

7.1528
ROCZNIK LXIII.

1938

ZESZYT II.

KOSMOS

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIENŃ NAUKOWYCH

POD REDAKCJĄ

D. SZYMKIEWICZA



WE LWOWIE

NAKŁADEM POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA Z ZASIŁKIEM MINISTERSTWA W. R. i O. P.
i FUNDUSZU KULTURY NARODOWEJ

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, ULICA LINDEGO L. 4.

1938



TREŚĆ

	Str.
1. Jan Zimowski. — Jądro atomowe, jego budowa i przemiany	37
2. Roman Dreżepolski. — Rodzaje polskich wiciowców roślinnych	73
3. Kazimierz Demel. — Szkice bałtyckie	107
4. <i>Sprawy Towarzystwa</i>	173
5. <i>Odezwa</i>	180



Adres redakcji: Lwów, ul. Nabelaka 22.

KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Serja B.

PRZEGLĄD ZAGADNIENŃ NAUKOWYCH POD REDAKCJĄ D. SZYMKIEWICZA

ROCZNIK LXIII.

ROK 1938

ZESZYT II.

JAN ZIMOWSKI

Jądro atomowe, jego budowa i przemiany.

I.

Mimo daleko posuniętych choć niewyczerpanych jeszcze badań zewnętrznej struktury atomu, tajemnica jego jądra pozostała do niedawna nierozwiązana, chociaż nie brak było szeregu hipotez, mniej lub więcej prawdopodobnych. W ostatnich jednak latach i w tej dziedzinie dokonał się cały szereg odkryć, które poruszyły wiele umysłów i skierowały zainteresowania ku nowej gałęzi wiedzy. Pusty do niedawna teren zaczyna wręcz pracą, odkrycia idą za odkryciami, powstaje szlachetne współzawodnictwo, a wiedza ludzka wzbogaca się nowymi dziełami umysłu.

W nauce o budowie jądra atomowego odróżnić możemy kilka etapów, obfitujących w doniosłe odkrycia, przedzielone jednak długimi nieraz okresami zupełnego zastoju. Początkowo wyobrażano sobie atom w ten sposób, że jądro elektrycznie dodatnie stanowiło niejako słońce, dokoła którego w określonej odległości krążyły elektrony-planety, po sztywno rozmieszczonych orbitach. Takie przedstawienie w prosty sposób było możliwe, zwłaszcza wtedy, jeśli nie robimy założenia, że istnieją fale towarzyszące i kierujące energią elektronu, a które tworzą część istotną elektronu.

Struktura najprostrza budowy materii, jaką posiada atom wodoru, nasuwała myśl, że jądro równoważące się tu z jednym elektronem zewnętrznym musi mu być równe co do bezwzględnej wartości ładunku. Nazwano więc jądro wodoru protonem i starano się na tej podstawie wyjaśnić budowę wszystkich innych

pierwiastków. Ale już na następnym napotkano na pewne trudności. Jest nim hel, o którym wiadomo było, że posiada 4 protony i 4 elektrony, gdy tymczasem obserwowano tylko dwa elektrony zewnętrzne. Badania jednak nad masą i ładunkiem jądra pozwoliły założyć, że te 4 protony i 4 elektrony ułożone są w ten sposób, iż w jądrze znajdują się dwie pary, złożone z protonu i elektronu, stanowiąc cząstkę neutralną, zwaną dziś neutronem, oraz dwa protony, natomiast na orbitach zewnątrz jądra krążą dwa elektrony.

Obok neutronów znany również na podstawie nauki o promieniotwórczości t. zw. cząstkę „ α “, która składa się z dwóch protonów i dwóch neutronów, czyli podwójnie zjonizowane jądro helu. Odkrycie przez H. Becquerela w 1896 r. słabego promieniowania ciągłego uranu dało początek nauce o promieniotwórczości. Promieniowanie to podobnie jak promienie katodowe lub röntgenowskie, zaczerniało kliszę fotograficzną po przejściu przez cienkie płytki metalowe, jonizowało powietrze i t. d. Becquerel wykazał, że wszystkie związki uranu i on sam emitują te promienie.

Zapoczątkowany został w roku 1898 pierwszy okres nauki o promieniotwórczości odkryciem radu i polonu przez Marię Curie-Skłodowską. Ona też pierwsza, badając uran, nadała mu nazwę „promieniotwórczy“. W krótkim czasie po tym następują nowe odkrycia, poznano trzy zasadnicze formy promieniotwórczości, trzy główne rodzaje promieni wysyłanych przez te ciała. Zaczęto badać na czym polega to samorzutne wysyłanie energii przez pierwiastki promieniotwórcze, by wreszcie w 1903 r. doprowadzić do sformułowania przez Rutherforda i Soddy'ego teorii promieniotwórczego rozpadu. Poznano rodziny promieniotwórcze, zawierające wszystkie te pierwiastki, które powstały z kolejnego rozpadu pierwszego w danym szeregu w ten sposób, że zanik poprzedniego był jednocześnie początkiem następnego. Wytlumaczono, skąd powstaje promieniowanie towarzyszące temu rozpadowi, oraz poznano, że t. zw. promienie „ α “ są po prostu jądrami helu (helionami), cząstkami materialnymi, które z olbrzymią energią odrywają się od atomów rozpadających się. Nauczono się liczyć te cząstki, a stąd wnioskować o czasie rozpadu pierwiastków, który bywa nieraz nieprawdopodobnie długi, a nieraz trwa ledwie ułamek sekundy. Poznano dokładnie własności odkrytych pierwiastków, nie znano jednak

budowy najmniejszych cząstek materii. Aż do roku 1910 nie postąpiono właściwie naprzód pod tym względem, dopiero znowu Rutherford rzuca ideę, którą w konkretne szaty przyobleka Bohr — ideę budowy atomu. To, co zaznaczyłem na wstępie, że atom każdy składa się z dwóch części: powłoki elektronowej i jądra, to było właśnie myślą rzuconą przez Rutherforda. Całą indywidualność atomu stanowi jego jądro, otoczone pewną liczbą elektronów, która równa jest liczbie wskazującej kolejne miejsce danego pierwiastka w układzie periodycznym. Jądro natomiast przedstawia sobą prawie całą masę atomu, posiadając nabój dodatni — równy nabojujemnemu elektronów. Od ich liczby zależą wszystkie własności fizyczne i chemiczne danego pierwiastka.

Nagle zmiany w rozmieszczeniu elektronów można było obserwować w postaci szeregu rozmaitych odmian światła, w widmach atomowych znanych już dawniej, ale które dopiero w epoce Bohra doznały pełnego wytłumaczenia. Przemiany jądrowe zachodziły jedynie w chwili narodzin i zgonu atomu, mogły więc być obserwowane tylko w przemianach promieniotwórczych, nie znano bowiem jeszcze sztucznego rozpadu pierwiastków pod wpływem ich bombardowania.

Rutherford jednak nie zaprzestaje pracy, choć здаwałoby się, że nic już nowego nie da się wydrzeć z łona zazdrośnie kryjącego swe tajemnice jądra. Do pomocy dobiera sobie owe cząstki „ α ” i udaje mu się rozbić pierwiastków tymi „promieniami”. Jednakże cząstki te nie mogły być jeszcze w pełni wyzyskane, nie miały dostępu do jąder atomów ciężkich o dużym naboju elektrycznym tego samego znaku co one — były więc gwałtownie odpychane. Rutherford mógł je więc zastosować tylko do lekkich pierwiastków, ale i tu nie posiadano jeszcze dokładnych sposobów badania skutków podobnego bombardowania.

W tym samym mniej więcej czasie dokonane zostało przez Astona b. ważne odkrycie, stanowiące podstawę dalszych rozważań o budowie jądra, t. zw. zjawisko izotopii. Polega ono na tym, że prawie wszystkie pierwiastki stanowią mieszaninę izotopów, t. j. pierwiastków nie różniących się między sobą własnościami chemicznymi, jedynie ich ciężary atomowe są różne. Ponieważ ciężar atomowy odnosimy do jądra, wobec tego mogą istnieć jądra posiadające ten sam nabój, ale różne masy. Ale

nie to jest ważne w odkryciu Astona, lecz fakt, że masy jąder wszystkich izotopów dzielą się prawie dokładnie przez masę jądra wodoru. Nasuwa to myśl, że wszystkie pierwiastki pochodzą od wspólnej pramaterii, a potwierdzają to badania Rutherforda, że atomy bombardowane promieniami „ α ”, wysyłały ze swych jąder jądra wodoru czyli protony.

Okres od 1923 do 1930 r. nie przynosi nowych zdobyczy w dziedzinie poznawania budowy jądra, aczkolwiek wzbogaca wiedzę ludzką odkryciem falowej natury materii. Dopiero rok 1930 przynosi ze sobą doświadczalne odkrycie neutronu w laboratorium małż. Curie w Paryżu i Chadwicka w Londynie. Stwierdzono, że neutron jest cząstką o tej samej prawie masie co proton, ale elektrycznie obojętny. Wyjaśniono teraz, dlaczego masa atomowa jest zawsze większa od liczby atomowej, okazało się bowiem, że jądra składają się nie z protonów i elektronów, ale z protonów i neutronów. Neutrony, nie posiadając ładunku, powiększają tylko masę w jądrze, tak więc dwa pierwiastki, których jądra mają tę samą liczbę protonów ale różną neutronów, składają się z atomów o tej samej liczbie elektronów i jednakowych własnościach chemicznych. Można więc obecnie mówić o dwóch rodzajach pramaterii: protonowej i neutronowej.

W rok po odkryciu neutronu dwaj uczniowie Rutherforda — Cockroft i Walton — zastosowali do rozbijania pierwiastków przyspieszone protony. Zbudowali oni banię, w której znajdował się wodór. Protony, powstające z tego wodoru, otrzymywały wielkie prędkości pod wpływem przyłożonego wysokiego napięcia do końców owej bani. Energia tych protonów nie była wielka, mniejsza nawet od energii cząstek alfa, ale można było je otrzymywać w dowolnej ilości. Okazało się, że przy ich pomocy doskonale udaje się rozbijać jądra pierwiastków lekkich, i w ten sposób wspomniani uczeni rozbili lit, którego liczba atomowa wynosi 3, zaś ciężar atomowy jednego z izotopów 7. Skoro proton trafi w jądro litu, powstaje nowe jądro o masie 8 a liczbie atomowej 4, ale jako nietrwałe rozpada się natychmiast na dwa jądra o masach 4 i liczbie atomowej 2. Widzimy więc, że powstały w ten sposób dwa jądra helu.

Nie przebrzmiało jeszcze odkrycie Cockrofta i Waltona, a już rok 1932 przynosi nową sensację: — nieznanym izotop wodoru, zwany ciężkim wodorem. Posiada on ciężar atomowy dwa razy większy od zwykłego wodoru i otrzymuje wobec

tę nazwę dipłonu (podwójnego) wzgl. deutonu. Obecnie zakładamy, że składa się on z jednego protonu i jednego neutronu. Odrazu nasunęła się myśl, by owe dipłony zastosować w doświadczeniu Cockrofta i Waltona, i okazało się, że są one o wiele skuteczniejszymi pociskami niż protony.

Ale na tym odkryciu nie poprzestał rok 1932, przynosi bowiem nową cząstkę o ładunku dodatnim t. zw. pozitron albo elektron dodatni, ponieważ jak wykazały badania masa jego jest tego samego rzędu co masa elektronu ujemnego. Istnienie pozitronów ujawniono najpierw w promieniowaniu kosmicznym, dochodzącym nas z przestworzy międzygwiazdnych, ale wkrótce przekonano się o ich wewnątrzjądrowym pochodzeniu, na skutek działania promieni radu na niektóre pierwiastki. Fakt, że występują one w bardzo małych ilościach i dlatego były dotąd „nieuchwytnie“, powodowany jest przez to, że pozitrony są silnie przyciągane przez elektrony, przy czym połączenie obu tych cząstek daje początek pewnej formie energii promienistej. To zjawisko utraty własności materialnych przez obie cząstki było zaobserwowane i nosi nazwę „dematerializacji“.

Istnieje obecnie pogląd, że pozitron w połączeniu z neutronem daje proton; w protonie zatem istnieją „ukryte“ pozitrony do chwili, aż je jakiś czynnik zewnętrzny stamtąd nie wypłoszy. A wtedy cóż się dzieje? — Oto jeden z protonów jądra traci pozitron, a więc staje się cząstką obojętną — neutronem. Ponieważ masa pozitronu jest b. mała, masa jądra niewiele się zmieni, natomiast będzie mogło ono skupić koło siebie o jeden elektron mniej niż poprzednio, na skutek straty jednego ładunku dodatniego. W rezultacie powstanie jądro o mniejszej liczbie atomowej, innymi słowy zajdzie przemiana jądrowa. Tę przemianę nie znano, ale w zjawiskach promieniotwórczych zaobserwowano dokładnie odwrotny efekt, mianowicie t. zw. przemianę „beta“, w której wysyłaniu przez jądra ulegają elektrony ujemne. Okazało się bowiem, że „para“ elektronu i pozitronu nie tylko może się dematerializować, ale również powstawać w samym jądrze lub jego najbliższej okolicy. Niech więc zajdzie fakt taki np. że obie te cząstki powstaną jednocześnie w pobliżu jądra. Wówczas pozitron może przyłgnąć do któregoś z neutronów w jądrze, tworząc proton, elektron zaś poszybkuje swobodnie w przestrzeń. Z tego co powiedziałem dotąd widać, że ani proton, ani neutron nie są cząstkami stałymi;

mogą one przechodzić jedna w drugą, mogą się również łączyć, dając jądra coraz cięższych pierwiastków. Zwykle jednak jądro zawiera więcej neutronów niż protonów i to od 100% do ok. 160% ogólnej liczby protonów. Jeżeli jądro miałoby zawierać więcej protonów niż neutronów, jeden z nich zamienia się w neutron, z równoczesną emisją pozytronu; skoro zaś neutronów jest więcej niż to wynika z zasady budowy jądra, zamianie ulega neutron w proton drogą przemiany „beta“.

W jaki sposób następują obie te przemiany, poznamy dokładnie w dalszym ciągu. Obecnie wspomnieć jeszcze należy o dwóch pozostałych cząstkach: neutrino i protonie ujemnym, które od niedawna uznano również za składniki jądra. Gdybyśmy bowiem podzielili wszystkie poznane dotąd cząstki, okaże się, że istnieje tu pewna dysymetria ładunku i masy. Z jednej strony mamy grupę cząstek lekkich, a więc elektron dodatni i ujemny, z drugiej proton i neutron. Pierwsze dwie równoważą swój ładunek, natomiast w grupie drugiej mamy dodatni proton i neutron. Aby więc obie grupy przedstawiały symetryczną całość pod względem naboju i masy, brak w grupie drugiej tylko jednej cząstki, któraby posiadała taką samą masę jak proton, natomiast w pierwszej cząstki, któraby była przeciwną do neutronu. Te właśnie rozważania dotyczące symetrii w świecie fizycznym są podstawą przypuszczenia istnienia wspomnianych dwóch cząstek.

Przyjmując, że proton ujemny istnieje w jądrze atomowym, Gamow stara się wytłumaczyć wzajemne oddziaływanie cząstek elementarnych w jądrze. Zakłada więc, że nie tylko protony i neutrony działają na siebie siłą przyciągającą, ale również neutrony i protony ujemne, przy czym między protonami dodatnimi i ujemnymi zachodzi silne odpychanie, wbrew prawu Coulomba, które nie stosuje się już na tak małych odległościach. Dzięki temu jądro pozostawałoby w stanie równowagi chwiejnej, mając jednakową ilość obu rodzajów protonów. Gdyby zaś jeden rodzaj uzyskał przewagę, wówczas protony drugiego rodzaju zostałyby z jądra wyrzucone zupełnie lub pozostałaby ich b. mała ilość. Ponieważ w naszym świecie zyskały przewagę protony dodatnie, ujemne spotykamy więc w b. małych ilościach w jądrach atomów ciężkich, natomiast brak ich w jądrach lekkich. Następstwem obecności protonów ujemnych są t. zw. jądra izomeryczne, t. j. posiadające tę samą liczbę atomową i ciężar atomowy, lecz inny skład. Np. zamiast dwóch neutronów jądro takie po-

siada jeden proton dodatni i jeden ujemny. Dla przykładu weźmy jeden z izotopów bromu: Br_{35}^{79} , posiada on 44 neutrony i 35 protonów. Ale może istnieć również inny Br_{35}^{79} , zawierający 42 neutrony, 36 protonów dodatnich i 1 ujemny. Oba te jądra będą się różniły wartością t. zw. energii wiązania czyli trwałością. W jądrach zawierających proton ujemny rozpad „beta“ może być uskuteczniony w dwojaki sposób: albo następuje przemiana protonu ujemnego w neutron, albo neutronu w proton dodatni. W obu wypadkach mamy emisję elektronu ujemnego.

Budowę jądra wszystkich pierwiastków możemy ująć w pewien schemat mianowicie zakładamy, że zawiera ono cząstki alfa, deutony (π_2) i neutrony, według wyrażenia:

$$x\alpha + y\pi_2 + zn$$

w którym x , y , z spełniają równania:

$$4x + 2y + z = A$$

$$2x + y = N$$

gdzie A — ciężar atomowy, N — liczba atomowa pierwiastka. Dążność do możliwie największej stałości budowy sprawia, że x przyjmuje największe wartości, a stąd wartości na y są równe 0 lub 1. W takiej budowie jądra uwzględniamy wszystkie poznane dotąd izotopy, a mianowicie, przy wyżej podanej formie budowy jądra, jedno z nich odpowiada nieparzystym wartościom z , inne znów możemy odnieść dla formy $x\alpha + \pi_2$ i tylko przy $x \leq 3$. Natomiast jądra o budowie $x\alpha + \pi$ oraz $x\alpha + \pi_2 + \pi$, nie wchodzące w skład wyrażenia ogólnego, nie odpowiadają żadnemu znanemu izotopowi.

Narzucają się tu pewne bezpośrednie wnioski. Można mianowicie przypuszczać, że wszystkie jądra o budowie ogólnej $x\alpha + \pi_2 + zn$, przy parzystych wartościach z , muszą być jądrami nietrwałymi, co będzie odpowiadać pierwiastkom promieniotwórczym o emisji „beta“ oraz sztucznym radiopierwiastkom o tejże emisji. To zaś każe przypuszczać, że jądro pochodzące z tej reakcji powstaje na skutek przemiany energii ujawniającej się pod postacią pary elektronów (materializacja energii):

$$\begin{aligned} x\alpha + \pi_2 + zn + \varepsilon_+ + \varepsilon_- &= [x\alpha + \pi_2 + (z-1)n + \pi] + \varepsilon_- \nearrow = \\ &= [x\alpha + \pi_2 + (z-2)n + \pi_2] + \varepsilon_- \nearrow = [(x+1)\alpha + (z-2)n] + \varepsilon_- \nearrow. \end{aligned}$$

Neutron łączy się tu z elektronem dodatnim, dając proton, który z drugim neutronem daje deutron, ten zaś w połączeniu

z deutonom pierwotnym daje nową cząstkę alfa wewnątrzjądrową. Energia wyzwala się pod postacią cząstek beta lub fotonu.

Jądra o formie $x\alpha + \pi_2$ przy $x > 3$ i o formie wyjątkowej $x\alpha + \pi$ lub $x\alpha + \pi_2 + \pi$, powstające w czasie sztucznej promieniotwórczości, są również jądrami nietrwałymi. Powrót do stanu trwałego nie może zajść w sposób prosty i łatwy; zachodzi wtedy emisja pozytronu, który powoduje powstanie w łonie jądra neutronu:

$$x\alpha + \pi = (x\alpha + n) + \varepsilon_+ \nearrow$$

$$x\alpha + \pi_2 + \pi = (x\alpha + \pi_2 + n) + \varepsilon_+ \nearrow$$

$$x\alpha + \pi_2 = (x\alpha + 2n) + \varepsilon_+ \nearrow \text{ dla } x > 3.$$

Poznaliśmy więc w ogólnych zarysach składniki budowy jądra atomowego, przejdziemy teraz do opisu każdego z nich oraz przemian jakie wywołują.

II.

Odkrycie Becquerela oraz Skłodowskiej-Curie wykazało istnienie ciał promieniotwórczych, uranu, radu i polonu, wysyłających trzy rodzaje promieni, oznaczonych literami α , β , γ .

Promienie „ α ” są to dodatnio naładowane cząstki materialne, o niezbyt wielkich prędkościach, bo rzędu 10^9 cm/sek . Ich nabój wynosi $9,4 \cdot 10^{-10}$ j. e., jest więc dwa razy większy od naboju elektronu. Wynika stąd, że masa cząstki „ α ” jest czterokrotnie większa od masy wodoru, jest to więc nic innego jak jądro helu, gdyż dla ciężar atomowy wynosi 4.

Cząstki α wyrzucane przez ciała promieniotwórcze mogą przechodzić poprzez materię, przy czym zależnie od natury danej materii i od ich prędkości, posiadają one różny zasięg. W większości wypadków przechodzeniu temu nie towarzyszy zmiana kierunku ruchu, jedynie nieliczne odchylenia zachodzą w czasie przechodzenia przez warstewkę ciała stałego, gdzie zagęszczenie atomów jest największe. Najczęściej odchylenia następują wtedy, gdy cząstka „ α ” natrafi na jądro atomu. Badając wielkość tych odchyień, możemy dojść do bardzo ciekawych wniosków. Mianowicie okazuje się, że prawo Coulomba stosuje się tylko do odległości nie mniejszych niż 10^{-13} cm . Przy większym zbliżeniu cząstki α do jądra siły oddziaływania obu cząstek są już innej natury, cząstka zostanie przyciągnięta przez

jądro. Możemy również wnioskować o wymiarach jądra — jest ono rzędu 10^{-13} *cm*. Ponieważ średnica atomu jest rzędu 10^{-8} *cm*, więc jądro jest jeszcze sto tysięcy razy mniejsze od atomu.

Promienie „beta“ okazały się elektronami, poruszającymi się z dużymi prędkościami, wynoszącymi do stukilkudziesięciu tysięcy *km/sek*, przy czym wiązka wysyłanych promieni nie jest jednorodna, lecz składa się z kilku wiązek o określonych prędkościach.

Co się tyczy promieni „ γ “, to są one poprostu pewną formą promieniowania elektromagnetycznego, wykazują własności podobne do promieni roentgenowskich, tylko od nich o wiele twardsze.

Promienie β i γ występują stale jednocześnie w ciałach promieniotwórczych, przy czym jak wykazało badanie efektu fotoelektrycznego, promienie „beta“ pochodzą tak z wewnętrznych warstw atomu, jak również z jądra.

Wszystkie procesy promieniotwórcze zachodzą samorzutnie, przy czym powstają one nie poza jądrem lecz w jego wnętrzu. Ewolucja ciał promieniotwórczych jest naogół dość znana, nie będę się więc nad tym dłużej zatrzymywał, na pewną rzecz tylko zwrócę uwagę.

Rozpad naturalnych ciał promieniotwórczych polega, jak wiemy na przemianie „ α “, przy której ciężar atomowy zmniejsza się o 4, bądź też na przemianie „ β “, bez zmiany tego ciężaru. W każdej zatem rodzinie ciężary atomowe pierwiastków będą się różniły o pewną wielokrotność 4. Oznaczając przez k — całkowitą liczbę dodatnią, można ogólnie ciężar atomowy rodziny aktywnowej oznaczyć przez $4k+3$, rodziny uranowej $4k+2$ i torowej $4k$. Jak widać, niema tu oznaczenia dla pierwiastków, których ciężary atomowe miałyby postać $4k+1$ (np. 229). Nie wszystkie więc są reprezentowane w tablicy ciężarów atomowych naturalnych ciał promieniotwórczych. Pierwiastki o postaci $4k+1$ mogłyby stanowić czwartą rodzinę promieniotwórczą, ale jak się okazało nie istnieją one w naturze. Udało się je otrzymać na drodze sztucznej, jak się o tym przekonamy niebawym.

Liczba k ma jednak pewne określone znaczenie. Napiszmy bowiem ogólnie, że liczba protonów w jądrze wynosi A . Jak już wiemy, cząstka α jest trwałym połączeniem 4 protonów i 2 elektronów, można więc założyć, że liczba tych grup jest dla danej liczby protonów i elektronów największą możliwą. W takim razie

liczba swobodnych protonów w jądrze, które nie weszły w skład tych cząstek, może wynosić 0, 1, 2, 3, ogólnie p . Dzieląc liczbę A protonów przez 4 i zakładając, że iloraz jest k , a reszta p otrzymamy:

$$A = 4k + p$$

k — jest więc liczbą cząstek w jądrze, p — liczbą swobodnych protonów. Nowsze teorie budowy jądra nie przypisują jednak cząstce α samodzielnyemu bytu w jądrze. Odgrywała ona pierwszorzędą rolę w dawniejszych teoriach dlatego, ponieważ była najdawniej poznanym produktem rozpadu, jak również dla tej okoliczności, że pierwiastki o ciężarze atomowym podzielny przez 4, były najsilniej reprezentowane w przyrodzie, odznaczając się wielką trwałością.

III.

Schyłek XIX w., dzięki badaniom Crookesa, Hittorfa i innych, przyniósł dokładne poznanie elektronu, jako jednego ze składników atomu. Zbadano jego masę i ładunek elektryczny, wskazano sposoby otrzymywania go przez odrywanie od atomów, poznano również spontaniczne wydzielanie się elektronów w czasie rozpadu pierwiastków promieniotwórczych pod formą promieni „beta”. Znalezione, że masa elektronu w spoczynku jest 1845 razy mniejsza od masy atomu wodoru, który uważano dawniej za najmniejszą cząstkę materii. Stwierdzono również, że ładunek elektronu jest ładunkiem elementarnym, przy czym ładunków mniejszych niema w przyrodzie, jest więc on atomem elektryczności. Odkrycie elektronu stało się przyczyną poszukiwania dalszych elementów struktury atomu, ponieważ skoro atom jest w stanie normalnym obojętny elektrycznie, za tym elektrony muszą być neutralizowane przez jakieś ładunki dodatnie innych elementów, wchodzących w skład atomu. Różnorodne badania doprowadziły do wniosku, że tym drugim składnikiem jest proton czyli atom wodoru pozbawiony elektronu. Na skutek powyższej straty staje się on z obojętnego elektrycznie dodatnim, o ładunku równej wielkości z ładunkiem elektronu. Ponieważ masa elektronu w porównaniu do masy atomu wodoru jest b. mała, więc masa protonu zawiera w sobie prawie całkowitą masę atomu wodoru.

