasków gromadzą się wzdłuż wybrzeża pomorskiego aż do Rozewia, potem w zatoce Gdańskiej przy jej zachodnim wybrzeżu, a to głównie z powodu Helu, potem na zachód i na północ od półwyspu Sambijskiego, ale przede wszystkim na zachód od mierzei Kurońskiej.

Południowy brzeg zatoki Gdańskiej nie jest miejscem akumulacji piasków przez prądy. Prąd zachodni bowiem łączy się po raz pierwszy przy Rozewiu a po raz drugi przy końcu Helu, i osłabia się. Gromadzenie się piasków przy polskim wybrzeżu zatoki Gdańskiej przypisać należy przede wszystkim prądowi, idącemu od wschodu. Prąd ten wywołał prawdopodobnie zjawiska wyrównania częściowego i zapiaszczenia

¹⁾ Krause G. e. A.: *Der Dünenbau* . . . j. w. str. 23.

²⁾ Brückmann R.: *Strömungen an der Süd- und Ostküste des baltischen Meeres* . . . j. w. str. 57.

wybrzeża od Sopotu aż po Rewę, a nawet powstanie ryfu między Rewą a Kuźnicą.

Nie potrzeba tu objaśniać, że prądy wpływają na bogactwo piasków na plaży tylko pośrednio. Piaski bowiem wyrzuca na plażę fala. Ona także buduje podwodne ryfy. Działanie fali jednak jest na wybrzeżu polskim jeszcze mniej znane niż działanie prądów.

ROZDZIAŁ II

SZCZEGÓŁOWY OPIS WYBRZEŻA POLSKIEGO

Podział wybrzeża polskiego na odcinki.

Wybrzeże polskie nie jest całością o charakterze jednolitym. Składa się z dosyć licznych części, które się różnią między sobą formą i wyglądem. (por. fig. 2).

Według tego rozróżnić można nad Małym morzem następujące odcinki. Od miejsca, gdzie wysoki brzeg, jaki widzimy w delcie Wisły, zbliża się do morza, a tem samem od granicy między Polską a Gdańskiem, do ujścia potoku Kaczego czyli do Orłowa, to pierwszy odcinek, od Orłowa do Gdyni drugi. Oba te odcinki, jakkolwiek pod wielu względami do siebie podobne, różnią się kierunkiem linii brzegowej, stopniem zniszczenia, plażą i wielu innemi względami. Odcinek wybrzeża między Orłowem a Gdynią stanowi obramienie kempy Radłowskiej.

Osobne odcinki wybrzeża nad Małym morzem stanowią kempa Oxywska, Pucka i Swarzewska. Pomiędzy niemi położone, a uchodzące do morza, doliny dyluwjalne, oddzielające kempy od siebie, należy traktować również jako osobne części wybrzeża. W ten sposób da się odróżnić nad Małym morzem ośm odcinków. Jestrzeczą charakterystyczną, iż linja brzegowa tych odcinków wykazuje stale dwa kierunki, mianowicie: północno-południowy, jak np. Kolibki—Orłowo, Gdynia—Oxywie, zatoka Rewska—Rucewo, zatoka Pucka—Wielka wieś, lub kierunek południowo-południowo-wschodni—północno-północno-zachodni, jak np. Orłowo—Gdynia, Oxywie—Mechlinki, Rucewo—Puck. Im dalej na północ, tem bardziej ów ostatni kierunek skręca na północny zachód, jak to widzimy doskonale na kempie Puckiej. Jako osobny odcinek nad Małym morzem, a zarazem dziesiąty i naj-

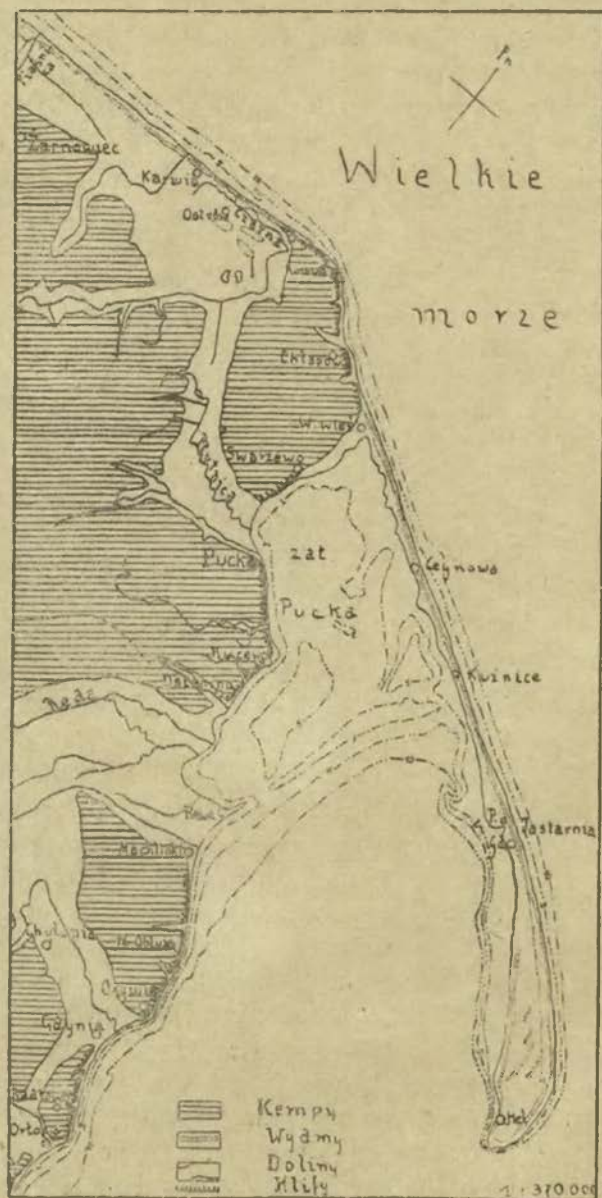


Fig. 2 — Odcinki wybrzeża polskiego.

dłuższy, należy wymienić wybrzeże półwyspu Helskiego od Wielkiej wsi do Jastarni.

Nad Wielkim morzem rozróżniamy trzy odcinki. Odcinek środkowy stanowi kempa Swarzewska od Jastrzębiej góry koło Tupadeł do Wielkiej wsi, odcinek zachodni rozpościera się od Jastrzębiej góry zachodniej do granicznej rzeki Piaśnicy, oraz odcinek wschodni, obejmujący wybrzeże półwyspu Helskiego od północnego wschodu i od południowego zachodu na przestrzeni od Helu do Jastarni. Od Piaśnicy do przylądka Rozewskiego kierunek wybrzeża jest prawie zachodnio-wschodni, więc równoleżnikowy. Od przylądka Rozewskiego atoli kierunek wybrzeża przechodzi w północno-zachodni i południowo-wschodni, a więc taki sam, jaki widzimy na kempie Puckiej od Rucewa do Pucka. Półwysep Helski, który stanowi przedłużenie wybrzeża w tym kierunku, biegnie równolegle do linii brzegowej na kempie Puckiej.

Krótki opis poświęcimy każdemu z odcinków.

Odcinek granica z Gdańskiem — Orłowo.

Odcinek wybrzeża polskiego od rzeczki granicznej terytorjum polskiego z wolnem miastem Gdańskiem aż do potoka w Kolibkach ma plażę piaszczystą, dochodzącą 10 i więcej m szerokości. Na plaży tej widać stary, porośły drzewami i wydmuchszycą wał plażowy. Brzeg, przypierający do plaży, jest stromy i dosyć wysoki. Najwyżej wznosi się w górze Zamkowej (41 m). Stąd opada tak ku Kolibkom, jak i do granicy polsko-gdańskiej. Jakkolwiek jestto grzbiet mało rozryty żlebami, to jednak linja grzbietu jest nierówna, zębata. Silne zarosty dębów i buków na brzegu nie pozwalają na dokładniejsze zbadanie brzegu. W każdym razie wyłaniają się w wielu miejscach piaski i żwirzy dyluwjalne. Brzegi plaży mają wygląd form już ustalonych, na które dosyć dawno nie działało bezpośrednio morze. Wielka stromość brzegu przemawia jednak za tem, że mamy tu do czynienia z zestarzałym dopiero niedawno klifem.

Między potokiem, płynącym od Kolibek, a potokiem Kaczym, widzimy nagle brzeg obniżony do 10 m n. p. m. Zbudowany z warstwowanych utworów fluwjoglacjalnych, przykryty jest z wierzchu drobnym żwirem i piaskiem. Plaża, zasłana przeważnie piaskiem, ma jednak tu i ówdzie drobne żwirki. Służy na postój łodziom

rybackim i jako miejsce kąpielowe gości Orłowa. W cichej i zasłoniętej przed wiatrami zachodnimi zatoce Orłowa (por. tabl. fig. 1) gromadzi się wielka ilość glonów. Ale uwagę przykuwa do siebie owa przeszło 0,5 km szeroka terasa 10 m nadmorska, reprezentująca nagłe obniżenie linii brzegowej. W terasę ową wcinają się tak potok Kolibecki jak Kaczy, żywym nurtem spadając po niej do morza.

Szeroką tarasę można interpretować jako dno doliny dyluwialnej (por. str. 10), wyścielonej piaskami i żwirami, w które to dno wcinają się oba potoki głębokimi jarami. Tem samym stare dno doliny dyluwialnej wisi nad morzem. Jest to szczególnieśtychane znaczenia dla genezy polskiego wybrzeża, na który potem przyjdzie się powołać.

Odcinek wybrzeża między Orłowem a Gdynią.

W odcinku Orłowo—Gdynia uderza przede wszystkim stromy i przeważnie obsunięty brzeg kempy Radłowskiej. Odrzuć, że ekspozycja brzegu jest taka, iż dopuszcza do zniszczenia brzegu przez fale, powstające z wiatrami panującymi. Jest to moment bardzo ważny, jeżeli się zważy, iż zasłonięcie brzegu przed wiatrami zachodnimi wpływa na ustalenie się brzegu.

Począwszy od przylądka Orłowskiego, jesteśmy prawie wszędzie świadkami zniszczenia. Na samym przylądku zwisają obsunięte fundamenty jakiejś budowli (cegielni?). Zaraz za przylądkiem zaczynają się obsunięcia wcale znaczne na przestrzeni 9,5 km. Brzeg, osiągnąwszy znaczne wysokości, bo przenoszące 50 m, obniża się niebawem i odsuwa od morza. Uchodzi w tym miejscu do morza kilka suchych dolin z pod Radłowskiego wzgórza (91 m). Dawne dna owych dolin znajdują się znacznie wyżej aniżeli dzisiejsze suche koryta. Zjawiska wznoszenia się dna doliny ponad plażę i ponad poziom morza nigdzie piękniej obserwować nie można, jak nieco dalej między punktem 61 m (na karcie 1:25.000) a Kamieńcem (Kamienną górą). Tu wznosi się dawne dno potoka około 10 m ponad poziom morza. Wyjątek od reguły stanowią krótkie, spadziste żleby, pochodzenia całkiem świeżego.

Na brzegu odcinka zjawia się miocen, jako podstawa dyluwjum, rozwiniętego na górze. Miocen zapada miejscami łągodnie to na północ to na południe, miejscami jednak tworzy,

długie na 0,5 km, poziomo ułożone ławice. W skład miocenu wchodzi ciemne ropy burowęgłowe, oraz utwory pylaste z warstewkami węglowymi. Miocen wznosi się od 6 do 15 m n. p. m. Mimo pozornych zgieć wygląda na utwór, zniszczony przez erozję. Na krawędziach dolin warstwy miocenu są wyraźnie ścięte.

Bezpośrednio na miocenie zauważono już dosyć dawno na przylądku Orłowskim ropy Yoldjowe, z *Yoldia arctica* a nawet *Astarte borealis* i *Cyprina islandica*¹⁾. Obsunięte, czerwono zabarwione ropy widziałem także na samym przylądku. Nieco dalej na północ pod wspaiałą niszą, powstałą skutkiem usuwiska, znalazłem również popielaty, wilgotnawy il bez śladów resztek organicznych, na pograniczu miocenu i dyluwjum. Na tej warstewce leżała gruba warstwa czerwono zabarwionych, żelazistych żwirów, która i nieco wyżej pod marglem tu i ówdzie się powtarza. Na tem występują z reguły piaski i żwiry, gdzie indziej i wyjątkowo potężnie rozwinięte, z reguły zaś, która kilka ma tylko wyjątków, leży na piaskach żółtawy margiel. Zaraz za Orłowem rozwinęły się na marglach piaski. Przedstawione tu następstwo prawie wszędzie się powtarza. Ponieważ margle dyluwjalne oraz ropy miocenne mają skłonność do tworzenia pionowych ścian, a piaski, żwiry dyluwjalne i pyły miocenne stale się obsypują, przeto profil klifu wykazuje podwójne załamanie.

Wspomnieć jeszcze należy o pewnych szczególnych zjawiskach, jakie na odcinku Orłowo - Gdynia spotykamy. Do tych należy nadzwyczajny rozwój margla lodowcowego na Kamieńcu. Przypada on na wyraźną depresję miocenu i na krawędź potężnej doliny dyluwjalnej koło Gdyni. Wkładki piasków i żwirów razem z marglem uległy pogięciu i nasunięciu na miocen, w tem miejscu zniszczony prawdopodobnie skutkiem erozji. Strome, wysokie do 25 m ściany, obrywają się pod wpływem denudacji, której ślady widzimy między innymi w bogatym urzeźbieniu ścian (por. tabl. fig. 2) i w zjawiskach piramid ziemnych. Jako drugie bardzo ciekawe zjawisko należy wymienić rozwój w pewnem miejscu nieco zgiętych pokładów grubych żwirów

¹⁾ Zeise O.: Bericht über die Ergebnisse der Aufnahmen in der Danziger Gegend. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1896. str. LXXXVIII.

kredowych pośród piasków dyluwjalnych. Wygląda to znowu na utwór powstały w szczelinie lodowca.

Plaża w tym odcinku jest naogół wąska, a nawet miejscami prawie jej nie ma, jak np. pod przylądkiem Orłowskim. Tam, gdzie morze podchodzi w pobliże klifu i gdzie spadają na plażę odłamy margli, jest ona kamienista, zarzucona dużymi blokami i drobnym żwirem. W takich wypadkach daleko jeszcze w morzu widać głazy i ilaste dno. Plaża staje się jednak szersza w miejscach, gdzie uchodzą do morza wiszące dolinki. Morze oddala się od brzegu, zwłaszcza przy ujściu potoków, spadających wprost z pod Radłowskiej góry ku morzu. Mamy w tym miejscu plażę szeroką, ze starym wałem plażowym pod samym brzegiem. Ów wał, obcięty już przez fale, tworzy niski klif. Bliżej morza powstawać zaczyna nowy wał. Stary wał jest już ustalony i nawet zarosły krzewami.

Odcinek Gdynia—Oxywie.

Między Gdynią a Oxywiem rozpościera się szeroka dolina dyluwjalna, w której płynie dzisiaj mały potok Chyloński. Dolina ta, szeroka koło Chylonji na 3 km, rozszerza się koło Gdyni na 4 km. Równe dno doliny jest zajęte przez torfowiska, których grubość, stwierdzona wierceniami, dochodzi do 7 m. Stoki doliny straciły już swoją dawną stromość. Są dziś obsunięte i poryte suchymi żlebami w przeważnej części zalesione, czasem puste. Występują na nich w znacznym rozwinięciu piaski, które widzimy także u stóp stoków dolinnych w terasowym nagromadzeniu. Tu i ówdzie, jak np. pod Oxywiem, wysuwają się ze żlebów pięknie rozwinięte stóжки nasypowe. Nas obchodzi jednak ta część doliny, która stanowi wybrzeże. Jest to wąski na parę set m pas, atoli bardzo ciekawy. Zalegają go piaski, które między innymi decydują dodatkowo o plaży w Gdyni. Od Gdyni począwszy, gdzie plaża jest najszersza (15 do 20 m), plaża staje się coraz to węższą, w miarę jak się zbliżamy ku Oxywiu.

Czyste piaski mieszają się tu niebawem z drobnym żwirem. Pod Oxywiem żwir staje się coraz grubszy, a wnet pojawiają się na plaży duże głazy. Na piaszczystym dnie zatoki Oxywskiej zauważono przy budowie portu podwodne wały. W zatoce pod Oxywiem, zasłoniętej przed wiatrami zachodnimi, gromadzą się, podobnie jak w zatoce pod Orłowem wielkie ilości glonów.

Plażę otacza od strony doliny wał piaszczysty na kilka metrów wysoki i dosyć stromy. Od strony lądu jest zarosły przez trawy i przez bogato tu występujący mikołajek (*Eryngium maritimum*). Równolegle do tego wału ciągnie się kilka wałów drobniejszych. Po pewnej przerwie zaś a bliżej drogi bitej z Gdyni do Oxywia, widzimy jeszcze starsze wały, zarosłe trawą. Miejscami jednak rozwiewa je wiatr. Wtedy ukazuje się pod zmieszaną z piaskiem darnią 0,2–0,5 m gruba warstwa torfiasta. Piaski wychodzą wyjątkowo poza drogę. Tam panują wszechwładnie torfy.

Wyjaśnienie opisanych form jest nietrudne, dzięki przekrojom, dostarczonym nam przez Kierownictwo budowy portu w Gdyni. Z profilów tych wynika, co następuje. Torfy z poza drogi, sprasowane przez piaski, na nich leżące, lub co prawdopodobniejsze, zniszczone przez morze, osiągają bliżej morza grubość zaledwie 1,0 do 1,5 m. W odległości 200 m od linii wody spotyka się je w głębokości 5,0 m a w samej linii wody 5,5 m. Niewątpliwie wyklinowują się na płaskim dnie zatoki, a nieco dalej zupełnie znikają, zniszczone przez fale. Pod torfami, o grubości 1,1–1,7 m, znaleziono w pobliżu wybrzeża piasek gliniasty, a piasek miałki i drobnoziarnisty w odległości 400 m od wybrzeża. Nad torfami znalezione drobno-ziarniste piaski, przekładane warstwami drobnego żwirku. Piaski tworzą, jak wiadomo, nadbrzeżne wały.

Na podstawie tego, co nam odkrywa przekrój, możemy przypuścić, iż morze zniszczyło, wdarłszy się w dolinę dyluwialną, torfy i sięgało ongiś znacznie dalej, bo aż poza drogę Gdynia-Oxywie. Świadczy o tem wyraźnie zasypanie piaskami i żwirkami. Drobny żwir na torfach, ślad niewątpliwej pracy morza, spotyka się w starych piaszczystych wałach przydrożnych. Po rozwianiu wałów przez wiatr żwir pozostaje na miejscu. Z kolei morze zaczęło się cofać ku wschodowi i ustępować. Zatoka Gdyńsko-oxywska, dawniej obszerniejsza, zaczęła się zmniejszać, jej wygięcie półkoliste zaczęło się wyprostowywać. Wał przeniósł się dalej. W ślad za tym procesem poszła (zwłaszcza wzdłuż potoku Chyłośkiego) roślinność torfiasta i zajęła chwilowo stare wały. O pobycie morza nieco dalej w głębi doliny świadczy jeszcze stromy, prawie klifowy brzeg zaraz u przylądka Oxywskiego (fig. 3), który wyraźnie odbija od spłaszczonych już brzegów dolinnych.

Przy silnym wietrze wschodnim morze podmywa wał plażowy i stwarza niski klif. Widzimy to szczególnie dobrze pod samem Oxywiem, gdzie na obcięty wał nadbrzeżny nasunął się płaski stożek nasypowy, idący ze żlebu pod Oxywiem, i podniósł przez to wysokość wału. Zasluguje na uwagę, iż potok Chyłoński, zamknięty walem, ma utrudniony odpływ do morza. Uchodzi z wyraźnem odchyleniem ku południowi. Ujście jego jednak ulega częstemu zasypaniu i częstym zmianom.

Odcinek Oxywie—Mechlinki.

Odcinek Oxywie—Mechlinki, o długości około 7 km reprezentuje regularnie rozwinięty brzeg klifowy i zmieniającą się co do szerokości plażę. Ponieważ powierzchnia kempy Oxywskiej przed-

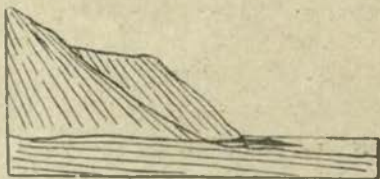


Fig. 3. — Stromy stok przylądka Oxywskiego.

stawia od strony morza idealną wprost równinę, przeto linja górną brzegu jest nieurozmaicona. Wysokość brzegu waha się od 30 do 40 m n. p. m. Mierzone tu i ówdzie spadki mają 20 do 40° (jak na przylądku Oxywskim, por. fig. 3). Są skutkiem tego zwykle nagie i ob-

sunięte, chociaż nie brak miejsc zalesionych i ustalonych. Przecinają ów brzeg dosyć liczne żleby. Są one, z wyjątkiem dwóch, krótkie i uchodzą do morza w jego poziomie. Świadczy to o ich świeżem pochodzeniu. Nie można tego powiedzieć o długich dolinach Ostrowskiej i o Babim dole, których stare dna wiszą ponad poziomem morza. Brzeg na tym odcinku jest podobnie zbudowany jak w odcinku Radłowskim. Miocen zjawia się jednak dosyć późno, bo dopiero pod Nowym Oblużem, aby niebawem zniknąć i wystąpić dopiero za Babim dołem. Z tego wynika, iż kryjący się pod Kamieniem miocen wylania się dopiero w środku kempy Oxywskiej. W tem miejscu brzeg kempy wznosi się najwyżej, bo do wysokości 40 m. Miocen jest reprezentowany przez miążkie pyły i drobne piaski, przekłane warstewkami węgla. Poziom górny tych warstw nie przekracza 15 m n. p. m. Układ warstw nie jest jednak horyzontalny. Miejscami dosyć trudno go śledzić z powodu obsuwających się piasków dyluwjalnych.

Utwory dyluwjalne składają się pospolicie z margli, przeważnie w górze na brzegu spotykanych. Margiel ów, żółtawej barwy, jest doskonale rozwinięty i tworzy ściany, wysokie na 5–8 m, które stanowią ostro urwaną krawędź linii brzegowej. Tu i ówdzie obsuwa się ów margiel w dół i tworzy ściany, sięgające aż do plaży. Obok żółtawego margla zjawia się zastępczo margiel szary, popielatej barwy. Pod marglem żółtym leżą z reguły piaski dyluwjalne. Rozwinięte są w cienkich lub grubych warstwach, poprzedzielanych albo warstwami żwirów, albo warstwami ilastymi o różnej grubości. Wśród warstw żwirowych zasługuje na uwagę poważny rozwój warstwy zlepieńcowej, którą śledzić można niezbyt wysoko nad poziomem morza od Nowego Obluża aż po Mechlinki. Potężne bloki zlepieńca spadają nieraz na plażę. Powstanie zlepieńca pośród piasków i żwirów dyluwjalnych jest niezwykle ciekawe i świadczy o działaniu na znacznej przestrzeni na żwiry zlepiszczą wapiennego.

Pod piaskami i pod żwirami dyluwjalnymi występuje w odkrywcę pod Oxywem drugi margiel, którego grubości niepodobna oznaczyć z tego powodu, ponieważ schodzi pod poziom morza. Co się znajduje pod tym marglem, trudno dociec. W tej samej odsłonce można skonstatować dwa bardzo ciekawe szczegóły. Mianowicie zachowaną pośród żwirów, położonych nad marglem dolnym, warstewkę zwęgloną 2–10 cm grubą, i nieco dalej od tego miejsca na północ pogięcie i zaburzenie piasków i żwirów, na których leży niezaburzony margiel żółtawej barwy. Tak wystąpienie margla drugiego, jak pojawienie się wśród żwirów, a ponad marglem dolnym, warstewki zwęglonej, jak wreszcie miejscowe pogięcia piasków i żwirów, to wszystko świadczy o możliwości istnienia w tem miejscu warstw o charakterze międzylodowcowym. Warstwy interglacialne uległy jednak zaburzeniom przed osadzeniem się margla żółtawego.

Plaża na tym odcinku jest wąska i zavalona głazami, oderwanymi z margli, lub zasypana układającymi się w stożki piaskami (por. tabl. fig. 3). Widać to zwłaszcza w pobliżu przylądka Oxywskiego i pod Nowym Oblużem. Są to bowiem punkty najbardziej atakowane przez fale. W tych miejscach plaża jest zredukowana do minimum i jest zwykle plażą kamienistą. Inaczej się sprawa przedstawia poza przylądkami. Tu plaża się rozszerza od 10 do 15 m. Miejscami nosi nawet charakter plaży

starej. Drobne żwiry, które widzimy prawie wszędzie w spodzie plaży, przykryte są grubą warstwą piasków. Z tych piasków budują fale wał brzegowy, bardzo ładnie rozwinięty w szerszych miejscach plaży, a zwłaszcza pomiędzy Babim dołem a Nowym Oblużem. Widać na nim działanie fali o trojakiej amplitudzie (fala zimowa i dwie fale letnie). Drobny żwirek usypuje fala na wał od strony morza. Od strony morza jest wał plażowy bardziej stromy.

Odcinek Mechlinki—Oslonino.

Odcinek Mechlinki—Oslonino jest analogiczny do odcinka Gdynia—Oxywie. Ta sama dolina dyluwjalna, co i tam, uchodzi tu do morza. Jest jednak conajmniej dwa razy szersza. Przytem jest to dolina dlatego jeszcze więcej niżli tamta ciekawa, że w jej dno między Rewą a Osloninem wcina się dość głęboko morze. Skutkiem tego owa część linji brzegowej jest przedłużeniem co do swego kierunku odcinka następnego, Puckiego (od ujścia Redy do Rucewa). Dno tej najpiękniejszej z dolin dyluwjalnych nad morzem wypełnione jest torfami. Eksploatacja torfowisk należy tu do najbardziej ożywionych.