Protony w stanie wolnym otrzymywać możemy przez „ostrzeliwanie“ badanych atomów promieniami „alfa“, wysyła-

nymi przez pierwiastki promieniotwórcze. Na podstawie badań nad otrzymanymi w ten sposób protonami dochodzimy do wniosku, że średnica protonu jest mniejsza aniżeli średnica elektronu o 1845 razy. Tak wielka masa protonu w porównaniu do masy elektronu nasunęła myśl, że proton nie jest cząstką niepodzielną, ale składa się z innych jeszcze nieznanymi bliżej składników. Późniejsze badania odkryły istnienie elektronu dodatniego oraz neutronu, i powstała hipoteza, że proton jest zbudowany z tych dwóch cząstek ściśle z sobą zespolonych. Neutron zawiera w sobie całą prawie masę protonu, pozytron zaś nadaje mu ładunek dodatni.

Nasuwa się pytanie, w jaki sposób możemy „widzieć“ protony lub elektrony? Powiemy odrazu, że ze względu na b. małe wymiary oraz pewne własności falowe elektronu, w „widzeniu“ tym zawodzą metody mikroskopowe. Istnieje jednak pewna prosta i niezawodna metoda, którą zawdzięczamy fizykowi angielskiemu C. T. R. Wilsonowi, oparta na działaniu t. zw. komory wilsonowskiej, a której zasada jest następująca. Składa się ona — ogólnie rzecz biorąc — z cylindra i ruchomego tłoka. W cylindrze znajduje się para wodna, którą można skroplić przez nagłe opuszczenie tłoka, a tym samym zwiększenie objętości komory. Kondensacja pary wodnej zachodzi najłatwiej na jonach, t. j. cząsteczkach obdarzonych ładunkiem elektrycznym. Jeżeli teraz przez taką komorę przebiegnie proton, elektron lub cząstka „alfa“, słowem cząstka jonizująca, zakreśli ona pewien tor, wzdłuż którego gaz w komorze zostanie zjonizowany. Skoro w tymże momencie spowodujemy nagłe rozprężenie gazu, wobec czego ciśnienie pary wodnej stanie się przesycone, wówczas proces skraplania zachodzić będzie na jonach wzdłuż torów. Przez odpowiednie ich oświetlenie, możemy je fotografować i otrzymywać w ten sposób wierny obraz zachodzących w komorze zjawisk. Z t. zw. zasięgu czyli długości torów wnioskować można o energii danych cząstek, a stąd o ich szybkości i masie.

Z nauki o promieniotwórczym rozpadzie pierwiastków wiemy, że w czasie samorzutnego rozpadu otrzymujemy między innymi cząstki „ α “, natomiast przy ostrzeliwaniu nimi pierwiastków lekkich wylatuje z wielką energią proton. Przy tego rodzaju procesach naturalnego rozpadu zachodzi również emisja promieniowania „ γ “, byłoby więc ciekawą kwestią, czy i przy

sztucznej promieniotwórczości, zachodzącej podczas wspomnianego ostrzeliwania, nie zachodzi podobna emisja?

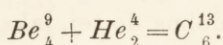
Zagadnienie to postanowili rozstrzygnąć dwaj fizycy niemieccy Bothe i Becker, używając jako pocisków promieni „ α “, którymi bombardowali ekrany w postaci cienkich blaszek z lekkich pierwiastków od litu aż do glinu włącznie. I rzeczywiście przy pomocy b. czułego urządzenia mierniczego udało im się zarejestrować promieniowanie pochodzące od bombardowanego pierwiastka, przy czym występuje ono w różnym stopniu dla różnych pierwiastków, lecz nie dla wszystkich z pośród badanych. Najsilniejszym odznaczał się beryl.

W dalszym ciągu obaj uczeni założyli, że te promienie jądrowe są charakteru elektromagnetycznego i próbowali wyznaczyć jego długość fali, stwierdzili jednak tylko, że ich przenikliwość jest tego samego rzędu co i promieni „ γ “ ciał radioaktywnych.

Z teorii budowy atomu wiemy, że elektrony krążą po wyznaczonych im torach dokoła jądra. Promieniowanie wysyłane przez atom nie jest niczym innym jak zmianą całkowitej energii atomu, powodowaną przeskokiem elektronu z jednej orbity kwantowej na inną. I tak np. przeskok elektronu z toru bliższego na dalszy powoduje pochłonięcie przez atom pewnego „kwantu“ promieniowania, przy czym energia pochłonięta równa jest różnicy w energii całkowitej atomu, powstałej wskutek owego przeskoku.

Ten obraz usiłowano przenieść i na teren jądra przez założenie, że i tu również istnieją pewne kwantowe stany energetyczne, pewne tory, na których rozmieszczone są cząstki „ α “ i protony. Na tej podstawie Bothe i Becker twierdzili, że promienie „ γ “ powstają z jądra w ten sposób, iż cząstka „ α “ lub proton „przeskakuje“ z wyższego poziomu energetycznego na niższy, albo też cząstka „ α “ wpadając na jakiś poziom kwantowy w jądrze wyrzuca zeń proton, który się tam znajdował, poczym spada na niższy poziom. Temu zaś towarzyszy emisja promieniowania „ γ “. Dalsze badania Ireny Curie pozwoliły wyznaczyć nawet długość fali odpowiadającej temu promieniowaniu. Zawierała się ona między 5.10^{-11} cm, a $0,2.10^{-11}$ cm, czyli między najtwardszymi promieniami „ γ “, a najmniejszymi promieniami kosmicznymi. Jednakże badanie efektu absorbcyjnego tych promieni w różnych ciałach wskazało na nowe nie-

oczekiwane zjawisko. Skoro bowiem absorbentem była parafina lub inna substancja zawierająca wodór, wówczas jonizacja w komorze wzrastała podwójnie. Zachodzić tu musiał fakt emisji bliżej nieznanego jeszcze ciała, co istotnie zostało potwierdzone. Nie były to promienie o charakterze elektromagnetycznym ani też elektronowym, ale materialnym — jak się dalej okazało — promienie protonowe o bardzo dużym zasięgu a więc i energii. Powstało jednak pytanie, czy zjawisko wykryte odnosiło się tylko do protonów, czy też i do innych jąder atomów lekkich. Można było bowiem przypuszczać, że promienie jądrowe, zderzając się z jądrami lekkich pierwiastków, wyrzucają je z atomów. Jednakże napotkało to na poważne trudności, bowiem emisja promieniowania jądrowego berylu (pierwiastka użytego do doświadczeń) wiąże się z pochłonięciem cząstki „ α ” przez jądro. Zmienić się wtedy musi ciężar atomowy i liczba porządkowa ostrzeliwanego pierwiastka. Ponieważ ciężar atomowy berylu 9, a liczba porządkowa 4, więc:



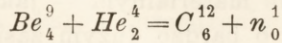
Widzimy więc, że zachodzi tu zamiana berylu w izotop węgla a nie wyrzucenie jądra.

IV.

Te i inne doświadczenia, jak również dowody teoretyczne spowodowały konieczność rewizji poglądów na istotę promieniowania jądrowego. Za inicjatywą Rutherforda powstała spekulatywna koncepcja, związana z modelem atomu Bohra. Jak wiemy, w modelu atomu wodoru elektron wiruje dokoła jądra. Coby się jednak stało, gdyby przestał się poruszać? Zostałaby wtedy zachwiana równowaga dynamiczna, ustałoby bowiem działanie siły odśrodkowej i elektron zostałby przyciągnięty przez proton. Nastąpiłoby silne skurczenie się mas i powstały w ten sposób twór miałby masę cokolwiek mniejszą od masy protonu a przytem pozbawioną naboju. Będzie więc to cząstka neutralna, zachowująca się wobec tego biernie względem wielu zjawisk fizycznych, a wobec małych wymiarów w stosunku do odległości międzycząsteczkowych, posiadać będzie wielką zdolność dyfuzji. Cząstka ta to neutron.

Powyższą koncepcję wykorzystał fizyk angielski Chadwick, zakładając wobec znacznych trudności w wytłuma-

czeniu istoty promieniowania jądrowego, że w odniesieniu do pierwiastków lekkich ma ono charakter neutronowy. Jądra berylu pod wpływem bombardowania cząstkami „ α ” wysyłają neutrony, których masa równa jest około 1, a ładunek równy 0. W tej interpretacji efekt Curie możemy przedstawić następująco:



gdzie n_0^1 oznacza neutron.

Zasadniczo więc promieniowanie jądrowe pierwiastków lekkich składać się może z promieniowania elektromagnetycznego „ γ ” oraz korpuskularnego - neutronowego. Chcąc rozpatrywać neutron jako część składową jądra atomowego, mamy dwie koncepcje, w zależności od tego czy uwagę swoją skierujemy na pokrewieństwo istniejące między atomami, czy też na stałość ich budowy. Pierwsza droga prowadzi do zgrupowania wszystkich izotopów znanych pierwiastków w rodziny w ten sposób, że w każdej rodzinie każde jądro pochodzi z poprzedniej rodziny przez transformację podobną do tej, jaką spotykamy w rodzinach promieniotwórczych.

Najważniejszą teorię jądra, rozważającą neutron jako jego część składową, dał nam Heisenberg. Teoria ta została połączona z ideą Bartletta, który zakładał, że kolejne elementy jądra układają się w warstwy podobne do tych, jakie tworzą elektrony w atomie. Pozwala ona na pewne perspektywy i przypuszczenia w zakresie stałości budowy jądra. Badania późniejsze wykazały jednak, że neutrony istnieją nie tylko jako składniki jąder, lecz również jako wolne neutrony, dostrzeżone w promieniowaniu kosmicznym przez Lochera w 1932 r.

Własności neutronu w ruchu zależą od praw, według których zderzają się one z jądrami atomowymi, konieczna jest zatem znajomość tego zjawiska. Na drobiazgowo badania pozwala komora Wilsona, w której możemy obserwować skutki zderzeń. Stwierdzono w ten sposób, że „zderzeniu” może towarzyszyć wchłonięcie neutronu przez jądro lub transmutacja jądra, jak również może nie zachodzić żaden z tych przypadków. Neutrony wytworzone przy przejściu przez substancję bogatą w wodór, np. parafinę, były znacznie aktywniejsze niż neutrony wychodzące wprost ze źródła.

Aby zbadać zderzenia neutronu z jądrem atomowym w celu określenia energii neutronu, trzeba znać naturę wyrzuconej cząstki

i obliczyć energię odskoku. W tym celu użyto zasadniczo dwóch metod: metody liczników i metody Wilsona. Pierwsza zapisuje wszystkie tory dostatecznie zjonizowane, ale nie pozwala natomiast odróżnić toru krótkiego o silnej jonizacji od toru długiego, ale o jonizacji słabszej. Również pomiar kątów, pod którymi wylatuje jonizująca cząstka, ze względu na wybrany kierunek jest bardzo trudny. Wobec tego metoda druga, pozwalająca na bezpośrednią obserwację torów, może być stosowana jako uzupełnienie pierwszej. Jest ona zaś jedyna, jeśli chodzi o dokładną analizę zderzeń i torów wtórnych. Zjawiska zachodzące wówczas w komorze można fotografować a obserwacja otrzymanych zdjęć pozwala na wysnucie odpowiednich wniosków. Uzyskane zdjęcia podają tory bardzo różne, w zależności od prędkości cząstki i czasu, jaki upłynął między jej przejściem a oświetleniem komory. Tory najczęściej rozpoczynają się przy ściankach komory; jeżeli jednak początek toru jest w gazie, obserwujemy czasem jego zgrubienie. Końce torów krótkich są kolankowate, zgięte lub zgrubione. Jeśli nie stosuje się na zewnątrz komory pola magnetycznego, to można określić kierunek poruszania się cząstki jonizującej.

Na podstawie szeregu doświadczeń dochodzimy do wniosku, że zderzenia neutronów z protonami, jakaby nie była ich prędkość, są podobne do zderzenia bez tarcia dwóch kul sprężystych. Tory krótkie pochodzą od zderzeń neutronów powolnych, długie natomiast od zderzeń neutronów z protonami.

Na istnienie neutronów powolnych wskazują badania rozkładu energii, gdyż obok dwóch grup neutronów szybkich o energii 4, 5 i 7, 8 *Me V*, istnieje trzecia grupa, dla której maks. energii wynosi 0,125 *Me V* — grupa neutronów powolnych. Pochodzą one częściowo z samego źródła wytwarzającego neutrony, częściowo zaś powstają w czasie zderzeń neutronów szybkich z jądrem ciężkiego atomu. Najsilniejszym źródłem neutronów powolnych okazało się źródło polon-beryl.

Zakładaliśmy, że masa neutronu jest prawie równa masie protonu, ale takie założenie jak się okazuje jest nieściśle. Rozpatrując bowiem bilans energetyczny, Chadwick oraz małż. Curie-Joliot otrzymali wyniki o większej dokładności. Chadwick oblicza, że masa ta ma wartość $1,008 \pm 0,0005$, zaś Curie-Joliot: $1,010 \pm 0,0005$. Metody obliczeń stosowane w tych wypadkach są zupełnie niezależne. Pierwsza opiera się

na badaniach nad sztuczną promieniotwórczością, druga zaś na obserwacji fotoelektrycznego rozkładu deutronów. Przeciętą zatem wartość masy neutronu wynosi $1,009 \pm 0,001$.

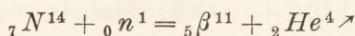
Hipoteza neutronów została przyjęta niemal od razu po powstaniu, doskonale bowiem odpowiadała zjawiskom zaobserwowanym przez małż. Curie-Joliot oraz tłumaczyła strukturę jądra w zadowalający sposób. Usunęła również dotychczasową sprzeczność w teorii budowy jądra, głoszącej wbrew dowodom mechaniki falowej, że jądro zawiera elektrony.

Po odkryciu neutronów zaczęto badać ich własności, a trzeba powiedzieć, że sprawa nie była łatwa. Neutron był cząstką, której bezpośrednich działań nie można było obserwować, ze względu na brak ładunku. Nie wywierał więc żadnego wpływu na ruch i położenie elektronów wewnątrz atomów, a jedynie spotkawszy na swej drodze jądro, mógł mu oddać część swej energii kinetycznej. Na skutek zderzenia i wymiany energii, z jądra mógł być wyrzucony proton, którego ślad możemy obserwować w komorze wilsonowskiej. Na podstawie zdjęć takich torów protonu wyrzuczonego z jądra, przez zderzenie z neutronem, wnioskujemy o pędzie i energii protonu, a stąd pośrednio o pędzie i energii neutronu.

Źródłem neutronów może być nie tylko beryl, bombardowany cząstkami alfa, ale również inne pierwiastki lekkie, np. lit, azot, sód, magnez, i t. d. Źródłami berylowymi posługujemy się jednak dlatego, ponieważ liczba wytworzonych w tym przypadku neutronów jest największa.

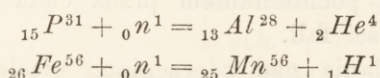
Sztuczne sposoby, przy pomocy bombardowania niektórych pierwiastków lekkich protonami lub deutronami „przyśpieszonymi“ w polu elektrycznym, są o wiele skuteczniejsze, ale mało dotąd stosowane. Inny jeszcze sposób polega na rozbięciu jądra, złożonego z protonów i neutronów, promieniami „gamma“ toru — C, lub radu — C. Z ciekawszych tego rodzaju reakcji możemy zanotować rozpad deutronu na proton i neutron oraz berylu na neutron i izotop berylu Be^8 .

Reakcje jądrowe spowodowane przez neutrony są podobne do reakcyj z cząstkami alfa, różnica jedynie jest ta, że zazwyczaj towarzyszy im emisja protonu lub części helionu. Np. azot bombardowany neutronami wysyła cząstkę alfa:



Przemiany tego rodzaju są przemianami trwałymi, powstające z nich nowe jądra są najczęściej jądrami izotopów znanych, i do niedawna przypuszczano, że wszystkie transmutacje są tego samego typu. Ale znów małż. Curie-Joliot udało się wykryć, że istnieją obok nich jeszcze inne przemiany, nie odznaczające się taką trwałością. Otrzymali oni t. zw. sztuczne zjawisko promieniotwórcze, bombardując niektóre lekkie pierwiastki cząstkami „ α ”. W dalszym ciągu dzięki badaniom Fermiego okazało się, że również neutrony powodują to samo zjawisko, ale w odróżnieniu od przemian „ α ”, które ulegają przemianie pozytronowej, przy użyciu neutronów wszystkie bombardowane pierwiastki okazują się β -promieniotwórcze. Powstaje wtedy t. zw. izobar, mający liczbę atomową o jeden większą, a więc o jeden neutron mniej a o jeden proton więcej niż pierwiastek przed przemianą. Tego rodzaju zjawisko nazywamy „efektem Fermiego”.

Inną cechą tej promieniotwórczości jest to, że nietylko pierwiastki lekkie ale i ciężkie, np. złoto, rad i t. d., posiadają duże zdolności pochłaniania neutronów, ze zmianą na pierwiastki promieniotwórcze, przy emisji protonu lub cząstki „ α ”. W jądrach lekkich zjawisko przebiega następująco:



otrzymujemy przytem t. zw. radioglin lub radiomangan.

Może również zajść wypadek, że jądro uzyskuje neutron bez żadnej emisji cząstek elementarnych. Jest to t. zw. reakcja izotopowa, która pozwoliła poznać szereg nowych własności neutronów. Jądro bowiem, które uzyskało wraz z neutronem pewien nadmiar energii, można upodobnić do atomu w stanie pobudzonym, z którego musi powrócić do stanu normalnego przez promieniowanie. Foton tego promieniowania posiada energię, w zależności od energii neutronu, rzędu kilkunastu milionów elektronowoltów. Ale jądra rzadko przyłączają w ten sposób neutrony. Zachodzi to tym łatwiej, im prędkość neutronów jest mniejsza. Zmniejszyć zaś szybkość ich a więc i energię kinetyczną można, powodując, by neutrony były zmuszone przebiegać przez jakiś ekran lub środowisko, zawierające substancję obfitą w wodór. Powstają wtedy b. częste zderzenia z protonami, na podobieństwo zderzeń kul sprężystych, a ponieważ masy obu

cząstek są w przybliżeniu jednakowe, wobec tego energia neutronu zostaje całkowicie, względnie w dużej swej części przekazana protonowi uderzonemu. W ten sposób udało się Fermiemu uzyskać izotopy promieniotwórcze o wiele silniejsze, aktywniejsze, niż w środowisku powietrznym.

Prócz tych własności, powolne neutrony posiadają cały szereg innych bardzo interesujących, jak np. to, że niektóre pierwiastki są wobec nich „nieprzeźroczyste“. I tak blaszka z kadmu grub. 0,2 mm pochłania je prawie zupełnie; podobnie, choć w stopniu słabszym obserwujemy to w licie, borze, natomiast najsilniej w gadolinie. Mamy tu najprawdopodobniej do czynienia z przemianą danego pierwiastka w jego izotop, których te pierwiastki posiadają po kilka. Z drugiej strony efekt Fermiego w niskich temperaturach okazał się o wiele intensywniejszy, co prowadzi do wniosku, że prędkość średnia neutronów jest zależna od temperatury otoczenia, przez które neutrony te przebiegają.

Nie sposób również pominąć milczeniem fakt, stwierdzony w marcu 1936 r., t. zw. selektywnej absorpcji neutronów, polegającej na tym, że niektóre pierwiastki mają zdolność pochłaniania neutronów o pewnej określonej tylko prędkości. Zachodzi tu podobieństwo z pochłanianiem przez ciała barwne światła o określonej długości fali.

Wreszcie badania nad zderzeniami nieelastycznymi neutronów z jądrami atomowymi, z czym związana jest emisja promieniowania lub też pochłonięcie neutronu przez jądro, stanowią obecnie najlepszy sposób poznania zasad fizyki jądrowej. Jakkolwiek strona doświadczalna jest bardzo trudna, gdyż nie możemy zmieniać dowolnie prędkości neutronów, to jednak używając substancji obfitej w wodór a umieszczonej na drodze wiązki neutronów, otrzymuje się znaczne zmniejszenie szybkości neutronów na skutek zderzeń ich z protonami i w ten sposób uzyskujemy wiązkę, której rozkład prędkości nie daje się jednak dokładnie obliczyć.

Obecne teorie jądra atomowego, opierające się na zależności energii potencjalnej neutronów i protonów od ich wzajemnej odległości, stanowią pewne modyfikacje założeń teoretycznych, opartych na równaniu Schrodingera. Teoria deutonu, podana przez Bethego i Peierlsa, zakłada istnienie pewnych sił, t. zw. sił Majorany, o specjalnym charakterze wymiany;

na tej podstawie obliczony czynny przekrój zderzeń nieelastycznych między protonem i neutronem jest zgodny z doświadczeniem. Teoria Perrina (F) prowadzi do podobnych wyników, chociaż założenia są innej natury, mianowicie zakłada się istnienie sił typu Wignera, t. j. bez sił wymiany.

V.

Rok 1932 przyniósł rozwiązanie nowej zagadki jądra, w związku z badaniami przeprowadzonymi nad promieniowaniem kosmicznym. Dotychczasowe badania struktury jądra polegające na wywołaniu sztucznej dezintegracji wykazały, że najpewniejszym środkiem do rozbicia jądra byłyby pociski obdarzone niezmiernie wielką energią. Stosowane w tym celu substancje promieniotwórcze nie dawały silnego efektu dezintegracyjnego. Przypuszczano, że taka nieznaną cząstka, wpadając do wnętrza jądra, oddałaby mu swą energię i stała się powodem unicestwienia sił, wiążących poszczególne składniki jądra.

Energia promieniowania kosmicznego jest olbrzymia w porównaniu z najsilniejszymi źródłami promieniotwórczymi, bo rzędu 10^6 — 10^9 e V. Nasuwała się więc myśl wykorzystania tak wielkiej energii do rozbijania jąder atomowych. Obserwacje, dokonane przez Skobielzyną, potwierdziły tę możliwość. Fotografując tory cząstek kosmicznych, przebiegających komorę Wilsona, Skobielzyną spostrzegł, że niektóre z nich zamiast określonego toru dawały snop torów wytryskujących z jednego punktu wewnątrz komory. To wskazywałoby na kompletne rozbicie jądra przez zderzenie z kwantem kosmicznym. Ponieważ jednak zderzenie jądra mogło nastąpić równie dobrze z inną cząstką, wskutek zanieczyszczenia prawie wszystkich ciał substancjami promieniotwórczymi, zastosowano specjalną metodę badań, polegającą na użyciu t. zw. liczników Geigera. Licznik taki składa się z rurki będącej pod wysokim napięciem, wewnątrz której znajduje się ostro zakończona igła. Wysokość napięcia w liczniku dobiera się w ten sposób, by stosunkowo mała liczba jonów, powstała przy przejściu dowolnej cząstki jonizującej, wytworzyła silny strumień, podobny do silnego ale krótkotrwałego prądu. Przy pomocy odpowiedniego urządzenia możemy obserwować każdorazowy taki impuls jonowy.

Jeżeli teraz dwa takie liczniki, umieszczone jeden nad drugim, przedzielimy ekranem absorbującym promieniowanie

*

mniej przenikliwe, to cząstka wysłana przez ciało promieniotwórcze, która wpadnie do jednego z liczników i wywoła w nim impuls, bardzo rzadko spowoduje jonizację w drugim liczniku. Natomiast kwant kosmiczny, obdarzony olbrzymią szybkością i przenikliwością, przejdzie przez ekran i wywoła jonizację w obu licznikach. Stosując odpowiednie aparaty rejestracyjne, można notować same tylko koincydencje, z wyeliminowaniem promieniowania natury innej niż kosmiczna. Jeżeli zamiast ekranu wstawimy komorę Wilsona, zaopatrzoną w przesłonę z ołowiu jako ekran, a w miejsce aparatów rejestracyjnych — aparaturę włączającą automatycznie urządzenie fotograficzne komory, wówczas w czasie każdej koincydencji możemy fotografować to, co się dzieje w komorze, i w ten sposób otrzymywać zdjęcia tylko promieni kosmicznych. Tego rodzaju aparatura została użyta przez Blacketta i Occhialiniego w Cambridge, celem obserwowania dezintegracji jądra pod wpływem promieni kosmicznych.

Musimy tu na pewną rzecz zwrócić uwagę.

W badaniach natury promieniowania kosmicznego zauważono, że niektóre tory nie zakrzywiają się w polu magnetycznym normalnie, lecz w taki sposób, jak gdyby dana cząstka obdarzona była znakiem dodatnim. Skoro bowiem cząstka poruszająca się poprzecznie do kierunku pola posiada określony znak, wówczas zostaje w zależności od kierunku swego ruchu i ładunku odchyłona z biegu prostoliniowego w kołowy. Jeśli dwie cząstki będą identyczne lecz o ładunkach przeciwnych, kierunki zakrzywień torów będą różne. Anderson obserwując powyższe zjawisko zakłada, że są to poprostu szybko pędzące elektrony, przy czym ruch ich odbywać się może w kierunku z dołu do góry lub przeciwnie. Mimo to na swych zdjęciach otrzymał tory, które niedwuznacznie wskazywały na to, że pochodzenie ich zawdzięczać należy cząstkom o ładunku dodatnim. Obserwowano również tory podwójne, wychodzące z jednego punktu a zakrzywione przez pole magnetyczne w kierunkach do siebie przeciwnych.

Dla scharakteryzowania dowolnej cząstki trzeba wyznaczyć jej masę, prędkość i ładunek elementarny. W tym celu posługujemy się metodą, polegającą na równoczesnym stosowaniu pól: elektrycznego i magnetycznego. W naszym wypadku ze względu na wielką energię promieniowania kosmicznego musimy stosować olbrzymie pola elektrostatyczne, by móc

dostrzec odchylenie toru promieni. Uciekamy się więc do innego sposobu. Na podstawie zjawisk jonizacji gazów przez cząstki jonizujące wiemy, że gęstość jonizacji jest zależna od ładunku. Jest ona proporcjonalna do kwadratu liczby ładunków elementarnych, a z drugiej strony zależy również od prędkości danej cząstki, nie zależy zaś zupełnie od jej masy.

Iloczyn masy przez prędkość możemy wyznaczyć z wielkości promienia krzywizny toru cząstki o określonym naboju, w danym polu magnetycznym. Mając zaś dany ten iloczyn, t. j. pęd, możemy znaleźć wartość masy i prędkości poprostu ze stopnia zaczernienia toru przez cząstkę jonizującą na kliszy fotograficznej i orzec, czy należy owej cząstce przypisać własności elektronu czy protonu. Dla określonego pędu bowiem otrzymamy inną gęstość jonizacji w przypadku elektronu niż protonu, ponieważ ze względu na swą wielką prędkość elektron jonizować będzie słabiej niż proton.

Anderson, Blackett i Occhialini, stosując opisaną wyżej metodę koincydencyjną przy równoczesnym wytwarzaniu silnego pola magnetycznego wewnątrz komory Wilsona, stwierdzili, że w wielu wypadkach zamiast jednego śladu, występują całe pęki torów, o niejednakowych kierunkach zakrzywienia. Te t. zw. „snopy“ lub „showery“, złożone są z kilkunastu cząstek naładowanych przeważnie ujemnie, wychodzących z jednego punktu, pod wpływem zderzenia z promieniem kosmicznym o b. wielkiej energii. Z otrzymanych fotografii tych torów, których kierunek biegu cząstek był określony, można było wyznaczyć krzywiznę toru w polu magnetycznym, a stąd i znak ładunku cząstki. W ten sposób stwierdzono nieoczekiwanie, że snopy te zawierają tory cząstek dodatnich, których masa, jak się później o tym przekonano, była rzędu masy elektronu. Cząstki te w odróżnieniu od znanych już elektronów ujemnych (negatronów) nazwano elektronami dodatnimi — pozitronami.

Określenie wielkości ładunku nowej cząstki dokonane zostało przez Thibauda na drodze doświadczalnej. Stosując w pomysłowy sposób metodę Villarda, zdołał on skupić wiązkę elektronów dodatnich i wyznaczyć dla nich wartość stosunku e/m . Między biegunami elektromagnesu wytwarzał silne pole magnetyczne, które jest jednorodne tylko w środku biegunów, natomiast na ich obwodach panuje gradient natężenia. Źródło pozitronów umieścił w części obwodowej, dzięki czemu

gradient natężenia powoduje stałą zmianę krzywizny toru i cząstka zakreśla tronchoidę. W ten sposób wszystkie elektrony wybiegające ze źródła zbierają się w określonym punkcie i osiąga się silne skupienie cząstek. Wiązkę tę można badać np. przy pomocy kliszy fotograficznej, a wielkość zaczernienia, mierzona mikrofotometrem jest miarą natężenia wiązki. Przez odwrócenie kierunku pola magnetycznego otrzymuje się zaczernienie spowodowane przez elektrony ujemne, i, jak się okazuje, przypada ono w tym samym miejscu, co i w przypadku pozitronów. Już to dowodzi, że wartość e/m jest dla obu cząstek jednakowa.

Istnienie elektronu dodatniego przewidział już na kilka lat przed jego odkryciem P. A. M. Dirac na drodze czysto teoretycznej, formułując słynną dziś relatywistyczną teorię elektronu magnetycznego. Zakładała ona istnienie obok elektronów o energii dodatniej (negatronów), również elektronów o całkowitej energii ujemnej. Na podstawie klasycznej teorii, nie było możliwe do przyjęcia istnienie takiej cząstki. Zgodnie z teorią Einsteina, najmniejszą energią E_0 posiada cząstka w spoczynku, energią odpowiadającą jej masie spoczynkowej m_0 . ($E_0 = m_0 c^2$). Natomiast Dirac wprowadza założenie, przy którym możliwe jest istnienie cząstek, których całkowita energia jest mniejsza od $m_0 c^2$. Zatem teoretycznie mielibyśmy cząstki odpowiadające energiom $E < m_0 c^2$ oraz $E = -m_0 c^2$. Istniała jednak przeszkoda natury doświadczalnej dla przyjęcia takiego stanu rzeczy, mianowicie fakt, że w naturze wszystkie procesy odbywają się w zakresie dodatnich energii. Dirac robi więc dodatkowe założenie, że wszystkie elektronowe stany o energii ujemnej od $-m_0 c^2$ aż do $-\infty$, są obsadzone przez negatrony, przy czym niema fizycznych sposobów zaobserwowania ich lub ich oddziaływania na zewnątrz. Dopiero gdy jeden z tych negatronów zostanie pobudzony przez kwant promieniowania o b. dużej energii do stanu, w którym jego energia całkowita $E > m_0 c^2$, w zbiorze wszystkich negatronów powstanie jedno miejsce wolne — „dziura“ — jak je nazywa Dirac — którą można uważać za elektron o energii dodatniej, ale o znaku przeciwnym, więc dodatnim.

Późniejsze doświadczenia potwierdziły istnienie takich cząstek a tym samym słuszność założeń teoretycznych. Zrozumiałym również stał się fakt b. rzadkiego występowania pozitronów. Według założeń Diraca, pozitron mógł istnieć tylko wtedy, gdy jakkolwiek elektron ujemny nie wypełniał „dziury“.

Skoro natomiast już się to stało, należało się spodziewać zaniku jednego negatronu i jednego pozitronu, a na ich miejsce winna była powstać jakakolwiek inna postać energii, równa różnicy całkowitej energii cząstek unicestwiających się. Przypuszczenie to zostało również potwierdzone doświadczalnie materializacją energii, latem 1933 r. przez Andersona i Neddermayera oraz małż. Curie-Joliot, wreszcie również przez Chadwicka, Blacketta i Occhialiniego, Lisę Meitner i Philippa. Umieszczali oni na drodze twardych promieni „ γ ” blaszki metalowe wewnątrz komory Wilsona i w przypadkach, gdy energia tych promieni była większa od 1 MeV , obserwowali powstawanie pozitronów, jak również udało się stwierdzić tworzenie się „par” — negatronu i pozitronu, na skutek materializacji promieni „gamma”.

Teoretyczne wyjaśnienie tego zjawiska jest następujące: skoro promieniowanie o dostatecznie wielkiej energii $h\nu$ zostaje pochłonięte przez elektron, którego energia całkowita będzie ujemna, przy czym jego ujemna energia kinetyczna jest równa zeru, musi powstać „para”, gdyż energia potrzebna na jej wytworzenie jest równa $2m_0c^2$, reszta zaś energii kwantu promieniowania zamienia się na energię kinetyczną powstających cząstek. Małż. Curie-Joliot obliczyli, że na wytworzenie takiej pary potrzebna jest energia $1,02 \text{ MeV}$, co b. dobrze zgadza się z podanym wyżej wynikiem doświadczenia.

Całkowite zbadanie zjawiska materializacji wymagało określenia miejsca, w którym ono zachodzi. Oczywiście odpowiedź na to mogła być dana na drodze teoretycznej, to też Blackett, Chadwick i Occhialini poddając badaniu wydajność pozitronów produkowanych przy pomocy blaszki ołowianej, bombardowanej fotonami o energii $2,65 \cdot 10^6 \text{ eV}$, obliczyli wartość przedziału, w którym zachodzi materializacja. Jest on równy $2,8 \cdot 10^{-24} \text{ cm}$, co odpowiada dziesięciokrotnej średnicy jądra. Przekonali się przy tym, że maksymalna energia powstających pozitronów wynosi ok. $1,8 \cdot 10^6 \text{ eV}$. Jak stwierdziła analiza zjawiska, zachowane są tu prawa naboju, pędu i energii. Prawo zachowania naboju — gdyż w miejsce kwantu promieniowania o ładunku równym zeru, powstają dwie cząstki o ładunkach przeciwnego znaku, przy czym równe co do naboju. O zachowaniu energii mówiliśmy wyżej, natomiast prawo zachowania pędu jest spełnione tylko wówczas, gdy część pędu zostaje od-

dana jakiejś trzeciej cząstce. Zachodzi przypuszczenie, że rolę trzeciej cząstki odgrywają atomy ośrodka, w którym cały proces zachodzi. Potwierdza to fakt, że prawdopodobieństwo tworzenia się par w zależności od ośrodka zmienia się proporcjonalnie do N^2 , gdzie N — liczba porządkowa atomu. Podług obliczeń Curie - Joliot'ów, stosunek pozitronów do elektronów ujemnych przy materializacji promieni gamma wynosi dla Al — 0,05, dla Cu — 0,18, dla Pb — 0,3 i U — 0,4. Obecnie przypuszczamy, że pozitrony, które obserwować można w owych „ulewach“, pochodzenie swe zawdzięczają procesowi podobnemu do materializacji. Dzięki bez porównania większej energii promieni kosmicznych, powstają tam całe pęki par pozitronów i negatronów.

Zjawiskiem odwrotnym do opisanego jest proces dematerializacji obu cząstek, które ulegają zamianie w foton, przy czym powstaje on tylko w tym przypadku, jeżeli połączenie się negatronu z pozitronem następuje w pobliżu jakiejkolwiek innej cząstki materialnej, która w myśl tego, co było powiedziane wyżej o zachowaniu pędu, przyjmuje udział w bilansie całkowitym zjawiska. W razie braku takiej trzeciej cząstki, na każdy pozitron, jak to stwierdził Joliot, przypada utworzenie się dwóch fotonów o energii ok. $0,5 MeV$, przeciwnie skierowanych.

W pewnych przypadkach, jak zostało stwierdzone niedawno, również cząstki „beta“ mogą ulec nagłemu zahamowaniu i wtedy obok niej powstaje para negatron - pozitron. Ze znanych reakcyj energetycznych można wnioskować, że energia takiej cząstki „beta“ musi być większa niż $1,02 \cdot 10^6 eV$.

Pogląd Diraca, według którego pozitron jest dziurą w rozkładzie elektronów o ujemnej energii, wyjaśnia również widmo ciągłe promieni „beta“, występujące u niektórych pierwiastków promieniotwórczych. Beck zakłada, że w jądrze zachodzi proces bliżej nieznan, powodujący powstanie negatronów i pozitronów w pobliżu jądra. Pozitron ten zostaje następnie pochłonięty przez jądro, którego nabój powiększa się wówczas, zaś nazewnątrz obserwujemy elektron ujemny w postaci promieni „beta“. Energia pozitronu pochłoniętego według założeń Becka zanika, zatem nie może być mowy w tym wypadku o zasadzie zachowania energii. Pogląd ten w ostatnich czasach uległ zmianie, przez wprowadzenie hipotezy t. zw. neutrino, cząstki o masie bliskiej zeru i pozbawionej ładunku elektrycznego. Ostatecznie tak pozitron, jak i negatron nie są różnymi

cząstkami, lecz zgodnie z przedstawionym powyżej zarysem teorii Diraca stanowią tylko dwa różne stany tej samej cząstki, elektronu ujemnego.

Obecnie pozytrony otrzymywać można nie tylko przez bombardowanie jąder promieniami kosmicznymi lub „gamma“, ale również w t. zw. sztucznych procesach promieniotwórczych pod wpływem neutronów protonów, czy wreszcie cząstek „alfa“ wysyłanych przez naturalne ciała promieniotwórcze.

VI.

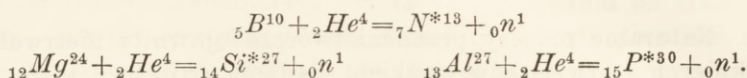
Naturalne procesy promieniotwórcze ujawniły nietrwałość niektórych pierwiastków ciężkich. Badania struktury jądra doprowadziły jednak do poznania nowych przemian wewnątrzjądrowych, którym towarzyszy powstanie nieznanych dotąd pierwiastków o własnościach promieniotwórczych, stanowiących pewne przejście między pierwiastkiem rozpadającym się a nowopowstałym trwałym. Nowoczesna alchemia atakuje przede wszystkim pierwiastki lekkie, mając w swym arsenale doskonałe pociski w postaci cząstek „alfa“, protonów, deutonów i neutronów, którymi ostrzeliwuje dane jądra. Każdemu rodzajowi pocisków towarzyszy naogół inna przemiana wewnątrzjądrowa, której efektem jest powstanie nowego jądra przy jednoczesnej emisji lub absorbcji lekkiej cząstki, albo energii pod postacią fotonu.

Odkrycie sztucznej promieniotwórczości przypisać należy małż. Curie - Joliot, którzy podczas bombardowania różnych pierwiastków promieniami „alfa“ polonu dostrzegli w komorze wilsonowskiej tory nowych cząstek, które okazały się bądź protonami, bądź elektronami pochodzącymi z wewnętrznej konwersji promieni „gamma“, bądź wreszcie pozytronami o b. wielkiej energii, dochodzącej do $3 \cdot 10^6 eV$. Najsilniejszą emisję dawało aluminium oraz beryl i bor.

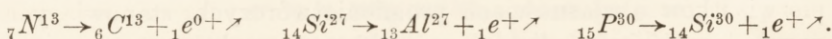
W czasie tych badań dostrzeżono pewne ciekawe zjawisko, mianowicie pozytrony były emitowane nie równocześnie z rozpadem danego jądra, lecz w chwilę później. Jeszcze po zaprzestaniu bombardowania cząstkami „alfa“ dała się zauważyć emisja elektronów dodatnich z naświetlonej płytki aluminiowej. Istnienie tego promieniowania potwierdza hipotezę powstawania w czasie przemiany jądra ciała sztucznie promieniotwórczego, którego rozpad podlega prawu wykładniczemu. Prace Curie - Joliot dały więc początek nowej dziedzinie fizyki, która rozwijając się

doprowadziła do odkrycia szeregu pierwiastków sztucznie promieniotwórczych. Okazało się dalej, że powstają one tylko wówczas, gdy cząstka „alfa“ napotka w swym biegu na jądro, co zachodzi b. rzadko. Zaledwie na 10 milionów cząstek α , jedna powoduje przemianę jądra.

Małż. Curie - Joliot proponują pewne równania reakcyj jądrowych, dla wyjaśnienia obserwowanych zjawisk. Tak np. przy bombardowaniu cząstkami „alfa“ boru, magnezu i aluminium otrzymamy:



Gwiazdką oznaczone są nowe radiopierwiastki, które rozpadają się dalej samorzutnie z emisją pozytronu:

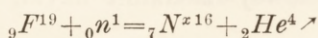


Węgiel, glin i krzem w ten sposób powstałe nie różnią się niczym od znanych stałych pierwiastków tego samego typu. Podobnej transformacji ulega wiele innych pierwiastków, np. lit, bor, azot, fluor, sól, potas, cynk itd.

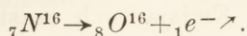
Badania Cockrofta, Gilberta i Waltona wykazały, że przemianie promieniotwórczej podlega szereg pierwiastków pod wpływem przyspieszonych jonów wodoru w polu elektrycznym, a wyraźniej jeszcze pod wpływem deutonów. Udało się między innymi rozbić jądra sodu, azotu, węgla i aluminium. Jednak jak dotychczas były to pierwiastki lekkie, a nie udało się dowieść, czy również jądra ciężkich pierwiastków podlegają dezintegracji.

Fermi stara się dać odpowiedź w tej sprawie, stosując do bombardowania pocisków o większej masie, mianowicie neutronów. Eksperyment udaje się i nawet pierwiastki takie, jak żelazo i złoto, przekształcają się w radiopierwiastki. Występuje przytem nowe zjawisko, bowiem gdy podczas przemiany pod wpływem cząstek „alfa“ emitowane były pozytrony, to obecnie obserwujemy emisję elektronu ujemnego. Ten proces przemiany, jak już wspomniałem, nosi nazwę „efektu Fermi'ego“.

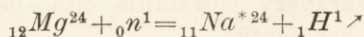
Podczas przemiany danego jądra pod działaniem neutronów mogą zajść trzy różne emisje: 1) cząstki „alfa“, 2) protonu oraz 3) pochłonięcie neutronu bez emisji. W pierwszym przypadku otrzymamy np.:



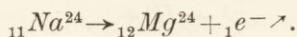
przy czym powstały radioazot rozpada się dalej z emisją elektronu ujemnego:



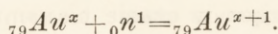
Drugi wypadek daje:



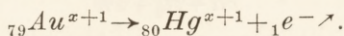
i dalej



Trzeci jest najciekawszy:



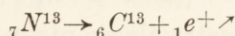
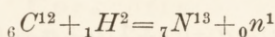
W tym przypadku ciężar atomowy izotopu złota nie jest znany, oznaczamy go więc przez x . Powstałe radiozłoto rozpada się dalej z emisją elektronu ujemnego:



W podobny sposób udała się Fermi'emu i współpracownikom transmutacja uranu w nowy pierwiastek b. nietrwały, o ciężarze atomowym większym niż uranu, a którego liczba atomowa wynosi 93. Został on nazwany „bohemiem“.

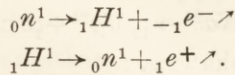
Fermi zastosował tu roztwór azotanu uranylu, który poddany działaniu neutronów wysyłał promienie „beta“. Wydzielony z domieszanej do tego roztworu soli manganu, dwutlenek manganu miał zawierać również pierwiastek promieniotwórczy Nr 93, o półokresie 13 min. Odkrycie to kwestionuje N o d d a c k, która przypuszcza, że pierwiastkiem o emisji „beta“ mógł być polon strącający się z MnO_2 . Z drugiej strony z pierwiastka 93 przy emisji „beta“ musiałby powstać dalszy pierwiastek Nr 94. Jednak dalsze badania, a zwłaszcza O. H a h n a i L. M e i t n e r zdają się niezbicie potwierdzać wynik Fermi'ego i to na drodze czysto chemicznej. Chodzi tu rzeczywiście o pierwiastki cięższe od uranu.

Działania podobne jak w przypadku neutronów otrzymujemy, używając do rozbijania jądra deutronów:

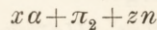


przy czym powstaje nowe jądro trwałe. Droga takich przemian może z danego jądra powstać szereg innych lub z szeregu różnych przemian różnych jąder możemy otrzymać jedno. Podobnie zachowują się jądra, bombardowane protonami przyspieszonymi pod wysokim napięciem. We wszystkich tych przy-

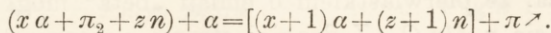
padkach mimo stwierdzonego promieniowania elektronowego przyjmujemy, że w jądrze atomowym nie istnieją ani dodatnie, ani ujemne elektrony. Emisja tych cząstek powstaje na skutek przemiany protonu w neutron lub neutronu w proton wewnątrz jądra, czemu towarzyszy powstanie odnośnego elektronu nazewnątrz w myśl schematu:



Procesy zachodzące w czasie transmutacji jądra analizuje Guében (Actual. Sc. et Industr. N. 247. 1935). Przyjmuje on mianowicie, że jądro składa się z cząstek „alfa“ (znak α), deutronów (znak π_2) oraz neutronów (znak n) w myśl schematu:

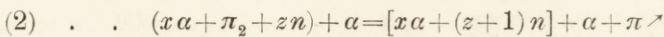
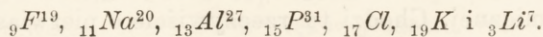


przy czym jeżeli z jest nieparzyste, mogą pod działaniem cząstek „alfa“ zajść następujące przemiany. Cząstka ta może wyrzucić z jądra proton lub neutron, przy czym sama zostanie pochłonięta przez to jądro, tworząc nowe o masie większej o trzy jednostki i naboju dodatnim większym albo o jednostkę, albo o dwie jednostki. Nowe jądro, jak już widzieliśmy, może być trwałe lub nietrwałe; w ostatnim wypadku rozpada się z emisją elektronu ujemnego po rozbięciu o charakterze protonowym i pozytronu po rozbięciu neutronowym. Reakcje te wg. Guében'a wyglądają następująco:



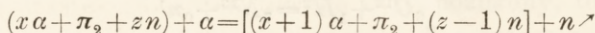
Jądro nowopowstałe jest nietrwałe i daje emisję „beta“ skoro $z=1$ i $x \leq 3$.

Znane są tu przypadki:



z jednym tylko znanym przypadkiem ${}_{13}Al^{27}$.

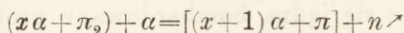
Wreszcie:



powstające jądro będzie nietrwałe skoro $z \pm 1$, albo $z=1$ i $(x+1) > 3$.

Tu znane są przemiany ${}_3Li^7$, ${}_5B^{11}$, ${}_9F^{19}$, ${}_{11}Na^{23}$, ${}_{13}Al^{27}$, ${}_{15}P^{31}$, z których cztery ostatnie powodują powstanie radiopierwiastków.

W przypadku $z=0$ i $x \leq 3$ będziemy mieli:



czemu odpowiadają ${}_3Li^6$, ${}_5B^{10}$, ${}_7N^{14}$.

Nie wszystkie jednak reakcje, aczkolwiek teoretycznie możliwe, zachodzą w praktyce, ponieważ często trwały izotop, który należałoby poddać bombardowaniu dla przeprowadzenia danej reakcji, spotyka się b. rzadko.

Wszystkie jądra, które ulegają reakcjom protonowym, mogą być także rozbite z emisją neutronu, jednak nie zawsze może być na odwrót. Również przy wielu dezintegracjach jądro może ulegać b. silnemu pobudzeniu, wskutek czego wysyła promienie „gamma“. Nie mamy tu jednak do czynienia z przemianą jądra, może tylko zajść powrót do stanu niewzbudzonego.

Bombardowanie cząstkami „alfa“ pozwoliło na zanalizowanie dokładniejsze wewnętrzznego składu niektórych jąder. Mianowicie okazało się, że niektóre z nich, zwłaszcza te, które zawierają parzystą ilość protonów i równą neutronów, nie ulegają rozbięciu. Należą tu jądra: ${}_6\text{C}^{16}$, ${}_8\text{O}^{16}$ itd. Ponieważ cząstki „alfa“ podczas bombardowania nie są naogół pochłaniane przez jądra, należy przypuścić, że powyższe jądra składają się z samych helionów, które odznaczają się wielką trwałością budowy i na to by je rozbić, trzeba by zastosować o wiele większą energię niż ta, jaką posiadają bombardujące cząstki „alfa“.

W podobny sposób rozpatruje G u é b e n transmutacje jądra nie zawierającego neutronów, a więc o formie $(x\alpha + zn)$. Pod wpływem cząstek „alfa“ może zajść emisja obu rodzajów elektronów w myśl schematów:

- 1) $(x\alpha + zn) + \alpha = [(x+1)\alpha + (z-1)n] + n \nearrow {}_4\text{Be}^9, {}_{10}\text{Ne}^{21}, {}_{12}\text{Mg}^{25}$.
- 2) $(x\alpha + zn) + \alpha = [x\alpha + \pi_2 + (z-1)n] + \pi \nearrow {}_4\text{Be}^8, {}_{14}\text{Si}^{28}, {}_{16}\text{S}^{32}, {}_{12}\text{Mg}^{25}$, jądro nietrwałe z emisją negatronu, skoro z nieparzyste.
- 3) dla $z=0$; $x\alpha + \alpha = (x+1)\alpha \quad {}_4\text{Be}^8$.
- 4) dla $z=0$; $x\alpha + \alpha = (x\alpha + \pi_2 + \pi) + n \nearrow {}_{12}\text{Mg}^{24}$. Powstałe jądro jest radiopierwiastkiem o emisji pozitronowej.

Do rozbijania jąder atomowych protonami używa się opisanej już aparatury Cockrofta i Waltona, względnie Lawrence'a, gdzie protony doznają bardzo wielkiego przyspieszenia w polu magnetycznym i szybkozmiennym elektrycznym, poczym służą jako pociski dezintegracyjne. Podczas takiego bombardowania, z jądra może uleść wyrzuceniu cząstka „alfa“, bądź też proton może zostać pochłonięty przez jądro ostrzeliwane, bez żadnej emisji. Reakcje te można ująć w następujące przypadki:

$z = 0, x \leq 3. (x\alpha + \pi_2) + \pi = (x\alpha + \pi_2 + \pi)$. Powstaje jądro nietrwałe o emisji e^+ .

Znana jest tu jedynie przemiana z Li .

$z = 1. (x\alpha + \pi_2 + n) + \pi = x\alpha + \alpha$.

$z = 1. (x\alpha + \pi_2 + n) + \pi = (x\alpha + \pi_2 + \pi) + n^+$. Jądro nietrwałe o emisji pozytronowej.

z dowolne: $(x\alpha + \pi_2 + zn) + \pi = [x\alpha + (z-1)n] + \alpha^+$.

W drugim przypadku przemiany zachodzą dla szeregu lekkich jąder, np.: ${}_3Li^7, {}_5B^{11}, {}_9F^{19}, {}_{11}Na^{23}, {}_{13}Al^{27}, {}_{19}K^{39}$. W trzecim: ${}_5B^{11}$, zaś w czwartym: ${}_{19}K^{41}, {}_{27}Co^{59}, {}_{29}Cu^{63}, {}_{47}Ag$.

W czasie przemiany ${}_3Li^7$ i ${}_5B^{11}$ następuje pewna dość duża strata masy, która się przejawia w emisji bardzo przenikliwych promieni „gamma“, względnie w dużej energii kinetycznej cząstek „alfa“, wylatujących z rozbitego jądra.

W grupie jąder o budowie $(x\alpha + zn)$ można wyodrębnić również cztery przypadki, a to dla:

$$z = 0. (x\alpha) + \pi = (x\alpha + \pi) \text{ np. } {}_6C^{12}.$$

$$z = 1. (x\alpha + n) + \pi = (x\alpha) + \pi^+ + n^+ \quad {}_4Be^9.$$

$$z = 1. (x\alpha + n) + \pi = (x\alpha + \pi) + n^+ \quad {}_6C^{13},$$

$$\text{oraz } z = 1. (x\alpha + n) + \pi = [(x-1)\alpha + \pi_2] + \alpha^+ \text{ np. } {}_8O^{17},$$

przy czym w tym przypadku powstające jądro będzie nietrwałe, skoro $(x-1) > 3$.

W tej grupie obserwowano również rozpad ${}_{20}Ca, {}_{25}Fe$ i ${}_{28}Ni$, jednak nie są to reakcje pewne na tyle, by je można przyjąć pod uwagę.

Rozpatrzmy obecnie działanie neutronów, jako pocisków bombardujących jądra. Neutrony do tego celu wytwarza się z preparatów fluorowych w połączeniu z polonem, ponieważ dają one strumienie neutronów wolnych od przymieszek innego promieniowania, np. „gamma“. Neutrony, jako pozbawione ładunku elektrycznego, posiadają szczególną łatwość przenikania do wnętrza jąder atomowych, a tym samym są o wiele skuteczniejsze w działaniu od poprzednich pocisków. Nadto t. zw. wolne neutrony dają skutek o wiele większy od szybko poruszających się, wobec czego stosuje się przesłony z parafiny lub wody, wogóle z substancji zawierającej wodór w dość dużych ilościach, które absorbują część energii pędzących neutronów i zwalniają ich szybkość.