Jak wynika z powyższego, wybrzeże dzieli się na dwie części. Część między Mechlinkami a Rewą ma odmienny charakter, aniżeli część od Rewy do Oslonina. Wybrzeże między Mechlinkami a Rewą jest oddzielone od torfowisk i błot koło Mostów wałem piaszczystym, który prowadzi od Mostów do Rewy i wznosi się od 10 do 14 m n. p. m. Wał nie jest wydumą, raczej terasową pozostałością dawnej doliny. Jest uprawiany. W jego przedłużeniu leży jeden z najciekawszych utworów nad Małym morzem, t. zw. przez ludność rybacką „szpyrk”. „Szpyrk” jestto wysuwający się w morze prawie na 1 km półwysep, o charakterze kasy. W przedłużeniu owego wału ciągnie się mieliznowaty wał podwodny, zamykający zatokę Pucką od Gdańskiej, o czym była już mowa (str. 18). Na szpyrku zauważyć można oprócz piasków wyrzucany przez fale drobny żwir. Plaża między Rewą a Mechlinkami jest piaszczysta i szeroka. Nadaje się doskonale na plażę kąpielową.

Inaczej wygląda brzeg na północ od Rewy. Tu torfowiska wchodzą prawie bezpośrednio w morze. Morze i ląd przenikają się miejscami wzajemnie. Woda słona, a za nią glony

i stulbie zapuszczają się między torfy, natomiast roślinność wód słodkich — sito włazi w morze i zarasta je. Jesteśmy tu już coprawda na znacznie wysłodzonym Małym morzu — zatoce Puckiej. Plaży właściwie niema.

Trudno bowiem tak nazwać wąziutki nasyp piaszczysty, który się miejscami pojawia u spodu torfów. Niczem się nie odznaczają ujścia Redy, rzeki bogatej w wodę, a uchodzącej do zatoki Rewskiej, ani potoku, uchodzącego do morza koło Beki, obu nieco odchylonych ku południowi. Natomiast zjawiskiem uderzającym jest tworzenie się wysp u wybrzeża. Są to wyspy piaszczyste, niekiedy o zakroju wyraźnych kos, bo zgięte w dwie strony. Pokryte trawą lub nagie, stanowią — owe jedyne wysepki polskie — dogodne legowisko morskiego ptactwa. Wysepki te leżą przy ujściu Redy (jedna), Beki i Gozdeпки.

Działalność morza polega tu rzadziej na usypywaniu na torfach wałów brzeżnych, a daleko częściej na obrywaniu torfów i usypywaniu wysp. Wybrzeże wyraźnie się cofa. Po znieszczeniu torfów morze wdziera się w głąb lądu i wymywa piaski, na których niedawno torfy się znajdowały. Zatokowato wgięte wżarcia się morza w torfy nie noszą na sobie, w odróżnieniu od odcinka Mechlinki—Rewa, żadnych śladów wyrównania. Małe morze bowiem nie sprzyja odbudowie i nie zna zjawisk wyrównania wybrzeża. Szpyrk i wał piaszczysty — „mielizna mew“ nie dopuszczają wyrównujących fal z zatoki Gdańskiej.

Odcinek Ośłonino—Puck.

Wybrzeże ostanian na tym odcinku kempę Pucką. Ponieważ jestto kempa płaska i niska, przeto brzeg jest u góry równy i naogół niewysoki (od 10 do 15 m). Brzeg bywa w wielu miejscach bezpośrednio podmywany przez fale, jak np. pod Puckiem, koło Rucewa. Tam się usuwa i urywa. Pozatem morze przybliży się do brzegu wcale blisko. Tylko na przylądku, na północ od Rucewa, morze zachowuje się nieco inaczej, gdy chodzi o erozję morską. Zamiast bowiem niszczyć brzeg, jak to czyni na przylądku Orłowskim i Oxywskim i pod Nowym Oblużem, morze przeciwnie akkumuluje i powiększa plażę. Przylądek koło Rucewa stanowi ważny punkt z tego powodu, że na nim następuje załamanie linii brzegowej.

Brzeg kempy Puckiej składa się w całości z utworów dyluwalnych. Utworów mioceńskich nigdzie się nie spotyka. Na niskim dosyć brzegu odsłaniają się margle dyluwalne, potem piaski i żwiry. Margiel żółtawy występuje prawie wszędzie na wierzchu, gdzie tworzy górną pokrywę, grubości 2—5 m. Głazy, obsuwające się z owego margla, widać na plaży i w morzu. Największe z nich leżą jednak na plaży koło Pucka, w pobliżu łązienek. Noszą nazwy „12 apostołów“, „Adam“ i „Ewa“ i godne są ochrony. Pod marglem żółtawym widoczne są piaski i żwiry. Gdzie owe utwory znajdują się w poziomie morza, tam fala wywołuje bardzo szybkie niszczenie brzegu. Właśnie brzeg na południe od Pucka ulega z tego powodu bardzo szybkiemu zniszczeniu, tak, że go trzeba nawet koło Pucka umacniać. Co się w tem miejscu znajduje pod piaskami, trudno przesądzać. Atoli podczas kąpeli łatwo możemy pod brzegiem skonstatować, że stąpamy po podłodze marglistej, lekko tylko przykrytej piaskiem. Morze jest wszędzie płytkie, nawet w odległości 200 m od morza. Dopiero nieco dalej zaczynają się piaski i powiększa się głębokość morza. Niekiedy wśród piasków brzegowych spotykamy tę samą warstwę czerwonych żwirów, którą obserwowaliśmy na brzegu kempy Oxywskiej. Nawet powtarza się warstewka zwęglona. Tu i ówdzie zaś piaski są poprzedzielane warstwami ilastymi. Ale największe zaciekawienie budzić musi warstwa łupków, barwy szarej, bardzo pokaźnie rozwinięta pod Rucewem. Łupki są pocięte i leżą niezgodnie wobec piasków i niezgodnie wobec pokrywającego wszystko margla żółtawego. Powstanie łupków wśród utworów pochodzenia fluwjoglacjalnego oraz pocięcie tych utworów daleko większe, niż nadległych piasków, rzuca bardzo ciekawe światło na genezę owych utworów. Do kwestji łupków na innem miejscu jeszcze powrócimy.

W kilku miejscach na brzegu piaski osiągają bardzo wielki rozwój. Wtedy pojawia się w ślad zatem sosna, bardzo rzadko nawet modrzew. Piaski obsuwają się na plażę w stożkach. Rzadko zjawia się pod piaskami i żwirami margiel. Jest on zwykle szarej barwy. Widać go pod Osłoninem i koło Rucewa. Wnet jednak znika lub, jak pod Rucewem, łączy się z marglem żółtawym. Rozwój piasków fluwjoglacjalnych jest tam, gdzie występuje szary margiel, szczególnie mały. Niekiedy piaski

znikają zupełnie, a zastępuje je w zupełności ściana margla żółtawego.

Plaża jest przy kempie Puckiej wszędzie bardzo wąska, a miejscami wcale jej nie ma. Pod Rucewem i Puckiem brzeg schodzi nawet bezpośrednio do morza. Korzenie drzew sterczą z morza jak mangrowja. Poza tem plaża ma zazwyczaj 2—5 m szerokości, pokryta zlekka piaskiem i głazami. Bardzo rzadko-gdzie jest wykształcony wał plażowy. Wyjątek pod tym względem stanowi plaża na północ od przylądka pod Rucewem. Jest bowiem szeroka na przeszło 10 m i posiada kilka starych wałów plażowych. Najlepiej są rozwinięte owe wały tam, gdzie je przerywa potok Błądzikowski. W tem miejscu można nawet rozróżnić trzy stare wały, zarosłe już trawą i mikołajkiem. Potok Błądzikowski uchodzi do morza z wyraźnem odchyleniem na południe. Wśród wałów widać stare koryto tego potoka, jeszcze bardziej aniżeli dzisiejsze ujście odchylone na południe. Powstanie owej szerokiej, dziś już ustalonej i starej plaży, da się wytłumaczyć między innemi skrętem linii wybrzeża ku północnemu zachodowi. Ogromne ilości piasków, które niesie fala z wiatrem zachodnim lub północno-zachodnim, co obserwować można łatwo i często, zatrzymują się tu widocznie. Aby mówić o prądzie, poruszającym się w tym kierunku, na to niema podstaw. W każdym razie proces osadzania piasków poza przylądek prawie nie wyszedł. W małej zatoczce pod Rucewem panuje zwykle cisza. Zdradza ją zaraz bogactwo glonów w morzu i segregacja na dnie morza w formie pasów: piasków, drobnych żwirów, muszelek i glonów.

Odcinek doliny Płutnicy.

Jestto najkrótszy odcinek wybrzeża (2 km), przynależny do doliny, zajętej dziś przez rzeczkę Płutnicę. Podobny jest do odcinka doliny Redy między Rewą a Osłoninem. Linja wybrzeża biegnie prosto na północ. Plaży żadnej niema. Torfy, wyścielające dolinę, wchodzi w morze. Razem z niemi wkracza w morze roślinność lądowa i zapelnia obficie małą zatoczkę. Linja torfiastego brzegu jest bowiem wygięta i tworzy zatokowate wgięcie. Płutnica uchodzi do morza, wijąc się przedtem; przecinając torfy i odchylając ujście nieco na południe. Obecność torfów na dnie zatoki skonstatowano przy robotach portowych w Pucku w głębokości do 3 m p. p. m.

Odcinek dolina Płutnicy – Wielka wieś.

Odcinek ten jest pod wielu względami podobny do odcinka na kempie Puckiej. Stromy brzeg bowiem wykazuje podobne stosunki. Jest niewysoki (5–16 m), dosyć równy, tylko tu i ówdzie poprzerwany przez krótkie dolinki. Skład geologiczny taki sam. Spotkamy się wszędzie z marglem żółtawym, sinawym i z piaskami. Plaży niema lub bardzo wąska, zarzucona piaskiem i głazami. Takie stosunki panują jednak tylko na przestrzeni od doliny Płutnicy po Swarzewo. Na północ od Swarzewa a ku Wielkiej Wsi rzecz się zmienia.

Brzeg klifowy nagle się cofa i ucieka od Małego morza. Oddalenie dochodzi wnet do 0,5 km. Przytem brzeg ten nie nosi już na sobie charakteru klifu. Obsunąć wcale niema. Stoki brzegu są połogie, a nawet na wielu miejscach uprawiane. Obserwujemy dosyć częste wypadki rozrycia brzegu przez krótkie a suche dolinki i żleby. Gdy pod Swarzewem margle mają przewagę w budowie brzegu, to w miarę jak się zbliżamy do Wielkiej wsi przewagę zyskują piaski i żwiry. Sam brzeg, jakkolwiek wyższy aniżeli na południe od Swarzewa, dochodzi bowiem koło Swarzewa do 30 m, obniża się jednak w stronę Wielkiego morza i spłaszcza się prawie zupełnie. Koło Wielkiej wsi przybiera charakter płaskiej terasy, zarzuconej piaskami i głazami, wzniesionej od 10 do 13 m. Owo naroże kempy Swarzewskiej koło Wielkiej wsi nie przypomina w niczem, że jest wybrzeżem morskim.

U stóp brzegu (por. tabl. fig. 4) rozpościera się, od Swarzewa poczynsz, terasa przybrzeżna, wzniesiona na 3 do 4 m n. p. m. Zajęta pod uprawę, opada ku morzu niewysokim klifem, u stóp którego widzimy dosyć wąską plażę (3 m). Owa terasa, po której prowadzi droga ze Swarzewa do Wielkiej wsi, obniża się niebawem na 2 m i przybiera charakter tarasy rzecznej. U płaskiego brzegu terasy rozlega się torfowisko, zarazem pastwisko, poprzecinane rowami i pełne dołków. Torfowisko przypiera zrazu nad morzem do wąskiej plaży piaszczystej. Bliżej Wielkiej wsi jednak wchodzi w morze bez tego pośrednictwa, tworząc półwyspy, zatoki i wyspy. Torfy stoją tam w morzu. W takich warunkach znajduje się skromna przystań we Wielkiej wsi. Torfowisko wygląda w tem miejscu jak powyżerane przez fale morskie

Stosunki, napotkane na kempie Swarzewskiej, nie są łatwe do wyjaśnienia. O ile przejrzymy, że klif od doliny Płutnicy

do Swarzewa powstał skutkiem działania fal Małego morza, to interpretacja stromego brzegu między Swarzewem a Wielką wsią jako klifu jest rzeczą trudną. Nawet gdy założymy, iż jestto stary klif, już zniszczony, nie wyjaśnimy pewnych faktów, niezgodnych z istnieniem klifu, jak obniżenie brzegu w stronę Wielkiej wsi i rozwój terasy 2—3 metrowej między Swarzewem a Wielką wsią, wreszcie torfy u stóp owej terasy. Owe fakty wykluczają interpretację brzegu jako klifu. Morze tworzy wprawdzie skutkiem abrazji szerokie platformy, ale nie tworzy teras, o charakterze teras rzecznych. Nakoniec torfy, rozpościerające się u stóp terasy niskiej a niedaleko brzegu, przemawiają przeciw współdziałaniu morza w tworzeniu brzegu przynajmniej w okresie alluwjalnym.

Ponieważ brzeg posiada wiele cech brzegu dolinnego, przeto można przyjąć, iż jestto brzeg doliny dyluwjalnej, bliżej nam nieznanej. Czy była to dolina Wisły, jak chce Sonntag¹⁾ nie łatwo będzie udowodnić. Dolina powstała niewątpliwie w czasie przepływu wezbranych wód dyluwjalnych i być może miała związek z doliną dyluwjalną Plutnicy a nawet z doliną Gdynia-Rewa. Po ustąpieniu wód dno doliny zostało zajęte przez torfowiska. Musimy przyjąć, że dzisiejszy poziom terasy (2—3 m) nie odpowiada dawnemu poziomowi ponad dno doliny, ewentualnie ponad poziom wód w rzece. Poziom morza nie wyraża nam poziomu wód w rzece. Faktem jest bowiem, że znaczna część pradoliny obsunęła się i poszła pod wodę. W części zachowanej morze zaczęło wdzierać się w torfy, i niszczyć je, zwłaszcza tam, gdzie się torfy znalazły w poziomie morza.

Odcinek półwyspu Helskiego od strony Małego morza.

Na odcinku tym, który się rozpościera od Wielkiej wsi aż do Jastarni, mamy stosunki następujące. Morze jest tu bardzo płytkie (1—3 m), o dnie piaszczystym, przykrytym obficie glonami. Wybrzeże zaś jest bardzo niskie bez plaży, lub z bardzo małą plażą. Linja wybrzeżna jest zębata, pełna półwyspów i zatok. Tu i ówdzie widać jakby ślady podciętego, piaszczystego wału. Na plaży wielkie ilości glonów i muszelek. Przypierająca aż do wybrzeża część półwyspu jest płaska (por.

¹⁾ Sonntag P.: Die Urstromtäler des untern Weichselgebietes... j. w. str. 57.

tabl. fig. 5), o powierzchni nierównej, poprzedzielanej niekiedy przez depresje, zajęte przez pólka lub nawet przez małe zbiorniki wodne. Roślinność okolic nadbrzeżnych zdradza, że teren bywa od czasu do czasu zalewany przez wody. Bliżej Wielkiej wsi widać, jak piaski zasypują torfy. O ile złoża piasków, muszelek i glonów, czasem nawet bardzo drobnych żwirików, przemawiają wyraźnie za tem, że płaska część półwyspu po jego stronie południowo-zachodniej przyrasta i odbudowuje się, gdy morze jest spokojne, to jednak morze burzliwe niszczy wybrzeże. Świadczy o tem zębaty zarys linii brzegowej. W zniszczeniu bierze udział nie tylko fala morska, lecz także lód. Jak wiadomo bowiem zatoka Pucka zamarza w znacznej części lub w całości prawie co roku. Rozbity przez fale lód, pędzony wiatrem zachodnim, naciera na brzeg przeciwny i niszczy go.¹⁾ Znane jest powiedzenie ludności, osiadłej nad Małym morzem, że »Małe morze, gdy raz coś zabierze, to już nie oddaje.« Budownicza działalność morza streszcza się istotnie nad Małym morzem do minimum. Jeżeli dodamy do tego, że od Wielkiej wsi do Jastarni półwysep jest wąski (nawet miejscami 250 do 300 m) i że ulega jeszcze nawet dzisiaj, gdy już jest umocowany, częstym przerwom pod działaniem fal Wielkiego morza, to zrozumimy, iż wybrzeża jego nie mogą w pewnych partjach nosić na sobie piętna trwałości.

Odcinek wybrzeża półwyspu Helskiego od strony Wielkiego morza i od strony południowo-zachodniej między Jastarnią a Helem

Jestto odcinek z wielu względów ciekawy. Wybrzeże składa się z szerokiej plaży i ze wzgórz wydmych (por. tabl. fig. 6), które towarzyszą plaży i odgrywają w stosunku do plaży rolę wysokiego brzegu. Plaża osiąga szerokość od 20 do 50 m²⁾. Plażę zalegają piaski, ułożone we wały plażowe. Podobne wały widać na wielu miejscach, jak np. pod Wielką wsią. Tu i ówdzie spotyka się otoczaki, nieraz dużych rozmiarów. Powtarzają się takie miejsca pomiędzy Wielką wsią a Kuźnicą kilka razy. Bardzo rzadko widzi się wyrzucony na plażę torf, kto wie, czy

¹⁾ Według łaskawie udzielonej mi informacji przez p. inżyniera Müllera, kierownika budowy kolei na Helu, potrzaskana i przez wiatry pędzona kora dostaje się z hukiem na plażę a nawet na pierwsze wały piaszczyste.

²⁾ Znaczonej na mapie 1:25.000 szerokości 100 m i więcej prawie nigdzie się nie spotyka.

nie przyniesiony. Pozatem drobny żwirek występuje obok piasków na plaży prawie wszędzie.

Zjawiskiem pospolitem jest podmywanie wałów plażowych przez silniejsze fale i tworzenie klifów niskich na plaży. Z wyjątkiem miejsc, wyścielonych głazami, plaża nad Wielkim morzem, jakkolwiek zwrócona ku północnemu wschodowi, nadaje się w całości dla używających morza. Niższe bowiem od klifów wydmy nie kradną tak słońca. Nie należy tylko zapominać o tem, że szybkie obniżanie się dna morskiego po tej stronie półwyspu sprawić może kąpiącym się pewne niespodzianki. Linja zetknięcia się plaży z wodą wykazuje bardzo słabe zagięcie; zębów w każdym razie niema. Nachylenie plaży, z czem w związku pozostaje podmywanie wałów plażowych, jest miejscami bardzo znaczne.

Pas wydmy półwyspu zaczyna się dosyć wysoko na kempie Szwarzewskiej, bo w połowie między Wielką wsią a Chlapowem. W tem miejscu wał znajduje się w wysokości 6 m na wysokim klifie kempy, który to klif tu się właśnie zaczyna. Tam zaś, gdzie ów wał schodzi już na plażę, tam jest wyraźnie obcięty przez fale i zrównany do tej linii, co i sąsiedni klif. Miejsca na wale, podcięte przez fale, spotyka się i nieco dalej, ale nie trzeba zapominać, że są to celowo przy uprawie wydmy zrobione, a potem zasadzone nachylenia. W każdym razie wał wydmy wskazuje u początku półwyspu na to, że ulegał i ulega zniszczeniu i przesuwu się w głąb. Od swej nasady aż do końca wał wydmy ciągnie się prawie równolegle do plaży i do linii wybrzeża. Jestto jakby rdzeń i stos pacierzowy półwyspu. Aż do Kuźnicy są wydmy naogół niewysokie, 3 do 13,5 m, ale ich wał jest zwarty. Można w nim rozróżnić część najwyższą, położoną zawsze bliżej plaży i rozbitą na kilka grzbietów, oraz kilka wałów mniejszych i niższych, położonych równolegle do wału głównego po stronie Małego morza. Wał wydmy jest zalesiony od strony Małego morza a pokryty roślinnością wydmy od strony Wielkiego morza (owies wydmy, wydmuchszycy i inne).

Jest rzeczą ciekawą, że dwie kaszubskie osady rybackie Ceynowa (Chalupy) i Kuźnica ulokowały się w miejscu, gdzie półwysep osiąga szerokość minimalną (200 do 300 m). Niebezpieczeństwo przerwania Helu w tych miejscach, zupełnie

zresztą uzasadnione, gdyż ostatnie przerwy tego rodzaju zdarzyły się w latach 1899, 1904 i 1914, nie odstraszyło rybaków. Przeważał bowiem wzgląd, że mogą łatwo korzystać z Wielkiego i Małego morza. Jastarnia Pucka i Gdańska (Bór) korzystają z podobnego położenia, chociaż w daleko mniejszej mierze.

Od Boru na południe wał wydmy rozszerza się całkiem widocznie. Szerokość wału waha się między 0,2 a 0,7 km. Owa jednolitość, jaka panowała przedtem, znika lub zachowuje się tylko gdzieniegdzie. Fale wydmy biegną w różnych kierunkach i wykazują różne kształty od prostoliniowych do zgiętych półkolisto. Niekiedy zaś ułożone są w niewielkie kopce. W przekrojach widać eoliczne warstwowanie. Depresji jest pełno, ponad wszystko wznoszą się jednak wysokie ałyse niekiedy grzbiety lub garby, których wysokość dochodzi do 24 m. Wydmy te znajdują się dopiero w zaczynającej się kulturze leśnej. O przzerwaniu szerokiego pasa wydmy w tym miejscu nie może być mowy. To nie wyklucza, że od czasu do czasu wgryza się morze we wydmy i że robi w nich poważne szczyrby, jakby zatoki. Świadczy o tym między innymi miejsce, zwane „Langes Bruch“, w połowie drogi między latarnią Jastarnieńską a osadą Helem. Ku swej kończyźnie półwysp Helski wyraźnie się zwęża i zagina. Typowe zagięcie o charakterze poczynającej się kosi znajduje się tu jakoby w stadium ciągłego tworzenia się

Przedłużeniem niejako wybrzeża półwyspu Helskiego nad Wielkim morzem jest wybrzeże tego półwyspu od strony południowo-zachodniej na przestrzeni między osadą Helem a Jastarnią. Plaża nie jest tu wprawdzie tak szeroka i tak rozwinęta jak „wielka plaża“, ale mimo to bywa szersza i równiejsza w swoim przebiegu, aniżeli plaża Małego morza od Jastarni do Wielkiej wsi. Zasypana przeważnie piaskiem i drobnym żwirkiem, zwrócona w stronę słoneczną, nie przedstawia najgorszych warunków kąpielowych. Przylegające do plaży morze jest od Jastarni po ruiny starego Helu bardzo płytkie. Izobata 2 m znajduje się tu w odległości 1,5 do 2,5 km od wybrzeża (por. fig. 2). Tymczasem po stronie Wielkiego morza ta sama izobata leży w odległości 200 do 500 m od wybrzeża. Od strony południowo-zachodniej spoczywa zatem półwysp na podwodnej

podstawie, która umożliwia jego narastanie. Narastanie poczyną się około Jastarni Puckiej i koło Boru. Część półwyspu, położona tu w cieniu wspomnianego »ryfu«, oddzielającego zatokę Pucką od Gdańskiej, wyraźnie powiększa się i narasta. Świeże nasypy, o półwyspowym charakterze, świadczą o tem zjawisku. Dalej na południe półwysep, który dzięki tym nasypom zaczął grubieć, ścięcia się znowu. Tu zaczynają się bowiem dawać odczuwać fale, pędzone ze zachodu, zwykle dosyć mocne a nawet burzliwe. Niszczenie plaży i wału wydmowego staje się coraz częstsze. W jakim związku pozostaje praca niszcząca fal zachodnich z pracą budującą, nie umiemy powiedzieć. Jest jednak rzeczą możliwą, że wiatry zachodnie pchają i przesuwają ku półwyspowi stale wielkie ilości piasków (por. fig. 2), o ile nie czyni tego również wspomniany już prąd, jaki powstaje w tej części zatoki Gdańskiej pod wpływem wiatru wschodniego. Tak czy owak podwodna podstawa wskazuje niewątpliwie na tendencję przyrostową półwyspu z tej strony. Nie należy tylko zapominać, iż tak jak w zatoce Puckiej tak i tu odlamy lodu są poważnym czynnikiem zniszczenia. Wyrzucone zaś bywają nawet w samym Helu.

Zasługuje na uwagę zanikanie podwodnej mielizny przy starym Helu, przyczem wybrzeże łagodnie i zatokowato się zagina. Przystań Helska dzisiejsza znajduje się już wśród głębokich wód, co podnosi w znacznej mierze jej wartość.

O bogactwie materiału akumulacyjnego po tej stronie półwyspu możemy się jednak przekonać jeszcze w inny sposób. Mianowicie w połowie mniej więcej drogi pomiędzy Jastarnią a Helem zaczynają się również wydmy. Zrazu na kilka m wysokie, stają się coraz wyższe, wreszcie dochodzą do wysokości 23 m. Wykazują jednak ślady przesiewania i niszczenia przez wiatry. Formy kopulaste wzgórz wydmych przeważają nad formami wydłużonemi. Oprócz wiatrów atakuje je, jak powiedziano powyżej, fala. Wędrówka wydmy tu opisanych w głąb półwyspu nie przybiera nigdzie rozmiarów znaczniejszych, niż wydmy, tworzących wał wydmowy od strony Wielkiego morza. Te bowiem wydmy, które obserwujemy w środku półwyspu, należą mimo wszystko do wydmy innego typu i innego pochodzenia.

Wydmy te różnią się wyraźnie od wydmy nadbrzeżnych. Przedewszystkiem ciągną się z północy na południe, więc po-

ludnikowo, a tem samem skośnie do kierunku wałów wydmych nadmorskich. Najpiękniej są zbudowane w tem miejscu, gdzie półwysep Helski jest najszerszy. Ku północnemu zachodowi długie wały wydmy rozbijają się na wały drobniejsze, jakkolwiek o kierunku takim samym. Ku południowemu wschodowi rozbitcie i kierunek wydmy ulegają pewnemu zamieszaniu. Wysokość wydmy środkowych południkowych, nie przenosi nigdzie 10 m i jest zatem zawsze mniejsza aniżeli wysokość wydmy nadmorskich.

Powstanie wydmy środkowych stanowi bardzo ciekawe zagadnienie do rozwiązania. Ponieważ jest rzeczą wykluczoną, wnosząc już tylko z samego kierunku owych wydmy, przypuścić, ażeby powstały z wydmy wielkomorskich, przeto powstałoby tylko jedno przypuszczenie, że pochodzą z wydmy, wędrujących od strony Małego morza. Wszelako ani ich kształt, zawsze wyprostowany i skośny do kierunku wydmy nadmorskich, ani ich kierunek nie zdradza wzajemnej przynależności owych wydmy do siebie. Genezę wydmy środkowych należy łączyć ze zjawiskiem stałego narastania półwyspu Helskiego od południa.

Południowy cypel półwyspu bez ustanku się zmienia. Obserwacje nad tem zjawiskiem można robić nawet w krótkim przeciągu czasu. Zwrócił na to uwagę między innemi W ü n s c h e¹⁾), wykazując jak w ciągu ostatnich lat pięćdziesięciu cypel Helu nietylko się przesunął ku południowi, lecz także ku wschodowi. Za podstawę służyły mu zdjęcia lasowe w roku 1844 oraz zdjęcia nowsze. Warto również podkreślić, iż na zdjęciu 1:25.000 z roku 1908 (wydanem w roku 1910) znajduje się zagięty ku północy cypel, z którego to cypla nie pozostał do dzisiaj ani ślad. Przypuszczenie J e n t s c h a²⁾) zatem, że półwysep nie wędruje na południe, niema dostatecznie ugruntowanej podstawy. Tem bardziej, że możemy przytoczyć inne jeszcze dostatecznie przekonujące szczegóły na poparcie przyrostu półwyspu. Na końcu półwyspu dostrzedz łatwo, kilka serji nasypów, które wnoszą się corazto wyżej w miarę, jak od cypla półwyspu idziemy w głąb. Najwyższa serja, która zresztą otacza latarnię morską od wschodu i od południa, są to już wydmy, które się utworzyły z piasków, nagromadzonych w stre-

¹⁾ Wünsche H.: Studien auf der Halbinsel Hela . . . j. w. str. 28

²⁾ Jentsch A.: Gologie der Dünen . . . j. w. str. 44—45.

fach niższych. Pozostanie tylko zagadką niewyjaśnioną, dlaczego zaraz za owym pasem wydmy rozpościera się płaszczyna równa, pozbawiona zupełnie wydmy, a wzniesiona tylko na 0,5 m n. p. m. Dopiero na linii góra Bociania—Zakład karny spotykamy się znowu ze zjawiskiem nasypów wydmy. Zrazu są to wydmy dość rozbite, ale niebawem szeregują się coraz wyraźniej w długie rzędy południkowe. Ponieważ wędrówka wydmy od strony jednego czy drugiego wału jest w tym wypadku rzeczą prawie wykluczoną w takich rozmiarach i w takiej mierze, ażeby przez to powstać mogły wydmy o kierunkach skośnych do wałów wydmy nadmorskich i to wydmy wyprostowane, przeto tych procesów nie możemy przypisać wędrówce wydmy. Pozostaje zatem tylko jedno do przyjęcia, a mianowicie: wydmy środkowe, a zwłaszcza te o kierunku południkowym, są to wydmy, które się tu przechowały od owego czasu, kiedy ta część półwyspu znajdowała się na cyplu półwyspu. Jedno tylko założenie jest konieczne, że owa część półwyspu zaginęła się w sposób podobny, jak obecnie. Założenie to jednak przy wszelkich utworach tego typu jest możliwe do przyjęcia. Że jednak narastanie półwyspu Helskiego odbywa się bardzo powoli, tego wobec znacznej głębokości zatoki Gdańskiej, w którą się półwysep wysuwa, nie trzeba długo tłumaczyć.

Odcinek Wielka wieś—Tupadły.

W czterech miejscach wybrzeże pomorskie wznosi się wyżej, tworząc wybrzeża klifowe. Jednym właśnie z odcinków i to najwyższym, jest odcinek Wielka wieś-Tupadły. Składa się on z wyniosłego brzegu klifowego i z dobrze rozwiniętej plaży. Zniszczenie wybrzeża przez erozję i przez abrazję morza osiągnęło tu najbardziej widoczne rozmiary. Dobrze zalesione stoki przylądka Rozewskiego i długa tama chronią wysoki brzeg, na którym stoi latarnia, przed usuwaniem się. W ten sposób ów najdalej na północ wysunięty punkt Polski (54°50') nosi na sobie cechy pewnej względnej przetrwałości.

Brzeg klifowy kończy kempę Swarzewską od północy i od północnego wschodu. Ponieważ powierzchnia kempy wznosi się łagodnie od południa i od południowego wschodu ku północnemu zachodowi, przeto linja brzegowa oddaje w przekroju te stosunki w sposób następujący. Zaczyna się w wysokości 6 m n. p. m.,

przysypana wydumą Helu, podnosi się zwolna w Jastrzębiej górze do wysokości przeszło 60 m, aby wnet opaść przez 54 m, którą to wysokość ma przylądek Rozewski, do wysokości między 40 a 30 m. Przekrój brzegu ma więc charakterystyczną kulminację prawie w samym środku. Ponieważ teren jest w pobliżu kulminacji dosyć urozmaicony, pozatem na wschód od Rozewia rozwinęły się w większych ilościach piaski, na wierzchu kempy, przeto łatwo mogą podobne fakty wywołać mniemanie, że mamy tu do czynienia z moreną czołową.

Z wyjątkiem partii brzegowej pod Rozewiem, brzeg jest albo nagialbo porosły zaroślami, pośród których rokitnik (kasz. „cetwino“) *Hippophaës rhamnoides* L. występuje bardzo obficie. Odsłonek jest wszędzie pełno. Udołu stromego brzegu występuje z reguły miocen w postaci miałkich, białych, pylastych piasków, rzadziej w postaci piasków czarnych, gruboziarnistych, wreszcie w postaci czarnych ilów lub w postaci bardzo bogatych warstw burowęgla, zawierających dobrze zachowane okazy flory burowęglowej. Flora ta została już dosyć dawno zbadana przez Heera i Zaddacha¹⁾). Najciekawsze jej złoże znajdują się pod Chłapowem. Między Chłapowem a Rozewiem próbowano eksploatacji burowęgla. Znajdują się tu bowiem dwa, a według niektórych²⁾) trzy pokłady burowęgla. Odsłonięty miocen schodzi do poziomu morza i tworzy nawet w jednym miejscu pozbawioną piasków plażę. Wznosi się zaś ponad poziom morza od 3 do przeszło 20 m. Najniżej go obserwowałem pod Wielką wsią, a najwyżej na zachód od przylądka Rozewskiego. Wysokość kempy pozostaje zatem naogół w luźnym związku z wysokością miocenu. Gdzie bowiem miocen wznosi się najwyżej, tam mamy brzeg wysoki na 30 m. Jest jednak rzeczą niezwykle ciekawą, że nie dostrzegamy miocenu w poziomie morza, zaraz na początku wydmy Helskiej. Miocen urywa się również pod Jastrzębią górą zachodnią i znajduje się tam znacznie niżej. Także

¹⁾ Heer O.: Miocene baltische Flora. Beiträge zur Naturkunde Preussens, Bd. 2, Królewiec 1869; Zaddach E. G.: Beobachtungen über das Vorkommen des Bernsteins und die Ausdehnung des Tertiargebirges in Westpreussen und Pommern. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg 1869, X, 1, str. 1–82.

²⁾ Jentsch A.: — Berg G.: Die Geologie der Braunkohlenablagerungen im östlichen Deutschland. Berlin, Geologische Landesanstalt, 1913, str. 69.

tu i ówdzie na stromym klifie, odsłoniętym od góry do dołu, nie obserwujemy miocenu wcale. Wiele się da przypisać w tych razach obsuwiskom. Pozostawiając jednak kwestję ukształtowania powierzchni miocenu badaniom szczegółowym, możemy tylko zauważyć, że powierzchnia miocenu jest nierówna i że powierzchnia kempy dostosowuje się do niej tylko w swym najogólniejszym wyglądzie. Nie posiadamy na kempie Swarzewskiej takich przekonujących dowodów, że miocen został zerodowany, jak na kempie Radłowskiej. Możemy tylko stwierdzić, iż pokłady burowęgla, które pod Chłapowem znajdują się w poziomie morza i kilka m ponad morzem, nie pojawiają się na zachód od przylądka Rozewskiego w tej samej wysokości.

Grubość utworów dyluwjalnych, pokrywających płaszczem miocen, waha się od 5 do 50 m. Nic dziwnego, że przy takim rozpięciu dyluwjum zachodzi mogą i zachodzą w składzie utworów tego wieku różne niespodzianki.

Znane są już naogół składniki dyluwjum nadbrzeżnego. Uderza w nim wszakże znaczny rozwój piasków i żwirów, rzadziej ilów i łupków, oraz margli. Jest rzeczą zmienną, że margiel żółtawy występuje w rozwinięciu ubogim (2—3 m) na brzegu klifu, a wiele jest miejsc takich, gdzie nie leży na wierzchu, lecz jest przykryty żwirami lub piaskami, albo wcale go niema (np. bliżej Wielkiej wsi). Tylko na zachód od przylądka Rozewskiego przyszło do bogatszego rozwinięcia margla żółtawego. W dwóch miejscach nawet margiel żółtawy schodzi się u dołu z margłem szarym i razem z nim tworzy wspaniałe prostopadłe ściany. Pod Jastrzębią górą wschodnią natomiast przyszło do nadzwyczajnego rozwoju piasków dyluwjalnych, dzięki czemu utwory dyluwjalne osiągnęły swą nadzwyczajną grubość w tym miejscu (około 50 m). Piaski i żwiry natomiast, na zachód od przylądka Rozewskiego się rozpościerające, możnaby interpretować jako górne piaski geologów niemieckich, ale nie bez pewnych zastrzeżeń.

Interesująca warstwa łupków (por. str. 34), którą już zaobserwowałem pod Rucewem, znajduje tu swój pełny rozwój. Tu miejsce, ażeby o tym ciekawym utworze nieco szerzej pomówić. Barwa owych łupków jest rozmaita. Zależy zaś przede wszystkim od stanu przepojenia wodą, która w owych łupkach chętnie się gromadzi. Łupki suche są barwy popielatej. Łupki wilgotne mają

barwę brunatnawo-ciemną, nawet czarną. Grubość warstwy łupkowej waha się od 1,5 do 3 m. Łupki wyschnięte są bardzo silnie popękane i łatwo się usypują. W świeżo odsłoniętej warstwie łupków widać wtedy smugi jaśniejsze i ciemniejsze. Zwłaszcza pod Rucewem udetrza rozwój warstwy czekoladowej, pośród nich w zakrętach warstw jakby w sękach drzew żwirki dyluwjalne. Pod Rucewem łupki leżą parę m n. p. m. pogięte pod piaskami i warstwami ilastymi, które się wśród nich znajdują, a nawet pod żółtawym marglem. Na kempie Swarzewskiej są rozwinięte po jednej i po drugiej stronie przyłádka Rozewskiego.

Na wschód od przyłádka Rozewskiego występują ponad miocenem, który tu wznosi się do wysokości, dochodzącej do przeszło 10 m. Łupki albo leżą blisko nad miocenem, albo wznoszą się nawet od 15 do 20 m n. p. m. Jeżeli są blisko miocenu, oddziela je wówczas od miocenu 0,5 m warstwa grubszych żwirów. Nad łupkami spotyka się zazwyczaj obfite żwiry, albo od razu grube ławice piasków, przykrytych czapką margla. W każdym razie łupki występują na wschód od przyłádka Rozewskiego blisko miocenu.

Na zachód od przyłádka Rozewskiego (najdalej na zachodzie) mamy również owe łupki w pobliżu stopnia, którego powstanie wiążemy z wystąpieniem miocenu. Bliżej jednak przyłádka poziom łupków wyraźnie się podnosi. Spotykamy ciemne łupki parę m poniżej górnej krawędzi brzegu. Nad łupkami rozpościerają się piaski (por. str. 45), a pod łupkami powtarza się zwykle 1—3 m gruba warstwa żwirów dyluwjalnych, pod nimi zaś ławice piasków dyluwjalnych, przerwane miejscami ławicami ilastymi.

Trudno określić, jakiego rodzaju utwór, niewątpliwie dyluwjalny, mamy tu przed sobą. Smugi zwłaszcza owe czekoladowe mówią wiele. Nasuwa się myśl, że jestto osad jezierny, ilasty, który zeschnąwszy, przybrał postać łupków a nawet tu i ówdzie uległ lokalnym zaburzeniom. Tem samem byłbyto utwór analogiczny do szwedzkich „hvarvig lera“ De Geera. Nie taki sam. Łupki opisane leżą wewnątrz utworów dyluwjalnych, przeważnie nawet w pobliżu poziomu miocenu. W każdym razie częściej pod grubą pokrywą piasków, żwirów dyluwjalnych i margli, aniżeli bez tej pokrywy. Prawda jednak, że na zachód od przyłádka Rozewskiego przechodzą w swoim górnym poziomie nawet w margle i to w szare.

Kwestja iłw dyluwjalnych nie jest taka prosta do rozstrzygnięcia. Linstow¹⁾ rozróżnia dwa rodzaje iłw dyluwjalnych:

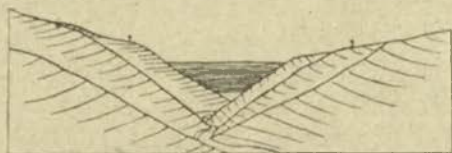


Fig. 4. —

Przekrój przez parów Chłapowski zachodni. Nowa dolina jest wcięta w starą, której dno, zaznaczone krzyżykami, widać powyżej.

1) ily, powstałe w zagłębieniach na krawędzi cofającego się lodowca, które jednak w czasie oscylacji lodowca mogą dostać się nanowo pod lód, oraz 2) ily, które powstały ze zniszczenia moreny dennej. W naszym wy-

padku chodziłoby o ewentualność pierwszą, jakkolwiek rzecz wymaga jeszcze szczegółowego zbadania. Tak czy owak ily te nie stanowią późnoglacialnych osadów w miseczkach jeziernych czy w basenach morskich ze stadium ostatecznej recesji lodowca. Dlatego użycie naszych łupków i iłw do oznaczenia chronologii późnolodowcowej nie jest takie łatwe, o ile wogóle możliwe.

Widok klifu kempy Swarzewskiej od strony Wielkiego morza jest urozmaicony w swym profilu podłużnym przez przecinające go doliny i żleby. Owe doliny i żleby mają wszystkie bez wyjątku stare dna wiszące ponad klifem. W te stare dna wcięte są dopiero świeże dolinki czyli „parowy“ i żleby. Te schodzą do poziomu morza. Są przeważnie suche lub tylko w czasie deszczów wyzyskiwane przez wody. Stare doliny mają dna i stoki łagodnie wcięte, wyglądają na doliny szeroko założone. Odnosi się to przedewszystkiem do doliny Rozewskiej wschodniej i zachodniej, oraz do parowu Chłapowskiego wschodniego i zachodniego (fig. 4). Zwłaszcza doliny Rozewskie stoją w związku ze starym systemem dolin, do których uchodzą niekiedy dolinki od strony morza pod Jastrzębią górą wschodnią. Świeże wcięcia w dna dolin znajdują się w różnej wysokości. Zależało to bowiem od tego, w jakim stadium rozwoju i wieku znajdowała się dolina w momencie, gdy się jej wody miały przystosować do nowych warunków odpływu. Z dzisiejszych głęboko wciętych dolin wysuwają się pokaźne stożki na plażę w stronę morza, np. z doliny Rozewskiej zachodniej i z doliny

1) Linstow O.: Studien über verschiedenalterige Tone des Diluviums. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1908, str. 384.

Chłapowskiej wschodniej. W niektórych dolinach zupełnie stożków ujściowych nie widać.

Profil poprzeczny brzegu został urozmaicony przez powstanie rozległych nisz, ostro wciętych żlebów, wspaniałych obsunięć i obrywów, stożków nasypowych i stopni. Rozwój tych form decyduje niekiedy o wyglądzie wybrzeża.

Rozległe nisz, najlepiej wykształcone, widzimy pod Jastrzębią górą wschodnią i zachodnią. Są to mniejsze lub większe wgłęcia linii brzegowej wgłęb lądu, powstałe przez oberwanie i obsunięcie pewnej partii brzegu w dół. Przyczynia się niewątpliwie do tego wysoki poziom wód podziemnych. Po obsunięciu brzeg się cofa. Niekiedy zaś, jak pod Jastrzębią górą wschodnią, wysokość góry przez to się zmniejsza. (Kilka razy mierzona aneroidem wysokość tej góry wynosi od 60 do 62 m. Prawdopodobnie od czasu ostatniego zdjęcia stolikowego góry w roku 1908 góra się obsunęła.) Obrazowanie nisz u góry tworzą zazwyczaj margle żółtawe lub margle, jak pod Jastrzębią górą zachodnią, piaszczyste a nawet przechodzące w piaski. Oprócz wielkich nisz, które wyglądają jak amfiteatry, spotykamy nisz mniejsze, a to zaraz na zachód od lasku na przylądku Rozewskiim. Tu w obrębie piasków i żwirów, które leżą nad marglem, powstały na marglach niewielkie zagłębienia, wgłęb lądu i wiszące wysoko na brzegu. Owe formy nie zdradzają powstania przez obsunięcie, lecz raczej przez splukanie przez wody deszczowe.

Ostro wcięte żleby są częstym zjawiskiem na klifie. Szczególnie głębokie są żleby i strome mają ściany w obrębie margli, jak np. na zachód od przylądka Rozewskiego. Ale nie brak ich również w obrębie piasków ilastych. W związku z powstawaniem żlebów pozostają formy ostro zaciętych pomiędzy żlebami żeber. Żebra, wycięte w marglach, wyglądają jak puszczalki organów.

Duże przestrzenie na brzegu zajmują obsuwy. Widzi się je omal wszędzie. Tu i ówdzie obsuw, runąwszy 5–10 i więcej m w dół, zachowuje zieloną ruń murawy, którą miał, gdy tworzył jedną całość z górną powierzchnią brzegu. Niewiele wstrzymują proces obsuwania zarośla, które padają nieraz ofiarą tego ruchu. Obsunięcia występują najczęściej w warunkach następujących. Gdy pod marglem lub warstwą zbitych żwirów znajdują się luźne piaski, a te opierają się o śliską i o przepojoną wodą masę,

wtedy przychodzi albo do wymywania piasków z pod spodu i do zaburzeń równowagi, albo do ześlizgiwania się po mokrej płaszczyźnie iltów w dół. Ponieważ te zjawiska są związane organicznie z istnieniem nisz, które są następstwem obsunięć, przeto najpiękniejsze obsunięcia spotykamy pod obu Jastrzębiami górami. Jest rzeczą ciekawą, że obsunięcia idą od góry w dół, lecz rzadko kiedy obejmują cały klif.

Prócz obsunięć należy jeszcze wyróżnić obrywy. Od czasu do czasu odrywają się od ścian klifu potężne bloki margla, rzadziej mniejsze masy żwirów, czy też opisanych łupków i spadają na najbliższą podstawę lub nawet na plażę. Do podobnej kategorii zjawisk należy zaliczyć zesypywanie się piasków w kształcie stożków. Stożki piaszczyste zaczynają się często bardzo wysoko i sięgają, o ile klif niema stopni, aż na plażę. Ale oprócz tych stożków, usypujących się w dół, należy jeszcze wyróżnić stożki sypane przez ściekające po brzegu wody. Nieliczne źródła, przywiązane zwykle do warstw ilastych, stają się punktem wyjścia do rzeźbienia spadzistych żlebów i do usypywania w dolnej części żlebów, a na najbliższym stopniu, pięknych, płasko rozłożonych stożków nasypowych. Najpiękniejsze przykłady tych drobnych form możemy obserwować w niszach pod Jastrzębią górą wschodnią. W każdym razie owo obtulanie stromych ścian klifu stożkami należy do zjawisk bardzo charakterystycznych.

Niemniej żywy interes budzą stopnie. Na wybrzeżu klifowym Małego morza prawie ich nie było, tak jak nie było prawie nisz i t. p. form. W tym odcinku stopnie są nieodłączną cechą wybrzeża. Skoro tylko brzeg staje się wyższy, zaraz pojawiają się stopnie. Z małemi przerwami widzimy je więc od prawego brzegu parowu Chłapowskiego zachodniego aż do Jastrzębiej góry zachodniej, zatem na przestrzeni blisko 5 km. Stopień jest charakterystycznym załamaniem się linii klifu. Jestto rzadko załamanie o płaskiej, daleko częściej o pogietej płaszczyźnie stopnia. W tym drugim wypadku dostrzegamy na płaszczyźnie stopnia, a więc po stronie zewnętrznej, jakby wały i garby, a po stronie wewnętrznej rowy i depresje. O ile owe zagłębienia nie są zasypane przez stożki nasypowe, o tyle niekiedy są zajęte przez stawki i jeziora. Szuka w nich chętnie schronienia roślinność. Depresje

powstają także skutkiem nachylenia się płaszczyzny stopnia do płaszczyzny klifu z powodu obsunięcia.

Stopni jest zwykle kilka na brzegu. W każdym razie liczba ich rzadko przekracza trzy. Stopień dolny jest zwykle najlepiej zbudowany i podtrzymuje stopnie górne. Górne stopnie pochodzą zazwyczaj z obsunięć i są skromniejsze w swych rozmiarach. Inaczej się przedstawia sprawa ze stopniem dolnym. Jego wysokość waha się od 3 do 15 m ponad plażę. Prawie w całości stopień dolny rozwinięty jest w miocenie. Ten fakt budzić może podejrzenie, że jestto stopień petrograficzny. W rzeczywistości tak nie jest. Miocenijskie iły piaszczyste, w których tkwią grube nieraz pokłady burowęgla, są niewątpliwie podstawą powstawania stopnia. Wszakże tam, gdzie występuje biały piasek miocenijski na samym wierzchu serji miocenijskiej, tam on się obsypuje łatwo, albo bywa zwiewany. Stąd stopnie leżą niekiedy poniżej górnego poziomu miocenu. Miocen dał wszelako impuls do wytworzenia się wcale szerokich dolnych stopni. Stopień dolny bowiem zdradza powstanie raczej przez zniszczenie i przez denudację aniżeli przez obsuwanie się. Tylko wyjątkowo można przyjąć obsunięcie i dla stopni dolnych. Stopień dolny jest więc czemś stałym, co podtrzymuje klif i co najdłużej opiera się zniszczeniu przez fale. Stopnie bowiem z jednej strony powstrzymują usuwiska od bezpośredniego zawalania plaży, a z drugiej strony chronią klif przed bezpośrednimi atakami morza. Tworzą tedy strefę przejściową pomiędzy plażą a stromym brzegiem.

Plaża na odcinku Wielka wieś — Tupadly jest naogół szeroka. Jej szerokość waha się od 8 do 25 m. To wszakże nie wyklucza, że zaraz za ujściem potoka Chłapowskiego zachodniego burzliwe morze podchodzi pod stopy klifu, nie pozostawiając miejsca na plażę. Na podstawie tego, cośmy powiedzieli o budowie klifu, mamy prawo sądzić, że platforma brzegowa jest wyrzeźbiona w miocenie, a przykryta piaskami dyluwjalnymi i innymi morskimi. Te przypuszczenia znajdują potwierdzenie właśnie w tem miejscu, w którym morze zmywa piaski plaży i odsłania ciemne iły miocenijskie. Iły te, złożone na sobie prawie horyzontalnie lub z małym nachyleniem ku południowi czy południowemu zachodowi, sprawiają wrażenie, jakgdybyśmy mieli do czynienia z platformą litoralną. Jestto pozatem jedyne miejsce na wybrzeżu polskim, na którym obserwujemy platformę

brzegową. Platforma ta bowiem jest zresztą zasypana piaskami a nawet głazami i żwirem różnej wielkości, odpadkami torfów wymytych, gdzieindziej odłamkami burowęgla, glonami i t. p. Wskutek tego plaża przedstawia rozmaity widok. Naogół jest ona nachylona kilka stopni w stronę morza.

Lecz nadewszystko wyróżnia się na plaży wał piaszczysty, który z przerwami widać prawie wszędzie. Niema go tylko tam, gdzie broni przylądka Rozewskiego tama i niema go wyraźnie rozwiniętego pod Jastrzębią górą zachodnią. Zresztą wszędzie nasuwa się na plażę w pewnej odległości od linii wodnej dość wysoki wał piaszczysty. Odległość od linii wodnej oraz jego wysokość jest podyktowana siłą fali. Wał plażowy jest zawsze świeży, niekiedy podcięty przez fale. Starych wałów, zarosłych, jakieśmy spotykali nad Małym morzem, tu niema. Fala Wielkiego morza jest za wysoka i za silna. Poza wałem a między nim a klifem, znajduje się depresja. Do tej depresji przesuwają niekiedy wysoka fala swoje wody. Rzadziej się zdarza, iż wał przypiera do klifu bez depresji, w jednym miejscu nawet pod kątem ostrym, wskazującym na skośny kierunek fali do wybrzeża. Na plaży kamienistej wał jest zjawiskiem rzadkiem. Czasem tylko wał piaszczysty nasuwa się na plażę kamienistą i przykrywa ją.