Podczas bombardowania neutronami mamy do czynienia z efektem Fermiego, a więc z emisją elektronów ujemnych. Rozpatrzmy, podobnie jak poprzednio, wszystkie przypadki przemian:

- 1) $(x\alpha + \pi_2 + zn) + {}_0n^1 = [x\alpha + \pi_2 + (z+1)n]$, powstaje jądro nietrwałe o emisji e^- , jak np.: ${}_{23}Va^{51}$, ${}_{25}Mn^{55}$, ${}_{29}Cu$, ${}_{33}As$, ${}_{35}Br$.
- 2) $(x\alpha + \pi_2 + zn) + n = [(x-1)\alpha + \pi_2 + (z+1)n] + \alpha$, w tym wypadku znamy reakcje z ${}_{13}Al^{27}$, ${}_{15}P^{31}$, ${}_{9}F^{19}$, ${}_{17}Cl^{35}$, ${}_{25}Mn^{55}$, ${}_{27}Co^{59}$.
- 3) $(x\alpha + \pi_2 + zn) + n = [x\alpha + (z+2)n] + \pi$, ${}_{13}Al^{27}$, ${}_{15}P^{31}$.

Przy formie $(x\alpha + zn)$ neutrony wywołają cząstkę „alfa“ lub proton w myśl reakcji:

- 4) $(x\alpha + zn) + n = [(x-1)\alpha + (z+1)n] + \alpha$.
- 5) $(x\alpha + zn) + n = [(x-1)\alpha + \pi_2 + (z+2)n] + \pi$.

W przypadku (4) znany jest rozpad ${}_8O^{16}$ i ${}_{10}Ne^{20}$. Natomiast w drugim, skoro z jest parzyste, powstają nietrwałe jądra radio pierwiastków np.: ${}_{12}Mg$, ${}_{14}Si$, ${}_{16}S$, ${}_{24}Cr$, itd.

Przemiany neutronowe prowadzą do uzyskania prawie wszystkich izotopów promieniotwórczych, jak również do wytworzenia pierwiastków pozauranowych, normalnie nie istniejących na ziemi.

Bombardowanie deutonami daje aż sześć możliwych przekształceń jądra atomowego. Pierwsze trzy zachodzą przy założeniu, że $z=0$ i $x \leq 3$, a mianowicie:

- 1) $(x\alpha + \pi_2) + \pi_2 = (x\alpha) + \alpha$.
- 2) $(x\alpha + \pi_2) + \pi_2 = (x\alpha + \pi_2 + n) + \pi$.
- 3) $(x\alpha + \pi_2) + \pi_2 = (x\alpha + \pi_2 + \pi) + n$.

Powstaje wtedy jądro radiopierwiastka o emisji elektronu dodatniego, np.:

Ad 1 i 3 — ${}_3Li^6$, ${}_5B^{10}$, ${}_7N^{14}$.

Ad 2 — ${}_3Li^6$, ${}_5B^{10}$.

Pozostałe trzy przemiany zachodzą przy $z=1$.

- 4) $(x\alpha + \pi_2 + n) + \pi_2 = (x\alpha + n) + \alpha$.
- 5) $(x\alpha + \pi_2 + n) + \pi_2 = (x\alpha + \pi_2 + \pi) + n + \pi$, jądro nietrwałe o emisji e^+ .
- 6) $(x\alpha + \pi_2 + n) + \pi_2 = (x+1)\alpha + n$.

Ad 4 znamy przemiany ${}_9F^{19}$, ${}_{11}Na^{23}$.

Ad 5 „ „ „ ${}_5B^{11}$, ${}_9F^{19}$, ${}_{11}Na^{23}$ i ${}_{13}Al^{27}$.

Ad 6 „ „ „ ${}_3Li^7$ i ${}_5B^{11}$.

Ciekawy jest fakt, że w przyp. 5 wszystkie jądra dają początek rediopierwiastkom o bardzo podobnych okresach, co daje się wyjaśnić przy pomocy następującej reakcji:

$$(x\alpha + \pi_2 + n) + \pi_2 = (x\alpha) + (\pi_2 + \pi) + n^\nearrow + n^\nearrow.$$

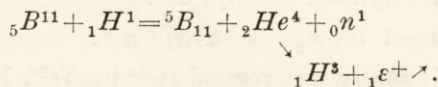
Mamy więc tworzenie się w głębi jądra lub też nazewnątrz jądra ${}_2\text{He}^3 = \pi_2 + \pi$. Oliphant, Hartek i Rutherford przypuszczają tu natychmiastowy dalszy rozpad w myśl schematu:

$${}_2\text{He}^3 \rightarrow {}_1\text{He}^3 + {}_1\epsilon^+ \nearrow, \text{ czyli: } (\pi_2 + \pi) + \epsilon^+ + \epsilon^- = (\pi_2 + n) + \epsilon^+ \nearrow.$$

Crane i Lauristen zakładają inną reakcję w podobny sposób:

$${}_5\text{B}^{11} + {}_1\text{H}^1 = {}_6\text{C}^{11} + {}_0n^1. \quad {}_6\text{C}^{11} \rightarrow {}_5\text{B}^{11} + {}_1\epsilon^+ \nearrow.$$

albo:

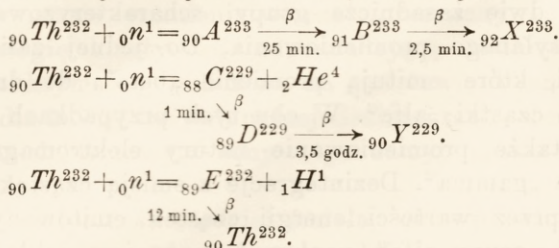


Pozostają jeszcze cztery przypadki z jądrem o budowie $(x\alpha + zn)$:

- 1) $(x\alpha + zn) + \pi_2 = [(x-1)\alpha + \pi_2 + zn] + \alpha^\nearrow \quad {}_4\text{Be}^8, {}_{14}\text{Si}, {}_{20}\text{Ca}.$
- 2) $z=0. (x\alpha) + \pi_2 = (x\alpha + n) + \pi^\nearrow \quad {}_8\text{O}^{16}.$
- 3) $z=0. (x\alpha) + \pi_2 = (x\alpha + \pi) + n^\nearrow.$ Jądra nietrwałe ${}_6\text{C}^{12}, {}_{12}\text{Mg}^{24}.$
- 4) $(x\alpha + zn) + \pi_2 = [x\alpha + \pi_2 + (z-1)n] + n^\nearrow.$ Reakcja możliwa jedynie teoretycznie.

Mówiąc o rozpadzie naturalnych ciał promieniotwórczych wspomniałem, że brak pewnej rodziny, której pierwiastki miałyby ciężary atomowe postaci $4k+1$, nie występują one bowiem w przyrodzie. Dopiero w 1935 r. udało się I. Curie, Halbanowi i Preiswerkowi otrzymać pierwiastki radioaktywne tej rodziny na drodze sztucznych przemian. Mianowicie poddali oni preparat toru uprzednio chemicznie oczyszczony z domieszek promieniotwórczych o charakterze „beta“ (sam tor wysyła tylko cząstki „alfa“) działaniu neutronów. Badając preparat po „naświetleniu“ przy pomocy licznika Geigera stwierdzili powstanie nowych pięciu pierwiastków promieniotwórczych o emisji „beta“ których okresy zaniku do połowy wynoszą: 1 min., 2,5 min., 12 min., 25 min. oraz 3,5 godz. Stwierdzono, że pierwiastek o okresie 2,5 min. nie pochodzi z bezpośredniego rozpadu toru, lecz pierwiastka o okresie 25 min. który jest izotopem toru. Analizy chemiczne ustaliły, że pierwiastek o okr. 1 min. jest izotopem radu, 2,5 min. — protaktynu, 25 min. — toru i 12 min. oraz 3,5 godz. — aktynu.

Ogólnie zachodzą tu trzy przemiany, prowadzące do dalszych transmutacji w myśl równań (J. de Phys. t. 6. 365. 1935):



W równaniach tych *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, oznaczają nowe radio-pierwiastki, natomiast *X* i *Y* pierwiastki dotąd jeszcze nieznanne, lecz zapewne powstające z poprzednich. Z tych wszystkich tylko *E* przechodzi w znany ${}_{90}\text{Th}^{232}$. Ponieważ samorzutny rozpad zachodzi tylko z emisją α , β lub pozytronów a ostatni przypadek nie zachodzi w jądrach ciężkich, poprzednie zaś nie powodują powstania nowych ciał promieniotwórczych, należy więc przyjąć, że powstające pierwiastki ulegając kolejno przemianom, dają ową nieznaną dotąd rodzinę promieniotwórczą. Można przypuszczać, że i tu analogicznie do przemian w innych rodzinach pierwiastki *X* i *Y* mogą wysyłać cząstki „alfa“ i kończyć swe transmutacje na ołowiu.

Towarzyszący wszystkim przemianom ubytek lub występujący niedobór masy jest wartością, charakteryzującą poniekąd energię wiązania cząstek, z których zbudowane jest dane jądro.

G a m o w, biorąc za punkt wyjścia jądro helu, którego ciężar atomowy wynosi 4, oblicza masę neutronów i deutronów. Mianowicie, skoro cząstka „ α “ = 4, wówczas $\pi_2 = 2,012 = (2 + W)$, oraz ${}_0n^1 = 1,0062 = (1 + w)$.

Badania nad energią wiązania jąder atomowych doprowadziły do ciekawych wyników potwierdzających występowanie w różnym stopniu różnych pierwiastków na ziemi. Okazuje się bowiem, że największą stałość wwiązania cząstek „alfa“ posiadają nikiel i żelazo, stąd też ich bogactwo w występowaniu na ziemi. Również wydaje się b. prawdopodobne, że ilość występujących izotopów u poszczególnych pierwiastków jest w ścisłej zależności od większej lub mniejszej stałości budowy ich jąder. Poznane dotąd zwiększyły liczbę pierwiastków z 92 na 260. N o d d a c k przewiduje, że usystematyzowanie tych wszystkich pierwiastków w pewien układ pozwoli z jego luk wnioskować o pierwiastkach jeszcze nieznanych.

VII.

Wszystkie naturalne ciała promieniotwórcze można podzielić na dwie zasadnicze grupy, scharakteryzowane przez rodzaj wysyłanego promieniowania. Do jednej zaliczymy te pierwiastki, które emitują promienie „beta“, do drugiej zaś wysyłające cząstki „alfa“. W obu tych przypadkach może występować także promieniowanie natury elektromagnetycznej, mianowicie „gamma“. Dezintegracje z emisją cząstek „alfa“ są określone przez wartości energii cząstek emitowanych przez pierwiastki „grupy alfa“, ponieważ znana jest dokładnie szybkość cząstek „ α “ emitowanych przez te pierwiastki. Można również znaleźć masę badanych cząstek. Opierając się na klasycznym równaniu Einsteina, można ułożyć bilans energetyczny przemiany. Niech m_0 oznacza masę jądra A ; m_1 — masę jądra B powstającego w czasie dezintegracji z A oraz m_α — masę emitowanej cząstki „ α “, wówczas:

$$m_0 c^2 = m_1 c^2 + m_\alpha c^2 + \text{en. kinet. cząstki } \alpha + \text{en. kinet. jądra } B$$
 przy czym c — szybkość światła.

Równanie to przedstawia prawo zachowania energii przy przemianie radioaktywnej.

W przypadku promieniotwórczości „ β “ zachodzą zupełnie inne procesy energetyczne, ponieważ emitowane promienie „ β “ mogą posiadać wszystkie możliwe prędkości, od zera aż do dowolnych wartości granicznych.

Prace wielu fizyków nad widmem promieni „ β “ wykazały niezbitcie ciągły charakter tego promieniowania, czego nie można powiedzieć o cząstkach „ α “. W różny sposób starano się wytłumaczyć, skąd się bierze owa ciągłość. Skoro założymy, że za każdym razem, gdy rozpada się jądro z emisją „ β “, pojawiają się równocześnie dwa (co najmniej) elektrony, wówczas można wyjaśnić rozkład szybkości i ciągłość promieniowania, rozkładając energię dezintegracji na oba elektrony. Każdy z nich bowiem może wtedy przyjmować energię, zawartą między zerem a wartością maksymalną — suma energii niesionych przez oba elektrony jest wtedy zawsze stała. Hipoteza ta jednak jest niezgodna z faktem, że w czasie każdej eksplozji jądra może być wypromieniowany tylko jeden elektron.

Cały szereg innych założeń, które starały się wyjaśnić przyczynę ciągłości widma „ β “, prędzej czy później okazał się niewłaściwy. Pozostały tylko dwie możliwości. Według pierwszej pozostawimy nietkniętymi podstawowe postulaty zachowania

masy i energii podczas zachodzących przemian i wówczas trzeba założyć istnienie nowej cząstki elementarnej, która powstając w czasie promieniotwórczej przemiany „ β ” niesłaby pewną energią kinetyczną, odpowiadającą różnicy pomiędzy energią maksymalną, obliczoną na podstawie bilansu energetycznego dla każdej indywidualnej dezintegracji, a energią niesioną przez elektron wyrzucony w tym samym czasie co i cząstka nieznaną.

Druga hipoteza, bardziej śmiała, nie wprowadza hipotetycznej cząstki, i nie opiera się na trwałości postulatu zachowania masy i energii wewnątrz jądra. Twórcy tej teorii przytaczają prawo indeterminizmu Heisenberga, dzięki któremu można odrzucić stosowanie praw mechaniki kwantowej w obszarach tak małych, jak jądro atomowe.

Przeciw obu tym założeniom nadzwyczaj śmiałym występuje Pauli, proponując wyjaśnić dezintegrację „ β ” przez założenie, że istnieją cząstki nieskończenie małe i pozbawione wszelkiego ładunku elektrycznego a emitowane jednocześnie z każdą przemianą „ β ”. Skoro przyjąć istnienie takiej cząstki, nazwanej przez Fermi'ego „neutrino”, trudności wyjaśnienia bilansu energetycznego przemiany „ β ” odpadają. Cząstki takie musiałyby opuszczać jądro z szybkością prawie równą szybkości światła, dzięki czemu ich energia kinetyczna mimo małej masy byłaby jednak dość znaczna.

Dalsze rozwinięcie zapatrywań Pauliego jest zasługą Fermi'ego, który zastosował do promieniotwórczości „ β ” tę samą metodę obliczeń, jaką stosuje się w przypadku emisji fotonów świetlnych przez atomy pobudzone.

W ślad za tymi teoriami idą próby doświadczalnego ich potwierdzenia przez wykrycie neutrino. Podejmują je Chadwick i Lee oraz Nahmias w Londynie. Pomijam opis aparatur i sposób w jaki dokonywano badań, ciekawsze są bowiem wyniki, do których doszli wszyscy ci uczeni, nawiasem mówiąc, negatywne. Okazuje się, że jeśli nawet neutrino istnieje, to ze względu na znikomą masę i brak oddziaływania natury elektrycznej lub magnetycznej zachodzi nadzwyczajna trudność „złapania” takiej cząstki. Kwestia więc nadal pozostaje otwarta.

W ostatnich miesiącach 1936 r. L. de Broglie wystąpił z nową teorią fotonu, przyjmując, że składa się on z dwóch cząstek, które nazywa „pół-fotonami”, które mogą uleż uni-

cestwieniu wzajemnemu, podobnie jak elektron i pozytron. To unicestwienie się wzajemne stanowi istotę zjawiska fotoelektrycznego, w którym energia fotonu zamienia się w energię kinetyczną elektronu, emitowanego przez atom pobudzony.

Koncepcja „pół-fotonów“ wprowadza istnienie nowych cząstek o masie i ładunku nieskończenie mniejszych od elektronu. Zdawałoby się że można neutrino zidentyfikować z owymi cząstkami, lecz L. de Broglie przeczy temu. Natomiast Fr. Perrin przeciwnie, przyjmuje ich identyczność, a nawet proponuje nową ich wspólną nazwę „ergon“, wprowadzając przytem dla odróżnienia dwa różne oznaczenia: „ ψ “ — dla ergonu i „ ϕ “ — dla antiergonu. Połączenie tych dwóch antysymetrycznych cząstek stanowić ma foton φ . $\varphi = \psi + \phi$.

Na tej ostatniej, krótkiej wzmiance kończę opis budowy i przemian jądra atomowego.

LITERATURA.

1. Chadwick: Nature 134. 1934. 237.
2. Curie I. i Joliot F.: L'existence du neutron. Actual. Sc. Nr 32.
3. — L'electron positif. Actual. Sc. Nr 182.
4. — Actual. Scient. et Industr. Nr 199.
5. Curie P.: Actual. Scient. et Industr. Nr 62.
6. Destouches J.: Actual. Scient. et Industr. Nr 33.
7. Fermi: Nature 133. 1934.
8. Gamow: Cinétique de réactions nucléaires. Act. Sc. 369.
9. — „Atomnoje jadro“. Moskwa 1933. (Zbiór referatów).
10. Gueben: Actual. Scient. et Industr. Nr 247.
11. Heisenberg W.: Zf. Phys. Bd. 77. 1932.
12. Kwal et Lesage: La Nature. Nr 2969. 1936.
13. — La Nature. Nr 2979. 1936.
14. Lavrence, Lewis: Phys. Rev. 44. 1933.
15. Leprince, Ringuet: Actual. Scient. et Industr. Nr 55.
- Rapports du VII. Conseil du Physique Solvay. 1934.
16. Meitner L.: Naturwiss. 22. 1934.
17. Niewodniczański H.: Neutron. Fizyka i chemia w szkole. 1934.
18. — Pozitron. Fizyka i chemia w szkole. 1936.
19. Perrin F.: J. de Phys. et Rad. 3. 1932.
20. Rozenblat: Elektron dodatni. Wszechświat. 1936.
21. Wolfke M.: Wtórne elektrony neutrino. Acta Phys. Pol. T. IV. Zesz. 1—2.

Rodzaje polskich wiciowców roślinnych.

Wstępne wiadomości morfologiczne.

Wiciowce (*Flagellata*), stanowiące przedmiot niniejszego artykułu, są to wodne organizmy mikroskopijne, jednokomórkowe, jednojądrowe, opatrzone w stadium pływki, t. j. w okresie życia, w którym odbywa się odżywianie, rozrost i rozmnażanie, jedną lub kilkoma wiciami, jako organami ruchu. W pewnych warunkach przechodzą one w stan spoczynku i zamieniają się w przetrwalniki. Tracą wtedy wici i otaczają się specjalną powłoką. Są zresztą i formy nieruchome, które tylko w pewnych stadiach rozwojowych mają formę pływek. Te formy nie są uwzględnione w niniejszym artykule. Tylko tytułem przykładu jest podany *Hydrurus foetidus* (por. str. 80 i 81).

Komórki wiciowców są zzewnątrz ograniczone przez powierzchniową (skórną) bardziej zwartą warstwę protoplazmy (periplast) albo są okryte błoną, złożoną najczęściej z błonnika (celulozy). Jeżeli periplast jest słaby, mogą wiciowce silnie a przejściowo zmieniać swój kształt, wypuszczając nibynóżki (pseudopodia), które rozgałęziają się i jak półpłynna masa przylegają do podłoża; ten rodzaj ruchu cechuje głównie wiciowce zwierzęce. Jeżeli natomiast periplast jest tęższy, traci komórka swoją rozlewność, pozostaje jednak kurczliwa z przejściami odruchu aż do zupełnego zeszywnienia. Komórki okryte sztywną błoną oczywiście nie mogą zmieniać swojego kształtu, ale wewnątrz błony protoplazma może wykonywać ruchy i nawet przez otwory w błonie częściowo wysuwać się nazewnątrz.

Najbardziej zmiennym organem komórki jest wić. Można w niej wyróżnić dwa elementy: elastyczne włókno osiowe, łamiące silnie światło, oraz substancję protoplazmatyczną, która w rozmaity sposób włókno osiowe otacza: albo je osłania jednostajnie dokoła, albo tworzy taśmę łączącą się z włóknem osiowym jedną stroną. Samo włókno osiowe bez części protoplazmatycznej stanowi zakończenie wici. Ruchy mogą się dokonywać na całej długości wici lub tylko w końcowej części a pozostała część pozostaje sztywnie wyprostowana. Najczęstszy rodzaj ruchu wiciowców jest połączeniem ruchu postępowego w kierunku, w którym jest zwrócona wić, i ruchu obrotowego naokoło podłużnej osi komórki. U form, które są opatrzone wicią sterującą, odchyloną wstecz, odbywa się raczej ruch pełzający albo skaczący. Poza wykonywaniem ruchów może służyć wić jeszcze do innych czynności: u form odżywiających się pokarmami stałymi i osiadłych ruch wici zgarnia pokarm; inne czepiają się wicią podłoża; inne jeszcze chodzą na wiciach rozmieszczonych z obu stron ciała, jak na nogach. Są i takie, które odbijają się wicią dla wykonania skoku. Może też być wić i organem czucia.

Wiciowce pobierają pokarmy płynne (rozpuszczone w wodzie) i stałe. Pokarmy stałe u form najmniej zróżnicowanych mogą być pobierane przez każde miejsce powierzchni. Przy komplikującej się organizacji ogranicza się ta zdolność do jednego miejsca na powierzchni ciała, wyjątkowo do dwóch. Wtedy u podstawy wici rozpoznać można owalne miejsce, gdzie protoplazma nie jest osłonięta periplastem. Jeśli skutkiem ruchu wici zbliży się jakaś cząstka pokarmowa do tego miejsca, zostaje uwypuklony momentalnie wodniczek, do którego wpada pokarm, aby zniknąć w protoplazmie. To miejsce wpustowe wpukła się u wyższych form w rodzaj dołka, szczeliny, bruzdy albo gardzieli. U rodzajów *Peranema* i *Urceolus* widzimy w plazmie sztywny wałeczek wchodzący do gardzieli, który wykonuje ruchy, jak tłok maszyny parowej, co pozostaje niewątpliwie w związku z pobieraniem pokarmów (aparatusztabkowy). Odżywanie się pokarmem stałym widzimy głównie u wiciowców zwierzęcych. Wiciowce roślinne, które stanowią temat tego artykułu, odżywiają się głównie substancjami rozpuszczonymi w wodzie, przy czym najważniejszym procesem jest przyswajanie dwutlenku węgla w chromatoforach, których nie posiadają

wiciowce zwierzęce. Granica między wiciowcami roślinnymi (barwnymi) a zwierzęcymi (bezbarwnymi) nie jest zresztą ostra i są liczne formy przejściowe.

Ważną rolę w procesie odżywiania i wydalania odgrywają wodniczki, często o charakterze tętniącym. U Brózdnic i Euglenin tworzą one system złożony, o czym będzie jeszcze mowa przy tych grupach wiciowców. Natomiast często podawana w diagnozach Euglenin nazwa kulistej przestrzeni na przodzie ciała jako wodniczek — nie odpowiada istocie rzeczy, bo jest to tylko rozszerzone wpuklenie powierzchni, wyraźnie uchodzące nazewnątrz przy pomocy krótkiego przełyku. Dopiero obok niego w protoplazmie leży system wodniczkowy.

Chromatofory służące do przyswajania CO_2 są zwykle żółte albo brunatne, rzadziej niebieskawo-zielone albo czerwone. Występują one w komórkach pojedynczo, po dwa lub w dużej liczbie. Kształt mają najrozmaitszy. U wielu Euglenin są opatrzone pyrenoidami, bezbarwnymi ciałkami niewiadomego znaczenia.

W skład komórki nadto wchodzi plamka oczna (stigma). Jest to ciało barwy krwisto- lub rdzawo-czerwonej, kształtu kulistego, nerkowatego, siodełkowatego itp. Jeżeli komórka ma tylko jeden chromatofor, to plamka jest w pobliżu lub też siedzi na nim. W innych przypadkach mieści się ona w pobliżu nasady wici. Jest ona wrażliwa na światło. Plamka oczna stanowi specyficzną właściwość barwnych wiciowców. Obecność jej u form bezbarwnych świadczy o pochodzeniu ich od form barwnych.

W komórkach wiciowców widzi się zwykle produkty asymilacji, materiały zapasowe lub inne produkty przemiany materii. Najczęściej są to tłuszcze, względnie lipidy, występujące w formie kropelek silnie łamiących światło, często czerwonych. Dla Euglenin charakterystyczny jest paramylon, węglowodan zbliżony do skrobi. Różni się od niej tym, że nie barwi się jodem na niebiesko, nie rozpuszcza się pod działaniem kwasów, natomiast w ługu potasowym 6% pęcznieje i niebawem rozpuszcza się. Widoczny jest pod mikroskopem w formie laseczek, ziarenek, płytek, soczewek, pierścieni okrągłych lub spłaszczonych. Kształt paramylonu jest charakterystyczny dla różnych rodzajów i nawet gatunków Euglenin. Tworzy się głównie w protoplazmie, rzadziej w chromatoforach przy pyrenoidach, dokoła których formuje dwie wklęsłe łuski („pyrenoidy z podwójną osłoną“). U gromady *Cryptomonadineae* tworzy się skrobia i to nie tylko

u form opatrzonych chromatoforami, lecz także u bezbarwnych. Specjalnością rodzajów *Dinobryon* i *Mallomonas* jest leukozyna, gromadząca się w tylnej części komórki jako bezbarwne ciało, silnie łamiące światło. Substancja ta rozpuszcza się łatwo w najpospolitszych odczynnikach.

Prócz wymienionych produktów asymilacji względnie materiałów zapasowych, występują w komórkach wiciowców jeszcze inne substancje: kuliste ciała podobne do glikogenu, barwiące się jodem na brunatno; skupienia śluzu o nieznaney roli; wreszcie w rodzinie *Euglenaceae* czerwony barwik hematochrom w formie kropelek. U *Euglena sanguinea* zakrywa on barwik zielony i może przy obfitym wystąpieniu wspomnianego gatunku spowodować zaczerwienie nawet wielkich zbiorników wodnych.