Wogóle zaś w spodzie piasków plażowych należy się spodziewać grubszych lub cieńszych żwirów jako reziduum zniszczenia klifu. Potężne głazy, oderwane od klifu, a wylupane zazwyczaj z margli, zaścielają plażę, lub sterczą daleko pod wodą. W ten sposób mamy w tym odcinku do czynienia z plażą piaszczystą, piaszczysto-kamienistą i z plażą kamienistą. Typowa plaża kamienista zdarza się pod Wielką wsią i pomiędzy przylądkiem Rozewskim a Jastrzębią górą zachodnią. Gdzieindziej zaś istnieje plaża piaszczysta lub piaszczysto-kamienista.

W tych miejscach, gdzie plaża piaszczysta przypiera do ścian klifu, zachodzą bardzo ciekawe zjawiska. Oto wiatry wiejące od morza, a jeszcze częściej wiatry zachodnie porywają piaski i rzucają je na ściany klifu. Wskutek tego ściany klifu są do pewnej wysokości otulone przez piaski lotne. W czasie deszczów spływa z klifu na to otulenie marglista gęsta masa i ta powleka piaski pokrywą. Gdy pokrywa zaschnie, stanowi dostateczną ochronę przed wywiewaniem piasków przez wiatry. Nawet cała plaża powleka się nieraz taką pokrywą i utrwala się. Dopiero

całkowite wyschnięcie i popękanie pokrywy uwalnia piaski od powłoki i przywraca piaskom ich dawną swobodę ruchu. Wspomnieć jeszcze warto, iż u ujścia parowu Rozewskiego wschodniego występuje pod stopami idących zjawisko dzwonienia i chrzęszczenia piasków. Jest ono już w literaturze znane, a przypisywane bywa zbijaniu się cząsteczek piasku pod wpływem wody słonej. Przy załamywaniu się piasek wydaje charakterystyczny dźwięk¹⁾.

Odcinek Jastrzębia góra zachodnia — rz. Piaśnica.

Na Jastrzębiej górze zachodniej (33 m) urywa się kempa Swarzevska. Od kempy Puckiej, która podchodzi aż do jeziora Żarnowieckiego, oddziela ją szeroka dolina dyluwjalna. Jestto ta sama dolina, która uchodzi do Małego morza koło Pucka, wyżyłskana przez dolinę Płutnicy. Nad Wielkim morzem przecina ową dolinę rzeka Czarna na wschodzie, a rzeka Piaśnica na zachodzie. Przestrzeń pomiędzy rzekami zajmują torfowiska, zwane tu błotami (Bielawskie, Karwieńskie, Krokowskie, Żarnowieckie). Najbliższy morza krajobraz jestto krajobraz owych torfowisk, tu i ówdzie podmokłych (błota Bielawskie), gdzieindziej eksploatowanych (błota Krokowskie), jeszcze gdzieindziej poprzecinanych kanałami i zamienionych na łąki a nawet pola (błota Karwieńskie). Ów charakterystyczny kraj torfowy wznosi się naogół na 1 do 3 m n. p. m. Nie widać nigdzie drzew na torfowisku, tylko najwyżej krzewy i rośliny torfowe i trawiaste. Drzewa zjawiają się tam, gdzie grunt staje się nieco suchszy i piaszczysty. Co się znajduje pod torfami, nie wiemy. Wszakże w najbliższem sąsiedztwie torfów, ale już na kempach znaleziono w poziomie morza w Wierzhucinie (na zachód od jez. Żarnowieckiego) miocen, w Odarkowie (koło Żarnowca) w poziomie morza również miocen, a dopiero w Mirusinie, na wschód od błot Bielawskich jeszcze w głębokości 31 m stwierdzono dyluwjum. Prawdopodobnie załem miocen jest pod torfami zniszczony do znacznej głębokości.

Utwory dyluwjalne i na nich leżące torfy stanowią podstawę, na której rozwinęło się wybrzeże tego odcinka. Platforma brzegowa, o ile dojrzeć można, składa się z tych utworów. Wystające z pod wody torfy widać na bardzo wielu miejscach. Jednak na

¹⁾ Dams P.: Tönender Sand. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, 1910, str. 73.



Fot. J. Kłos.

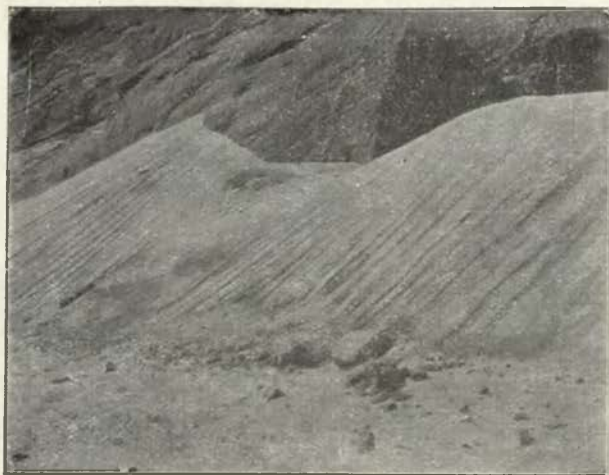
Fig. 1. — Zatoka koło Orlowa i obsunięty przylądek Orlowski.



Fot. J. Kłos

Fig. 2. — Stroma ściana margla lodowcowego pod Kamieńcem — przykład brzegu klifowego bez stopni i przykład plaży kamienistej.

St. Fawłowski



Fot. Instytutu geograf. w Poznaniu.

Fig. 3. — Piaski usypujące się na plaży pod Oxywiem
w stożki, otulające margiel dolny.



Fot. J. Kłos.

Fig. 4. — Widok niskiego brzegu koło Wielkiej wsi, pół-
nocnej odnogi zatoki Puckiej i półwyspu Helskiego. Za
półwyspem sinieje Wielkie morze.



Fot. J. Kłos.

Fig. 5.
Wybrzeże Małego morza na południe od Kuźnicy.



Fot. J. Kłos.

Fig. 6. — Szeroka plaża i wał wydmowy na półwyspie
Helskim koło Wielkiej wsi od strony Wielkiego morza.

zachód od Jastrzębiej góry zachodniej torfy spoczywają w morzu na warstwie żwirowej dyluwialnej. Ową warstwę żwirową wymywa fala i wyrzuca ją nawet na plażę, a więc na torfy.

Przedewszystkiem jednak fala wyrzuca ogromne ilości piasków na torfy. To też plaża odcinka wystąpiła jest prawie wyłącznie piaskami. Ale nie brak i kamieni, jak w pobliżu Jastrzębiej góry i po obu stronach ujścia rzeki Czarnej. Plaża jest szeroka 10 do 40 m, lekko nachylona ($2 - 3^{\circ}$), wysypana zwykle pięknym, białym piaskiem. Najpiękniejsza to plaża na wybrzeżu polskim. W jej budowie zasługuje na uwagę wyraźnie rozwinięty wał plażowy, zatopiony w czasie wielkiej fali, odsłonięty w czasie niskiej fali. Gdzie zaś drobny i średni żwir wyrzucany bywa na plażę, tam powstaje nawet wał plażowy, żwirowy, jak zaraz za Jastrzębią górą. Powszechnie widzieć można sterczące w morzu lub na plaży z pośród piasków czy drobnego żwiru pnie drzewne. Jestto zjawisko tylko w tem miejscu na wybrzeżu polskim spotykane, chociaż pozatem znane w innych stronach wybrzeża pomorskiego.

Równolegle do linii wodnej ciągnie się zaraz za plażą pas wydym nadmorskich. Od strony morza są wydmy nagie lub pokryte skromną roślinnością wydmovą. Z tej strony dostrzedz można zwłaszcza na zachód od Karwi pnie drzew na stokach wydmy. Od strony lądu wydmy są pokryte czystym sosnowym lub mieszanym drzewostanem (dębina). Szerokość wału jest rozmaita. Tylko wyjątkowo jednak jest to pojedynczy pas wydym, jak np. zaraz za kanałem, przecinającym wydmy na zachód od Karwi. Zwykły przekrój przez wydmy przedstawia zazwyczaj stosunki następujące. Najbliższa wydma od strony morza jest wysoka i zwarta. Jestto wydma najmłodsza, jeszcze nie nadniszczona. Inne wydmy, starsze, są rozbite na części krótsze i niskie. Piaski tych wydym zasypują torfowiska, rozsypując się po nich. Wysokość wydym waha się od 3 do 19 m. Bardzo niski jest wał wydmy zaraz na zachód od Karwi. Tędy wdarło się morze, podobnie jak ujściem Piaśnicy, w głąb torfowisk w czasie burzy, jaka szalała na początku roku 1914 u południowych wybrzeży Bałtyku.¹⁾ Okazała się nawet potrzeba wzmocnienia słabego

¹⁾ Jentsch A.: Beobachtungen am Ostseestrand in Hinterpommern und Westpreussen. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1914, II, str. 143—144.

wału od strony lądu równoległymi wałami. Potrzeba ta dotychczas istnieje.

Od Jastrzębiej góry aż do drogi, prowadzącej od morza do Ołędrow, wydmy mają charakter jednolitych wałów i nieregularnych nasypisk wydmowych. Od owej drogi na zachód aż do Dembka wydmy przybierają wygląd jakby gór wydmowych. Grzebień najwyższej wydmy jest zębaty. Ponad linię grzbietową wznoszą się odosobnione kopce, jakby szczyty. Są to kulminacyjne wyniosłości wału. Deflacja zrobiła tu swoje. Na wale zachowały się tylko mocniej spojone części¹⁾. Szerokość pasa wydm dochodzi od 100 do 400 m. Od strony plaży jest wydma zwykle sztucznie obcięta i zasadzona tu i ówdzie roślinnością wydmową. Niekiedy widać przed wydumą jakby stopień i to albo zakończony klifem albo nie. Pozatem dostrzega się wszędzie na plaży zjawisko obtulania przez piaski lotne wydmy od strony plaży na znacznej wysokości. Pas wydm przzerwany jest przez rzekę Piaśnicę, przez sztuczny kanał, uchodzący na zachód od Karwi do morza, i przez rzeczkę Czarną. Podczas gdy kanał jest zasypyany przez piaski plaży, to obie rzeczki przy swem ujściu do morza odchylają się nieco ku wschodowi.

Zaraz za wydumą rozpościerają się torfowiska. W rowach torfowych, które w Karwi znajdują się tuż za wydumą, widzi się naocznie, że wydma spoczywa na torfach. W głębokości do 2 m pod piaskami natrafiamy w bezpośrednim sąsiedztwie wydmy wszędzie na torfy. Piaski pokrywają je i nasuwają się na torfy jeszcze paręset m na południe od wydmy. Najciekawszem jednak zjawiskiem jest istnienie wśród torfowisk rozległych kilku wysp piaszczystych około Ostrowa. Wyspy te wznoszą się do 26 m n. p. m., a więc są wyższe aniżeli wydmy nadmorskie. Od południa znajduje się kilka depresji, wypełnionych zazwyczaj wodą. Wyspy są oddzielone od kempy Swarzewskiej i od wydm nadmorskich rzeką Czarną. Rzeczka ta, zanim przewie wał wydm nadmorskich, tworzy liczne zakręły a w wilgotne lata nawet jeziora. Leniwy odpływ wód z błot Bielawskich trzeba było ułatwiać osobnym kanałem. Również ciekawe są

¹⁾ Preuss H.: Die Vegetationsverhältnisse der deutschen Ostseeküste. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1912, str. 82 — 84.

drobne pagórki piaszczaste koło folwarku Nowy dwór na północ od Sławoszyna, a po drugiej stronie błot Karwieńskich. Piaszki te interpretuje się już dosyć dawno jako ślad wydmy morskiej z tego czasu, gdy morze, przerwawszy wał nadmorski (jak w r. 1824), zalewa błota Karwieńskie i sięga aż po stopy kempy Puckiej.¹⁾ Wyspy Ostrowskie są za wysokie, ażeby mogły uchodzić za pozostałość czasowej pracy wzburzonego morza. Genezę ich należałoby jeszcze osobno zbadać. Prawdopodobnie są to ślady wędrówki wydm nadmorskich z okresów poprzednich, kiedy rzeczka Czarna płynęła — być może — wzdłuż południowych stoków kemp piaszczystych.

Odcinek Karwieński wybrzeża polskiego nie jest w swej genezie taki prosty, jakby sądzić można. Miocen, który 1,5 km dalej na wschodzie wznosi się do przeszło 20 m n. p. m., istnieje tu prawdopodobnie na dnie pradoliny, wystanym utworami dyluwjalnymi i torfami. Niewątpliwie owa pradolina inaczej swego czasu wyglądała. Uchodziła prawdopodobnie dalej w morze. Część jej uległa jednak ruchom obniżeniowym. Wtedy dostało się dno doliny wraz z torfami pod wodę. Linja wybrzeża, oparłszy się o torfowe dno doliny, była zrazu zatokowato zgięta jak dziś nad Małym morzem. Zaczęła się jednak powoli przesuwac w głąb lądu. Jezioro Żarnowieckie, jakkolwiek było i bywa zalewane przez fale wzburzonego i wysokiego morza, nie jest jednak zatoką morską, powstałą skutkiem odcięcia pewnej części morza od reszty Bałtyku. Jego powstanie należy odnieść do okresu wcześniejszego, aniżeli powstanie wybrzeża odcinka Karwieńskiego w jego obecnej postaci²⁾.

Wtargnięcie morza na dno doliny dyluwjalnej stworzyło nową linię wybrzeżną, ustaloną przez wydmy nadmorskie, ale linię niestałą. Linja ta uległa przesunięciu na korzyść morza a na niekorzyść lądu. W tym ruchu przedstawiała kempa Swarzewska, jakkolwiek ulegała zniszczeniu, pewien punkt stały

¹⁾ Krause G. C. A.: *Der Dünenbau...* j. w. str. 13 i szkic tab. I, fig. 3; Lehmann P.: *Das Küstengebiet Hinterpommerns. Wanderungen und Studien.* Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1884, str. 388.

²⁾ Sonntag P.: *Der Zarnowitzer See und sein Moränenkranz.* Schriften der Naturforsch. Gesellschaft in Danzig 1912, XIII, 2, str. 165—167.

i z natury swojej znacznie powolniej cofający się pod naporem morza. Wyraża się to choćby w tym szczególe, że pewna drobna część wydmy Karwieńskiej kładzie się na plaży pod Jastrzębią górą zachodnią przed wybrzeże klifowe tego odcinka. Prócz tego sterczące w poziomie morza torfowiska, oraz pnie drzewne na plaży, jakoteż pnie drzew na stronie odmorskiej wydmy, to wszystko przemawia za tem, że od czasu utworzenia się plaży i powstania wydmy na plaży, odbyła się wędrówka wydmy nadbrzeżnej w głąb lądu. Torfy karwieńskie uległy wtedy pod ciężarem wydm sprasowaniu w masę warstwowaną¹⁾, którą fala kawałkami odrywa, zaokrągla i wyrzuca na plażę. Morze zniszczyło tedy już na długiej przestrzeni torfy, tak, że zachowały się one tylko tu i ówdzie. Należy przyjąć, iż znaczna szerokość plaży na tym odcinku pozostaje w ścisłym związku z odsuwaniem się wydmy w głąb lądu. Proces zasypywania torfów przez posuwające się od wybrzeża piaski jest widoczny przedewszystkiem koło Karwi i koło Dembka.

ROZDZIAŁ III

TYPY, POWSTANIE I ROZWÓJ WYBRZEŻA POLSKIEGO

Odmiany i typy wybrzeża.

Szczegółowy opis odcinków wybrzeża polskiego zdołał nas poinformować, jakie spotykamy na niem formy. Łatwo tedy będzie ustalić na tej podstawie typy i odmiany, występujące na naszym wybrzeżu. Wiele zatem razy powtarza się wybrzeże klifowe, strome. Typem rzadszym jest wybrzeże płaskie, tak wyrównane jak niewyrównane. Ważnym wreszcie typem jest wybrzeże wyrównane wydmowe. O ile na wybrzeże klifowe i na wybrzeże płaskie przypada 36 i 37 km długości całego wybrzeża, to jednak największą przestrzeń zajmuje wybrzeże wyrównane, bo 73 km. Zapewne ustalićby można także inne typy na wybrzeżu polskim albo te, które są, nazwać inaczej. Lecz byłoby to raczej stwarzaniem podtypów aniżeli zaprzeczeniem typów istniejących.

¹⁾ Sonntag P.: *Geologie von Westpreussen* . . . j. w. str. 233.

Wybrzeżem klifowym kończą się wszystkie bez wyjątku kempy (por. tabl. fig. 2), o ile dochodzą do morza. Brzeg klifowy, należący do wybrzeża tego typu, stanowi analogię do stromych stoków dolinnych, które opadają kempy ku pradolinom. Różni się jednak wyraźnie od owych stoków. Albo dzisiaj jeszcze ulega zniszczeniu, albo na niektórych przestrzeniach (na południe od Kolibek, pod Radłowem, między Nowym Oblużem a Mechlinkami, na północ od Rucewa) był niszczoney całkiem niedawno. Stare wały plażowe, niekiedy już zarosłe drzewami, jak pod Kolibkami, oraz zarosty drzewne na klifie tego dowodzą. Wielka spadzistość, brak rozdolinienia, świeże obsuwiska i nie mające nic wspólnego z terasami stopnie, wreszcie wszelkie inne przykłady bezpośredniego podmywania przez wzburzoną falę, — to wszystko skłania do interpretacji stromego brzegu jako klifu, a nie jako stromego stoku dolinnego, spadzistego. Naocznie demonstruje różnicę pomiędzy stokiem dolinnym a klifem mapa 1 : 200.000. Warstwice mają na stokach dolin przebieg daleko swobodniejszy aniżeli na klifach, gdzie się wyraźnie zbijają. Wysokość brzegu klifowego waha się od 5 do z górą 60 m. Przekrój podłużny wykazuje, zależnie od konfiguracji kemp, albo całkiem równą i tylko przez rzadkie wcięcia dolinne, urozmaiconą linię górną (jak na kempie Puckiej), albo linię urozmaiconą (jak na kempie Radłowskiej). W związku z tem wysokość ścian klifowych zmienia się, a ich kształt przybiera u góry różne formy.

Nachylenie ścian klifowych zależy od tego, czy są to ściany od góry do dołu odsłonięte, czy też mają obrywy, obsuwy i stopnie, żeby, żebra, stożki nasypowe, zjawiska obtulenia piaskiem lotnym. O ile obsunięcia, obrywy i stożki są zjawiskiem powszechnym, o tyle powstawanie nisz i stopni jest (z jednym wyjątkiem na kempie Radłowskiej) przywiązane wyłącznie do odcinka wybrzeża klifowego nad Wielkim morzem. Z jednej strony silniejsze zniszczenie przez Wielkie morze, a z drugiej strony wyjątkowe stanowisko miocenu w spodzie kempy Swarzewskiej, wreszcie wystąpienia dość obfitych źródeł na brzegu, to wszystko złożyło się na bogatsze niż zwykle urozmaicenie profilu poprzecznego. Wogóle obserwujemy największe zniszczenie wybrzeża klifowego nad Wielkim morzem. Daleko mniejsze jest ono nad Małym morzem, chociaż i tu widzimy in-

tenzywne zniszczenie koło Pucka i koło Nowego Obluża, pod Oxywiem i pod Orłowem, a więc tam, gdzie (ku południowi zwłaszcza) zaznacza się coraz wyraźniej działanie fal z zatoki Gdańskiej.

Według profilu podłużnego moglibyśmy nasz brzeg klifowy podzielić na klif u góry równy i nierówny, według profilu poprzecznego na klif ze stopniami i bez stopni. Klify ze stopniami możnaby jeszcze podzielić na klify ze stopniami u góry lub u dołu, na klify jedno- lub kilkustopniowe. Będą to już podtypy, których rozróżnienie nie przedstawia wielkiego interesu naukowego.

Plaża wybrzeża klifowego jest zmiennej szerokości, od 0 do 25 m. Wąskie miejsca w plaży zdradzają zawsze bezpośrednie zniszczenie przez fale. Można powiedzieć ogólnie, że plaża jest nad Małym morzem przeważnie wąska, nad Wielkim morzem przeważnie szeroka. Tu i tam zasłana jest piaskiem. Ale z pod piasków wyglądają głazy i żwiry, spadłe z margli lub wyrzucone przez fale. Materiał kamienisty wyściela miejscami całkowicie plażę. Kamienistą staje się plaża najczęściej u stromych przyłądków, lub tam, gdzie morze blisko pod brzeg podchodzi. Złoża otoczków przykryte są zwykle przez piaski, obsypujące się u brzegu, wyrzucone przez morze lub nawiane przez wiatry.

W przedłużeniu plaży wybrzeża klifowego można obserwować dość często rozległą platformę brzegową. Duże głazy na dnie, płytka woda, w znacznej jeszcze od klifu odległości, margliste dno, jak w zatoce Puckiej, to wszystko zachęca do przypuszczenia, że mamy do czynienia ze zjawiskami zniszczenia kempy. Na platformie tworzą się bezustanku i przekształcają wały piaszczyste podwodne (ryfy). Obserwować je można przede wszystkim nad Wielkim morzem. Nad Małym morzem interpretujemy wał Rewa — Kuźnica jako wielki ryf.

Wybrzeże płaskie wyrównane i niewyrównane spotyka się wszędzie tam, gdzie do morza dochodzą pradoliny dyluwialne, więc dolina Płutnicy, doliny Redy i potoku Chyłońskiego. Tu także należy wybrzeże między Swarzewem a Wielką wsią, a nadto wybrzeże Helu od strony Małego morza między Wielką wsią a Kuźnicą (por. tabl. fig. 5). Ten ostatni odcinek jest właściwie tylko typem przejściowym do typu trzeciego i może też być traktowany całkiem osobno. Gdybyśmy tedy wyeliminowali na razie ów typ z naszych rozważań, to będziemy mieli do czynienia

nia z wybrzeżem płaskim, związaniem ściśle z istnieniem doliny, a więc dolinnem.

Dno pradoliny, zanurzone najwidoczniej, wchodzi w morze. Morze wciska się w nie. Ponieważ na dnie rozwinięte są torfy, tedy gruby płaszcz torfowy powstrzymuje niejako wtargnięcie wód dalej w głąb lądu. Następuje walka torfów z falą, która się kończy zawsze zwycięstwem fali. Dowodem tego jest zatokowate wgłębienie linii wodnej w torfach koło Wielkiej wsi (por. tabl. fig. 4), koło Pucka, między Oślinem a Rewą. Nawet zatoka Oxywska była swego czasu głębsza. Niema nic bardziej typowego na naszym wybrzeżu nad owe wzajemne zazębienia się torfów i morza. Torfy wznoszą się z dna piaszczystego stromemi ściankami, tworzą półwyspy i wyspy. Kanałami między nimi wciska się dość daleko w ląd morze. W takich wypadkach niema plaży. Rzadko zaś tylko w miejscach, w których torfy uległy już znaczniejszemu zniszczeniu, obserwujemy wąski pas piaszczysty. W każdym razie możemy określić wybrzeże tego typu jako wybrzeże bezplażowe, płaskie, niewyrównane.

Na odcinkach, należących do tego typu, spotykamy się także z wybrzeżem płaskim, dolinnem, wyrównanem. Są to odcinki wybrzeża położone między Rewą a Mechlinkami oraz między Oxywiem a Gdynią. Oba odcinki leżą w tym miejscu nad Małym morzem, gdzie fale, idące z wiatrem wschodnim lub południowo-wschodnim i z prądem o tym kierunku z zatoki Gdańskiej, obok pracy niszczącej budują, zasypując torfy dolinne. Między Mechlinkami a Rewą widzimy szeroką plażę z wałami piaszczystymi, oddzieloną od wzgórz piaszczystych zabagnioną depresją. Między Oxywiem a Gdynią obserwujemy stare i nowe wały brzeżne. W obu wypadkach nastąpiło wyrównanie wybrzeża. Nie mamy tu jednak wydmy i tem się ów typ wybrzeża różni od typu trzeciego. Proces zasypywania i wyrównywania wybrzeża odbywa się tu w warunkach innych aniżeli nad Wielkim morzem. Nadto panujące wiatry wieją od lądu w stronę morza. Dlatego nie spotykamy wydmy nad Małym morzem, z wyjątkiem na południowo-zachodniej kończyźnie półwyspu Helskiego. Wyrównanie zatem zatokowo zazwyczaj zarysowanego wybrzeża płaskiego jest wyłącznie wynikiem działalności fal.

Z typem wybrzeża płaskiego, dolinnego wiąże się zatem powstanie zatok na wybrzeżu polskim. Zatoki bywają albo dość głęboko wcięte (Pucka, pod Wielką wsią, koło Rewy) i niewyrównane, albo łagodnie wgięte we wybrzeże i wyrównane (Oxywska).

Do procesów wyrównania należy zaliczyć ryf podwodny, który się ciągnie od „szpyrka” koło Rewy aż do Kuźnicy. Jako mierzna jest on znaczony już na mapie Pufendorfa¹⁾. Należy go też łączyć genetycznie z półwyspem Helskim. Wał ten przypada na strefę graniczną między zatoką Pucką a zatoką Gdańską. Podczas gdy na południe od wału zaczynają się głębokie poniżej 10 m (por. fig. 2), to na północ od tej linii dno morza tylko w dwóch miejscach opada poniżej 5 m. W owej strefie granicznej tworzy się bezustanku na platformie brzegowej Wielkiego morza i znika największa ilość wałów piaszczystych. Tu stosunki są bardziej stałe, choćby z tego powodu, że dno morza w zatoce Puckiej zachowuje naogół tę samą głębokość. Na granicy tej głębokości fala, idąca z zatoki Gdańskiej, usypuje wał. Wał ciągle narasta, o czym świadczy ciągłe zasypywanie »dypki« koło Rewy, t. j. wąskiego, głębszego przejścia w wale, które bez ustanku trzeba czyścić.