Naokoło nagich komórek wiciowców tworzą się nieraz różne powłoki odmienne od błony komórkowej. Może to być poprostu galareta (*Euglenaceae*, *Chloro-* i *Chrysomonadineae*), która otacza komórkę warstwą czasem nawet grubą, zwłaszcza wtedy, kiedy pływka przechodzi w stan spoczynku i staje się przetrwalnikiem. Galareta jest zwykle niejednorodna i zawiera w głębszych warstwach regularnie rozmieszczone ziarenka, barwiące się łatwiej niż reszta galarety. Dość często galareta i inne okrywy, o których będzie mowa poniżej, barwią się na brunatno i nawet na czarno skutkiem przesylenia wodorotlenkiem żelazowym. Czasem galareta wydziela się tylko z podstawy komórki i tworzy nóżkę, przy pomocy której formy „osiadłe” trzymają się podłoża.

Innego rodzaju wytworem komórek wiciowców są często spotykane rogowe lub błonnikowe okrywy, skorupy i pancerze, przytwierdzone do podłoża lub wolne. Taka okrywa może przylegać do całej powierzchni komórki lub może być większa od żyjącego w niej osobnika (*Dinobryon*).

Okrywy czasem są ozdobione igłami i kolcami (*Trachelomonas*, *Mallomonas* itd.) lub ziarnami (*Petalomonas*, *Urceolus*).

Dzięki galarecie i okrywom wiciowce tworzą nieraz luźne skupienia, t. zw. kolonie (*Hyalobryon*, *Dinobryon*).

Typową formą rozmnażania wiciowców roślinnych jest podział podłużny komórki, przy czym podziałowi ulega nietylko protoplazma i jądro, lecz także błona komórkowa (o ile jest), wodniczek, a czasem nawet plamka oczna i wici. Podział ten odbywa się w stadium pływki lub przetrwalnika; w tym ostatnim

przypadku wewnątrz powłoki, która zostaje rozerwana, i młode komórki zostają w ten sposób uwolnione.

O ile produkty podziału pozostają ze sobą w związku, powstają kolonie.

Rozmnażanie płciowe w tym typie nie zostało dotychczas stwierdzone ponad wszelką wątpliwość; obserwowano kopulacje pływek u *Euglen* i u *Dinobryon*.

Zbieranie i badanie wiciowców.

Terenem połowu są wszelkiego rodzaju zbiorowiska wody stojącej, począwszy od morza, jezior, stawów aż do łachy po obfitym deszczu, rowu ściekowego i nawet kadzi gromadzącej wodę z dachu. Obfitego połowu mogą dostarczyć także doły po wybranej glinie, wypełnione wodą, „bajory“ z gnijącymi liśćmi i zbiorniki z gnojówką, jak i najrozmaitsze nalewki hodowlane, akwaria z nieodmianianą wodą itp. Rodzaj i stopień zanieczyszczenia decyduje o tym, jaka flora wiciowców tam się wyhoduje. Połowcy w wodach płynących nie dają obfitego materiału. Ważną rzeczą przy badaniu wiciowców jest obfitość połowu, ażeby było można ustalić cechy charakterystyczne badanej formy na większej ilości egzemplarzy. W każdym razie obserwacje powinny być skrzętnie notowane, a obserwowany osobnik powinien być tak dokładnie zbadany, żeby się nie miało potrzeby wracać do niego — drugi podobny może się znaleźć nieprędko!

Materiału do badania wiciowców dostarcza: *a)* plankton, *b)* muł z dna zbiorników wodnych, *c)* rośliny wodne, na których nieraz umocowują się te organizmy.

Plankton powinien być poławiany za pomocą gęstej sieci (nr 22 gazy Müllera). Jeszcze lepiej jest centryfugować wodę wziętą ze zbiornika — wtedy jest największa gwarancja przechwycenia najdrobniejszych form.

Muł denny należy nabierać z wodą do jakiegokolwiek naczynia i pozostawić go w spokoju aż do zupełnego osadzenia się. Komórki wiciowców znajdują się wtedy na powierzchni mułu lub bezpośrednio pod nią.

Rośliny wodne (*Ceratophyllum*, *Myriophyllum* itp.) wybiera się z wodą i wygniata bezpośrednio do słoja lub precedza przez sieć planktonową.

Przy przenoszeniu materiału żywego należy go chronić przed rozgrzaniem — nie nosić probówek w kieszeni i, o ile się

da, owijać naczynia w wilgotne płachty lub zwilżony papier. Po przyniesieniu materiał należy trzymać w miejscu chłodnym i chronić przed promieniami słońca względnie utrwać bezpośrednio po połowie.

Wśród niektórych gromad (*Chrysomonadineae*) jest wiele gatunków tak bardzo delikatnych, że badanie ich jest możliwe tylko *in vivo*. Na ogół jednak można badać wiciowce na utrwalonym materiale. Do utrwalenia najwygodniej używać kupnej formaliny, którą zalewa się materiał wodny w probówkach lub słoiczkach, wpuszczając kroplami 0,5—1,0 cm formaliny na 10—20 cm wody. (W tym roztworze konserwuje się obiekt dobrze zakorkowany przez szeregi lat). Dobrym środkiem jest 1—2% roztwór kwasu osmowego albo skoncentrowany roztwór sublimatu z dodatkiem połowy objętości alkoholu absolutnego i $\frac{1}{5}$ części kwasu octowego lodowatego. Środkami tymi działa się na materiał możliwie zagęszczony; po 2 do 3 godzinach należy go dokładnie wodą przepłukać i przechowywać w 70% alkoholu. Przy utrwalaniu trzeba mieć na uwadze, że ginące komórki mogą odrzucić tak bardzo charakterystyczne wici.

Utrwalony materiał można barwić. Dla jądra zaleca się hematoksylinę żelazową ze wszystkimi modyfikacjami i dobarwianiami (safranina, boraks-karmin, fiolet gencjanowy itp.). Osłony z galarety występują po dodaniu tuszu, zaś delikatne okrywy stają się widoczne po zabarwieniu fioletem gencjanowym lub jodem w jodku potasu; zresztą szczegółów barwienia omawiać nie będę, odsyłając czytelnika do podręczników techniki mikroskopowej.

Przy badaniu mikroskopowym komórek żywych, należy zwrócić uwagę na kształt, ruchy, stopień kurczliwości i wymiary ciała wiciowca, dalej na ilość, długość, kierunek i rodzaj ruchu wici, na umieszczenie i funkcjonowanie wodniczki, położenie plamki ocznej, na ilość i kształt oraz barwę chromatoforów, sposób pobierania pokarmów, wreszcie na sposób dzielenia się komórki i tworzenia kolonii i przetrwalników. Dla ułatwienia obserwacji pod mikroskopem, można spowodować zwolnienie zbyt szybkich ruchów komórki przez dodanie do wody nieco śluzu z wygotowanej pigwy. Przez lekkie naciskanie szkiełka nakrywkowego przy pomocy igły lub pincetty można spowodować zmianę położenia komórki, co bardzo ułatwia obserwację.

Materiał zakonserwowany najwygodniej przeglądać pod mikroskopem w glicerynie. W tej formie preparat można przechowywać miesiącami, byle był zabezpieczony przed kurzem. Trwałe preparaty sporządza się w balsamie kanadyjskim przez przeprowadzanie obiektu przez alkohole i ksylol, można też zatapiać w gliceryno-żelatynie, ale wtedy zaleca się oklejanie brzegów szkiełka nakrywkowego lakiem asfaltowym.

Systematyka wiciowców roślinnych.

Znalezione dotychczas w Polsce wiciowce należą do 4 gromad tego typu, których charakterystykę podajemy we formie klucza, natomiast dla 2 gromad (*Heterochloridales* i *Chloromonadinae*) nie podaje dotąd nasza literatura przedstawicieli. Nie zawiera również ten klucz wyższych wiciowców, u których występuje typowe rozmnażanie płciowe, a które za Wettsteinem, zaliczamy do osobnego typu *Volvocales*.

1. Komórki opatrzone 2-ma wiciami: jedna z nich sterująca zwrócona ku przodowi, druga okręcona dookoła komórki, wykonuje ruchy w bruzdzie okrężnej, obejmującej ciało poprzecznie; prócz tego istnieje jeszcze bruzda brzuszna, przebiegająca po jednej stronie w kierunku południkowym. Chromatofory przeważnie brunatne, rzadziej bezbarwne, komórka otoczona osłoną błoniastą lub stwardniałą, często podzieloną na mniejsze pola. *Peridinae* (str. 93).
- 1* Komórki bez takich bruzd, 1 lub 2 wici inaczej ustawione.
2. Chromatofory żółte, brunatne, czerwone, rzadziej zielone lub sino-zielone.
3. Ciało o budowie grzbiecistej, z bruzdą po stronie brzusznej; w bruzdzie pod szczytem jama gębowa; chromatofory przeważnie brunatne, produktem asymilacji skrobia i tłuszcz.

Cryptomonadinae (str. 87).

- 3* Ciało o budowie przeważnie umiarowej; chromatofory przeważnie żółto-brunatne, jeśli ich brak, wtedy komórka wytwarza nibynóżki. Asymilatem jest leukozyna lub paramylon.

Chrysomonadinae (str. 80).

2* Chromatofory zielone, jeśli ich brak, wtedy nigdy nie tworzą nibynózek; asymilatem jest paramylon.

Eugleninae (str. 88).

Klucz do oznaczania rodzajów.

Klucz ten obejmuje rodzaje znalezione dotychczas w Polsce. Wobec słabego zbadania naszych wód prawdopodobne jest znalezienie także innych. W razie wątpliwości należy korzystać z obszernych dzieł obcych. Można do tego zalecić:

Rabenhorst: Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich u. der Schweiz.

Lemmermann: Kryptogamen-Flora der Mark Brandenburg. 1910. T. III.

Pascher: Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Oesterreichs u. der Schweiz. Jena 1913. Heft 1, 2 i 3.

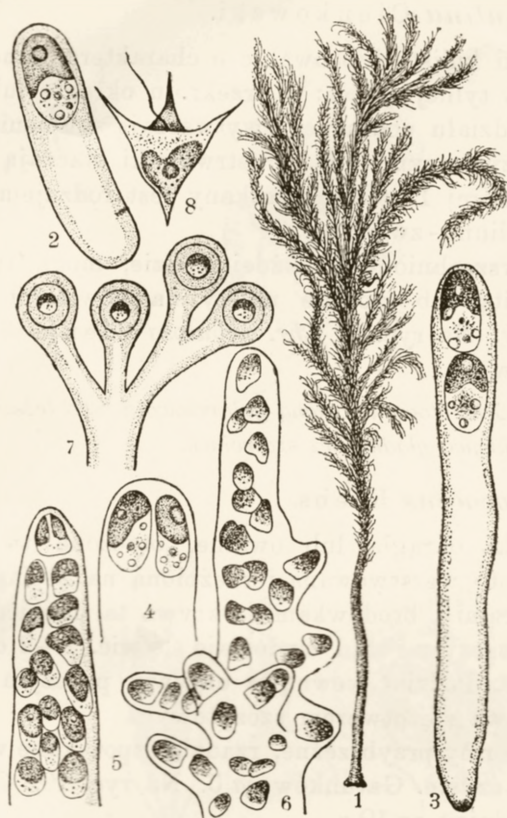
Schoenichen: Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs. Bd. 1.

Przy poszczególnych rodzajach podaję miejsce występowania i ilość gatunków znanych z Polski. Każdy rodzaj jest zilustrowany ryciną przedstawiającą jeden z gatunków. W końcu podaję szczegółową literaturę, dotyczącą polskich wiciowców.

Ryciny zostały wykonane: ryc. 1 w/g Rostafińskiego, ryc. 2—8 w/g Klebsa, ryc. 9—11, 14, 15, 17—19, 21, 26—30, 32, 36, 37, 46, 50, 59—61 w/g Paschera, ryc. 12, 13, 16, 31, 34, 35, 38, 45, 62, 65—69 w/g Rabenhorsta, ryc. 40—44, 47—49, 51—58, 62—64 w/g Wołoszyńskiej, ryc. 39 i 68 w/g Schoenichena, ryc. 20, 22—25 rysował autor.

Gromada I. *Chrysomonadinae*.

Gromada ta dzieli się na podgromady: *Euchrysomonadinae*, charakteryzujące się przewagą stadium ruchomej pływki, *Rhizochrysiniae* z przewagą stadium pełzakowatego i *Chrysocapsinae*, które tworzą nieruchome galaretowate kolonie i tylko w pewnych stadiach rozwojowych mają formę pływek. Znalezione dotychczas w Polsce formy należą do pierwszej podgromady z wyjątkiem *Hydrurus foetidus* (ryc. 1—8) z podgromady *Chrysocapsinae*. Ta ostatnia roślina została znaleziona w tatrzańskich potokach przez Rostafińskiego. Podany poniżej klucz obejmuje tylko formy pływające.



Ryc. 1-8. — *Hydrurus foetidus*: 1. Cała kolonia. 2-4. Kielkowanie monady. 5. Szczyt starszej rośliny. 6. Rozgałęzienie. 7. Komórki przetrwalnikowe. 8. Monada.

Podgromada *Euchrysomonadinae* Pascher.

(Podgromada dzieli się na trzy rodziny).

1. Komórki opatrzone 1 wicią.

1* Komórki z 2 wiciami.

Chromulinaceae.

2. Wici równej długości.

Hymenomonadaceae.

2* Wici nierówne.

Ochromonadaceae.

Rodzina *Chromulinaceae.*

1. Komórki nagie, nieobłonione.

Chromulina Cienkowski.

Komórki kuliste lub owalne o charakterze ameboidalnym, szczególnie w tylnej części; w przekroju okrągłe lub graniaste. Skutkiem podziału podłużnego wytwarzają skupienia (palmella) nawet większych rozmiarów. Przetrwalniki otaczają się sztywną okrywą, w której 1 otworek zatkany jest rodzajem korka. Odżywianie roślinno-zwierzęce.

Rozpowszechnione w każdej wodzie, mogą tworzyć brunatne zakwity lub złociste naloty na powierzchni. Przeszło 10 gatunków. Na ryc. 9. *Chr. nebulosa* Cienk. dług. ca 16 μ z wód torfowych.

1* Komórki otoczone osłoną galaretowatą albo tęszą.

2. Okrywa gładka bez szczecinek.

Chrysococcus Klebs.

Komórki okrągłe lub owalne, otoczone twardą, grubą okrywą, często warstwowaną i rzeźbioną na zewnątrz, a także pokrytą kolcami i brodawkami. Okrywa ta, niekiedy brunatna, nie osłania szczytu i stąd wydostaje się wić. 1—2 chromatofory siodełkowate. Podział wewnątrz okrywy, po czym jedna z komórek wysuwa się otworem szczytowym.

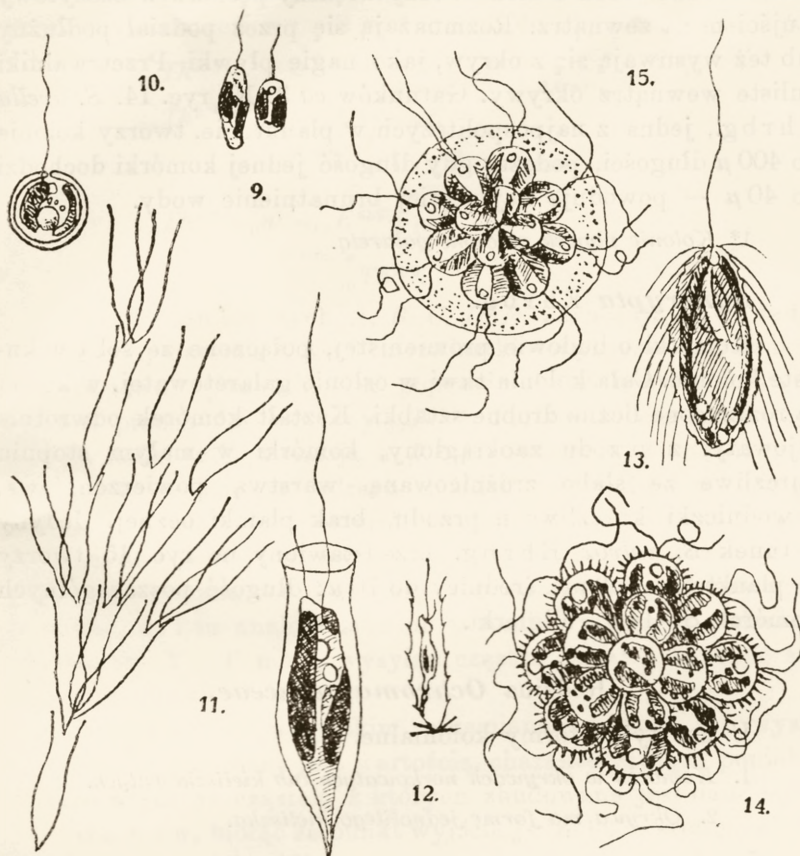
Są to formy przybrzeżne, rzadziej spotykane w planktonie, lubią wody czyste. Gatunków ca 5. Na ryc. 10. *Chr. rufescens* Klebs. średnicy ca 10 μ .

2* Okrywa conajmniej na obu biegunach opatrzona szczecinkami.

Mallomonas Perty.

Komórki podłużnie-owalne; okrywa złożona ze skrzmieniałych łusek, zachodzących na siebie dachówkowato; na łuskach wszystkich lub szczytowych długie, rurkowate igły. Łuski widoczne przy oglądaniu na ciemnym tle lub na egzemplarzach suszonych. 2 chromatofory siodełkowate, prawie czystozielone. W tylnej części tętniące wodniczki i bryłki lub krople leukozyny jako asymilatu, zaś z przodu wodniczek nie tętniący. Wić może komórka wciągać przez specjalny otwór. Przetrwalniki kuliste, w okrywie otworek zatkany koreczkiem.

Występują jako formy wybitnie planktonowe, mogą tworzyć zakwity, mimo to na ogół mało znane. Około 10 gatunków; w stawach i jeziorach. Na ryc. 13. *M. acaroides* Perty, dług. ca 27 μ (łuseczki zaznaczone po bokach).



Ryc. 9—15. — 9. *Chromulina nebulosa*. 10. *Chrysococcus rufescens*. 11. *Dinobryon cylindricum*, kolonia i komórka pojedyncza. 12. *Hyalobryon Lauterbornii*. 13. *Mallomonas acroides*. 14. *Synura wella*. 15. *Syncrypta volvox*.

Rodzina *Hymenomonadaceae*.

U nas tylko formy kolonialne.

1. Komórki w stanie pływek otoczone błoniastą mniej lub więcej obszerną okrywą, bez galarety.

Synura Ehrbg.

Komórki łączą się wydłużoną podstawą w wolno pływające kolonie, kuliste lub elipsoidalne. Okrywa komórki szorstka, z nasadzonymi szpecinkami, brodawkami lub inaczej rzeźbiona; przylega ona ściśle do komórki. Brak plamki ocznej. Kilka

wodniczków, jeden z nich tworzy większy pęcherzyk szczytowy z ujściem na zewnątrz. Rozmnażają się przez podział podłużny lub też wysuwają się z okrywy, jako nagie pływki. Przetrwalniki kuliste wewnątrz okrywy. Gatunków *ca* 3. Na ryc. 14. *S. uvelia* Ehrbg., jedna z najpospolitszych w planktonie, tworzy kolonie do 400 μ długości, podczas gdy długość jednej komórki dochodzi do 40 μ — powoduje najczęściej brunatnienie wody.

1* *Kolonie pływek otoczone galaretą.*

Syncrypta Ehrbg.

Komórki o budowie promienistej, połączone ze sobą w kuliste kolonie. Cała kolonia tkwi w osłonie galaretowatej, w której są rozrzucone liczne drobne sztabki. Kształt komórek odwrotnie jajowaty, z przodu zaokrąglony, komórki w małym stopniu kurczliwe ze słabo zróżnicowaną warstwą powierzchniową. 2 wodniczki kurczliwe u przodu, brak plamki ocznej. Jedyne gatunek *S. volvox* Ehrbg. przedstawiony na ryc. 15 tworzy w planktonie kolonie średnicy do 70 μ ; długość poszczególnych komórek 8—14 μ . Wigierki.

Rodzina *Ochromadaceae*.

U nas tylko formy kolonialne.

1. *Komórki w okrywach nerkowatych lub kieliszkowatych.*
2. *Okrywa ma formę jednolitego kieliszka.*

Dinobryon Ehrbg.

Komórki delikatne, złączone w kolonie wolno pływające lub osiadłe, rzadziej nie-kolonialne. Umieszczone w obszernej, bezbarwnej okrywie, otwartej u szczytu. Komórki pochodne przytwierdzone do wnętrza okrywy macierzystej. Protoplast przyrośnięty do dna okrywy przy pomocy kurczliwego trzonka, na szczycie 2 nierówne wici, plamka oczna u przodu, wodniczki tętniące w pobliżu dna, bądź w środku; asymilatem jest leukozyna w postaci błyszczących ciałek.

Najpospolitszy wiciowiec w planktonie wszystkich wód stojących, odznacza się zmiennością formy, stąd ustalenie gatunków trudne i systematyka niepewna. Wyróżnić dają się 3 typy: 1) osiadłe nie-kolonialne (*Sectio Epipyxis*), 2) wolnopływające, nie-kolonialne (*Sectio Dinobryopsis*), 3) wolnopływa-

jące, kolonialne (*Sectio Eudinobryon*). Tworzą zielono-żółte zakwity we wodach stojących; gatunków przeszło 15. Na ryc. 11 jedna komórka i kolonia *D. cylindricum* Lemm., dług. okrywy do 115 μ .

2* *Okrywa złożona z kołnierzykowatych pierścieni, zachodzących na siebie.*

Hyalobryon Lauterborn.

Komórki tkwią w kieliszkowatych okrywach, które bądź na całej długości, bądź tylko u szczytu okazują złożenie z lej-kowatych pierścieni zachodzących na siebie. Żyją pojedynczo lub w koloniach (podobne do kolonii *Dinobryon*), rozpowszechnione, ale uchodzą uwadze z powodu delikatnej konstrukcji okrywy; tworzą narosty na roślinach i zwierzątkach wodnych. Gatunków ponad 5. Na ryc. 12. *H. Lauterbornii* Lemm., długość okrywy 25—50 μ .

1* *Kolonie pływek we wspólnej galaretowatej osłonie.*

2. *Poszczególne komórki nie są połączone ze sobą pasemkami galarety.*

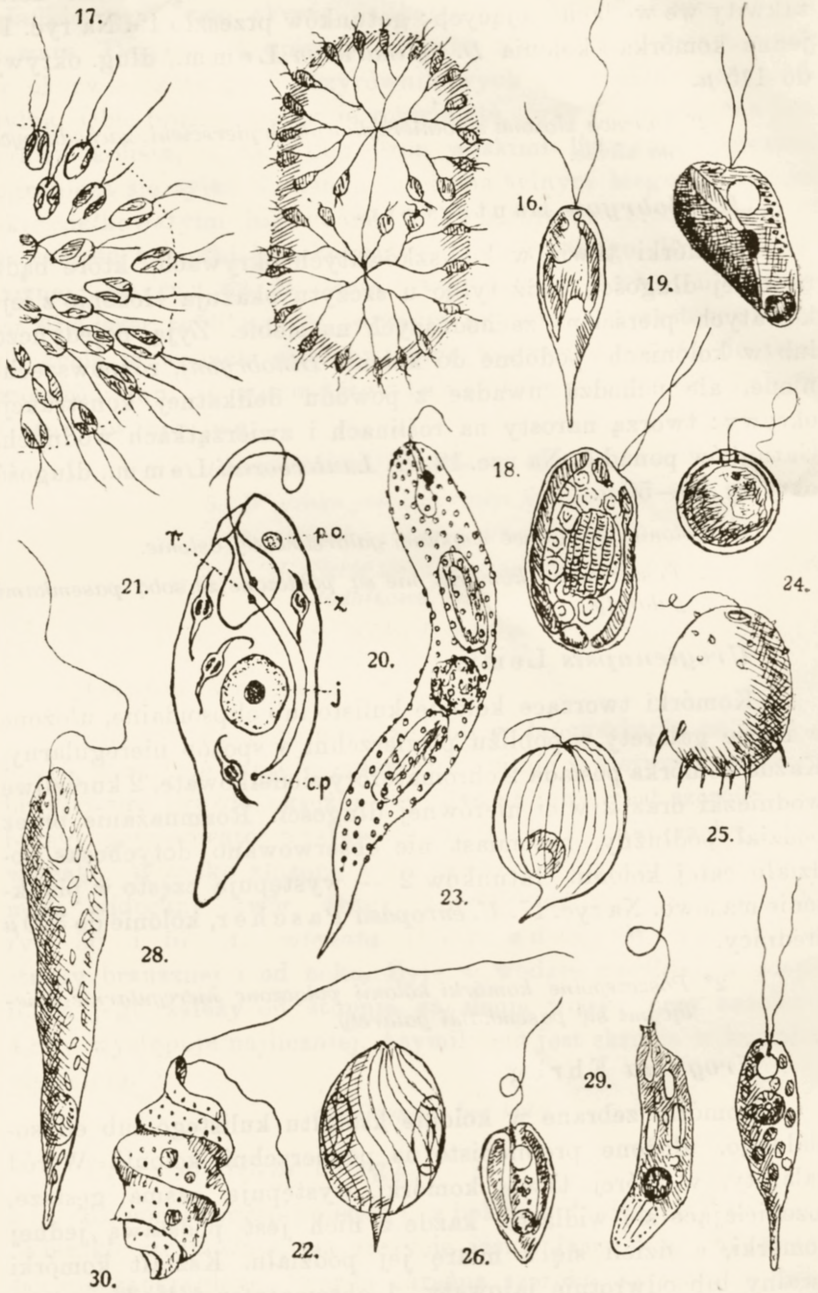
Uroglenopsis Lemm.

Komórki tworzące kolonie kuliste lub elipsoidalne, ułożone w masie galarety w pobliżu powierzchni w sposób nieregularny. Każda komórka posiada 2 chromatofory siodełkowate, 2 kurezliwe wodniczki oraz 2 wici nierównej długości. Rozmnażanie przez podział podłużny, natomiast nie obserwowano dotychczas podziału całej kolonii. Gatunków 2 — występują często w planktonie masowo. Na ryc. 17. *U. europaea* Pascher, kolonie do 300 μ średnicy.

2* *Poszczególne komórki kolonii połączone nieregularnie dzielącymi się pasemkami galarety.*

Uroglena Ehrbg.

Komórki zebrane w kolonie kształtu kulistego lub elipsoidalnego, ułożone promienisto na powierzchni kolonii. Wśród galarety, w której tkwią komórki, występują pasma gęstsze, rozdzielające się widlasto, każde z nich jest podstawą jednej komórki, a dzieli się w miarę jej podziału. Kształt komórki owalny lub odwrotnie jajowaty, 1 chromatofor żółto-brunatny, kształtu taśmy lub siodełka. Plamka oczna wyraźna, 2 wodniczki



tętniące, różnej wielkości. Są samożywne. Na ryc. 16 jedyny gatunek *U. volvox* Ehrenberg, b. rozpowszechniony, średnica kolonii 40—400 μ , długość komórki do 20 μ , tworzy niekiedy brunatne zakwity. W planktonie stawów i w mniejszych zbiornikach.

Gromada II. *Cryptomonadinae*.

W skład gromady wchodzi 6 rodzin, rodzaje obserwowane w Polsce należą do rodziny *Cryptomonadaceae*.

1. *Jama gębowa płytka, ledwie zaznaczona, chromatofor jeden, rdzawy lub czerwony.*

Rhodomonas Karsten.

Komórki owalne lub soczewkowate ze szczytem skośnie ściętym; bruzda po stronie brzusznej, wzdłuż całej komórki jest wyłożona błyszczącymi ziarnkami (trichocysty) ułożonymi niekiedy w szeregi. Jądro bliżej bieguna tylnego. Gatunków 3, znane z jezior górskich i z Bałtyku. Na ryc. 19. *R. lacustris* Pascher et Ruttner, dług. 10—13 μ .

- 1* *Jama gębowa opatrzona przetykiem. Chromatoforów 1—2.*

Cryptomonas Ehrbg.

Komórki owalne ze stroną brzuszną spłaszczoną lub nawet wklęsłą; przód skośnie ścięty. W plazmie tabliczki skrobi, barwiące się jodem czerwono-niebiesko. Bruzda wpukła się u przodu w wyraźną gardziel, równoległe do niej ułożone są szeregami trichocysty.

Rodzaj niezmiernie rozpowszechniony w wodach stojących czystych i zanieczyszczonych, torfowiskach; gatunków 5. Na ryc. 18. *C. ovata* Ehrbg., dług. do 80 μ .

Ryc. 16—30. — 16. *Uroglena volvox*, kolonia i pojedyncza komórka. 17. *Uroglenopsis europaea*, kolonia. 18. *Cryptomonas ovata*, widziana z boku. 19. *Rhodomonas lacustris*, z boku. 20. *Euglena spirogyra*. 21. *Euglena rubra*: *r* — jama gębowa, *z* — zielonki z pyrenoidami, *j* — jądro, *cp* — ciało podstawkowe, *po* — plamka oczna. 22. *Lepocinclis ovum*. 23. *Phacus pleuronectes*, wewn. ziarno paramylonu. 24. *Trachelomonas volvocina*. 25. *Trachelomonas armata*. 26. *Cryptoglena pigra*. 27. *Eutreptia viridis* (prawa dolna rycina, numeru na kliszy niema). 28. *Astasia Klebsii*. 29. *Mencidium pellucidum*. 30. *Heteronema spirale*.

*

Gromada III. *Eugleninae*.

Gromadę dzielimy na 3 rodziny :

1. Wiciowce bez właściwego otworu gębowego, nie pobierające skutkiem tego pokarmu stałego; budowa promienista.
2. Opatrzone chromatoforami zielonymi. *Euglenaceae*.
- 2* Brak chromatoforów zielonych. *Astasiaceae*.
- 1* Wiciowce opatrzone fałdą gębową, pobierające stały pokarm, nie-zielone, dwubocznie symetryczne.
Peranemaceae.

Rodzina *Euglenaceae*.

1. *Wić jedna*.
2. *Komórka bez okrywy*.
3. *Komórki kurcziwe*.

Euglena Ehrbg.

Komórki wolno-pływające, w rozmaitym stopniu kurcziwe, wydłużone taśmowato lub wrzecionowato. Powierzchnia periplastu prążkowana lub opatrzona spiralnymi szeregami brodawek. Otwór gębowy prowadzi do przestrzeni, do której otwierają się pulsujące wodniczki; z jej dna wysuwa się wić, tkwiąca w protoplazmie 2 korzonkami. Paramylon (asymilat) tworzy laseczki, bryłki lub pierścienie spłaszczone. Przechodząc w przetrwalnik (cysta) zrzucają wić, zaokrąglają się i często otaczają się śluzem. Powodują ciemno-zielone lub czerwone zakwity w bagnach i rowach. Żyją we wszystkich wodach stojących, zanieczyszczonych substancją organiczną. Gatunków *ca* 50. Na ryc. 20 *E. spirogyra* Ehrbg., dług. 80—160 μ i ryc. 21. *E. sanguinea*, dług. do 120 μ .

3* *Komórki kurcziwe*.

4. *Komórki niespłaszczone, w przekroju poprzecznym okrągłe, z dwoma pierścieniowatymi ziarnami paramylonu po bokach*.

Lepocinclis Perty.

Komórki o wyjątkowo regularnej budowie, owalne lub wrzecionowate. Powierzchnia stwardniała, najczęściej prążkowana spiralnie, na tylnym biegunie krótszy lub dłuższy kolec.

Wić wychodzi u szczytu komórki z wargowatego zgrubienia. Bardzo charakterystyczny jest paramylon: występuje przeważnie w kształcie dwu wielkich pierścieni, które umieszczają się symetrycznie po obu bokach komórki; są też gatunki które ich mają więcej. W planktonie wód stojących. Gatunków 40. Na ryc. 22. *L. ovum* (Ehrbg.) Lemm., dług. do 38 μ .

4* *Komórki spłaszczone, paramylon inaczej uformowany, czasem go brak.*

Phacus Dujard.

Komórki zarysu kolistego, jajowatego lub sercowatego, soczewkowato spłaszczone, sztywne. Prawie u wszystkich gatunków występuje wchrowate skręcenie wzdłuż ciała. Na tylnym biegunie dłuższy lub krótszy kolec, często zwrócony skośnie. Błona okazuje prążkowanie podłużne lub spiralne. Zielonki w licznych nieregularnych płatkach. Ziarna paramylonu rozmaitego kształtu, najczęściej soczewkowate, zwykle jedno największe w środku komórki. 1 wić wychodzi z sercowatego zagłębienia na przednim biegunie. Pospolity w planktonie wód stojących. Gatunków około 50. Na ryc. 23. *Ph. pleuronectes* (O. F. M.) Dujard. dług. *ca* 50 μ .

2* *Komórki w okrywach lub twardym pancerzu.*

3. *Pancerz pojedynczy, odstający od komórki.*

Trachelomonas Ehrbg.

Komórka porusza się w twardej okrywie, zabarwionej solami żelazowymi na żółto-brunatno. Okrywa ma na szczycie niewielki otworek, przez który wydostaje się długa wić; jej kształt rozmaity, kulisty, owalny, wałkowaty, zawsze regularny. Pospolite we wszystkich wodach stojących, powodują niekiedy brunatnienie mniejszych zbiorników. Gatunki różnią się obecnością lub brakiem kołnierza oraz ornamentacją okrywy (kolce, brodawki). Pospolite w planktonie wszystkich wód. Gatunków przeszło 200. Na ryc. 24. *Tr. volvocina* Ehrbg., średnicy *ca* 20 μ oraz ryc. 25. *Tr. armata* (Ehrbg.) Stein., dług. *ca* 60 μ .

3* *Pancerz złożony z dwu części, przylega do komórki.*

Cryptoglena Ehrbg.

Komórki sztywne, owalne, nieco bardziej zwężone, zaostrzone ku tyłowi, z bruzdą podłużną po stronie brzusznej.

Po obu bokach 2 symetryczne skorupy przylegające, pod nimi 2 chromatofory. Wić na szczycie, plamka oczna, wodniczek z kanalikiem odpływowym. Wykonują ruch rotacyjny. W wodach stojących. Jedyńy gatunek *Cr. pigra* Ehrbg. Na ryc. 26. długość. ca 15 μ .

1* *Wici dwie.*

Eutreptia Perty.

Komórki wydłużone wrzecionowato, z wyraźnym periplastem, delikatnie prążkowanym, bardzo kurczliwe. 2 wici równej długości wybiegają z dna wodniczka, umieszczonego u przodu komórki, mają na wysokości plamki ocznej zgrubienie. Zielonki płatkowate, bez pyrenoidów. Paramylon tworzy bryłki kuliste lub fasolowate. Podział odbywa się w stanie ruchliwym, przetrwalniki mają warstwowaną błonę. Gatunków 2. Na ryc. 27 *E. viridis* Perty, długość. ca 60 μ — rzadkie.

Rodzina *Astasiaceae*.

1. *Komórki wybitnie kurczliwe.*

Astasia Dujard.

Komórki wrzecionowate, przypominające budową i kształtem Eugleny, nie posiadają jednak ciałek zieleni. Powierzchnia spiralnie prążkowana, w protoplaście ziarna paramylonu okrągłe lub wałeczkowate. Rozmnażają się przez podział podłużny w stanie ruchu. Wykonują ruch rotacyjny lub pełzają. Żyją w zbiornikach z wodą zanieczyszczoną, w ściekach, rowach itp. Gatunków około 10. Na ryc. 28. *A. Klebsii* Lemm., długość około 50 μ — w wodach zanieczyszczonych.

1* *Komórki sztywne.*

Menoidium Perty.

Komórki sztywne, wrzecionowato wydłużone, skręcone esowato lub sierpowato, mają na przednim biegunie wić krótszą od ciała. Błona okazuje (nie zawsze) prążkowanie podłużne, paramylon w wydłużonych bryłkach. Żyją w zanieczyszczonych wodach stojących. Na ryc. 29. *M. pellucidum* Zach., długość. ca 40 μ .

Rodzina *Peranemaceae*.

1. *Ciało kurczliwe, periplast najczęściej spiralnie prążkowany.*
2. *Wić jedna.*
3. *Ciało wydłużone, zwężające się ku przodowi.*

Peranema Dujard.

Komórki wybitnie kurczliwe, otoczone stężałym periplastem, wydłużone wrzecionowato, kształtem przypominają Eugleny. Powierzchnia spiralnie prążkowana, na prążkach szczecinowate utwory. Od bieguna przedniego po stronie brzusznej ciągnie się krótka szczelina gębowa; z niej wychodzi tęga wić wyprostowana ku przodowi. W przedniej części protoplastu jest umieszczona aparatura o nieznanym przeznaczeniu: występuje tam włóknisko od szczeliny gębowej, wsparte z obu końców na 2 ciałkach podstawowych — poza tym „aparat sztabkowy“, jako wałeczek rozszerzony guziczkowato u szczytu, który wykonuje ruchy rytmiczne naprzód i wstecz. Gatunków 2, w wodach stojących. Na ryc. 32. *P. trichophorum* (Ehrbg.) Stein, dług. do 70 μ .

3* Ciało flaszkowate, zwężające się do przodu w błoniasty lejek.

Urceolus Mereschkowsky.

Komórki kurczliwe, ze stężałym periplastem, często prążkowanym. Kształt wrzecionowaty lub flaszkowaty, przednia część tworzy rodzaj szyjki, która u szczytu rozszerza się lejkwato; rozszerzenie to obejmuje lejkwaty otwór gębowy, z którego dna wychodzi 1 wić. Tylny biegun zwęża się stożkowato. W związku z otworem gębowym aparat sztabkowy, 1 wodniczek główny i 1 dodatkowy. Odżywianie na sposób zwierzęcy. Pełzają po podłożu zwrócone otworem gębowym do dna lub też pływają. Gatunków 4, w wodach stojących, obficie zarośniętych. Rzadkie. Na ryc. 34. *U. cyclostomus* (Stein) Meresch., dług. do 60 μ .

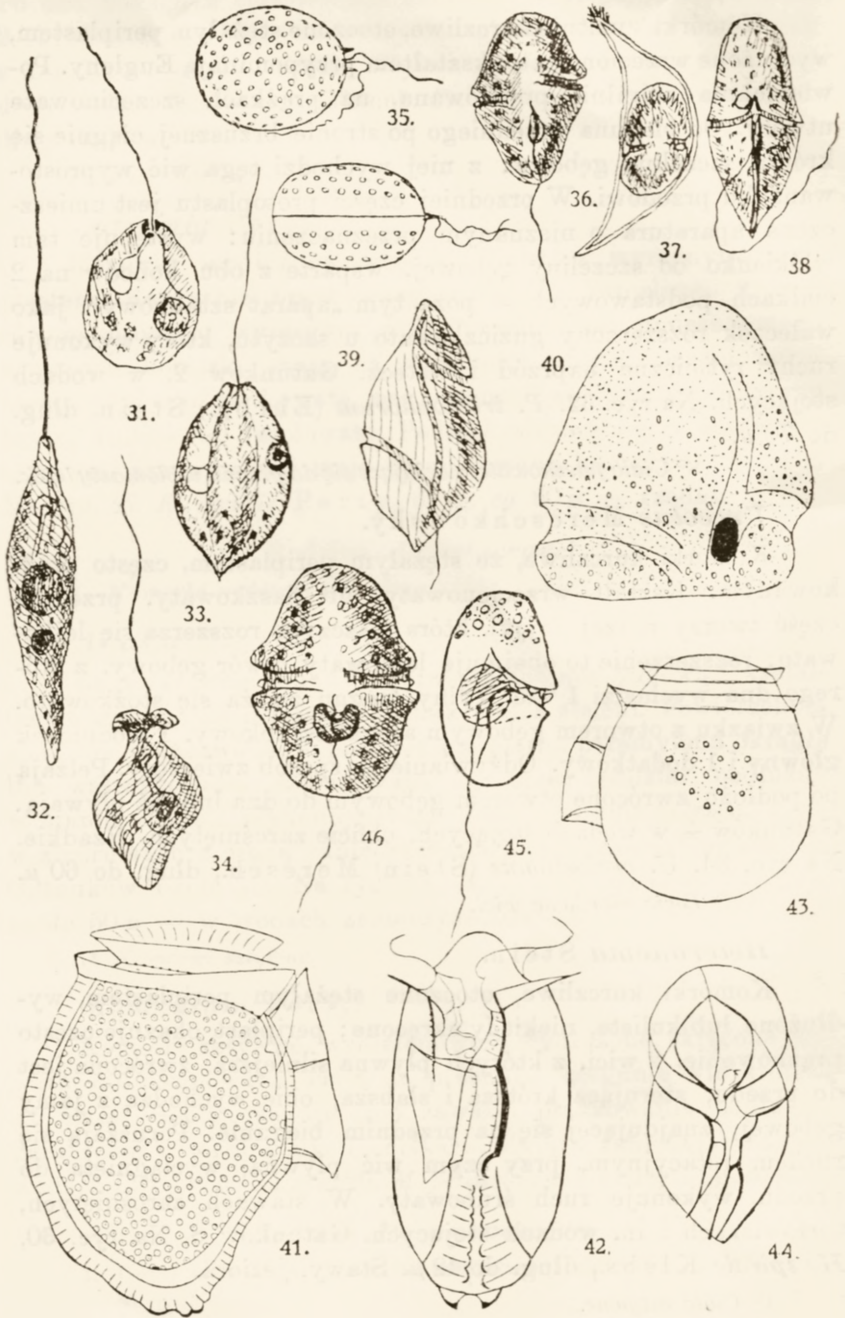
2* Dwie nierówne wici.

Heteronema Stein.

Komórki kurczliwe, otoczone stężałym periplastem, wydłużone lub kuliste, niekiedy skręcone; periplast okazuje często prążkowanie. 2 wici, z których pływna silniejsza, zwrócona jest do przodu, sterująca krótsza i słabsza, obie wychodzą z jamy gębowej, znajdującej się na przednim biegunie. Poruszają się ruchem rotacyjnym, przy czym wić pływna, wyciągnięta do przodu, wykonuje ruch śrubowaty. W stawach zarośniętych, torfowiskach i in. wodach stojących. Gatunków 8. Na ryc. 30, *H. spirale* Klebs., dług. do 42 μ . Stawy, jeziora.

1* Ciało sztywne.

2. Jedna wić, wychodząca z bocznego zagłębienia.



Petalomonas Stein.

Komórki kształtu jajowatego, o sztywnym periplaście, dlatego nie kurczliwe, najczęściej spłaszczone, wyraźnie niesymetryczne, posiadają niekiedy dziwacznie rozwinięte wyrostki, a także bruzdy wzdłuż powierzchni. Na przednim biegunie zagłębienie gębowe, obok niego wychodzi 1 wić umieszczona w specjalnym dołku. Wodniczek główny i dodatkowy równej wielkości, leżą przeważnie po stronie prawej, podczas gdy jądro po stronie lewej. Wykonują ruchy pełzające, zatrzymawszy się zaś w miejscu — drgają. Żyją w wodach obficie zarośniętych. Gatunków 12, trudne do odróżnienia. Na ryc. 33. *P. mediocanellata* Stein, długość ca 25 μ .

2* Dwie nierówne wici.

Notosolenus Stokes.

Komórki sztywne, dwubocznie symetryczne, silnie spłaszczone, szerokie, z delikatnym periplastem, z owalnym otworem gębowym. Po stronie grzbietowej biegnie niezbyt szeroka bruzda, strona brzuszna wypukła. Z dwu wici dłuższa, pływna, zwrócona jest skośnie ku przodowi, druga sterująca krótsza, ku tyłowi. 2 wodniczki, główny i poboczny. Wykonują ruchy pełzające. Gatunków 3, w bagnach, zarośniętych wodach stojących. Na ryc. 31. *N. apocamptus* Stokes, długość do 10,5 μ .

Gromada IV. *Peridinae* (*Dinoflagellatae*, Bruzdnice).

Gromada ta dzieli się na trzy rzędy.

A. Wici na jednym tylko biegunie komórki, bruzdy niewidoczne; okrywa jako tęga błona albo rozwinięta w pancerz, złożony z 2 części połączonych szwem — połowy te nie są złożone z tarcz. *Adiniferae*.

B. Wici nie wychodzą z biegunów komórki; bruzdy i wici rozwinięte w stadium pływki, bruzda okrężna dzieli najczęściej całą komórkę na odcinek przedni (górny) i tylny (dolny) tj. wieczko i denko. *Diniferae*.

Ryc. 31—46. — 31. *Notosolenus apocamptus*. 32. *Peranema trichophorum*. 33. *Petalomonas mediocanellata*. 34. *Urceolus cyclostomus*. 35. *Exuviella compressa*. 36. *Cystodinium cornifax*. 37. *Cystodinium Steinii*, przetrwalnik. 38. *Gymnodinium fuscum*. 39. *Gyrodinium spirale*. 40. *Spirodinium vorticella*. 41. *Dinophysis norvegica*, od boku 42 t. s. od strony brzusznej. 43. *Phalacroma rotundatum*. 44. t. s. od strony brzusznej. 45. *Hemidinium nasutum*, z boku. 46. *Glenodinium cinctum*.

C. Zawsze brak wici i bruzd, podobnie jak zróżnicowanej okrywy; przypominają Glony, wolno - pływające lub osiadłe.

Phytodinierae.

Rząd I. *Adiniferae* Lindem.

Tylko jedna rodzina: *Prorocentraceae.*

Excuvella Cienk.

Komórki kuliste lub jajowate, spłaszczone równolegle do szwu okrężnego. Pancerz twardy, bez tarczki, składa się z wypukłego wieczka i denka, prawie równych; obie części przylegają do siebie wzdłuż szwu okrężnego, nie tworząc ani pasa okrężnego, ani bruzdy. Powierzchnia pancerza opatrzona jamkami, których brak tylko w pobliżu szwu. 2 chromatofory. U *E. cassubica* Woł. przy chromatoforach pyrenoidy. 3—4 gatunków morskich. Na ryc. 35. *E. compressa* (Bail.) Ostenf. Bałtyk.

Rząd II. *Diniferae* Lindem.

Rząd ten dzieli się na trzy rodziny.

1. Okrywa komórki błoniasta.

1* Okrywa tworzy zgrubiałą pancerz.

Cryptoperidiniaceae.

2. Na powierzchni pancerza widoczne liczne małe półka, tworzące siatkę; brzegi bruzd opatrzone błoniastymi listwami.

Dinophysiaceae.

2* Pancerz złożony z większych tarcz wielobocznych.

Peridiniaceae.

Rodzina *Cryptoperidiniaceae.*

1. Komórki wolno - pływające.

2. Bruzda okrężna tworzy tylko pół obiegu.

Hemidinium Stein.

Komórki zupełnie niesymetryczne, kuliste lub wydłużone, zaokrąglone na biegunach, natomiast spłaszczone silnie po stronie brzusznej i grzbietowej; bruzda okrężna obejmuje tylko połowę komórki, zaczyna się na stronie brzusznej i nieco spiralnie biegnie w lewo na stronę grzbietową; podobnie rozpoczyna się bruzda brzuszna na środku strony brzusznej i obejmuje tylko denko

jako rowek coraz silniej zaznaczający się. Okrywa błoniasta, dzieli się niekiedy na półka, odpowiadające tarczkom u Bruzdnic opancerzonych. Chromatofory żółto-brunatne. Brak plamki ocznej, jądro umieszczone centralnie. W zacienionych stawach, bagnach i rowach z czystą wodą stosunkowo częste. Dotąd opisany 1 gatunek *H. nasutum* Stein, dług. ca 28 μ , p. ryc. 45.

2* *Bruzda okrężna obiega całą komórkę.*

3. *Przetrwalniki kuliste, mają conajwyżej kolczaste wypustki.*

4. *Bruzda okrężna silnie śrubowato skręcona.*

Spirodinium Schütt.

Komórki owalne, wydłużone, z biegunami stożkowatymi lub zaokrąglonymi; błona obszerna, przylega luźno; na powierzchni czasami podłużne fałdowanie. Bruzda okrężna skręcona silnie spiralnie, tworzy więcej niż jeden obieg; bruzda brzuszna wązka, przebiega prawie przez całą długość komórki. Chromatofory żółte lub brak. Żyją w morzu, ale i w wodzie słodkiej, w jeziorach leśnych, zarośniętych bagnach, stawach. Ilość gatunków niepewna, około 10. Na ryc. 40. *Sp. vorticella* Wołoszyńska, dług. 50 μ .

U w a g a: Opisywany niekiedy rodzaj *Gyrodinium* (ryc. 39) nie okazuje różnic istotnych, dlatego go w kluczu nie uwzględniam.

4* *Bruzda okrężna tworzy prawie zamknięte koło.*

5. *Okrywa delikatna, błoniasta, rysunek powierzchni w formie siatki, złożonej z jednakowych pólek.*

Gymnodinium Stein.

Komórki zarysu kulistego lub owalnego, prawie 2-bocznie symetryczne, z biegunami zaokrąglonymi lub stożkowatymi. Bruzda okrężna skręcona nieco spiralnie w lewo, zaś brzuszna przeważnie na denku w formie płytkiego rowka — rzadko wchodzi na wieczko. Pospolite w stawach, bagnach i jeziorach — gatunków około 10. Na ryc. 38. *G. fuscum* Stein, dług. ca 100 μ .

5* *Okrywa sztywna.*

6. *Siatka powierzchni nieregularna, poszczególne jej półka nieumiarowe.*

Glenodiniopsis Wołoszyńska.

Komórki szeroko-owalne, silnie spłaszczone w kierunku grzbieto-brzuszny, przy czym wieczko jest nieco szersze niż

denko. Bruzda okrężna wyraźnie lewo-skrętna, bruzda brzuszna widoczna tylko na denku. Wieczko posiada 15 pólek, z których 7 największych szczytowych przednich; denko z 6 pólek, przyrównikowych i 2 szczytowych tylnych. Powierzchnia okrywy gładka, pomiędzy półkami tworzą się często szerokie listwy wstawkowe. Chromatofory małe, płatkowate, żółte-ciemnobrunatne, jądro podłużne, zgięte. Dotychczas 1 gatunek. Na ryc. 48, tab. IV. *Gl. Steinii* (Lemm.) Wołosz., dług. ca 40 μ . — Tatry, okolice Witowa, moczary.

Od *Glenodinium* różni się tym, że posiada okrywę, podzieloną na półka analogiczne do tarczki u Bruzdnic opancerzonych, jednak okrywa ta jeszcze nie jest typowym panczerem.

6* *Półka sieci tworzą wieloboki uniarowe.*

Glenodinium Ehrbg.

Komórki prawie dwubocznie symetryczne, postaci kulistej do wydłużonej. Bieguny najczęściej zaokrąglone, rzadziej wybiegają w kolce. Zarys komórki od strony szczytowej, szczególnie u form silniej spłaszczonych, jest nerkowaty. Powierzchnia okrywy z reguły gładka, zresztą mniej więcej chropowata. Niekiedy zaznacza się jej złożenie z tabliczek a nawet z tarczki i z tego powodu rozróżnienie między *Glenodiniami* a *Peridiniami* nie da się z całą ścisłością przeprowadzić. Około 10 gatunków. Na ryc. 46. *Gl. cinctum* Ehrbg., długość ca 43 μ , z sercowatą plamką oczną, na ryc. 47. *Gl. polonicum* Wołosz., z uwidoczniionymi tarczki okrywy. Słodkowodne, żyją w stawach i jeziorach.

3* *Przetrwalniki bez koleców, wyciągnięte z obu stron w rogi.*

Cystodinium Klebs.

Komórki kształtu kulistego lub jajowatego — bruzda okrężna biegnie lekko spiralnie i posiada brzegi obrzmiałe. Bruzda brzuszna zachodzi na wieczko, na denku tworzy płytką rynną. Plamka oczna rozwinięta. Chromatofory koloru żółtawobrunatnego, płatkowate. Przechodząc z formy pływającej w przetrwalnik, komórka otrzymuje postać wrzecionowatą, wydłużoną w dwa rogi, z których jeden opatrzony jest w czepne szczecinki. Pospolity w stawach i jeziorach. Gatunków 3. Na ryc. 36, *C. cornifax* (Schill.) Klebs, dług. ca 25 μ , ryc. 37. *C. Steinii* Klebs (przetrwalnik).

1* *Komórki osiadłe na Dinobryonach.*

Staszcicella Wołosz.

Komórki kuliste lub owalne z otworem szczytowym (apex). Bruzda brzuszna zachodzi częściowo na wieczko, wzdłuż denka dochodzi do tylnego bieguna. Okrywa błoniasta, podzielona na pola, analogiczne do tarcz u *Peridiniaceae*. Wieczko znacznie mniejsze od denka, spłaszczone; denko wielkie, zaokrąglone, złożone — podobnie jak u *Peridinium* — z 5 pól przyrównikowych; szwy często niewidoczne, u starszych osobników brzegi denka opatrzone małymi brodawkami. Komórki przyczepiają się do kolonij *Dinobryonów*. Podział komórki odbywa się wewnątrz macierzystej okrywy; młode po wyswobodzeniu przyklepiają się do *Dinobryonów* zapomocą wydzieliny wydostającej się z otworu szczytowego. Dotychczas znany 1 gatunek. Na ryc. 49, *St. dinobryonis*, długość około 25 μ .