Ryf podwodny jest założony szeroko i zapewne wyłoni się kiedyś z wody²⁾. Pracują nad nim nie tylko fale lecz także powtarzający się sporadycznie prąd, idący z południa (por. str. 21). Jest to przysła mierzewa, która zamknie zatokę Pucką także od południa. Praca ta jednak odbywa się powolniej aniżeli tam, gdzie nad powstaniem mierzei pracują prócz fal morskich wielkie rzeki. W każdym razie zatoka Pucka stoi przed alternatywą zamiany na zalew, co nastąpi tem łatwiej, że zatoka posiada już cechy zalewu. Będzie to wypadek tem ciekawszy, że odcięcie zalewu od otwartego morza nastąpi, jak przez *tombolo* z dwóch stron, przez półwysp Helski i przez podwodny ryf.

Interpretacja ryfu jako zanurzonej wydmy nadmorskiej i wału brzeżnego Voldjowego morza, które to morze sięgać miało aż

¹⁾ Pufendorf S.: De rebus a Carolo Gustavo Sueciae rege gestis, No: vemberga 1696, Tabula geographica, exhibens districtum inter Weichselmundam et promonturium Reesehoeft . . . z roku 1655.

²⁾ Najpiękniejsze miejsce ryfu na karcie 1 : 75.000 jest oznaczone na 0,1 m.

tutaj¹⁾, nie wytrzymuje krytyki. Jeżeli bowiem przed obniżeniem litorinowem płynąć miała przez zatokę Pucką do Bałtyku, czego dowodzą torfy na dnie zatoki, a w co sam Sonntag nie powątpiewa²⁾, potężna rzeka, której dolina, na 6 km blisko szeroka, wchodzi w morze na linii Mechlinki — Osłonino, to jakże mógł się zachować brzegowy wał, pozostałość po morzu Yoldjowem, późnolodowcowem,omal w osi tejże doliny. Przytem nie tak łatwo będzie o dowód paleontologiczny, że to jest wał brzeżny yoldjowy.

Osobna uwaga należy się wybrzeżu półwyspu Helskiego od strony zatoki Puckiej. Wybrzeże na tym odcinku ma wszelkie cechy wybrzeża płaskiego, niewyrównanego. Wydma zaś należy do wybrzeża wielkomorskiego. Występowanie torfów w znacznej głębokości, w każdym razie pod poziomem morza, przemawia tem bardziej za tem, ażeby traktować owo wybrzeże jako wybrzeże płaskie. Dawniej byłoto, — być może — wybrzeże dolinne, dziś jest wybrzeżem płaskim, niewyrównanem ale zasypanem. Tęsamem owo wybrzeże stanowi przejście do typu trzeciego.

Typ trzeci różni się od typów poprzednich przedewszystkiem wydumą. Zatem wybrzeże wydmowe wyrównane mamy na odcinku Karwieńskim i na półwyspie Helskim, tak od strony Wielkiego (por. tabl. fig. 6), jak od strony Małego morza.

Wybrzeże tego typu składa się z bardzo szerokiej plaży, która zdradza zarazem, że platforma brzegowa powoli zanurza się w morze. Plaża jest z nielicznymi wyjątkami piaszczysta. Z obu stron kempy Swarzewskiej spotyka się jednak plaże kamieniste. Dobrze rozwinięte waly plażowe oraz waly podwodne, które widać gołym okiem lub stwierdzić można w kąpieli, są nieodłączną cechą plaży. Linja wodna na plaży jest naogół wyprostowana. Tu i ówdzie widać tylko słabe zagięcia, ale brak załamania, półwyspów i zatok, charakterystycznych dla wybrzeża typu poprzedniego.

Ogromne ilości piasku miecie prąd wschodni, zabierając je z platform zniszczonych klifów. Prawdopodobnie zatem większa

¹⁾ Girth C.: Geschichte und Beschreibung der Halbinsel Hela. Nord-deutsche Städte und Landschaften, Gdańsk 1891, str. 14; Wünsche H.: Studien auf der Halbinsel Hela . . . j. w. str. 10; Sonntag P.: Geologie von Westpreussen . . . j. w. str. 240 i 267.

²⁾ Sonntag P.: Geologie von Westpreussen . . . j. w. str. 269.

część piasków na Helu pochodzi ze zniszczenia kempy Swarzewskiej. Wiatr odmorski wybudował z piasków wał wydmy. Ów wał nadaje piętno charakterystyczne wybrzeżu. Ciągnie się równolegle do linii wodnej. Kierunek plaży i linii wodnej jest zawsze decydującym dla kierunku wydmy nadmorskiej. Nie tyle więc wiatry panujące, ile zmieniające się w ciągu dnia i nocy prądy powietrzne przyczyniają się do budowy wydmy. Wydma staje się powoli widowym znakiem wyrównania. Lecz wyrównanie nie dotknęło w odcinku Karwieńskim wybrzeża, tworzącego większe zatoki. Ani bowiem błota Karwieńskie i inne, ani jezioro Żarnowieckie taką zatoką nie były. Wyrównanie nie pociągnęło za sobą odcięcia pewnej części morza. Nie mamy też w tym wypadku do czynienia z wybrzeżem podwójnym.

Inaczej na półwyspie Helskim. Proces wyrównania zmierza tu do odjęcia części morza, do stworzenia zalewu i do utworzenia drugiego wybrzeża wyrównanego obok wybrzeża wewnętrznego, niewyrównanego. Mielibyśmy w tym miejscu na wybrzeżu polskim do czynienia z wybrzeżem podwójnym.

Jest rzeczą znamioną, że na zachód od kempy Swarzewskiej wyrównanie nastąpiło w linii tego odcinka kempy, który się ciągnie od przylądka Rozewskiego na zachód. Tak samo na wschód od przylądka Rozewskiego wyrównanie wybrzeża na Helu nastąpiło w kierunku i w przedłużeniu odcinka między Rozewiem a Wielką wsią. Kierunek wyrównania dały brzegi klifowe kempy Swarzewskiej. Dopiero na południe od Jastarni, a po stronie Wielkiego morza, zbacza półwysep Helski nieco od kierunku wytkniętego przez krawędź kempy. Tego rodzaju predyspozycja nie dałaby się pomyśleć, gdyby nie istniała do pewnego stopnia pod wodą, gdzie się właściwie zaczyna każdy proces, czy zniszczeniowy czy budowlany. Należy tedy przypuścić, że nastąpiło obniżenie ogólne wybrzeża, skutkiem którego dostała się pod wodę nie tylko kempa Swarzevska, lecz także zerodowana partja przez wody dyluwjalne, rozpościerająca się conajmniej od Wielkiej wsi po Jastarnię. Torfy, spotykane na półwyspie w wielu miejscach (por. str. 14) w głębokości od 3 do 7 m, więc w każdym razie poniżej poziomu morza, stanowią dostateczną podstawę do podobnego przypuszczenia. Gdzie się kończył dawny klif, tam się również urywa dawna dolina. Razem z klifem uległa ona jednak zniszczeniu przez fale i przesunięciu.

Gruby żwir, jaki spotykamy w spodzie pod torfem i pod piaskami, każe wnosić, że mamy tam do czynienia z utworami dyluwjalnymi. Wał brzeżny powstał tu zatem na granicy pewnej głębokości. Po wewnętrznej stronie półwyspu możemy tę głębokość ustalić najwyżej na 2 m. Linja wyrównania zatem na półwyspie Helskim, tem samem kierunek półwyspu, pozostają w związku nie tylko z kierunkiem ścian klifowych, lecz także z głębokością pewnego stopnia. Czy istniały prócz tego jeszcze inne przeszkody w postaci dyluwjalnych kemp, czy tym podobnych pozostałości, niepodobna tego rozstrzygnąć bez pewnych danych.

Linja wyrównania nie jest czemś stałym. Następuje bowiem z czasem jej przesunięcie. Odbywa się ono albo skutkiem naporu fali albo skutkiem wędrówki wydmy. Na oba wypadki znajdujemy przykłady nad Wielkim morzem. O wędrówce wydmy przekonywamy się na odcinku Karwieńskim nad Wielkim morzem (por. str. 55—56). Na półwyspie Helskim spotykamy się zaraz u nasady półwyspu ze zjawiskiem przesuwania się wydmy w głąb lądu, skutkiem zniszczenia jej przez fale. Zachowywała się tam bowiem wydma wysoko na klifie (por. str. 39). I jedno i drugie zjawisko pozostaje, jak widzimy, w bardzo ścisłym związku ze zniszczeniem klifu i z ogólnem cofaniem się linii brzegowej.

Wędrówka wydmy od strony morza w głąb lądu nie wykazuje jednak tych zjawisk, np. powstawania wydm parabolicznych, z jakimi się spotykamy gdzieindziej, a więc dalej na zachodzie na wybrzeżu pomorskim i na wschodzie na mierzejach. Tu wędrówka piasków odbywa się w skromnych rozmiarach. Nawet, jeżeli będziemy interpretowali piaszczyste wyspy Ostrowskie jako ślady wędrówki wydmy nadmorskiej w odcinku Karwieńskim, to i tak rozległość tych ruchów w stronę lądu będzie skromna. Stwierdzić jednak łatwo, że wędrówka wydmy nadmorskiej odbywa się tu inaczej niż na mierzejach Wiślanej lub Kurońskiej. Wysoka wydma znajduje się tak w odcinku Karwieńskim jak na półwyspie Helskim nie od strony lądu, lecz od strony morza. Od strony lądu widzimy niższe wały wydmy. Wydma nie została jeszcze przesiana. Wędrówka wydmy jest utrudniona choćby przez to, że wiatry panujące wieją rzadko gdzie (na półwyspie Helskim od strony Małego morza na przestrzeni

Jastarnia-Hel) w kierunku ruchu wydmy. Starannie podtrzymywane zalesienie wydym nie sprzyja również ruchom piasków.

Geneza wybrzeża polskiego.

Aby wyjaśnić genezę wybrzeża polskiego należy sięgnąć wstecz conajmniej do końca trzeciorzędu a do początku okresu dyluwjalnego. Powierzchnia, jaką tu zastał lodowiec północny, była mimo wszystko podobna do powierzchni dzisiejszej. Gdyby bowiem założyć, że powierzchnia miocenu, jaką dziś przez wiercenia lub odkrywki stwierdzić można, jest powierzchnią pierwotną, to otrzymamy obraz bardzo urozmaicony, ale podobny. Mianowicie wszędzie tam, gdzie są dzisiejsze kempy (por. fig. 1), rozpościerają się pod spodem jakieś wyspy mioceńskie.

Niepodobna rozstrzygnąć napewne, czy zagłębienia pomiędzy wyspami były pochodzenia tektonicznego, czy też, co się przypuszcza np. dla zatoki Gdańskiej, były pochodzenia erozyjnego.¹⁾ W każdym razie ścinanie miocenu przez formy dolinne na kempie Radłowskiej, lub zapadanie warstw mioceńskich koło Kamieńca (Kamiennej góry) ku południowi zamiast ku pradolinie koło Gdyni, występowanie na niewielkiej przestrzeni (jak znowu pod kempą Radłowską) to piasków i pyłów mioceńskich, to ilów, te szczegóły przemawiałyby raczej za erozją przedplejstoceńską miocenu aniżeli za zaburzeniami na tak niewielkim kawałku powierzchni ziemi, jakim jest nasze wybrzeże. Wspomnieć jeszcze warto o obniżaniu się poziomu miocenu poniżej poziomu morza na krawędziach pradolin. Nigdzie piękniej nie obserwujemy tego zjawiska jak w dolinie potoka Chyłońskiego, gdzie na wysokiej krawędzi kempy Oxywskiej miocen znajduje się pod poziomem morza. Także niewylanianie się miocenu w Mirusinie wskazuje na związek tego obniżenia z doliną Puck—Karwia, bo wokoło, trochę wyżej na kempach, miocen już jest. Z drugiej strony jednak nieznaledzenie miocenu na półwyspie Helskim w żadnym punkcie, nawet w poziomie, w którym on normalnie na wybrzeżu już występuje, i mimo, że się dowiercono (coprawda w dwóch punktach tylko) kredy, wskazuje najwyraźniej na zniszczenie płatu mioceńskiego także i tam. Byłoby to zniszczenie analogiczne do tego, jakie obserwowano w delcie Wisły a nawet dalej na południe od delty (por. str. 12).

¹⁾ Zeise O.: Über einige Aufnahme — und Tiefbohrergebnisse in der Danziger Gegend. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt. 1898, Abh. str. 51.

Zerodowanie miocenu w okresie pomioceńskim nie wyklucza — rzecz jasna — zaburzeń jego warstw czy w czasie tworzenia się miocenu czy zaraz potem.

Sterczące ponad poziom morza wyspy i zagłębienia w miocenie wpłynęły na formowanie się dyluwjum w sposób właściwy. Dwie zasadnicze formy, jakie w dyluwjum na wybrzeżu naszym widzimy, t. j. kempy i pradoliny, są według tego przez mioceńską powierzchnię predysponowane. Niestety niełatwo zaobserwować na zewnątrz, w jaki sposób odbiła się owa predyspozycja w formowaniu się dyluwjum. Wszakże występowanie margla żółtawego w większym rozwinięciu na Kamieńcu (Kamiennej górze), w Osloninie i w Pucku, a więc wszędzie w pobliżu dolin dyluwjalnych, należy zaliczać do zjawisk, przemawiających za podobną predyspozycją.

Czy po miocenie przyszło zaraz dyluwjum, czy też nastąpił jakiś dłuższy okres preglacjalny, tego napewne nie wiemy. Wybrzeże nasze daje nam jednak w tym względzie mimo swych małych rozmiarów pewne wskazówki. Już samo zniszczenie miocenu w zatoce Gdańskiej i w obszarze nadbrzeżnym każe przypuszczać, że istniał pomioceński okres, który się zaznaczył erozją miocenu. Czy łączyć ową fazę lądową z pliocenem, czy też przesunąć ją jeszcze bliżej plejstocenu, na to niestety nie mamy danych. Tak czy owak znalezisko przez Jentscha i Zeisego na przylądku Orłowskim ilu yoldiowego (por. str. 27), pod ilem zaś znalezisko warstwy piasku z fauną słodkowodną (*Dreissensia polymorpha* i *Valvata piscinalis*) stawia nas przed poważnem pytaniem, co było na naszym wybrzeżu w okresie preglacjalnym. W związku z tem należy traktować znalezienie przez wiercenie na samym cyplu półwyspu w Helu w głębokości 50 do 100 m resztek muszli słodkowodnych, zaś w leśniczówce koło Jastarni w głębokości 34 m znalezienie resztek gąbek i okrzemek¹⁾. Wolff interpretował jeszcze w roku 1905 znalezisko orłowskie jako arktyczno-preglacialny utwór. Wiadomo jednak, że w międzyczasie zmienił swoje poglądy na t. zw. faunę morza Północnego i uważa ją nie za preglacialną, jak to chcieli

¹⁾ Zeise O.: Über einige Aufnahme- und Tiefbohrergebnisse... j. w. str. 50; Keilhack K.: Ergebnisse von Bohrungen. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1903, str. 646—647; Wolff W.: Das Quartär. Beiträge zur Landeskunde Westpreussens... j. w. str. 112—114.

Tornquist i Maas¹⁾, lecz za interglacialną, idąc w tym wypadku za Jentschem i za badaczami duńskimi Nordmannem, Madsenem i innymi²⁾).

Oдноśnie do wybrzeża naszego, rzecz wymaga ponownej rewizji. Miocen bowiem znajduje się tak blisko wspomnianej odkrywki, że jej preglacialne pochodzenie może być brane w rachubę. Tylko szczegółowe badania paleontologiczno-geologiczne zdołają rozstrzygnąć, czy morze sięgało do naszego wybrzeża i do zatoki Gdańskiej wogóle (koło Elbląga) w preglaciale czy też w starszym interglaciale. Przyjęcie, że ta sama fauna leży u nas na miocenie, która dalej na zachodzie spoczywa na utworach plejstocenijskich, prowadzi do bardzo rewolucyjnych wniosków co do przebiegu epoki lodowej u nas i w Europie zachodniej. Wynikałoby bowiem z tego, że nasze morze preglacialne było dalej na zachodzie morzem interglacialnem.

Tak czy owak preglacjał, o ile był, nie zaznaczył się na naszym wybrzeżu tak powszechnie i tak wyraźnie, aby o nim mówić z punktu widzenia morfologii. Jego ewentualne osady były bardzo szczupłej i nietrwałej konzystencji. Łatwo je mógł zniszczyć zbliżający się lodowiec i unieść dalej. Kto wie zaś, czy nie zniszczyły go te same siły denudacyjne, które zerodowały miocen. Ten fakt, że nie spotyka się go w wielu miejscach na miocenie, ale za to w wielu miejscach na drugorzędnem łóżysku, wiele mówi. Po zalewie preglacialnym przyszła dopiero faza denudacji trzeciorzędu, tuż przed samym najściem lodów. Niewielkie rozmiary erozji w miękkim miocenie byłyby tu wskazówką.

Akkumulacja lodowcowa zakryła nierówności pomiocenijskie. Przyznać się trzeba, iż losy owej akkumulacji są mimo wszystko, najmniej znanym rozdziałem nowszej historii ziemi. Liczne przekroje dyluwjum na wybrzeżu dają, co prawda, bardzo dużo

¹⁾ Maas G.: Über präglaziale marine Ablagerungen im östlichen Norddeutschland. Zeitschrift der D. Geologischen Gesellschaft 1904, str. 21: Tornquist A.: Zur Auffassung der östlich der Weichsel gelegenen Glaziallandschaft. Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1910, str. 37, z mapką.

²⁾ Wolff W.: Die geologische Entwicklung Westpreussens. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, 1914, N. F. XIII, 3—4, str. 76 i nast.

materiału. Wskazują, iż akumulacja ta ulegała przerwom. Spokojnemu osadzaniu się margli przeciwstawia się wszędzie ruchliwa akumulacja wód pod- i polodowcowych. Te ostatnie utwory mają nawet na wybrzeżu wyraźną przewagę nad marglami. Nie tu miejsce jednak na dociekania, ile było na wybrzeżu epok lodowych i jak się odbywał proces zanikania lodowca. Różna ilość margli (na wybrzeżu 1 do 2, koło Gdańska 1 do 5) oraz z małymi wyjątkami, jak w opisanej odkrywcę pod Oxywiem, brak wyraźnych utworów interglacialnych nie stwarzają korzystnych warunków do rozstrzygnięcia poruszonych powyżej zagadnień.

Ostatecznie po stajaniu i usunięciu się lodów pozostała rozległa płaszczyna polodowcowa, w którą były już prawdopodobnie wcięte głębsze lub płytsze, szersze lub węższe doliny dyluwjalne. Spływające zewsząd wody pogłębiały je. Dwa kierunki miały wody polodowcowe: wschodnio-zachodni i południowo-północny. Albowiem te dwa kierunki dolin krzyżują się ze sobą nie tylko tu, lecz i gdzieindziej w Polsce. Odpływ na zachód odbywał się prawdopodobnie dolinami Reda-Łeba i doliną Płutnicy (Puck-Karwia). Szczaćkiem kierunku południowego jest na naszym wybrzeżu dolina Gdynia-Reda-Rewa. Który z tych kierunków jest starszy? Zwykle się przyjmuje, że równoleżnikowy. Tymczasem szerokość dolin południowych każe wnosić, iż doliny te mają wiek co najmniej tak dawny jak doliny równoleżnikowe. Sonntag, który przeplawowi wód dyluwjalnych poświęcił osobne studjum¹⁾, przyjmuje, iż przed powstaniem Wisły dolnej odpływały wody dyluwjalne z jeziora deltowego Wisły doliną Gdynia-Reda, a potem doliną Łeby na zachód. Gdy jednak lody znikły z kempy Puckiej, a równocześnie nastąpiło przerwanie się dolnej Wisły z doliny Toruńsko-bydgoskiej na północ, wówczas zjednoczone wody wiślane przedzierały się doliną Gdynia-Reda-Rewa, dalej zaś doliną Płutnicy do Bałtyku. Odpływ do Bałtyku wprost na północ nastąpił dopiero po zupełnem zniknięciu lodów. W tym czasie płaszczyna dyluwjalna pomorska rozpościerała się znacznie dalej na północ, aniżeli dzisiaj. Półwyspu Helskiego jeszcze nie było.

¹⁾ Sonntag P.: Die Urstromtäler des unteren Weichselgebietes ... j. w. str. 54-57; prócz tego: Geologie von Westpreussen ... j. w. str. 206-211.

Łąd leżał wyżej¹⁾. Jak jednak wyglądało wybrzeże morza Yoldjowego i jeziora Ancylusowego w najbliższym sąsiedztwie naszego Pomorza, z tego nie umiemy zdać sobie sprawy. Czy zatoka Gdańska nie była już w okresie yoldjowym jeziorem, zatrzymanem w swym odpływie przez lody, w myśl ciekawych wyobrażeń Munthego²⁾? Więcej umiemy powiedzieć o obniżeniu, które bywa powszechnie łączone z okresem litorinowym Bałtyku. Jestto okres polodowcowy. Po zniknięciu lodów formy terenu postąpiły już znacznie w swoim rozwoju, gdy je zastał ruch obniżeniowy.

Gdy dowodów bezpośrednich na obniżenie się naszego wybrzeża wiele nie posiadamy (*Scrobicularia piperita*, muszla zachodniego Bałtyku, znaleziona w głębi wyspy Chelmskiej w Gdańsku), to jednak rozporządzamy grupą dowodów pośrednich, bardzo poważnych. Jestto zresztą powszechnie znanym faktem, że południowo-zachodnie wybrzeża Bałtyku zanurzyły się, podczas gdy wybrzeża północnej Szwecji i Finlandji podniosły się. Oś obu ruchów przechodziła przez północną Danję, przez Skanję i przez Kurlandję. Gdybyśmy się nawet jak najkrytyczniej patrzyli na dowody obniżenia się łądów i nie uważali zatopionych pni, drzew czy nawet całych lasów na torfowiskach za wystarczający dowód zanurzenia się łądu, jak to właśnie czyni Jentsch³⁾, to i tak znajdziemy na naszym wybrzeżu sporo innych dowodów. Przecież urwana nagle dolina dyluwjalna nad morzem i pozbawiona swego naturalnego związku, dolina, której dno wysłane jest nadto piaskami, a na wierzchu pokryte warstwą torfów, jest przekonywującym dowodem zanurzenia się wybrzeża. Cóż zaś powiedzieć, gdy zostanie przerwany skutkiem zanurzenia pewien połączony ze

¹⁾ Geinitz E.: Die geographischen Veränderungen des sud-westlichen Ostseegebietes seit der quartären Abschmelzperiode. Petermanns Mitteilungen, 1903, str. 26; Gagel C.: Die sogenannte Ancylushebung und die Litorinasenkung an der deutschen Ostseeküste. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt, 1910, 1, str. 205 i nast.; Wolff W.: Die geologische Entwicklung Westpreussens . . . j. w. str. 97.

²⁾ Munthe H.: Studies in the late quaternary history of Southern Sweden. Livret guide des excursions en Suede du XI Congres géologique intern., Nr. 25, str. 97.

³⁾ Jentsch A.: Geologie der Dünen. Handbuch des Deutschen Dünenbaues . . . j. w. str. 100—101.

sobą przed zanurzeniem cykl dolin, jak np. cykl doliny Gdynia-Reda-Rewa. Obecność torfów nie jest potrzebna do przyjęcia podobnych ruchów, skoro są takie morfologiczne wskaźniki. Torfy wskazują tylko na wiek ruchu i na położenie dna dolin. Wiek ruchu możemy przeto określić najwcześniej jako późno-alluwialny.

Nierównie ciekawą jest rzeczą śledzić, jaka była intensywność ruchu. Nie znamy tu jednak w tem zagadnieniu rzeczy najważniejszej, to jest nie wiemy, jaki jest początek dzisiejszej zatoki Gdańskiej. Skłonni jesteśmy na podstawie wielu danych uważać rozległą przestrzeń Gdańsk-Chojnice-Laskowice-Łasin-Kisielice-Dzierżgoń za zniszczony erozyjnie blok trzeciorzędu. Na tem pobojuwisku rozegrała się sprawa dolnej Wisły i delty Wisły. Ale czy zagłębienie 113 m zatoki Gdańskiej, nie wiąże się z intensywniejszym obniżeniem litorinowem lub jeszcze nawet ze starszym, choćby ancylusowem, tego przesądzać nie można.

Tak czy owak konstatujemy powolne obniżanie się powierzchni miocenu w kierunku z południa na północ (z 40 m na wschód od Sopotu na 20 m koło Rozewia), co zgodne jest z założonym ruchem w okresie morza Litorinowego. Czy oprócz tego ruchu miało miejsce ugięcie się powierzchni ziemi w kierunku południkowym? Jentsch i Keilhack¹⁾ przyjmują podniesienie się powierzchni naszej krainy przybrzeżnej skutkiem odciążenia po zniknięciu lodów conajmniej na 50 m. Linja elewacji miała przechodzić przez dział wodny Leba-Reda. Pochylające się rzekomo w kierunku wschodnim terasy rzeki Redy przemawiać miały za obniżeniem. Tymczasem po bliższem zbadaniu pokazało się, że terasy Redy wcale się ku wschodowi nie obniżają²⁾, rzekoma zaś elewacja na działle wodnym Reda-Leba jest niczem innem jak stożkiem nasypowym, który wywołał

¹⁾ Jentsch A.: Einige Züge in der Oberflächengestaltung Westpreussens. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1890, str. 613 i 617; tego autora: Das Präzisions-Nivellement Lauenburg-Neustadt-Rheda. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1912, 11, str. 383; Keilhack K.: Die Stillstandslagen des letzten Inlandeises und die hydrographische Entwicklung des pommerschen Küstengebietes... j. w. str. 90 i 145.