Rodzina *Dinophysiaceae*.

1. Listwy obrzeżające okrężną bruzdę szerokie, skośnie do przodu nachylone, lejkowate.

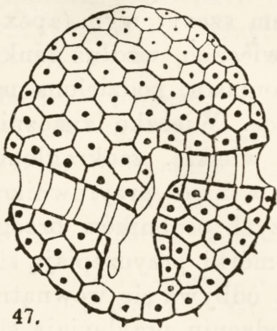
Dinophysis Ehrbg.

Komórki kształtu owalnego, z boków spłaszczone. Brzegi bruzd opatrzone żagielkowatymi listewkami: obrzeżające br. okrężną zwrócone są lejkowato ku górze, przy czym górna silniej rozwinięta, zasłania sobą małe wieczko. Br. brzuszna esowata, ma lewą listwę silniej rozwiniętą. Powierzchnia obu połów pancerza usiana lejkowatymi jamkami, z otworkami na dnie. W bruzdach i szwach jeszcze różnego rodzaju dodatkowe urządzenia, w formie ząbów, zgrubień perełkowatych itp. Około 10 gatunków, przeważnie w morzach chłodnych. Na ryc. 41. *D. norvegica* Clap. et Lachm. w dwu położeniach, długość do 70 μ . Bałtyk.

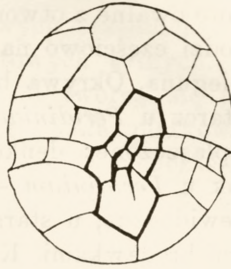
- 1* Listwy obrzeżające bruzdę okrężną wąskie, prostopadłe do powierzchni, nie lejkowate.

Phalacroma Ehrbg.

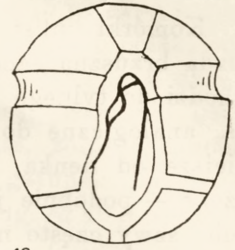
Budowę zbliżone do rodz. *Dinophysis*, bardziej jednak kuliste. Listewki obrzeżające bruzdę okrężną węższe, nie lejkowate, nie zasłaniają wieczka. Na powierzchni również lejkowate jamki. Około 10 gatunków, przeważnie w morzach ciepłych. Na ryc. 43. *Ph. rotundatum* (Clap. et Lachm.) Joerg, w 2 położeniach, długość ca 45 μ . Bałtyk.



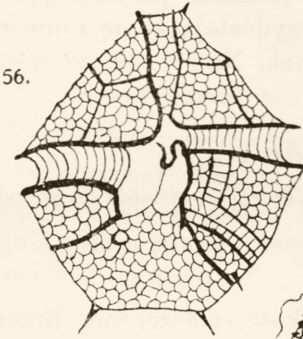
47.



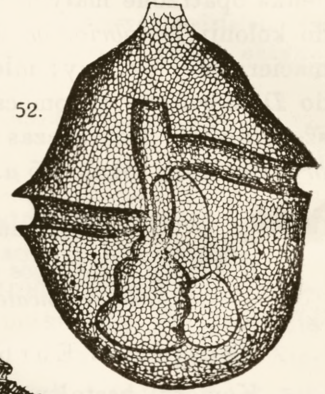
48.



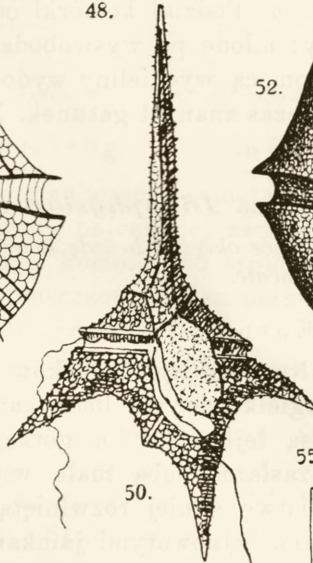
49.



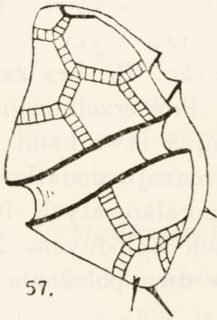
56.



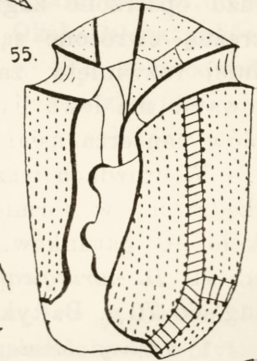
52.



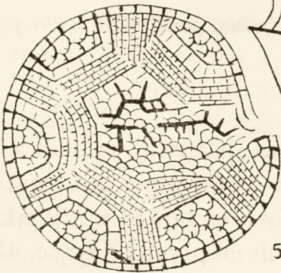
50.



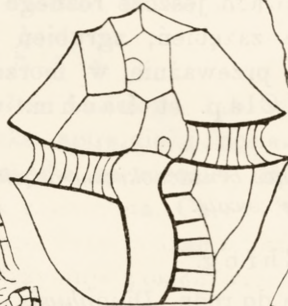
57.



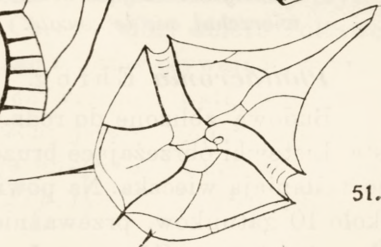
55.



54.



53.



51.

Rodzina *Peridiniaceae*.

1. *Pancerz bez rogowatych wyrostków.*
2. *Pancerz niezłożony z tarczek, jednolity.*

Kolkwitziella Lindem.

Komórki zarysu trójkątnego, zaokrąglone, spłaszczone w kierunku grzbieto-brzusznym; część brzuszna zapadnięta, szczyt wiezka stożkowaty. Apex niewidoczny. Bruzda okrężna wyraźna, kolista; brzuszna przebiega przez denko w rynienkowatym zagłębieniu. Pancerz bardzo mocny, jednolity, nie podzielony na tarczki, czerwono-brunatny, szorstki skutkiem pokrycia wąskimi wzgórkami, pomiędzy którymi znajdują się dołki. Zabarwienie żywej komórki ciemno-brunatne — czarne. Opisano 1 gatunek. Na ryc. 68. *K. salebroza* Lindem., dług. 40 μ , szer. 47 μ , słodkowodna, znaleziona w jez. Wolsztyńskim we Wielkopolsce.

- 2* *Pancerz złożony z tarczek.*
3. *Denko niezupełnie podzielone na tarczki.*

Heterocapsa Stein.

Komórki kuliste, owalne, sercowate lub krótko-wrzecionowate, niekiedy z niewielkimi kolcami. Wiezko i denko nie wiele się od siebie różnią. Bruzda okrężna lekko spiralnie skręcona, br. brzuszna nieznaczna, ogranicza się tylko do denka. Budowa pancerza delikatna. Formy morskie i słodkowodne. Znane 4 gatunki. Na ryc. 69. *H. triquetra* Stein, znaleziony przez Lindemanna w jeziorze Wolsztyńskim w Wielkopolsce. Rodzaj ten uważać można za przejściowy do *Glenodinium*.

- 3* *Cały pancerz złożony z tarczek.*
4. *Brzegi bruzdy okrężnej opatrzone żagielkowatymi listewkami.*

Diplopsalis Bergh.

Komórki prawie symetryczne, spłaszczone w kierunku osi podłużnej, skutkiem czego przybierają kształt soczewkowaty.

Ryc. 47–57. — 47. *Glenodinium polonicum*. 48. *Glenodiniopsis Steini*. 49. *Staszicella dinobryonis*. 50. *Ceratium hirundinella*. 51. *Gonyaulax triacantha*. 52. *Gonyaulax polonica*. 53. *Protoceratium reticulatum*. 54. t. s. rzeźba na tarczках i wstawkach. 55. *Amphidiniopsis Kofoidi*. 56. *Amylax catenata*, strona brzuszna. 57. t. s. z boku.

Wieczko i denko prawie równe. Tarczki pancerza częściowo gładkie, częściowo okryte delikatnymi listewkami lub też porowate. Dotychczas opisane gatunki różnią się ilością tarczek w okrywie, z czego 5 przyrównikowych i 1 wielka szczytowa tylna. Obie bruzdy wyraźnie rozwinięte, przy czym okrężna jest prawie kolistą, ujęta z obu stron wąskimi listwami, brzuszna ogranicza się tylko do denka, ujęta na tylnym biegunie dwoma skrzydełkowatymi listewkami. Chromatoforów brak, mimo to zawartość komórki jest koloru ciemnobrunatnego. Brak plamki ocznej. Na ryc. 62 *D. acuta* (A p s t e i n) E n t z. fil., dług. ca 30 μ , szer. ca 40 μ , jest jedynym gatunkiem przystosowanym do życia w wodach słodkich, inne pokrewne należą do form morskich, np. *D. minor* (P a u l s e n) L i n d., ryc. 63. Bałtyk. Gatunków niewiele.

4* *Brzezi okrężnej bruzdy bez listewek.*

5. *W denku jedna tarczka szczytowa.*

6. *Wieczko i denko prawie równe.*

7. *Sześć tarczek przyrównikowych tylnych i jedna dodatkowa.*

8. *Kilka kolców na biegunach.*

Amylax Meunier.

Komórki żyją pojedynczo lub w łańcuszkach po 2—4—8—16, w zarysie okrągłe, spłaszczone silnie w kierunku grzbieto-brzuszny. Bruzda okrężna skręcona na lewo, jest szeroka i ma brzezi gzymsovato wystające, br. brzuszna nie zachodzi na wieczko. Wieczko złożone z 15 tarczek. Na granicy obu części mało widoczny otwór, drugi podobny tuż pod szczytem. Na ryc. 56 i 57 *A. catenata* (L e v a n d e r) M e u n i e r, od strony brzusznej i od boku. Żyje w wodzie morskiej, a pospolitość jego zależy od stopnia zasolenia wody: przy zasoleniu 4,8‰, występuje najliczniej. Asymilatem jest skrobia w kształcie pierścieni.

8* *Bieguny bez kolców.*

Protoceratium Bergh.

Komórki zarysu kolistego, z boków spłaszczone, kanciaste. Wieczko stożkowate, na szczycie jest spłaszczone, zaś ściany boczne zaokrąglone. Bruzda okrężna szeroka, skręcona w lewo. Bruzda brzuszna przebiega od tylnego bieguna przez br. okrężną

i zachodzi nieco na wieczko. Wieczko złożone jest z 10 tarczek, z których 4 szczytowe i 6 przyrównikowych przednich. Na jednej ze szczytowych tarczek wieczka znajduje się rurkowany otwór szczytowy (apex). Błona okrywająca tarczki okazuje charakterystyczną rzeźbę siatkową, ornamentacja ta może zasłaniać zarys tarczek. Pomiedzy tarczками widoczne są szwy, które w starszych komórkach przechodzą w szerokie wstawki, podłużnie i poprzecznie prążkowane. Formy morskie, gatunków 2. Na ryc. 53. *P. reticulatum* (Clap. et Lachm.) Bütschli, z Małego Morza (rzadkie), dług. ca 30 μ oraz rzeźba na wieczku ryc. 54.

7* Pięć tarczek przyrównikowych tylnych oraz jedna dodatkowa.

Gonyaulax Diesing.

Komórki kuliste, elipsoidalne lub z wieczkiem stożkowatym, podzielone bruzdą okrężną na prawie równe części; bruzda skręca nieco spiralnie. Wieczko złożone z 3 tarczek szczytowych i 5 przyrównikowych. U gatunków słodkowodnych tarczki są gładkie, na denku kilka kołców. Gatunków około 7, żyją w morzach i większych jeziorach. Na ryc. 51. *G. triacantha* Jörgensen, dług. ca 60 μ i ryc. 52. *G. polonica* Wołosz.

6* Wieczko większe od denka.

Chatubińska Wołoszyńska.

Komórki jajowate, prawie niesplaszczone. Obie bruzdy wyraźne, okrężna nieco w lewo skręcona, zachodzi głęboko na denko, podobnie wysoko zachodzi br. brzuszna na wieczko; denko zbudowane z 3 tarczek przyrównikowych i jednej szczytowej tylnej. Krótkie kolce wyrastają na tarczce przyrównikowej tylnej, położonej po stronie grzbietowej. Wyraźne szwy wzgl. płytki wstawkowe. Okrywa pęka wzdłuż bruzdy okrężnej. Gatunek 1. Na ryc. 58. *Ch. tatica* Wołosz., dług. ca 40 μ z boku i od strony grzbietowej. Znaleziona w Morskim Oku.

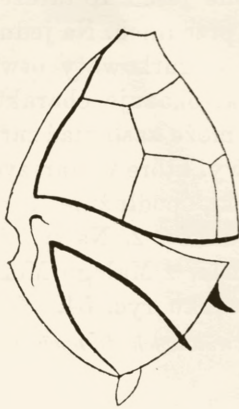
5* W denku dwie tarczki szczytowe.

6. Denko ma 5 tarczek przyrównikowych.

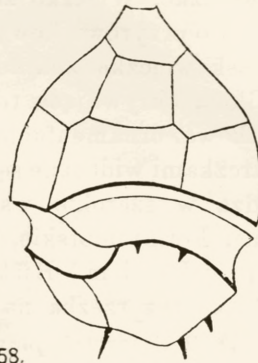
7. Wieczko większe od denka.

Peridinium Ehrbg.

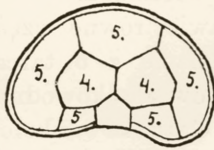
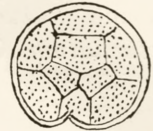
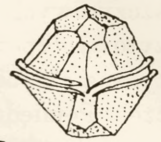
Komórki zarysu kulistego, nieco wklęsłe po stronie brzusznej; wieczko stożkowate. Bruzda okrężna skręcona nieco spiralnie powoduje pewną niesymetrię, brzuszna łączy prawie oba



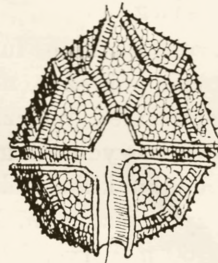
58.



65.

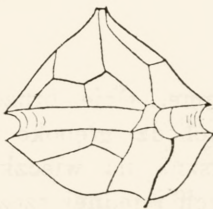
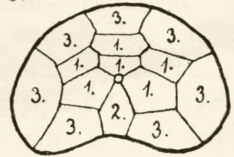


61.



59.

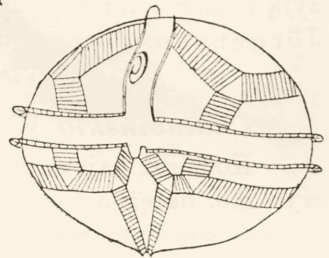
60.



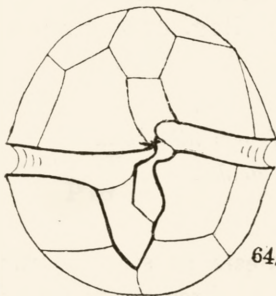
62.



69.



63.



64.



68.



66.



67.

bieguny. Ilość i ułożenie tarczek na wieczku rozmaite u różnych gatunków, budowa denka jednolita. Gatunki liczne, przeszło 25, morskie i słodkowodne, w stawach i jeziorach. Na ryc. 59. *P. tabulatum* (Ehrbg.) Clap. et Lachm., dług. ca 50 μ . Na ryc. 60 i 61 schemat budowy wieczka i denka tegoż gatunku.

7* *Wieczko mniejsze niż denko.*

Amphidiniopsis Wołoszyńska.

Komórki jajowate, 2-bocznie symetryczne, silnie z boków spłaszczone; powierzchnia tarczek punktowana. Bruzda brzuszna zgięta esowato, sięga od szczytu wieczka aż poza szczyt denka, na którym tworzy siodełkowate wklęsnięcie; brzegi jej zgrubiałe, na lewym podłużna listwa. Jeden gatunek morski, przedstawiony na ryc. 55. *A. Kofoidi*, dług. do 40 μ , znaleziony w Bałtyku i Małym Morzu. Rzadki.

6* *W denku 6 tarczek przyrównikowych, wieczko i denko prawie równe.*

Sphaerodinium Wołoszyńska.

Komórki kuliste z powierzchnią gładką lub pokrytą brodawkami. Na wieczku tarczek 15, z czego 4 szczytowe. Bruzda okrężna nieco skręcona, br. brzuszna zachodzi częściowo na wieczko, ku tyłowi rozszerza się, jednak nie dochodzi do szczytu denka. Gatunków 3. W stawach, moczarach, torfowiskach (Zakopane). Na ryc. 64. *S. polonicum*. Wołosz., dług. 25—40 μ , znaleziony również w Bałtyku.

5** *W denku trzy tarczki szczytowe.*

Goniodoma Stein.

Komórki zarysu kulistego lub wielościenne z wyraźnym apexem, który może się wydłużać w krótki rożek. Pancierz złożony z tarczek, przy czym charakterystyczne są tarczki denka:

Ryc. 58—69. — 58. *Chalubińska tatrzańska*, z boku i od str. grzbietowej. 59. *Peridinium tabulatum*, widoczne tarczki i wstawki. 60. t. s. schemat budowy wieczka: 1. tarczki szczytowe przednie, 2. t. s. wypustkowa, 3. t. s. przyrównikowe przednie. 61. t. s. schemat denka: 4. t. s. szczytowe tylne, 5. t. s. przyrównikowe tylne, między nimi bruzda brzuszna. 62. *Diplopsalis acuta*. 63. *Diplopsalis minor*. 64. *Sphaerodinium polonicum*. 65. *Goniodoma polyedricum*, strona brzuszna i denko. 66. *Tetradinium javanicum*. 67. *Stylodinium globosum*. 68. *Kolkovitzella salebrosa*. 69. *Heterocapsa triquetra*.

*

5 przyrównikowych oraz 3 szczytowe tylne; podobnie ma wieczko, prócz innych, także 3 tarczki szczytowe przednie. Są to formy morskie. W Małym Morzu znalazła je prof. Wołoszyńska. Na ryc. 65. *G. polyedricum* (Ponch.) Jörg., długość 40—94 μ oraz denko od strony bieguna tylnego.

1* *Pancerz z długimi wyrostkami.*

Ceratium Schrank.

Komórki bardzo charakterystyczne, silnie spłaszczone w kierunku grzbieto-brzuszny, z kilkoma rogowatymi wyrostkami. Na szczycie wieczka 1 długi róg, na denku 2—3 krótsze, zwrócone ku tyłowi. Bruzda okrężna otacza komórkę równikowo, bruzda brzuszna ułożona do niej skośnie. Część powierzchni brzusznej kształtu rombowego nieosłonięta tarczą. Ślady rogów widoczne na przetrwalnikach. Pospolite w bagnach, stawach, jeziorach. Na ryc. 50. *C. hirundinella* O. Fr. M., długość 92—707 μ .

Rząd III. *Phytodiniæ*.

Rząd ten dzieli się na dwie rodziny.

A. Komórki wolno-pływające, czworościenne, bez pancerza.

Tetradiniaceæ.

B. Komórki przyczepione do podłoża przy pomocy trzonka, kuliste lub owalne.

Stylodiniaceæ.

Rodzina *Tetradiniaceæ.*

Tylko jeden rodzaj.

Tetradinium Klebs.

Okrywa komórek szorstka, z naroży wyrastają kolce. 1 gatunek *T. javanicum* Klebs, długość ca 60 μ , znaleziony w Tatrach, w Stawie Średnim Toporowym przez J. Wołoszyńską, ryc. 66.

Rodzina *Stylodiniaceæ.*

Tylko jeden rodzaj.

Stylodinium Klebs.

Osadzone na trzonku o konstytucji stałej, 2 gatunki opisane: na ryc. 67. *St. globosum* Klebs, długość 20—40 μ , trzonek 12—36 μ . J. Wołoszyńska podaje gat. *St. truncatum* ze Stawu Średniego Toporowego.

Na pokrewieństwo rzędu *Phytodiniæ* z Bruzdnicami wskazuje jedynie budowa jądra i protoplastu, zewnętrzna budowa tego nie zdradza.

L I T E R A T U R A.

1. Bursa A.: Hydrurus foetidus Kirch. in der polnischen Tatra. Bull. Acad. Polon. Sc. L. Série B. Sciences naturelles. 1934. 69—84, 113—131.
2. Danowska-Krawiecowa A.: Głony jeziora „Kociołek“. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. 1934.
3. Dreżepolski R.: Przyczynek do znajomości polskich Euglenin. Lwów, „Kosmos“ 1925.
4. Gabański, Kiniewiczowa, Kulmatycki: Materiały do poznania zanieczyszczenia jez. Jelonek pod Gnieznem. „Zdrowie publiczne“. 1934.
5. Gabański, Michalski, Pęska-Kiniewiczowa: O zanieczyszczeniu rzeczki Samy w okolicy Szamotuł. „Zdrowie Publiczne“. 1936.
6. Hoppówna Irena: Plankton Warty pod Poznaniem. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. 1925.
7. Koczwaro Mar.: Fytoplankton Stawów Dobrostańskich. „Kosmos“ 1916.
8. Kołodziejczyk J.: Stosunki florystyczne jeziora Świtezi. Prace Tow. Nauk. Warszawa, 1916.
9. Krause F.: Das Phytoplankton des Drewenzsees in Ostpreussen. Arch. f. Hydrobiologie. 1906.
10. Lemmermann E.: Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenalgen-Phytoplankton aus Schlesien.-Forsch. ber. d. biol. Stat. Plön 1905.
11. Liebetanz B.: Hydrobiologische Studien an kujawischen Brackwässern. Biul. Pol. Akad. Umiej. Kraków, 1925.
12. Lindemann E.: Beiträge zur Kenntniss des Seeplanktons d. Prov. Posen. Deutsche Gesellsch. f. Kunst u. Wissensch. 1913.
13. — Bemerkenswerte biol. Funde aus der Ungeb. v. Lissa. Deutsch. Ges. f. Kunst- u. Wissensch. 1913.
14. — Mitteilungen über Posener Peridineen. j. w. 1918.
15. Michalski, Gabański, Kulmatycki: Fragment fizjogr. rzeki Brdy w obrębie Bydgoszczy w świetle działania ścieków niektórych zakładów przemysłowych. „Przegląd Bydgoski“ 1936.
16. Namysłowski B.: Mikroorganizmy galicyjskich szczaw i solanek. Sprawozd. Kom. Fizjogr. 1914.
17. — Ueber unbekannte halophile Organismen aus d. Innern d. Salzbergwerkes Wieliczka. Biul. Pol. Akad. Um. 1913.
18. — Studia hydrobiologiczne. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. 1921.
19. — Mikroflora źródeł podregłowych. „Kosmos“ 1922.
20. — Fytoplankton Małego Morza. Roczniki Nauk Roln. 1924.
21. — Recherches sur l'hydrobiologie de la Pologne. Annales de Biologie Lacustre. 1925.
22. Pęska-Kiniewiczowa, Gabański: O działaniu ścieków zakładów przemysł. na Notec jesienią 1931. Pam. P. Instyt. Gosp. Wiejsk. w Puławach. 1932.

23. Rosta fiński: Hydrurus i jego pokrewieństwo. Rozprawy Akad. Um. Tom 10 (1883) 60—86.
24. Rypkowa H.: Głony jeziorok torfowcowych tzw. sucharów w okolicy Wigier. Archiwum Hydrobiol. i Rybactwa. 1927.
25. Wawrzyniak Fr.: Mikroflora denna jez. Lednicy. „Kosmos“ 1930.
26. — Flora jezior wielkopolskich. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. 1923.
27. Wisłouch St.: O letnim fitoplanktonie jezior wigierskich. Archiw. Hydrobiol. i Rybactwa. 1927.
28. Wołoszyńska J.: Algenleben im oberen Prut. Biul. Pol. Akad. Umiej. 1910.
29. — Phycotheca polonica. „Kosmos“ 1911.
30. — Zimowy plankton wóleckiego i pełczyńskiego stawu. „Kosmos“ 1911.
31. — Beiträge zur Kenntniss der Planktonalgen. Biul. Pol. Akad. Umiej. Kraków, 1911.
32. — Zmienność i spis glonów planktonowych stawów polskich. Rozprawy Pol. Akad. Umiej. Kraków, 1912.
33. — Głony planktonowe stawów polskich. Tamże. 1912.
34. — Plankton jezior i stawów kujawskich. Rocznik Tow. Pozn. 1912.
35. — O słodkowodnych gatunkach rodz. Ceratium Schrank. „Kosmos“ 1913.
36. — Fytoplankton stawów dobrostańskich. „Kosmos“ 1915.
37. — Beiträge zur Kenntniss der Algenflora Litauens. Biul. Pol. Akad. Umiej. Kraków, 1917.
38. — Neue Peridineen-Arten nebst Bemerkungen über den Bau der Hülle bei Gymno- u. Glenodinium. Biul. Pol. Akad. Umiej. 1917.
39. — Głony stawów i młak tatrzańskich. Rozpr. Akad. Umiej. 1919.
40. — Jeziorka czarnohorskie. Tamże. 1921.
41. — Drugi przyczynek do znajomości glonów Litwy. Rozpr. Muz. im. Dzieduszyckich. 1922.
42. — Zimowa flora wigierskich źródeł morenowych. „Kosmos“ 1922.
43. — Plankton roślinny Wigierek i Stawu w zimie. Spraw. Stacji Hydrobiol. na Wigrach. Suwałki, 1922.
44. — O planktonie roślinnym dwu źródłanych jezior wigierskich. Tamże. 1922.
45. — Rozmieszczenie glonów osiadłych na dnie jez. Wigierskiego. Tamże. 1924.
46. — Notatki algologiczne. Tamże. 1925.
47. — Dinoflagellatae Polskiego Bałtyku i błot nad Piaśnicą. Archiw. Hydrobiologii i Rybactwa. 1928.