²⁾ Sonntag P.: Geologie von Westpreussen ... j. w. str. 211.

bifurkację, czyli rozdzielenie się rzeki Łeby¹⁾ i Redy. Ugięcie się zatem pobraża w kierunku południkowym, oparte na tak kruchej podstawie, nie może uchodzić za udowodnione. Tem samem nie można z niem łączyć powstania zatoki Gdańskiej. O ileby zaś poddać dyskusji kwestję ruchów o elewacji południkowej, to należałoby wziąć pod uwagę bardzo ciekawe zachowanie się powierzchni kredowej, której najbliższe elewacje znajdują się na Rugii i nad Niemnem. Zatoka Gdańska przypada na nieznaczną depresję kredy. Przytem pamiętać należy, iż poziom kredy w Jastarni i na Helu, rzekomo 170 m p. p. m., podany został przez W o l f f a w wątpliwość, jako niepewny i za niski²⁾. Równocześnie zaś z depresją kredy schodzi się zniszczenie trzeciorzędu na przestrzeni Rozewie-Gdańsk-Chojnice-Laskowice-Łasin-Dzierzgoń-Sambja. Zatoka Gdańska i jej geneza muszą być przeto rozpatrywane na szerszej, aniżeli się to działo dotychczas, podstawie. Tego rodzaju rozpatrywanie nie jest jednak celem niniejszej pracy.

Jeżeli tedy będziemy uważali torfowiska, szczątki roślin i skorupki mięczaków słodkowodnych może nawet żwiry i t. p. utwory alluwialne, leżące poniżej poziomu morza, za niewątpliwe ślady ruchu obniżeniowego³⁾ na naszym wybrzeżu, to ślady te istnieją w następujących miejscach. W delcie Wisły schodzą torfy najniżej od 12 do 14 m poniżej poziomu morza. W tak niskich poziomach znajdowano również skorupki słodkowodnych mięczaków, jak i szczątki roślin. Żwiry i piaski rzeczne zaś sięgają do znaczniejszych jeszcze głębokości. To też na tych podstawach ustalił J e n t s c h już dosyć dawno grubość alluwjum w delcie Wisły na 30 m⁴⁾. Dosyć powszechnie przyjmuje się tedy, że obniżenie w delcie Wisły wynosi od 20 do 30 m poniżej poziomu morza. Dolny poziom torfów w Gdyni sięga na granicy morza i doliny dyluwialnej (według wierceń wykonanych przez Kiero-

¹⁾ Wunderlich E.: Postglaziale Hebung in Westpreussen und Hinterpommern. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1915; str. 468, oraz Sonntag P.: Zur Frage der Verbiegung des Leba-Reda Urstromtales, tamże str. 401.

²⁾ Wolff W.: Entwicklung Westpreussens . . . j. w. str. 62.

³⁾ L e h m a n n P.: Die Gezetzmässigkeit der Alluvialbildungen an den deutschen Ostsee-küsten. Verhandl. des Geographentages 1905, str. 151-152.

⁴⁾ J e n t s c h A.: Neue Gesteinsaufschlüsse in Ost- und Westpreussen. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1896, str. 25 - 33, 118.

wnictwo budowy portu) do 7 m poniżej poziomu morza. Poziom doliny schodzi niewątpliwie znacznie niżej, a więc conajmniej do 10 m p. p. m. Na ślady torfów natrafiono również przy robotach portowych w Pucku (do 3 m poniżej poziomu morza). Według relacji Kierownictwa budowy kolei na półwyspie Helskim z r. 1921 znaleziono torfy przy kopaniu studni stacyjnych w następujących głębokościach (dolny poziom, licząc od powierzchni studni, wzniesionej zazwyczaj 1 do 2 m n. p. m.): Wielka wieś (w znacznej jednak odległości od wsi na półwyspie) 7 m, Kuźnica 4,5 m, Hel (stacja kolejowa) 7 m. Tę ostatnią formację określa Kierownictwo jako szlam z torfem. Poniżej spotykano zazwyczaj il niebieskawy z piaskiem, jeszcze niżej, a w głębokości około 20 m, gruby żwir z piaskiem. Owe rezultaty zgadzają się naogół z rezultatami wierceń już dawniej przedsięwziętych na Helu¹⁾. Zachodzi jednak różnica co do wyników wierceń na samym końcu Helu. Tu poprzednie wiercenia, a było ich wiele, nie wykazują torfu w głębokości kilku m p. p. m., lecz albo sam piasek albo piasek zmieszany z humusem (humoser Sand). Zatem do wiadomości Kierownictwa budowy o torfach w Helu, należy się odnosić dość krytycznie. Posiadamy jeszcze wiercenia z Jastarni (leśniczówka). Stwierdzają one również istnienie torfów w poziomie 2 do 3 m. Jedno z nich ogłoszone w „Jahrbuch. der Geolog. Landesanstalt“ 1903. Drugie, którego wyniki ogłasza W ü n s c h e²⁾, a wyzyskuje je B r a u n G.³⁾, jest dokładniejsze od wiercenia poprzedniego i stwierdza torfy naprzód w głębokości do 4 m, a potem 34 m (warstewka 0,4 m gruba), a jeszcze nawet w głębokości 38 m torf z piaskiem (grubość 2 m). Prawda, są to warstwy bardzo cienkie. W tej samej głębokości (33,7—34,0 m), znajdujemy w poprzednim profilu il piaszczysty z igiełkami gąbek i skorupkami okrzemek (według oznaczenia Z e i s e g o). Według B r a u n a G., (jednak źródła, skąd czerpie tę wiadomość, nie mogłem odkryć), natrafiono w Kuźnicy na torfy prawie w tych samych głębokościach. W powyższym przeglądzie dowodów, przemawiających za zanurzeniem się wybrzeża polskiego, brak tylko podobnych obserwacji z odcinka

¹⁾ Keilhack K.: Ergebnisse von Bohrungen . . j. w. 1903, str. 646—647 i 1907, str. 692—693.

²⁾ W ü n s c h e H.: Studien auf der Halbinsel Hela . . j. w. str. 11.

³⁾ B r a u n G.: Entwicklungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandsküsten . . j. w. str. 20.

Karwieńskiego. Tam jednak spostrzegamy zanurzone torfy wprost w morzu. Skutkiem czego obniżenie wybrzeża przynajmniej o kilka m jest do przyjęcia.

Liczne przykłady, jakie zdołaliśmy zebrać dla zatoki Gdańskiej i jej zachodniego obramienia pozwalają istotnie wnosić o ruchach obniżeniowych w tych okolicach. Gdybyśmy przyjęli za udowodnione występowanie torfów w Kuźnicy i w Jastarni w głębokości poniżej 30 m, tobyśmy mogli mówić o dość znacznej amplitudzie ruchu obniżeniowego, bo dochodzącej nawet do 40 m. Z tegoby jednak wynikało, że ruch ten był największy w osi zatoki Gdańskiej, skoro byśmy rozważali obniżenia w Kuźnicy i Jastarni w związku z obniżeniem w delcie Wisły. Wtedy jednak należałoby może wrócić do hipotezy Jentscha i Keilhacka o dyluwjalnem ugięciu się całego nadbrzeża, tylko należałoby ją oprzeć na powyżej przez nas przytoczonych dowodach. Gdybyśmy poprzestali na znaleziskach torfu tylko w górnym poziomie od 3 do 7 m p. p. m., to z wykluczeniem wielce niepewnej relacji Kierownictwa budowy kolei co do Helu, moglibyśmy przyjąć za udowodnienie obniżenie się lądu o kilka m. Obniżenie to dotknęłoby równomiernie całego wybrzeża polskiego. Zatoka Pucka, oraz podwodny ryf, a nadto Hel od Wielkiej wsi po Jastarnię, leżą na zanurzonem wybrzeżu. To pewne. Rzecz się niewątpliwie komplikuje w wypadku, gdy weźmiemy pod uwagę dolne torfy, ewentualnie słodkowodne utwory w głębokości poniżej 30 m. Przedzielający oba torfy biały piasek każe przypuszczać, że po krótkiej fazie lądowej, w czasie której powstały starsze torfy (może tylko jako osad rzeczny), nastąpiła faza dłuższa zalania znowu przez morze, po której przyszła faza bardzo świeża powstawania torfów górnych. Dalej w głębi lądu podobnych dwóch faz w rozwoju torfów nie znaleziono. Świadczyłoby to w każdym razie o zlokalizowaniu ruchu obniżeniowego. Analogiczne znalezisko znane jest przy ujściu Odry. Tu znaleziono torfy w głębokości 30 m pod wodą u południowego cypla ławicy Odrzańskiej. Tam jednak w lejkowatym zagłębieniu między ławicą Odrzańską a Rugją dopatrzyć się można słusznie przedłużenia doliny Odry. Tu podobnej podwodnej rynny nie mamy.

Należy jeszcze zastanowić się nad dwoma rzeczami, mianowicie, jakie były bezpośrednie następstwa ruchu obniżeniowego,

i czy czas ruchu nie da się bliżej określić. Co do pierwszego, to musimy tu wspomnieć o ciekawych przypuszczeniach De e c k e g o¹⁾ co do wyglądu południowego wybrzeża Bałtyku w czasie litorinowym. U wybrzeża tego miał się znajdować archipelag wysp, w skład którego wchodziło 6 wysp, z których się zrosła Rugja. Nadto znajdowały się tam wyspy na miejscu ławicy Odrzańskiej, Plantagenetów, Słupskiej. Wyspy te zostały skutkiem obniżenia rozmyte przez fale morskie. Obfite piaski, wyrzucone na nowe brzegi posłużyły do połączenia wysp Rugji ze sobą, a przede wszystkim do powstania mierzeji, zalewów, wydmy. W tem oświetleniu znaczenie ruchów obniżających dla tworzenia się wybrzeża byłoby większe, aniżeli się przypuszcza. Wielkie ilości piasków, potrzebne do budowy półwyspu Helskiego mogłyby pochodzić z rozmycia najbliższej ławicy t. j. Słupskiej i jej przedłużenia, które podchodzi prawie po Rozewie²⁾.

W ostatnich latach nastąpiło dokładniejsze nieco sprecyzowanie czasu, w którym spodziewać się mamy obniżenia litorinowego. Stało się to dzięki połączonym badaniom geologii, paleontologii i prehistorji. Wielką zasługę zdobył sobie w Niemczech Menzel przez ustalenie chronologii (w ramach ogólnych) okresów późno- i polodowcowego w północnych Niemczech³⁾. Na podstawie jego badań na najmłodszy okres ancylusowy a na najstarszy okres litorinowy przypada w prehistorji ludzkiej okres Campignien, który Menzel wraz z poprzednim okresem Azilien zaliczył do mezolitu. Okres Campignien znany jest na wybrzeżach Bałtyku z dość licznych artefaktów, świadczących o wyraźnem już rozwoju kultury krzemiennej. Dopiero po okresie Campignien następuje okres neolityczny. Pod koniec okresu Campignien i w okresie neolitycznym klimat jest na naszym wybrzeżu atlantycki, a więc ciepły i wilgotny, zjawia się buk i olsza, tworzą się t. zw. torfowiska młodsze, wśród fauny mię-

¹⁾ De e c k e W.: *Entwicklungsgang und Gestalt der Ostsee*. Geographische Zeitschrift 1910, str. 196; tegoż: *Ein Versuch, die Bänke vor der pommerschen Küste geologisch zu erklären*. Stuttgart 1905.

²⁾ Bü c h t i n g E.: *Die Bodenformen der Ostsee*. Diss. Heida in Th., 1913, str. 59.

³⁾ Menzel H.: A. Die geologische Entwicklungsgeschichte der älteren Postglacialzeit im nördlichen Europa und ihre Beziehungen zur Prähistorie. B. Die paläontologischen Grundlagen für die Chronologie des Diluvialmenschen. Zeitschrift für Ethnologie, 1914, str. 205—248.

czaków przeważa obok licznych limneów, *Planorbis corneus* i *Paludina vivipara*, w niewielkiej liczbie żyje jeleni, znika łos i pojawia się sarna. Niestety nie znamy tak dobrze rozwoju naszej flory i fauny na wybrzeżu, ażebyśmy mogli bez zastrzeżeń przyjąć porządek rozwojowy Menzla i dla wybrzeża polskiego. To jednak już dawno wiemy¹⁾, że wybrzeże nasze w swym dzisiejszym zarysie istniało już prawdopodobnie w neolicie. Istniały więc już mierzeja Wiślana, a delta Wisły kończyła swój proces zasypywania i tworzenia się, człowiek mieszkał w Sopocie, w Radłowie, Oxywiu, Oblużu, Osłoninie, Rucewie, Pucku, a dalej na północy koło Żarnowca. O ciekawem odkryciu w Rucewie opowiada Conwentz²⁾. Zalicza je do epoki kamiennej. Obok kości ssawców i ryb znaleziono tam szczególnie liczne kości foki (różnych gatunków). Wysnuwa z tego Conwentz wniosek, nie całkiem uzasadniony, choć prawdopodobny, że półwysep Helski rozbitý był podówczas na szereg wysp. O florze ówczesnej twierdzi Conwentz, że była podobna do dzisiejszej. Na okres neolityczny przypada też prawdopodobnie koniec okresu litorinowego, a więc i koniec ruchu obniżeniowego. Półwyspu Helskiego w dzisiejszej postaci zapewne nie było. Niewątpliwie już się tworzył.

Równocześnie z powolnem zapadaniem się wybrzeża, morze zaczęło zajmować nowe linie brzegowe. Od tego dopiero momentu zaczyna się początek wybrzeża polskiego w jego dzisiejszej postaci. Poprzedzielane dolinami kempy pobrzeżne zostały zaatakowane przez fale. Podcinając je, fale zaczęły tworzyć platformy brzegowe, brzegi klifowe a z czasem plaże. Zajawszy doliny dyluwjalne, morze zaczęło albo wrzynać się w nie zatokami, jak w zatoce Puckiej, i szarpać torfy, albo wyrównywać brzeg, jak w odcinku Karwieńskim i w zatoce Gdańskiej. Do najciekawszych procesów wyrównania należy niewątpliwie powstawanie półwyspu Helskiego i podwodnego ryfu. Oba zjawiska pozostają w związku ze sobą. Rozegrały się bowiem na granicy płytkiej zatoki Puckiej i głębokiej zatoki Gdańskiej. Ten moment jest jednym z momentów zasadniczych. Znacznie uwypukliłby

¹⁾ Lissauer A.: Die prähistorischen Denkmäler der Provinz Westpreussen und der angrenzenden Gebiete. Lipsk 1887, str. 19–20.

²⁾ Conwentz H.: Bilder aus der Pflanzenwelt des Kreises Putzig. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1901, X, 2–3, str. 46–47.

się ów szczegół, gdybyśmy sobie pomyśleli izobaty zatoki Gdańskiej, zwłaszcza izobatę 10 m, poprowadzoną z Wielkiego morza wprost do Małego morza między Kuźnicą a Jastarnią. Wtedyby widocznem się stało, że szeroka palka Helu, od Jastarni począwszy, jest nasypem zgoła innego rzędu, aniżeli wały nadwodne czy podwodne wyżej wspomniane. Ryf podwodny, który oddziela zatokę Pucką od zatoki Gdańskiej, i nasyp półwyspu Helskiego od Wielkiej wsi do Jastarni są utworami do siebie podobnemi. Należy je zaliczać do utworów o typie mierzei. Utworzyła je fala na granicy morza płytkiego i głębszego w ten sam sposób, jak utworzyła wiele innych tego rodzaju nasypisk. Czy pod owymi nasypami znajdują się jakieś wyspy dyluwjalne, które stały się bezpośrednią przyczyną akumulacji fali, na to nie posiadamy żadnych poważniejszych dowodów. To pewna tylko, że nasyp Helski ulega częstym przerwom przez fale przy wzburzonem Wielkiem morzu, ryf natomiast prawdopodobnie nie ulega przerwom. Mimo to ryf jest wałem podwodnym a półwysep Helski wałem nadwodnym. Różnica ta pochodzi z różnych względów. Opisana część półwyspu Helskiego otrzymuje i otrzymywała wprawdzie wiele piasków czy to ze zniszczonego brzegu klifowego kempy Swarzewskiej, czy ze zniszczonej ławicy Słupskiej, a dzięki prądowi wschodniemu, ale ulega równocześnie niszczeniu, współcześnie z przesuwającym się wgląd ładu klifem. Ślad jest miejscami wąska i oparta na cienkiej podstawie. Wał podwodny Rewa—Kuźnica otrzymuje niewiele materiału z wiatrem zachodnim i z prądem wschodnim (?) od ujść Wisły i z klifów Radłowskiego i Oxywskiego. Wskutek tego budowa jego postępuje bardzo powoli. Wał jednak zaczyna się już w „szpyrku“ wychylać z wody. Psują go dosyć często fale, idące z wiatrem zachodnim, które przesypują materiał złożony z piasków i z drobnych żwirów w stronę półwyspu Helskiego i tu podsypują szeroką podstawę półwyspu, sięgającą do Jastarni aż po Stary Hel. W podobny sposób prąd wodą, a wiatr północno-zachodni po suchym gruncie, przemiata i przesuwają materiał nagromadzony ku kończyźnie Helu.

Tu na szerokiej mieliźnie podwodnej koło Jastarni zaczyna się zrazu wąską rękoięcią, a potem coraz szerszą palką druga część półwyspu. Widocznie akumulacja w tę stronę wzrasta. Na linii Stary Hel—Szwedzka góra osiąga maximum, ażeby znówu niebawem zmniejszyć swoją szerokość bardzo widocznie. Pod-

czas gdy od Wielkiej wsi do Jastarni linia wybrzeżna półwyspu jest nieco wgięta w stronę lądu, to od Jastarni ku cyplowi linia wybrzeżna jest wgięta w stronę morza. Przy tem wszystkiem dziób półwyspu w sposób bardzo charakterystyczny się zagina. Niepodobna nie zauważyć, że maksymalna szerokość półwyspu schodzi się z końcem podwodnej podstawy. Tłumaczymy sobie to zjawisko w ten sposób, że napięcie akumulacji nadwodnej, które staje się coraz to większe w miarę, jak się zbliżamy ku cyplowi półwyspu, doznaje nagłej przerwy w tem miejscu, gdzie traci swą podstawę podwodną, bardziej rozwiniętą od strony Małego, aniżeli Wielkiego morza. Tu następuje powolne przygotowywanie podwodnej bazy. To zaś, następując od strony Małego morza, gdzie widocznie fala nie wzburza morza tak głęboko, sprawia równocześnie, że półwysep ma tendencję do zaginania się ku lądowi. Przyczynia się również do tego i prąd, który u cypla stale się zagina i wywołuje zjawisko powstawania próżni, tak wspomagające wszelkie procesy akumulacyjne.

Co znajduje się w spodzie rozszerzonej części półwyspu, tego również nie wiemy. Ani wiercenia w Jastarni ani wiercenia w Helu nie dają nam na to odpowiedzi. Potrzebne jest bowiem wiercenie w środku rozszerzonej części, a tego niema. Jeżeliby bowiem miała istnieć jaka przeszkoda, zatrzymująca piaski, to z pewnością leżałaby gdzieś bliżej Jastarni. Prawdopodobnie koło niej gromadziłyby się największe ilości piasków i nasypów, tak pod wodą, jak i nad wodą. Wiercenia na Helu odkrywają nam pod piaskiem i żwirem, w głębokości poniżej 50 m, piaszczyste margle ilaste z odłamkami muszli lądowych. Pod tem w głębokości około 100 m znajduje się kreda. Ponieważ i na dnie zatoki Gdańskiej, w którą się wsuwa półwysep Helski, w głębokości 50 do 60 m, znajdują się również ily¹⁾, przeto widocznem się staje, iż nasyp piaszczysty nasuwa się tu powoli na ilaste dno, którego pochodzenie bliżej nie jest znane. Palkowate rozszerzenie półwyspu ma wszelkie znamiona kasy. Jest to ta część półwyspu, która wyraźnie odbiega swym charakterem od wałów poprzednio opisanych i która poniekąd odbiera półwyspowi charakter mierzei.

¹⁾ Spethmann H.: Studien über die Bodenzusammensetzung der baltischen Depression vom Kattegat bis zur Insel Gotland. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, N.-F. Bd. 12, 1910, str. 303—314, z mapą.

Powstania półwyspu Helskiego nie umiem sobie wyobrazić w sposób tak prosty, jak to czyni Braun G.¹⁾. Według Brauna G półwysep zaczął się tworzyć po zanurzeniu litorinowem jako kosa w stronę Gdańska, jako wał w stronę Wielkiej wsi, na zanurzonych wyspach margla lodowcowego. W każdym razie kosa półwyspu jest starsza, aniżeli jej trzonek. Margliste dno morza przed Jastarnią wskazywać ma na możliwość abrazji margla lodowcowego w tem miejscu. — W tem dowodzeniu wydaje mi się argument co do czasowego następstwa zjawisk najmniej słuszny. Tworzenie się wału zrazu podwodnego na zanurzonem codopiero wybrzeżu w strefie pogranicznej, a równocześnie usypywanie się podwodnej mielizny w miejscu głębszem następowały niewątpliwie równocześnie. Z tą jednak zawsze różnicą, że wał mierzejowy o wiele prędzej był gotów aniżeli kosa wyłoniła się z pod wody. Tylko że wał ten ulegał zaraz w miarę postępu zniszczenia klifu Swarzewskiej kempy równoczesnemu zniszczeniu, potęgowanemu w sposób wynikający z warunków lokalnych przez pracę, idącą z Małego morza, podczas gdy kosa, uchylając się zlekka z pod wpływu fal (zwłaszcza zachodnich), względem których zajmowała stanowisko coraz bardziej skośne, narastała bezustanku przedłużając się i grubiejąc. Także praca morza od strony południowej części Małego morza była w każdym razie mniej niszcząca niż w zatoce Puckiej, gdzie powstają fale krótkie a mocne.

Należy jeszcze wyjaśnić, dlaczego linja wybrzeża, ustalając się w pewnym momencie, przybrała takie a nie inne kształty. Można by przypuścić, iż winna temu intensywność obniżania się ładu, w niektórych miejscach większa w innych mniejsza. Wszakże są pewne dane, które wskazują na to, że poniekąd winny temu niektóre podyluwjalne formy krajobrazu nadmorskiego. Łatwo przyjąć, patrząc na mapę, że pradoliny, które powstały ongi na wybrzeżu, zgoła inaczej wyglądały niż to widzimy dzisiaj na ich resztkach, zachowanych w krainie nadbrzeżnej. Prawdopodobnie doliny te łączyły się ze sobą. Chodzi tu jednak o co innego. Mianowicie stoki wymienionych dolin zostały zaatakowane przez fale i zamienione miejscami na brzegi klifowe. Zdarzyło się to nad Wielkim morzem (od Wielkiej wsi

¹⁾ Braun G.: *Entwicklungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandskusten und ihren Dünen* j. w. str. 20.

na zachód), na kempie Swarzewskiej (na południe od Swarzewa, na kempie Puckiej, zwłaszcza na południe od Rucewa), na kempie Radłowskiej. Być może, iż także brzeg klifowy pod Kolibkami był stokiem dolinnym. Ogólny spadek kempy Swarzewskiej, Puckiej, Oxywskiej jest ku wschodowi, a więc w stronę owej wielkiej doliny. Na kempie Puckiej rozwinęły się nawet dwie dłuższe rzeczki w tym kierunku. Inne brzegi klifowe nie posiadały w swym rozwoju i położeniu predyspozycji dyluwjalnej. Ich kierunek mógłby być jednak uzasadniony ogólnym rodzajem opadania terenu pod morze. Granice zasięgu wybrzeża były ongiś inne.

Jak daleko w morze sięgały kempy, trudno powiedzieć. Dawny zasięg kempy możemy określić tylko hipotetycznie w niektórych wypadkach. Gdy np. przyjmiemy nachylenie kempy Oxywskiej na 9‰ , to hipotetyczny kołnierz kempy przypadnie wówczas na czwarty kilometr od brzegu, o ile założymy, że od czasu obniżenia litorinowego położenie kempy nie uległo zmianie. Właśnie izobata 10 m towarzyszy kempie w odległości 1,5 do 4 km. Musimy przyjąć, że brzegi klifowe cofają się i cofały się. Każda burza a nawet każdy mokry rok przynosi nowe straty. Wystarczy w tym względzie przejrzeć bardzo ciekawe studjum nad zniszczeniem klifów Sambji Brückmanna i Eversa¹⁾. Oprócz tych naocznych objawów cofania się wybrzeża znajdują się jeszcze objawy inne. Wybrzeże klifowe kraje gotowe już formy i obcina je, czyli: wybrzeże jest młodsze aniżeli owe formy. Na kempie Swarzewskiej, od strony Wielkiego morza, oraz na kempie Oxywskiej i Radłowskiej istnieją doliny wiszące. W różnych leżą poziomach, zależnie od stadium rozwoju, w jakim je zastała praca morza. Naogół owe doliny należą do małych strug wodnych, stanowiących zapewne dopływy rzek większych. Te doliny zostały przez przesuwanie się wybrzeża pourywane. Wcinające się zaś w dawne dna, dzisiejsze strugi wodne przystosowały się szybko z powodu miękkości materiału, w którym rzeźbią, do dzisiejszego poziomu morza. Ale ponad ich ostro wcięte stoki wznoszą się terasy, należące

¹⁾ Brückmann R. — Evers E.: Beobachtungen über Strandverschiebungen an der Küste des Samlands. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg Odb. z roczn LII. str. 12, tab. IX i X.

do dawnych dolin. Najpiękniejszymi przykładami dolin wiszących są doliny potoków Chłapowskiego wschodniego na kempie Swarzewskiej i dolina potoku Kaczego koło Orłowa. W pierwszym wypadku dawne dno potoka wisi 16 m, w drugim 10 m ponad poziomem morza. Pozatem w potoku Chłapowskim zachodnim (fig. 4) dno wznosi się na 42 m, w Rozewskim wschodnim na 37 m n. p. m.

Te wysokości każą przypuszczać, że ujście owych potoków leżało na kempie Swarzewskiej dosyć daleko. Gdyby bowiem przyjąć dla ostatniej partii parowu Chłapowskiego wschodniego spadek wód na 5‰, a równocześnie założyć, że dolina, do której ów potok uchodził, leżała w pobliżu poziomu morza, to i tak ujście przedłużonego hipotetycznie potoka znajdowałoby się w odległości co najmniej 3 km od dzisiejszego brzegu. W ten sposób postępując, moglibyśmy ustalić, że ujście potoka Kaczego leżało w odległości co najmniej 1 km. od dzisiejszego klifu. Naogół zaś granice, w których należy przyjąć minimalnie cofanie się brzegów na kempach od czasu zanurzenia się kemp, wahają się między 1 a 3 km. Są to granice minimalne. Już bowiem rozległe obszary abrazyjne na północ od kempy Swarzewskiej przekonywują nas, że zniszczenie nad Wielkim morzem przybrało — być może — daleko większe rozmiary. Nad Małym morzem było jednak skromniejsze (por. fig. 1).

Cykl rozwojowy i tendencje rozwojowe wybrzeża polskiego.

Szczegółowy opis wybrzeża polskiego i rozważania nad jego genezą stanowią podstawę do ustalenia głównych wytycznych rozwoju form. Podjąć tedy można próbę ułożenia cyklu rozwojowego, a z kolei potem ustalić, w jakim stadium rozwoju znajduje się nasze wybrzeże (por. zestawienie na str. 80). Wybrzeże polskie znajduje się w stadium środkowym swego rozwoju. Wykazuje formy, zmierzające dopiero do całkowitego wyrównania. Nie można uważać naszego wybrzeża za wybrzeże wyrównane, które już doszło do stadium końcowego swego rozwoju, jak to przyjmuje Solger¹⁾, dla całego wybrzeża po-

¹⁾ Solger F.: *Geologie der Dünen. Dünnenbuch*, Stuttgart 1910, str. 41.

CYKL ROZWOJOWY WYBRZEŻA POLSKIEGO

Stadja rozwojowe:	Warunki, jakie stwarza ląd:	Warunki, jakie stwarza morze:	Formy terenu:
Stadium pierwotne (zaraz po zapadnięciu się wybrzeża)	Kempy polodowcowe o powierzchni równej lub fałistej, szerokie doliny dyluwalne.	Zamiana stoków dolinnych na klif lub tworzenie na opadającej kempie nowego klifu. Wtargnięcie morza w dna dolin.	Brzegi o mało urozmaiconym profilu podłużnym i poprzecznym, głęboko wcięte potoki dolinne.
Stadium następne	Kempy pocięte żlebami i dolinkami i zdenudowane, doliny wypełniające się osadami i narastającymi torfami.	Przesuwanie klifów w głąb lądu i stwarzanie szerokiej platformy brzegowej. Równoczesne zamykanie zatok walemi, powstającym na dnie dolin — suchym lub zanurzonym, a nawet równoległe do wybrzeża na platformie, i przesuwanie owych wałów równocześnie z przesuwaniem klifów. Praca destrukcyjna morza jest nieco większa od pracy konstrukcyjnej.	Klify o urozmaiconym profilu podłużnym i poprzecznym z przyległym morzem płytkim. Powstanie szerokiej plaży i wału wydmowego w przedłużeniu ścian klifów. Tworzenie się wałów nadwodnych i podwodnych w pewnej odległości od wybrzeża, powstawanie półwyspu Helskiego i zatoki Puckiej, zjawiska wyrównania.
Stadium końcowe	Kempy obniżone i zrównane, doliny o stokach łagodnych o dnach zapelnionych. Różnica wysokości między kempami a dolinami minimalna.	Przewaga pracy budowlanej nad niszczącą z powodu nagromadzenia się ogromnej ilości materiału ze zniszczenia.	Wybrzeże wyrównane o możliwie prostych lub lekko zagiętych liniach. Mierzeja Helska zamyka część zatoki Gdańskiej, jako zalew, który powoli przechodzi w stadium wysładzania się i zamierania:

morskiego. Także Braun G.¹⁾ jest zdania, że południowe wybrzeże Bałtyku zbliża się do wyrównania po obniżeniu.

Otóż gdy chodzi o nasze wybrzeże, to proces wyrównania nie jest jeszcze skończony. Wielką przeszkodą są liczne klify na kempach i głębokie morze zatoki Gdańskiej, przez które wytknął sobie drogę półwysep Helski. Są to warunki specjalne na naszym wybrzeżu, których niema gdzieindziej na wybrzeżu pomorskiem. Nawet interpretując wybrzeże zatoki Puckiej, jako wybrzeże wewnętrzne, zalewowe, i zachowujące przez to swój typ wybrzeża niewyrównanego, możemy powiedzieć, że do wyrównania jeszcze daleko.

Jakież zaś są tendencje rozwojowe naszego wybrzeża, a ściślej mówiąc, wybrzeża i morza. Ogólny rozwój wybrzeża polskiego postępuje w dwóch kierunkach: w kierunku zniszczenia go i w kierunku odbudowy. Efekty zniszczenia są równie ważne jak efekty odbudowy. Niewątpliwie istnieje pomiędzy obu kierunkami linia równowagi — a więc linia, która oddziela przeważające zniszczenie od przeważającej odbudowy. Wszelako nie jest rzeczą łatwą ustalić przebieg tej linii.

Zjawiska zniszczenia wybrzeża zachodzą wszędzie bez wyjątku na wybrzeżu klifowym. W bardzo niewielu miejscach fala najwyższa nie dotyka bezpośrednio klifu. W tych miejscach widzimy zwykle szeroką plażę i dobrze rozwinięty stary wał plażowy. Bezpośrednie zniszczenie obserwujemy jeszcze prócz tego w dolinach dyluwjalnych (por. str. 32, 35). Ulega zazębieniu zdradzającemu zniszczenie wybrzeże Helu od strony Małego morza. Niepodobna również zaprzeczyć, o czym już była mowa że odcinek Karwieński przesuwa się w głąb lądu, podobnie jak wybrzeże Helu od strony Wielkiego morza między Wielką wsią a Kuźnicą ulega również od czasu do czasu przerwom i zniszczeniu, a nawet niewątpliwemu przesuwaniu. Tak odcinek Karwieński, jak odcinek Helski cofają się równomiernie z cofaniem się klifów na kempie Swarzewskiej. To nam tłumaczy, dlaczego mimo długiego odstępu czasu, jaki oddziela początek półwyspu Helskiego od doby dzisiejszej, półwysep jest miejscami tak wąski, że ulega nawet przerwom w czasie burzy. Należy

¹⁾ Braun G.: Entwicklungsgeschichtliche Studien an den europäischen Flachlandsküsten und ihren Dünen . . . j. w. str. 8.



nawet przyjąć, że w stanie pierwotnym półwysep, niechroniony przez wał wydmy, starannie nieutrzymywany w kulturze, przechodziłby bezustanku proces przerywania się i zasklepiania. Taki stan trwał mniej więcej aż do połowy 19 wieku, kiedy rozpoczęła się racjonalna ochrona półwyspu. Miarodajnem dla wyrobienia sobie sądu o wyglądzie półwyspu w pierwszej połowie 19 wieku musi być to, co pisze Krause¹⁾. Oto w roku 1818 był półwysep przerywany przez fale w 27 miejscach, a w roku 1824 ilość przerw wzrosła do 44. W roku 1825 zaczęto pierwsze prace nad umacnianiem półwyspu w jego partji cieńszej i ulegającej zniszczeniu i przesuwaniu.

Wszakże nie można zaprzeczyć, że w obu wspomnianych odcinkach t. j. w Karwieńskim i Helskim zniszczenie wybrzeża odbywa się na przemian z budowaniem. Nie należy tylko zapominać, iż wyrównanie wybrzeża nie jest równoznaczne z jego przyrastaniem. Straty poniesione przez zniszczenie mogą być wyrównane jakościowo, ale nie ilościowo. Ogólny rezultat jest taki: wybrzeże się cofa. To wszakże pociąga za sobą przesunięcie pola działalności budowniczej morskiej w głąb lądu.

Tendencje budowlane konstatujemy przedewszystkiem po obu stronach pałkowatego rozszerzenia półwyspu Helskiego, w ryfie Kuźnica - Rewa, potem na wybrzeżu między Rewą a Mechlinkami i między Gdynią a Oxywiem. Tu morze stwarza nowe linje brzegowe. Bardzo rzadko i sporadycznie przerywa swą pracę i tworzy na ustalonych wałach plażowych niskie klify.

W stosunku zatem do krajobrazu nadmorskiego Bałtyk ma tendencję niszczenia kemp: Swarzewskiej, Puckiej, Oxywskiej, Radlowskiej i przesunięcia linji klifów, a równocześnie zniszczenia przerw dolinnych między kempami, jak to widzimy w zatoce Puckiej. Tam jednak, gdzie rozporządza wielką ilością materiału, tam zasypuje owe przerwy dolinne. Akcja zasypywania przerw dolinnych odbywa się nad Wielkim morzem i w tej części Małego morza, która z Wielkim morzem, w tym wypadku z zatoką Gdańską, pozostaje w bezpośrednim kontakcie. Małe morze — właściwe (zatoka Pucka) zupełnie nie stwarza nowego lądu.

¹⁾ Krause G. C. A.: Der Dünenbau auf den Ostsee-Küsten Westpreussens . . . j. w. str. 30—40.

Gdybyśmy tylko te części wybrzeża brali w rachubę, które w każdym razie nie ulegają zniszczeniu, to moglibyśmy tu wymienić jakich 40 km kończyny półwyspu Helskiego, 4 km wybrzeża między Rewą a Mechlinkami i 3 km wybrzeża między Oxywiem a Gdynią. Byłoby to wprawdzie niewiele w stosunku do całego wybrzeża polskiego. Ale nie trzeba zapominać, że budowa podwodnego wału, długiego na 11 km, Rewa - Kuźnica i szerokiej pałki Helskiej, długiej na 16 km, to przecież są efekty znaczne, zwłaszcza gdy się zważy, jak znaczna jest z powodu wielkiej głębokości morza objętość mas zanurzonych. Trudno nam również określić efekty zniszczenia. Weźmy jednak za podstawę to, iż *Lehman*¹⁾ szacuje cofanie się klifu pod *Jershöftem* na wybrzeżu pomorskim rocznie na 0,4—1,0 m, a *Brückmann* i *Evers*²⁾ oceniają wartość cofania się wybrzeża *Sambji* rocznie na 0,5 m, i zgodźmy się na ostatnią cyfrę jako prawdopodobną i w wypadku naszym. W takim razie zniszczenie i cofanie kempy *Swarzewskiej*, wysuniętej tylko o 3 km w *Wielkie morze* w swym stanie pierwotnym, trwałoby około 6000 lat.

Wobec tak mało znanych efektów przyrostu i ubytku wybrzeża polskiego trudno się kusić o dokładne wytyczenie linii równowagi pomiędzy zniszczeniem a odbudową wybrzeża. Można tylko w dalekim przybliżeniu pociągnąć granicę przeważającej akumulacji i przeważającego zniszczenia. Granica ta wyjdzie z wybrzeża koło *Kolibek* a biegnąć będzie blisko wybrzeża aż do *Rewy*, stąd przetnie zatokę *Pucką* tak, iż przejdzie przez półwysp *Helski* gdzieś koło *Jastarni*. Na południowy wschód od tej linii wybrzeża przybywa, przeważa tam akumulacja, na północny zachód od tej linii abrazja i denudacja ma przewagę, wybrzeża ubywa.

W twórczej działalności *Bałtyku* odgrywa, jak z tego widać, osobną rolę półwysp *Helski*, jako widomy znak tej działalności. Półwysp *Helski*, zwany także niezupełnie słusznie *mierzeją Pucką*, nie jest właściwie w ścisłym tego słowa znaczeniu *mierzeją*. Niema bowiem wszystkich cech *mierzei*. Ma

¹⁾ *Lehmann P.*: Das Küstengebiet Hinterpommerns . . . j. w. str. 332

²⁾ *Brückmann R.* — *Evers E.*: Beobachtungen über Strandverschiebungen an der Küste Samlands . . . j. w. str. 12.

zmienną grubość, podwójny a nawet potrójny pas wydm, przy swoim końcu, nie odcina od morza zalewu, zanadto oddala się od wybrzeża, nie przedstawia łuku wgiętego w stronę lądu, jak zwykle mierzeje, lecz łuk wygięty w morze, jak kosy. Można mu jednak przyznać, jako niewątpliwemu nasypowi morskemu, charakter mierzei. Mierzeją stanie się półwysep kiedyś. Jako nieskończonej jeszcze mierzei robi półwyspowi konkurencję wał — ryf podwodny Rewa - Kuźnica, który coraz bardziej odcina zatokę Pucką od zatoki Gdańskiej. Ów wał przyczyni się przede wszystkim do zamiany zatoki Puckiej na zalew. Wody zatoki Puckiej są już bardzo wysłodzone. W związku z tem pojawiły się nawet plany osuszenia zatoki Puckiej¹⁾, plany bardziej realne, aniżeli plany zrobienia z Pucka wielkiego portu. Wielkie porty nie powstają bowiem w zasypywanych zalewach. Wprawdzie całkowite zasypywanie zatoki Puckiej odbywa się bardzo powoli, z tego choćby powodu, że nie uchodzi doń żadna większa rzeka, nadto proces ten uleść może odwłoce i przerwie od czasu do czasu, gdy się nie będzie dobrze strzegło całości półwyspu, — ale ostatecznie zalew kiedyś zmniejszy się i ustali w swoim typie.

Z rozwojowego bowiem cyklu naszego wybrzeża wynika, że linja wybrzeża przesuwac się będzie stale w stronę lądu na północy i na północnym zachodzie, natomiast będzie się przesuwać w morze na południowym wschodzie. Straty tam poniesione będą tu wyrównane. Tracąc zatem na dość znacznej przestrzeni na jednym miejscu, nie tracimy na zawsze.

¹⁾ Sadkowski A.: *Możliwość osuszenia zatoki Puckiej*. Roboty publiczne, 1921, str. 144 - 149.

LITERATURA

Ackermann C.: *Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee*. — Hamburg 1883, str. 1—399, z 5 tabl. i z mapą.

Ambrassat A.: *Westpreussen. Ein Handbuch der Heimatkunde für Schule und Haus*. — Gdańsk 1906, str. 1—204, z il. i mapą.

Bartels W.: *Die Gestalt der deutschen Ostseeküste*. — Stuttgart 1908, str. 1—128

La Baume W.: Vorgeschichte von Westpreussen. — Gdańsk 1920, str. 1—102, z il.

Bayreuther W.: Die Flächengestalt von Pomeranien und ihre Abhängigkeit vom geologischen Aufbau. — Diss., Królewiec 1913, str. 1—46, 7 mapy.

Berendt G.: Beitrag zur Lagerung und Verbreitung des Tertiärgetirges im Bereiche der Provinz Preussen. — Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, 1867.

Berendt G. — Jentsch A.: Geologische Karte der Provinz Preussen, 1:100.000. — Berlin, Blatt 12: Danzig.

Bludau A.: Die Orthographie und Hydrographie der preussischen und pommerzischen Seenplatte. — Ergänzungsband zu Pet. Mitt. 24, H. 110. Göttha 1894, z mapy.

Braun F.: Beiträge zur Landeskunde des nordöstlichen Deutschland Heft 1. — Gdańsk 1898, str. 1—68, z il.

—: Landeskunde der Provinz Westpreussen. — Lipsk 1912, str. 1—105, z il. i mapy.

Braun G.: Entwicklungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandsküsten und ihren Dünen. — Veröffentlichungen des Institutes für Meereskunde und des Geographischen Instituts an der Universität Berlin. Heft 15, 1911, str. 1—174, z il.

—: Das Ostseegebiet. — Aus Natur und Geisteswelt, 367 t., — Lipsk, 1912, str. 1—108, z il. i mapkami.

Brückmann R. — Evers E.: Beobachtungen über Strandverschiebungen aus der Küste des Samlands. — Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Odb. z LII rocznika, str. 1—12, z il. i mapkami.

Brückmann R.: Strömungen an der Süd- und Ostküste des baltischen Meeres. — Stuttgart 1919, str. 1—58, z il.

Büchting E.: Die Bodenformen der Ostsee. — Diss. Weida in Th. 1918, str. 1—89, z 2 mapkami.

Chrzanowski B.: Na kaszubskim brzegu. — Lwów-Warszawa 1920, wyd. II, 1—99 z mapką.

—: Brzeg morza. — Ziemia 1911, str. 369—371, z il.

Conwentz H.: Bilder aus der Pflanzenwelt des Kreises Putzig. — Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1901, N. F. X, 2—3, str. 44—53.

Dahms P.: Tönender Sand. — Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, 1910, N. F. XII, 4, str. 32—73.

Deecke W.: Entwicklungsgang und Gestalt der Ostsee. Geographische Zeitschrift, 1910, str. 186—206.

—: Zur Morphologie und Tektonik Pommerns. — Zeitschrift der D. Geologischen Gesellschaft, 1911, str. 157—161.

Deutsche Admiraltätskarte. — Reichsmarine Amt, Berlin. Nr. 29: Danziger Bucht und Westlicher Teil 1:75.000.

— Nr. 51: Danziger Bucht und Frisches Haff 1:150.000.

— Nr. 60: Die Ostsee, Mittlerer Teil 1:600.000.

Etzel A.: Die Ostsee und ihre Küstenländer, geographisch, naturwissenschaftlich und historisch geschildert. — Lipsk 1859, str. 1—520.

Fischer Th.: Zur Entwicklungsgeschichte der Küsten. — Petermanns Mitteilungen, 1885, str. 409—420.

Gagel C.: Die sogenannte Ancyclushebung und die Litorinasenkung an der deutschen Ostseeküste. — Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1910, I, str. 203—226.

Geinitz E.: Die geographischen Veränderungen des südwestlichen Ostseegebietes seit der quartären Abschmelzperiode. — Petermanns Mitteilungen 1903, str. 25—28, 77—83.

— : Das Diluvium Deutschlands. — Stuttgart 1920, str. 1—206, z il. i mapami.

Geologische Karte von Preussen, 1:25.000, Blatt Danzig und Oliva.

Girard J.: Etudes de géographie litorale. — Revue de Géographie 1892, str. 81 i n.

Girth C.: Hela. Illustrierter Führer. Geschichte und Beschreibung der Halbinsel Hela bis auf die neueste Zeit. — Norddeutsche Städte und Landschaften. Nr. 9. Gdańsk 1891, str. 1—84, z il.

Grosse W.: Die Entwicklung des Küstenbegriffs mit einem Anhang über die Gliederungsverhältnisse an Koralküsten. — Diss. Lipsk. 1904, str. 1—80, z il.

Habermann C.: Geologisch-morphologische Wandkarte der Provinz Pommern. 1:200.000 i 1:1.00.000. Begleitwort zur....., Berlin-Hamburg 1913, str. 1—16.

Heer O.: Miocene baltische Flora. — Beiträge zur Naturkunde Preussens. Bd. 2, Królewiec 1869.

Jentsch A.: Ueber die Moore der Provinz Preussen. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg 1878, str. 91—121.

— : Ueber die neueren Fortschritte der Geologie Westpreussens. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1888, N. F. VII, 1, str. 157—179.

— : Einige Züge in der Oberflächengestaltung Westpreussens. — Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1890, str. 615 i n.

— : Neue Gesteinsaufschlüsse in Ost- und Westpreussen 1893—1895. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1896, str. 1—125.

— : Geologie der Dünen. Handbuch des deutschen Dünenbaues. — Berlin 1900, str. 1—124, z il.

— : Das Präzisions-Nivellement Lauenburg-Neustadt-Rheda. — Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1912, II, str. 367—384.

— : Die Geologie der Braunkohlenablagerungen im östlichen Deutschland. — Berlin, Geologische Landesanstalt 1913, str. 1—141, z mapami.

— : Beobachtungen am Ostseestrand im Hinterpommern und Westpreussen. — Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1914, II, str. 131—145.

Jentsch A. — Vogel G.: Höhenschichtenkarte Ost- und Westpreussens, 1:300.000, Królewiec 1889, 1901, sekcja Gdańsk.

Johnson W.: Shore processes and shoreline development. — Nowy York 1919, str. XVII + 584, 7 il. i mapami.

Karte des deutschen Reiches. 1:100.000, ark. 26, 27, 46, 47, 70.

Keilhack K.: Die Stillstandslagen des letzten Inlandeises und die hydrographische Entwicklung des pommerschen Küstengebietes. — Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1898, str. 90—152, z mapami.

— : Geologisch-morphologische Uebersichtskarte, 1:500.000. — Berlin 1901.

— : Ergebnisse von Bohrungen. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1903, str. 555—812; 1907, str. 669—673.

Klautsch A.: Zur Entstehungsgeschichte der Frischen Nehrung. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1917 I, str. 177—182, z il.

Klebs R.: Ueber geologische Aufnahmen der Section Schippenbeil und ueber Untersuchung des ost- und westpreussischen Tertiär. — Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1887, str. C I—C V.

Krause G. C. A.: Der Dünenbau auf den Ostseeküsten Westpreussens. Ein praktisches Lehrbuch... — Berlin 1850, str. 1—229, z mapą i 6 tablicami.

Lakowitz C.: Die Danziger Bucht. Beiträge zur Landeskunde Westpreussens. — Gdańsk 1905, str. 42—66, z mapą.

Lehmann P.: Das Küstengebiet Hinterpommerns. Wanderungen und Studien. — Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1884, str. 332—404.

— : Die Gesetzmaessigkeit der Alluvialbildungen an den deutschen Ostsee-Küsten. — Verhandlungen des XV deutschen Geographentages zu Danzig, Berlin 1905, str. 151—158.

Lepsius R.: Geologische Karte des Deutschen Reiches 1 : 500.000. — Gotha 1894—1897, Blatt 4, Danzig.

Linstow O.: Studien über verschiedenalterigen Tone des Diluviums. — Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1908, str. 384—397.

Lissauer A.: Die prähistorischen Denkmäler der Provinz Westpreussen und der angrenzenden Gebiete. — Lipsk 1887, str. 1—150, z mapami.

Maas G.: Ueber präglaziale marine Ablagerungen im östlichen Norddeutschland. — Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1904, str. 21 in.

Mańkowski H.: Die Halbinsel Hela. — Norddeutsche Städte und Landschaften, Nr. 9. Gdańsk 1906, str. 1—69, z il. i 2 mapkami.

Martonne E. de: Traité de géographie physique. — Paryż 1909, str. 1—910, z il.

Menge A.: Geognostische Bemerkungen über die Danziger Umgegend. — Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, 1850., IV, 3, z tabl.

Menzel H.: A. Die geologische Entwicklungsgeschichte der älteren Postglazialzeit im nördlichen Europa und ihre Beziehung zur Prähistorie.

B. Die paläontologischen Grundlagen für die Chronologie des Diluvialmenschen. — Zeitschrift für Ethnologie 1914, str. 205—248.

Messtischblätter vom Preussischen Staat. Preussische Landesaufnahme, 1 : 25.000. Blatt Nr. 136, 137, 138, 177, 178, 179, 223, 224, 225, 227, 227 a, 330, 331.

Munthe H.: Studies in the late-quaternary history of Southern Sweden. Livret guide des excursions en Suède du XI Cngres géologique intern. — Nr. 25, str. 1—96 z il. i mapkami.

Olsson — Seffer P.: Genesis and development of Sand formations on marine coasts. B. The sand strand flora of marine coasts. — Augustana library publications, Nr. 7, Rock Island 1910, str. 1—183.

Ostseehandbuch. Südlicher Teil. Sechste Auflage, Berlin 1915, str. 1—554, z il.

Pawłowski St.: Nasze wybrzeże. — Ziemia. — 1922, str. 8—15.

Philippson A.: Ueber die Typen der Küstenformen, insbesondere der Schwemmlandküsten. — Festschrift F. Richthofen. Berlin 1893, str. 1—40.

Preuss H.: Die Vegetationsverhältnisse der deutschen Ostseeküste. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1912, N. F. XIII, 2, str. 1—145, z il.

Provinz Westpreussen in Wort und Bild. Von P. Gehrke, R. Hecker, H. Preuss, W. Schwandt. — Gdańsk 1914, Kafemans Heimatkunde. I Teil, str. 1—142, z il., II Teil, str. 1—624 z il.

Pufendorf S.: De rebus a Carolo Gustavo Sueciae rege gestis... Norymberga 1696, str. 1—626, z mapami. Nr. 8: Tabula geographica exhibens Districtum inter Weichselmundam et promonturium Reesehöeft.

Sadkowski A.: Możliwość osuszenia zatoki Puckiej. — Roboty publiczne 1921, str. 144—149, z il.

Schumann J.: Ein Streifzug über die Halbinsel Hela und die untermeerischen Wälder zwischen Rixhöft und dem Sassiner Torfmoor. — Neue Preussische Prov. Blätter, 1859, IV, str. 132 i 236.

— : Geognostische Darstellung von Preussisch-Lithauen, Ost- und Westpreussen. Die Provinz Preussen. Geschichte ihrer Kultur und Beschreibung ihrer Land- und forstwirtschaftlichen Verhältnisse. Festgabe für die

Mitglieder der XXIV Versammlung d. Land- und Forstwirte. — Królewiec 1863, str. 1—25.

— : Ueber Hebung und Senkung der südlichen Küste des baltischen Meeres. — Neue Preussische Prov. Blätter 1864, IX, str. 311—321.

Schmidt A.: Die Leba und ihr Ost-West-Tal geographisch und geologisch geschildert. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1907, N. F. XII, 1, str. 1—32, z il. i mapkami.

Segelhandbuch für die Ossee. I Abteilung. Meteorologische Klimatologische und physikalische Verhältnisse des Ostseegebietes. III Aufl. Berlin 1906, str. 1—159, z il. i mapkami.

Solger F.: Die Deutschen Seeküsten in ihrem Werden und Vergehen. — Meereskunde, I, 1907, H. 8, str. 1—38, z il.

— : Geologie der Dünen. Dünenbuch. — Stuttgart 1910, str. 1—157.

Sonntag P.: Geologischer Führer über Umgegend von Danzig. Gdansk.

— : Glaziale Stauchungen und Schichtenstörungen im Diluvium und Tertiär der Danziger Gegend. — Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1910, N. F. XII, 4, str. 23—31.

— : Der Zarnowitzer See und sein Moränenkranz. — Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1912, N. F. XIII, 2, str. 153—167, z il.

— : Die Urstromtäler des Weichselgebietes. — Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1914, N. F. XIII, 3, str. 25—58, z mapką.

— : Hela, die Frische Nehrung und das Haff. Nach älteren Karten. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1915, N. F. XIV, 1, str. 32—72.

— : Zur Frage der Verbiegung des Leba-Rheda-Urstromtales. — Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1915, str. 398—401, z il.

— : Die diluvialen Landschaftsformen Westpreussens und ihre Verbreitung. — Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1917, N. F. XIV, 3, str. 1—18, z il. i mapkami.

— : Geologie von Westpreussen. — Berlin 1919, str. 1—240, z 91 ilustracjami i mapkami w tekście.

Spethmann H.: Studien über die Bodenzusammensetzung der baltischen Depression vom Kattegat bis zur Insel Gotland. — Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel, N. I. Bd. 12, 1910, str. 304—314, z mapą.

Sujkowski A.: Ziemia Kaszubów. — Ziemia 1911, str. 345—351, z il.

Topographische Uebersichtskarte des Deutschen Reiches 1:200.000, Nr. 15, 16, 31, 32.

Tornquist A.: Geologie von Ostpreussen. — Berlin 1910, str. 1—231, z il. i mapkami.

— : Zur Auffassung der östlich der Weichsel gelegenen Glaziallandschaft. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1910, str. 37—48.

Uebersichtskarte von Mitteleuropa 1:300.000 Blatt Danzig.

Wahnschaffe F.: Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Fachlandes. — Stuttgart 1909, III aufl., str. 1—405, z il. i mapkami.

Wegener G.: Deutsche Ostseeküste. — Land und Leute VII, Bielefeld-Lipsk 1900, str. 1—168, z il. i z mapą.

Wünsche II.: Studien aus der Halbinsel Hela. — Diss. Drezno 1904, str. 1—79, z il.

Wunderlich E.: Postglaziale Hebung in Westpreussen und Hinterpommern. — Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1915, str. 464—468

Wolff W.: Das Quartär. Beiträge zur Landeskunde Westpreussens. Gdańsk 1905, str. 105—125.

— : Die geologische Entwicklung Westpreussens. — Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig 1914, N. F. XIII, 3—4, str. 59—105.

Zaddach E. G.: Beobachtungen über das Vorkommen des Bernsteins und die Ausdehnung des Tertiärgebirges in Westpreussen und Pommern. — Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg 1869, X, 1, str. 1—82 z tabl.

Zeise O.: Bericht über die Ergebnisse der Aufnahmen in der Danziger Gegend. — Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1896, str. LXXXV—XCII.

— : Bericht über die Ergebnisse der Aufnahme des Blattes Danzig. Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1898, str. CCXLV—CCLI.

— : Ueber einige Aufnahme- und Tiefbohrerergebnisse in der Danziger Gegend. — Jahrbuch der Geologischen Landesanstalt 1898, str. 24—51.

— : Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preussen und benachbarten Bundesstaaten. Lieferung 107, Bl. Oliva. Berlin 1903, str. 1—54.

— : Erläuterungen zur geologischen Karte von Preussen und benachbarten Bundesstaaten. Lieferung 107, Bl. Danzig, Berlin 1903, str. 1—76.

— : Die vordiluvialen Bildungen. A. Kreide, B. Tertiär. Beiträge zur Landeskunde Westpreussens. Gdańsk 1905, str. 93—105.

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE POZNAN
TRAVAUX DE LA COMMISSION DES SCIENCES MATHÉMATIQUES
ET NATURELLES.

SERIE A. TOME I. LIVRAISON 2.

**CARACTÉRISTIQUE MORPHOLOGIQUE DES CÔTES
POLONAISES**

(AVEC 10 FIG.)

PAR

STANISŁAW PAWŁOWSKI

RÉSUMÉ.

La frontière maritime polonaise est formée par une partie très courte de la côte méridionale de la mer Baltique. Sa longueur d'environ 147 Km est à peine les 4⁰/₀ de la frontière totale de la République polonaise. Non — seulement c'est très peu, — la frontière maritime de la Belgique occupe les 7⁰/₀ de sa frontière totale; — mais de plus c'est la partie des côtes baltiques qui s'adapte le moins à la navigation. Nous laissons de côté la question de Dantzig.

Malgré tout la courte partie de la côte baltique que nous avons le droit de nommer »côtes polonaises« offre un puissant intérêt scientifique. Elle doit ses marques caractéristiques avant tout à cette circonstance qu'elle est située à l'endroit où la ligne droite et uniforme du rivage poméranien se brise tout à coup et disparaît pour former le golfe de Dantzig. La suite de cette côte poméranienne ne se retrouve que beaucoup plus loin à l'est à la presqu'île de Samland. Ainsi le rivage polonais forme le cadre occidental du golfe de Dantzig et n'est que pour une petite partie, le véritable rivage de la Baltique. Pour une d'autant moindre partie si nous considérons que la presqu'île de Hel allonge de façon caractéristique et presque du double la côte polonaise (Fig. 2). Elle divise aussi la mer polonaise, selon la population locale, en: Grande mer ou véritable Baltique et en Petite mer ou golfe de Puck.

Malgré leur peu de longueur, les côtes polonaises ne sont pas d'une définition facile, car elles ne présentent pas un type uniforme, mais des types assez divers de côtes. L'étude présente a pour but de faire connaître ces types. Cette connaissance était d'autant plus nécessaire que la littérature allemande considérait les côtes polonaises comme un »recoin« auquel il convenait de n'accorder aucune attention particulière. Elle ne s'en occupait que par rapport aux autres problèmes (voir confrontation littéraire page 84).

Le caractère morphologique des côtes polonaises dépend avant tout des conditions du relief continental. Depuis longtemps on a assuré (Keilhack) que dans la région maritime le paysage ne présente sur la plus grande partie de sa surface que le plain paysage de la moraine de fond. Ce n'est que au sud (près de Dantzig) qu'apparaît sur la côte le paysage ondulé de la moraine de fond. Ce double caractère de la région maritime s'est révélé de diverses manières, particulièrement dans l'aspect de la ligne haute des falaises. Les deux paysages sont séparés par de larges vallées glaciaires en élévations offrant la forme d'îles désignées par la population locale sous le nom de »kempas«. Il existe donc sur les côtes polonaises les »kempas« de Swarzewo, Puck, Oxywie, Radlowo. Ces différentes »kempas« sont séparées entre elles et des autres parties du territoire maritime par des vallées diluviales: la vallée Orłowo — Maly Kack — Gdynia, la grande vallée diluviale Gdynia — Reda — Rewa sur laquelle se ramifie à l'ouest la vallée diluviale Reda — Leba; la vallée Puck — Karwia est également diluviale. La conséquence de cette division du pays maritime en »kempas« est la formation des parois érosives des »kempas« se distinguant par leur élévation en terrasses ou une certaine prédisposition à se couper en falaises au bord de la mer. Il faut encore ajouter que les terrains plats du paysage morainique ont été presque jusqu'à la mer sillonnés par de petits vallons et des »parowy«, mais la destruction du paysage y est en tout cas moindre, qu'à une certaine distance de la côte, à la lisière du paysage de moraine de fond ondulée. Il convient évidemment d'attribuer avant tout aux différences primitives le relief accusé de ce paysage - là en comparaison avec le paysage morainique plat dans la zone littorale.

Dans les formations géologiques des côtes polonaises ent-

rent en ligne de compte d'abord les dépôts glaciaires, puis les formations miocéniques. Les alluvions y jouent aussi un certain rôle. Les formations miocéniques y figurent comme fondement des surfaces diluviales. Dans les »kempas« de Radłowo, Oxywie et Swarzewo on les voit au - dessus du niveau de la mer. Les couches miocéniques parmi lesquelles, à côté des sables et poussières, se distinguent particulièrement des marnes et des couches de lignites accusent en général une assez faible inclinaison et se recouvrent l'une l'autre plus ou moins horizontalement. Malgré cela il convient de se figurer cette surface miocénique antédiluvienne comme une surface plutôt inégale que plate (fig. 1). Ces inégalités du relief miocénique proviendraient plutôt de la dénudation antédiluvienne que de dislocations tectoniques. L'épaisseur des dépôts glaciaires répandues sur les miocènes varie de 10 à 120 mètres.

La forme prédominante des dépôts glaciaires sur les côtes est la forme de moraines de fond. L'existence des moraines frontales à la lisière maritime, particulièrement près de Rozewie (Rixhöft), comme le veut Sonntag, doit être particulièrement étudiée. Dans la composition de la moraine de fond côtière entrent des marnes glaciaires et développés beaucoup plus loin et les séparant des formations fluvio — glaciaires, des sables, des galets, des marnes, rarement des schistes. Dans les coupures côtières on est frappé de la prépondérance des formations fluvio — glaciaires sur les marnes ainsi que du plissement des couches fluvio — glaciaires. Parmi les alluvions il convient de noter les tourbes qui recouvrent les vallées diluviales de couches de 2 à 7 m. d'épaisseur, même les dunes côtières qui se déploient principalement au bord de la Grande mer.

Les côtes polonaises sont formées d'assez nombreuses parties différentes les unes des autres de forme et d'aspect. C'est pourquoi chacune de ces parties exigerait une description particulière (fig. 2). Partant du midi nous avons la fraction de la frontière polonaise de Dantzig au torrent de Kack; de là jusqu'au delà de Gdynia s'étend la fraction de Radłowo. Les »kempas« de Oxywie, de Puck et de Swarzewo du côté de la Petite mer ainsi que les larges bouches des vallées diluviales près de Gdynia, Rewa et Puck sont aussi les parties de la côte. On ne saurait refuser aux deux côtes de la presqu'île de Hel leur in-

dividualité en tant que fractions particulières. Sur la Grande mer on doit distinguer comme fraction particulière la côte de la »kempa« de Swarzewo et la fraction de Karwia.

La description particulière des fractions des côtes polonaises a déterminé une distinction fondamentale de quelques types de côtes. Ce sont: 1° les côtes de falaises abruptes (fig. 2, tabl.), 2° les rivages plats des vallées et 3° les côtes régulières couvertes de dunes (fig 6, tabl.). Les côtes du dernier type occupent la plus grande étendue: près de 73 km.; les falaises 36 km.; les côtes des vallées 37 km..

Toutes les »kempas« sans exception, se terminent en falaises si elles s'étendent jusqu'à la mer. La falaise appartenant aux côtes de ce type présente une analogie avec les pentes abruptes par lesquelles les »kempas« tombent dans les anciennes vallées diluviales; cependant cette côte diffère expressément de la pente par le manque de terrasses et le plus grand escarpement. La carte au 1:200.000 rend très bien ce dernier détail. La hauteur de la falaise oscille entre 5 et plus de 60 mètres. La côte présente un profil allongé dépendant de la configuration des »kempas«, ou une ligne haute complètement droite, p. ex. sur la »kempa« de Puck, ou une ligne accidentée, p. ex. sur la »kempa« de Radlowo. Suivant cela, la hauteur des »kempas« est différente et leurs formes supérieures se diversifient.

La coupe transversale de ces falaises présente deux sortes de côtes: ou la falaise complètement découverte ou la falaise en escaliers. La pente de la falaise découverte peut dépasser 20° (fig. 3). Les parois à coupe transversale brisée ont en général une pente moindre. L'angle d'inclinaison oscille selon qu'on observe dans la falaise des niches, des éboulements, des gorges, d'escaliers, des valleuses, des échancrures, des cônes et la présence de lits de sable dans les parties basses de la falaise.

Autant les éboulements, et les cônes se rencontrent fréquemment, autant la présence de niches et d'escaliers est, la »kempa« de Radlowo exceptée, observée seulement dans les falaises sur la Grande mer. D'une part la destruction intense par la Grande mer, et d'autre part la situation exceptionnelle de la base de la »kempa« de Swarzewo, enfin l'apparition de sources assez abondantes sur la côte, tout cela contribue à donner au profil trans-

versal des falaises de la côte de la Grande mer une diversité exceptionnelle.

La plage au pied des falaises est d'une largeur variable qui va de 0 à 25 mètres. On peut dire qu'au bord de la Petite mer elle est le plus souvent étroite et au bord de la Grande mer, au contraire, beaucoup plus large. Des deux côtés elle est couverte de sable, mais sous les sables apparaissent des blocs et des galets arrachés aux marnes et aux formations fluvio - glaciaires ou, ce qui est plus rare, rejetés par les vagues. Les galets recouvrent parfois entièrement la plage. La plage devient grève sur la côte des promontoires (fig. 1, tabl.) escarpés et aux endroits où la mer arrive très près de la paroi. Sur les côtes de la Grande mer on se rend compte que les plages et les plateformes littorales sont composées par les formations miocéniques; elles sont, sous Chlapowo, agréablement découvertes. Sur la côte de la Petite mer, au contraire, on observe, dans le golfe de Puck, la composition marneuse des plateformes. Sur les plateformes des levées sous - marines de sable s'étendent parallèlement au rivage.

Les rivages plats de vallées offrent le deuxième type des côtes polonaises (fig. 4. tabl.). On rencontre ce type partout où les vallées diluviales avec les tourbes au fond, tombent dans la mer. Celle — ci s'enfonce dans la vallée: alors commence la lutte silencieuse de la tourbe contre la mer, lutte où la tourbe cède sous l'effort des vagues. Cela est prouvé par les petites baies creusées dans les tourbes des côtes près de Wielka Wieś, de Puck et de Rewa. Autrefois même le golfe de Oxywie était encore plus profond. Là cependant, de même que sur la petite fraction Mechlinki — Rewa, la ligne du rivage s'est redressée. Il ne s'y trouve pas encore de dunes, car le procès de comblement et de redressement de la côte s'effectue dans des conditions tout autres que sur la Grande mer.

Ces deux fractions de côtes plates de vallées forment une sorte d'intermédiaire au troisième type, c'est à dire le type de côtes redressées avec les dunes. Ce type se rencontre sur la Grande mer dans la fraction de Karwia, la presqu'île de Hel et du côté de la Petite mer depuis la localité de Hel jusqu'à Jastarnia. Faut - il comprendre dans ce type la côte de la presqu'île de Hel depuis Jastarnia jusqu'à Wielka Wieś (fig. 5, tabl.) ou dans le type précédent. Cela est sujet à discussion. C'est en

effet une côte inégale, moins redressée, et possédant des dunes qui lui sont communes avec la côte de Hel du côté de la Grande mer; par cela il est aussi un type intermédiaire.

La côte régulière couverte des dunes est formé d'une plage très large; elle trahit cependant la plongée lente de la plateforme côtière dans la mer. Cette plage est, à peu d'exceptions près, sablonneuse. Des levées de plage très développées et des levées sous-marines en sont les caractères inséparables. Une énorme quantité de sables provenant de l'usure des »kempas« proches, y est rejetée par les vagues. Le vent soufflant de la mer a construit avec ces sables une chaîne de dunes qui s'étend parallèlement à la ligne côtière et donne à la côte un cachet caractéristique. La dune est un signe évident de redressement. Mais dans la fraction de Karwia le redressement n'a pas atteint la côte du golfe. Même le lac de Żarnowiec ne peut pas passer pour un golfe maritime, d'abord à cause de sa grande profondeur, inconnue dans les lagunes, puis à cause de la forme spéciale de sa cuvette. Sur la presqu'île de Hel le redressement ne s'est pas effectué parallèlement au rivage de la Petite mer, mais le mouvement s'est incliné de façon à former avec ce rivage un angle de 40°.

Il est extrêmement curieux de constater qu'à l'ouest de la »kempa« de Swarzewo, le redressement s'est effectué parallèlement à la fraction de cette »kempa« qui s'étend du cap de Rozewie à l'ouest, tandis que dans la presqu'île de Hel il s'est effectué dans la direction de la fraction de »kempa« qui s'étend du cap de Rozewie à Wielka Wieś. Cette sorte de prédisposition ne serait pas supposable si elle ne se montrait sous l'eau à l'endroit où commence exactement le procès du comblement et redressement. Il est à présumer que l'abaissement général des côtes polonaises sur la Grande mer exprime la ligne d'atteinte de la mer et la destruction par les flots tant de la fraction de Karwia que de celle de Hel. En conséquence on peut affirmer que le nivellement dans la presqu'île de Hel dépend d'abord de la direction des parois des falaises de la »kempa« de Swarzewo, ensuite du degré de profondeur de la mer, enfin de certains obstacles existant sous les eaux et prolongeant la ligne du rivage. Les tourbes qu'on trouve au fond de la presqu'île (3 — 7 mètres et 34 mètres) en font foi.

Malgré tout, cette ligne de redressement n'est pas chose

stable. Avec le temps son recul s'opère, soit sous la pression des vagues, soit par suite de la progression des dunes. L'un et l'autre mouvement se produisent sur la Grande mer. Les couches de tourbe qui se perdent dans la mer et les troncs d'arbres trouvés sur la plage dans la fraction de Karvia ainsi que la pente maritime des dunes nous prouvent le déplacement des dunes vers l'intérieur des terres. A la pointe de Hel près de Wielka Wies, la dune est enchâssée assez haut dans la falaise (6 m), ce qui prouve le mouvement de la dune vers l'intérieur. L'un et l'autre recul sont cependant en corrélation avec le recul du bord de la falaise sur la »kempa« de Swarzewo.

Le mouvement des dunes s'effectue cependant dans les fractions sus énoncées autrement que dans les cordons littoraux de Frische Nehrung et de Kurische Nehrung. Là une haute dune s'élève du côté de la lagune (Haff), ici du côté de la Grande mer. Evidemment la dune n'a pas encore été criblée; son déplacement est gêné par les vents dominants qui soufflent le plus souvent dans la direction longitudinale de la dune.

Les suppositions sur la genèse des côtes polonaises conduisent aux conclusions suivantes. La surface miocène présentait un tableau assez varié. Là où se trouvent aujourd'hui des »kempas« s'élevaient probablement des sortes d'îles miocéniques (fig. 1); aux endroits où nous avons des vallées diluviales se trouvaient des profondeurs peu connues. Les élévations miocéniques sous les »kempas« et les dépôts miocéniques en général ainsi que la présence de marnes glaciaires en grande quantité à proximité des vallées diluviales de Kamieniec, Oxywie, Puck et Osłonino en font foi. Les dépôts miocéniques ont ainsi prédisposé deux formes fondamentales du paysage côtière. Les accumulations glaciaires et fluvioglaciaires ont, parfois à de longs intervalles, nivelé ces inégalités avec des marnes, des sables, des petits galets précédés d'assez épaisses couches de marnes parmi lesquelles se rencontrent de minces couches de charbon ou d'assez importantes couches de schistes; on peut s'en rendre compte dans le très important développement de formations fluvioglaciaires typiquement découvert sous Oxywie. Dans l'épaisse couche des formations glaciaires les eaux subglaciaires et post-glaciaires ont creusé de larges vallées.

Jusqu'où s'étendait le rivage méridional de la Baltique dans la période de la mer de Yoldia et du lac d'Ancylus? nous ne le savons pas. Ce qui est cependant certain, c'est qu'après le recul du glacier septentrional s'effectua l'immersion du rivage méridional de la Baltique qui tombe dans la période de la mer de Litorina. Outre les preuves paléontologiques recueillies en d'autres parties des côtes baltiques, en font foi sur les côtes polonaises les coupures des vallées diluviales près de la mer et les embouchures de ces vallées montrent les tourbes qui s'y trouvent au fond. L'intensité de cette immersion n'est pas connue. Mais par les couches de tourbe trouvées à Jastarnia et à Kuźnica sur la presqu'île de Hel à 3 m et 34 m de profondeur, à Gdynia à 7 m, à Puck et sous Karwia également à quelques mètres au-dessous du niveau de la mer on peut conclure qu'elle n'a pas été très grande. Il est clair que nous ne touchons pas ici à la question du bassin du golfe de Dantzig et de la connexion de ce bassin avec les mouvements de la mer de Litorina. En tout cas des côtes comcelles de Pologne sont évidemment des côtes d'une immersion récente. Après l'immersion lente de cette partie de la côte poméranienne, la mer se créa de nouvelles lignes de côtes et de ce moment date le début de la côte polonaise dans sa forme actuelle. Les »kempas« séparées par les lignes des vallées furent attaquées par les flots. Alors avec les »kempas« commencèrent à se former les plateformes littorales, puis, avec le temps, les plages et les falaises. Dans les vallées diluviales, la mer commença soit à se creuser des baies, soit à redresser le rivage de la Grande mer et former une large plage, soit à rejeter d'abondants matériaux qui formèrent les dunes. La mer se mit à remplir sa fonction particulière, s'efforçant de niveler les côtes de la Petite mer. La mer accomplit ce travail de nivellement dans deux directions: 1^o elle établit la presqu'île de Hel par laquelle sous forme de flèches étroites elle s'efforce de fermer la Petite mer en lagune du côté nord-est, et 2^o elle combla la Petite mer du côté du sud. Ce mouvement se manifeste par le redressement du rivage dans la fraction Gdynia — Oxywie ainsi que dans la fraction Mechlinki — Rewa; 3^o enfin construisit les levées sous-marines qui, sur l'étendue de Rewa à Kuźnica ferment le golfe de Puck. Pour entretenir libre l'entrée du port de Puck, ces

levées doivent être continuellement nettoyées et approfondies.

A quelle distance de la ligne actuelle du rivage se trouvait la ligne primitive et de combien s'est retiré le rivage au fond des terres depuis les dernières dislocations? Questions auxquelles il n'est pas facile de répondre. Il est certain qu'il s'est reculé. Les vallées suspendues de torrents petits (*»parowy«*) grands qui se rencontrent dans les *»kempas«* de Radło d'Oxywie et de Swarzewo en donnent la conviction. Si nous supposons que ces vallées débouchaient dans des vallées principales situées à un niveau proche de celui de la mer, en déduisant de leur déclivité dans la dernière partie de leur cours, nous devrions penser que ces cours d'eau sont éloignés de 1 à 3 km de leur embouchure primitive dans ces autres rivières. De même la prolongation de l'inclinaison du plateau de la *»kempa«* d'Oxywie du côté de la mer indique que la distance primitive du rivage était d'environ 3 km.

On ne sait pas non plus quel était le cours des vallées diluviales interrompues lors de l'immersion des côtes de Litorina. L'hypothèse de Sonntag sur l'afflux des eaux depuis la Vistule par la vallée de Gdynia — Reda — Rewa jusqu'à la mer près de Rucewo et Wielka Wieś n'est pas suffisamment appuyée par les faits. A la place du golfe de Puck actuel pouvait exister un large développement de vallée.

Il faut enfin répondre à la question: Quelles tendances de développement montrent les côtes polonaises? Sur la Grande mer et même dans la presqu'île de Hel jusqu'à Kuźnica, puis dans le golfe de Puck nous pouvons remarquer une tendance plutôt à la destruction qu'à la construction du rivage. Dans les fractions situées là, le rivage recule sous la pression des vagues. Le mouvement de recul s'effectue dans la direction du sud et du sud-ouest. A l'extrémité méridionale de la presqu'île de Hel, au contraire, puis entre Hel et le rivage près de Rewa enfin dans les fractions Rewa—Mechlinki et Oxywie—Gdynia même au sud de Orłowo on peut remarquer la prépondérance de l'action constructive de la mer. Il est difficile de dire où se trouve la ligne d'équilibre entre l'action destructive et l'action constructive. On pourrait se tromper fort en acceptant qu'elle passe du rivage sous Gdynia transversalement par la mer et la presqu'île de Hel plus haut que Jastarnia. Au nord — ouest de

... cette ligne le travail destructif est prépondérant, et au sud-est de cette ligne le travail constructif a plus d'avantage.

L'avancement de la presqu'île de Hel sur la mer prouvé par les dunes qui s'étendent du nord au sud à l'intérieur de l'élargissement méridional de la presqu'île et qu'on peut interpréter comme d'anciennes dunes côtières de Hel alors que la presqu'île s'étendait plus loin au nord, tous ces faits sont signes évidents du travail constructif de la mer. La profonde mer (50—60 m) et le but éloigné qu'elle a devant elle dans la presqu'île élancée à caractère de cordons littoraux («Nehrung») prouvent que l'allongement de Hel ainsi que le comblement et la suppression de la Petite mer s'effectuent très lentement.



210

2102