KAZIMIERZ DEMEL

Szkice bałtyckie

I. Z ogólnej geografii Bałtyku.

Stanowisko Bałtyku w klasyfikacji ogólnej mórz. — W niedawno wyszłej obszernej i pięknej geografii ogólnej mórz, znany oceanograf francuski Camille Vallaux proponuje następujący podział hydrosfery morskiej. Dzieli ją mianowicie na morza pierwotne albo oceany i na morza wtórne albo właściwe. Oceanów wyróżnia cztery: Południowy, Pacyfik, Indyjski i Atlantyk; morza zaś klasyfikuje w następujące cztery grupy: morza lodowate albo biegunowe; morza otoczone wieńcami wysp, jak na przykład morza Dalekiego Wschodu, Beringa, Ochockie, Japońskie lub Chińskie; trzecią kategorię tworzyłyby morza śródziemne głębokie, których klasycznym przykładem byłoby europejskie M. Śródziemne, wreszcie ostatnią — morza płytkie, spoczywające całkowicie na szelfie czyli na platformie kontynentalnej. Bałtyk wspólnie z cieśninami duńskimi, Morzem Północnym, Kanałem La Manche, Morzem Irlandzkim, cieśninami Brytyjskimi, Morzem Hudsona, Zatoką Św. Wawrzyńca i Zatoką Perską położoną już w strefie gorącej — należy do mórz ostatniej kategorii. Jego głębokości, podobnie jak i głębiny całej plejady tylko co wspomnianych mórz, nie przekraczają w zasadzie 200 metrów, czyli maksymalnej głębokości platformy kontynentalnej, na której całkowicie spoczywają.

¹⁾ Géographie générale des mers, Alcan. Paris, 1933.

Ta płytkość Bałtyku, podobnie zresztą jak i sąsiedniego Morza Północnego, które tu często jako porównawcze kryterium przytaczać będziemy, jest cechą zasadniczą dla jego charakterystyki. Wyklucza ona bowiem obecność trzeciej zasadniczej dziedziny środowiska morskiego, dziedziny abysalnej, którą posiadają wszystkie oceany i morza głębokie. Bałtyk, podobnie jak Morze Północne, nie ma też właściwej fauny abysalnej. Jest to jego cecha negatywna, jednak bardzo znamienna. Spoczywając całkowicie na platformie kontynentalnej, posiada życie składające się wyłącznie z przedstawicieli świata litoralnego pelagicznego (ryc. 1).



Ryc. 1.

Granica platformy kontynentalnej (linia kropkowana) w morzach przylegających do Europy Zachodniej.

Pod tym też względem Bałtyk kontrastuje ze śródładowym Morzem Śródziemnym, w którym platforma kontynentalna jest słabo rozwinięta i, jak widzimy na załączonej mapce, zaledwie bardzo wąskim pasem okala linię brzegów, w którym głębiny przekraczają 4.000 metrów, w którym istnieje fauna abysalna, coprawda nie typowa, wszechoceaniczna, lecz szczególna, właściwa tylko Morzu Śródziemnemu, a to w związku z wyjątkowymi warunkami termicznymi głębin Morza Śródziemnego, mianowicie stale wysoką wynoszącą 13° temperaturą.

Od M. Śródziemnego, śródlądowy również Bałtyk wyróżnia się ponadto ogólnymi termicznymi warunkami wód — następstwem położenia w innej strefie klimatycznej. Bałtyk bowiem, podobnie jak Morze Północne, leży w strefie umiarkowanej chłodnej, gdy Morze Śródziemne znajduje się w strefie umiarkowanej cieplej. Pod względem termicznym jak również i biologicznym, dwa te morza są do pewnego stopnia antytezą w obrębie strefy umiarkowanej północnej.

Od Morza Północnego, z którym podziela płytkość oraz położenie w tej samej strefie klimatycznej, wyróżnia się swym niewątpliwie silniej zaznaczonym kontynentalizmem, następstwem bardziej śródlądowego położenia. Dalszym zaś następstwem tego kontynentalizmu, obfitego dopływu wód śródlądowych i utrudnionej przez cieśniny komunikacji z wodami wszechoceanu, jest najbardziej charakterystyczna wobec Morza Północnego cecha Bałtyku jego słonawy, nie słony, charakter wód i życia. W niej tkwi indywidualizm Bałtyku.

Stanowisko więc Bałtyku w klasyfikacji ogólnej mórz wpływa wyraźnie z jego charakterystyki, którą najogólniej tak możemy wyrazić:

Bałtyk to morze płytkie, spoczywające, podobnie jak Morze Północne, całkowicie na platformie kontynentalnej, tym samym pozbawione dziedziń abysalnej z jej charakterystycznym życiem; położone, podobnie jak M. Północne, w tej samej strefie klimatycznej północnej umiarkowanej chłodnej czyli borealnej; lecz w przeciwstawieniu do bardziej otwartego i oceanicznego Morza Północnego, Bałtyk jest morzem śródlądowym, o kontynentalizmie silnie zaznaczonym, którego jednym z przejawów jest właśnie słonawy charakter wód i życia, ta najbardziej wobec Morza Północnego indywidualna jego cecha.

Naturalna granica Bałtyku. — By zrozumieć należycie zarówno stronę fizyczną jak i swoiste życie Bałtyku, oraz ustalić położenie naszego wybrzeża w stosunku do pozostałych rejonów, należy przede wszystkim określić, co nazywamy Bałtykiem, ściśle określić jego granice. Okazuje się to tym bardziej konieczne, że mimo swe śródlądowe położenie Bałtyk należy do tych mórz, których granica zewnętrzna, od-

dzielająca jego wody od reszty wód oceanicznych, była przez różnych autorów rozmaicie rozumiana.

Kiedy dawniejsi badacze, zwłaszcza niemieccy (naprz. Möbius), zaliczali do właściwego Bałtyku wody duńskie, szwedzkie i częściowo norweskie a więc Sund Bełty, Kategat a nawet Skagerak, o niewątpliwej przewadze cech Morza Północnego, uważając je za tak zwany Bałtyk zachodni, w przeciwstawieniu do wschodniego, na wschód od linii południowy cypel Szwecji — wyspa Rugia, od tak zwanej linii Arkony, dzisiejsi znawcy Bałtyku, poczynając od Knudsen a i Wittinga ścieśnili ten tak szeroko pojęty zasięg wód dawnego Bałtyku, wyłączając zeń powyżej wspomniany przejściowy rejon cieśnin. W poszukiwaniu zupełnie ściślej granicy, zwrócili oni szczególną uwagę na dwa przejścia (ryc. 2), z jednej strony Sund o głębokości 7 m, z drugiej przejście Gjedser-Dars, naprzeciw wybrzeża meklemburskiego i duńskiej wyspy Falster, o płyčźnie 18 m, jako na owe zaopatrzone w wysokie progi cieśniny, w największym stopniu utrudniające wymianę wód, zwłaszcza dennych, między Bałtykiem a rejonem przejściowym — tym samym jako na najbardziej naturalną granicę, oddzielającą Bałtyk od reszty wód oceanicznych (Schulz 23).

Jak bardzo utrudnioną okazuje się w tych cieśninach wymiana, zwłaszcza jeżeli chodzi o dopływ wód oceanicznych z Morza Północnego do Bałtyku, dowodzą tego ostatnie obserwacje i obliczenia, stwierdzające, że zaledwie trzecia część wody oceanicznej od Skagen, na północnym cyplu Jutlandii, dochodzi do Fornes, a trzynasta część zaledwie w spiętrzeniach kaskadowych, spowodowanych silnym naporem wiatrów od zachodu, przekracza progi Bałtyku, by dosięgnąć krańca zachodniego zagłębienia Arkony, owego pierwszego od zachodu zagłębienia Bałtyku właściwego. Pozostała, przeważająca część wód oceanicznych odplywa spowrotem wierzchem wraz z górnym prądem Bałtyckim do Morza Północnego, nie osiągnąwszy Bałtyku właściwego, wyzwalając jedynie skomplikowane wirowiska, a z Kategatu czyniąc „wielkie laboratorium dla badania zjawisk mieszania się wód o różnej koncentracji“, jak to się obrazowo jeden z oceanografów wyraził.

Pozbawiając w ten sposób Bałtyk dawniejszych autorów owego przejściowego rejonu, o nader zmiennych warunkach zarówno hydrograficznych jak i biologicznych, dzisiejsi oceano-

grafowie odgraniczyli tym samym Bałtyk właściwy w pojęciu nowoczesnym, jako rozległy zbiornik o warunkach hydrograficznych i biologicznych względnie jednostajnych, poczynając od swej granicy zachodniej u znanych nam już progów, aż po najdalsze północne krańce Zatoki Botnickiej.



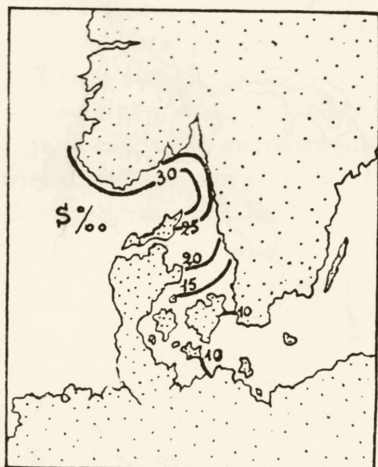
Ryc. 2.

Mapka granic Bałtyku i Rejonu przejściowego
S — Sund, G-D — przejście Gjedser-Dars.

Tak zdefiniowany Bałtyk właściwy, wyzbyty rejonu przejściowego, okazuje się morzem słanawym o różnicach w zasoleniu warstw powierzchniowych, podlegających stosunkowo niewielkiej rozpiętości, od 10‰, czyli 10 gr soli na 1 litr wody, przy swej granicy zachodniej do 2‰ w najdalszych, najbardziej północnych i najbardziej wysłodzonych częściach Zatoki Botnickiej, podczas gdy na znacznie mniejszej przestrzeni rejonu przejściowego, różnice te są bez porównania większe, wynosząc średnio od 30‰ na granicy Skageraku i Kategatu do 10‰ w znanych nam już

cieśninach granicznych: Sundzie i Gjedser-Dars, owych wrotach, prowadzących już wprost do Bałtyku właściwego (ryc. 3).

Pozbawiając Bałtyk dzisiejszy rejonu przejściowego, o nader zmiennych, zależnie od miejsca warunków zasoleniowych, dzisiejsi oceanografowie zmuszeni zostali również do szukania innych kryteriów, niż zasolenie wód powierzchniowych, jak to było dotąd, mających służyć za podstawę do podziału na rejony. Zasadnicze bowiem kryterium dawniej rozumianego Bałtyku, a więc wraz z rejonem przejściowym, kryterium pierwszorzędного znaczenia dla jego życia i podziału, mianowicie zmienny zależnie od miejsca stopień zasolenia wód, w dzisiej-



Ryc. 3.
Izohaliny w Rejonie przejściowym.

szym Bałtyku właściwym doznał znacznego osłabienia, ponieważ najbardziej zmienne pod względem zasolenia wody przypadają na pasmo przejściowe, a więc na rejon owego intensywnego mieszania się wód, na Kategat i na Bełty. Podczas gdy Bałtyk właściwy pozbawiony tego rejonu przejściowego wyróżnia się nie tylko mało zmiennym zależnie od miejsca stopniem zasolenia, ale, jak to w szkicu IV-tym przekonamy się, obecnością licznych gatunków zwierzęcych i roślinnych, występujących na całej jego przestrzeni, charakteryzujących morze nasze jako pewną całość, odrębną zwłaszcza wobec rejonów sąsiednich — przejściowego rejonu cieśnin oraz Morza Północnego.

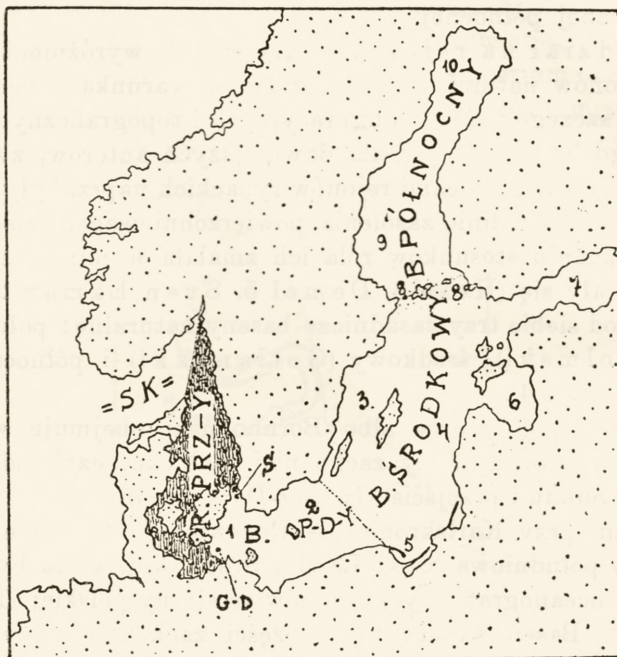
Do ogólnych cech, wspomnianych poprzednio, charakteryzujących Bałtyk jako całość (płytkość, położenie w strefie umiarkowanej borealnej, kontynentalizm, słonawy charakter wód), możemy dołączyć jeszcze jedną a mianowicie względną jednostajność tego środowiska słonawego, od 10‰ do 2‰ mimo ogromnej rozległości morza, rozciągającego się od 54 do 66° szerokości geograficznej północnej.

Podział na rejon y. — Kryteria do wyróżnienia w Bałtyku rejonów naturalnych znaleziono w warunkach geograficznych, w szczególności konfiguracyjnych i topograficznych głównych jego basenów. Gdy dla dawniejszych autorów, zwłaszcza dla Möbiusa, granicami rejonów rybackich naprz. były w przeważnym stopniu linie zasolenia powierzchniowego, dziś po bliższym poznaniu stosunków rola ich zmalała do minimum, a granicami stały się (Hessle, Demel 5, Sven Ekman 20) linie dzielące od siebie trzy zasadnicze baseny naturalne: południowy (Bornholmski), środkowy (Gotlandzki) i północny (Botnicki) (ryc. 4).

Basen południowy albo Bornholmski obejmuje wody od znanej nam już granicy zachodniej Bałtyku, czyli od cieśnin płytkich Sundu i przejścia Gjedser-Dars, średnio po linię wyspy Utklippan (przy Karlskronie) — Rozewie. Na tej mniej więcej linii leży południowa część Ławicy Środkowej, która była przedmiotem oceanograficznych studiów ze strony polskiej (Demel-Dłuski). Basen składa się z części zachodniej, czyli głębi Arkony, oraz właściwej głębi Bornholmskiej, na wschód od wyspy Bornholm, o głębokości maksymalnej nie przekraczającej 100 m.

Basen środkowy Bałtyku jest najrozleglejszym i najbardziej zróżnicowanym rejonem. Leży on między basenem Bornholmskim, od powyżej wspomnianej linii Utklippan—Rozewie po Zatokę Botnicką. Prawie po środku basenu znajduje się największa wyspa Bałtyku — Gotlandia. Wielkie również wyspy Ozylia i Dago przybliżone są do brzegów północno-wschodnich basenu. Ku wschodowi basen środkowy tworzy, idąc od południa ku północy, coraz dalej wrzynające się w ład zatoki: małą i otwartą Gdańską, większą, częściowo zasłoniętą przez tylko co wspomniane wyspy Ozylię i Dago — Ryską; wreszcie największą, najbardziej w ład wepchniętą — Fińską. Główna część basenu wyspą Gotlandią podzielona jest niejako na dwa baseny: za-

chodni zimniejszy i o stałych prądach powierzchniowych wzdłuż brzegów Szwecji z północy ku południowi, oraz wschodni o zmiennych prądach powierzchniowych, zależnie od wiatrów. Największe zagłębienie Bałtyku środkowego, jednocześnie największe zagłębienie Bałtyku wogóle t. zw. Landsort około 450 m, znajdujemy



Ryc. 4.

Podział Bałtyku na 3 zasadnicze Baseny: Południowy, Środkowy i Północny. 1) głębia Arkony; 2) głębia Bornholmska; 3) zachodnia część Basenu Środkowego; 4) wschodnia część tegoż Basenu; 5) Zatoka Gdańska; 6) Zatoka Ryska; 7) Zatoka Fińska; 8) Morze Alandzkie; 8a) rejon szcher fińskich; 9) Morze Botnickie; 10) Zatoka Botnicka właściwa. — R. PRZ-Y — Rejon przejściowy między Bałtykiem a M. Północnym.

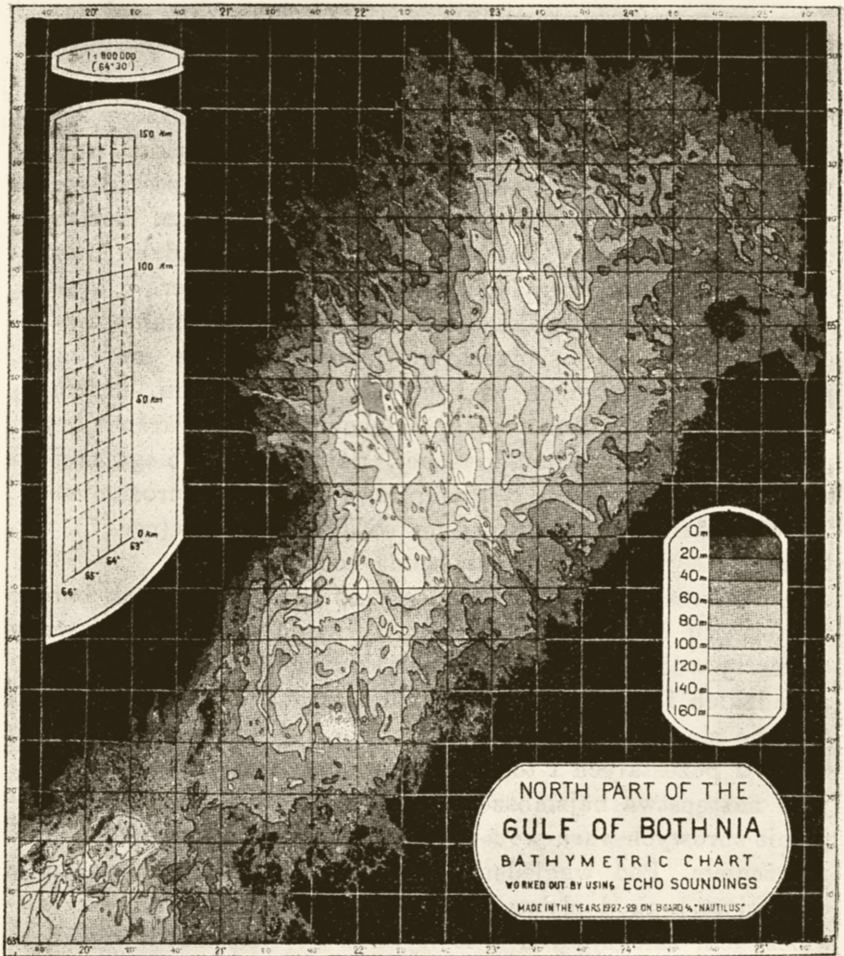
w postaci jamy w zachodniej części basenu ku południowi od Sztokholmu, w jednej trzeciej odległości od Gotlandii. We wschodniej części basenu środkowego, największe głębiny sięgające lokalnie 250 m spotykamy w połowie odległości między Gotlandią a łotewskim brzegiem. Jest to rozległa głębia Gotlandzka.

Basen północny obejmuje wody szeroko rozumianej zatoki Botnickiej. Oddzielony jest on od basenu środkowego naturalnym pasmem utworzonym z wysp Alandzkich, wraz z tysiącem szcher fińskich i szwECKICH. Cały ten rejon graniczny upiększony szcherami, głęboki ponad 200 m w t. zw. Morzu Alandzkim, między wybrzeżem Szwecji a wyspami Alandzkimi, zresztą pośród szcher zwłaszcza fińskich płytki, jest rejonem przejściowym, dzielącym od siebie dwa baseny Bałtyku: Botnicki i Gotlandzki. Bezpośrednio od północy przylega doń najrozleglejsza część basenu, t. zw. Morze Botnickie, o zagłębieniu maksymalnym w jednym miejscu 295 m, przeciętnie jednak znacznie mniejszym, przedzielone zwężeniem od końcowej części basenu, nazwanej właściwą zatoką Botnicką, o głębokościach przekraczających miejscami 100 m, najmniej słonej, najbardziej odbiegającej od reszty wód bałtyckich, o konfiguracji dna nader urozmaiconej, jak to widzimy z załączonej mapki Renquista (ryc. 5), wykonanej na podstawie badań sondą echową¹⁾.

Podkreślić należy, że rozległy co do obszaru i tak bardzo w kierunku północnym wysunięty, przytem silnie wyizolowany od reszty wód bałtyckich przez płytkie pasmo utworzone z wysp Alandzkich i rejon szcher fińskich i szwECKICH, basen Botnicki okazuje się pod względem swego życia rejonem dość odrębnym od dwu pozostałych i to głównie w kierunku zubożenia życia, jako następstwa najsłabszego w Bałtyku zasolenia, oraz szczególnie surowych warunków termicznych, wywołanych północnym położeniem. Pod względem hydrograficznym jego zasadniczą cechą jest brak dopływu dolnych i bardziej słonych wód oceanicznych, zalegających w Bałtyku w głębokościach większych niż głębokości wspomnianego tylko co pasma szcher. Basen Botnicki ma więc cechy raczej wielkiej zatoki, niż rejonu równoznacznego dwum pozostałym basenom: Gotlandzkiemu i Bornholmskiemu. W sensie zatoki (Randgebiet) traktuje go również Sven Ekman (20) w swym proponowanym podziale naturalnym Bałtyku.

Mimo tych odrębności, raczej negatywnego charakteru, większość cech pozostałych wraz z wyjątkowo rozległym obszarem zatoki Botnickiej uprawnia nas do traktowania tej zatoki, jako trzeciego zasadniczego basenu Bałtyku.

¹⁾ Echolotungen im Bottnischen Meerbusen, III Hydrologische Konf. d. Baltischen Staaten. Warszawa, 1930.



Ryc. 5.

Konfiguracja dna końcowej części Basenu Botnickiego (zatoki Botnickiej właściwej) na podstawie pomiarów sondą echową, według Renquista.

Poniżej załączona tabelka streszcza proponowany podział na rejony naturalne.

Położenie polskiego wybrzeża. — Nasze wybrzeże i wody morskie doń przyległe tworzą w przeważnym stopniu składową część zatoki Gdańskiej — rozumianej jako wygięcie linii brzegowej Bałtyku, poczynając od przylądka Rozewie po Brüsterort na wybrzeżu Sambijskim — w szczególności zaś

Tabela I.

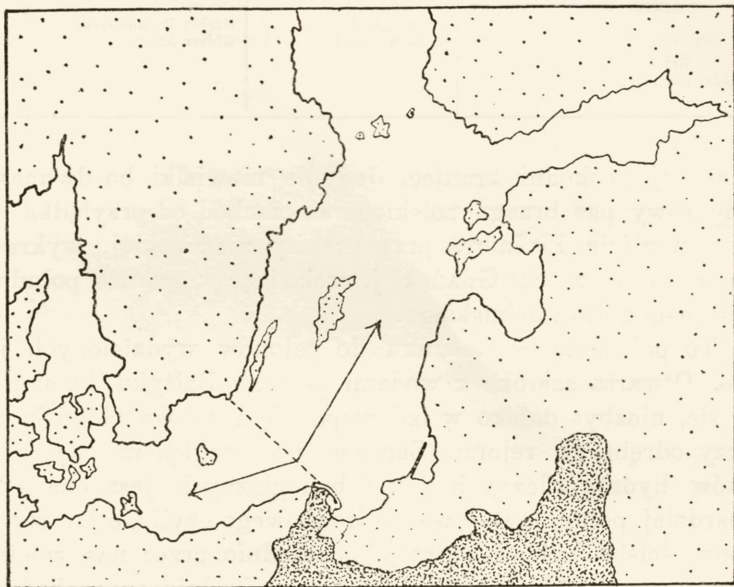
	Baseny	Działy drobniejsze
Bałtyk właściwy Rejon przejściowy (między Bałtykiem a M. Północnym)	Basen północny (Botnicki)	„Zatoka“ Botnicka „Morze“ Botnickie pasma przejściowe szcher
	Basen środkowy (Gotlandzki)	Część wschodnia wraz z zatokami: Gdańską, Ryską, Fińską Część zachodnia
	Basen południowy (Bornholmski)	Głębia Bornholmska Głębia Arkony

tworzą jej zachodni kraniec. Jedyne niewielki bo dwunastokilometrowy pas brzegu polskiego na zachód od przylądka Rozewie po ujście Piaśnicy, przy granicy niemieckiej, wykracza już poza obręb zatoki Gdańskiej, wchodząc w granice południowego basenu Bornholmskiego.

To położenie w stosunku do rejonów wydzielonych jest jasne. Otwarta szeroko z wodami pełnego Bałtyku komunikująca się, niezbyt daleko w łód wepchnięta zatoka Gdańska nie tworzy odrębnego rejonu. Zarówno pod względem swych warunków hydrograficznych jak i biologicznych jest ona tylko najbardziej południową częścią środkowego czyli Gotlandzkiego basenu, ściślej zaś wschodniej, poprzednio przez nas zdefiniowanej jego połowy, przytykającą bezpośrednio od zachodu do równoleżnikowo już zorientowanego drugiego zasadniczego basenu Bałtyku, mianowicie Bornholmskiego. Stąd przejściowe położenie naszego wybrzeża, na „załamaniu“, na zagibie Bałtyku między dwoma zasadniczymi jego basenami (ryc. 6). Tę przejściowość położenia naszego wybrzeża między dwoma basenami dostrzegamy i w życiu. Mamy na przykład w dolnych bardziej słonych wodach Głębi Gdańskiej takie gatunki, które niewątpliwie przybywają tutaj od zachodu z wodami bardziej słonymi, jak meduza bełtwa (*Cyanea capillata*), grzebienica *Pleurobrachia pileus* lub przejrzysty robak *Sagitta elegans forma baltica*. Są one tutaj w Zatoce Gdańskiej na krańcach wschodnich swego rozsiedlenia. Mamy jednak tuż obok i formy, które, jak raczek arktyczny *Limnocalanus grimaldi*, znajdują

się w zatoce Gdańskiej na krańcach południowych swego roz-siedlenia bałtyckiego.

Pod względem topografii dna zatoka Gdańska jest również naturalną częścią basenu Gotlandzkiego, mianowicie południowym zakończeniem owej długiej i najważniejszej niecki środkowego basenu, której głębokość, choć nie dochodzi tak znacznych wielkości, jak w głębi Gotlandzkiej, jest przecież duża jak na Bałtyk, osiągając w swej środkowej części 113 *m*. Bliżej



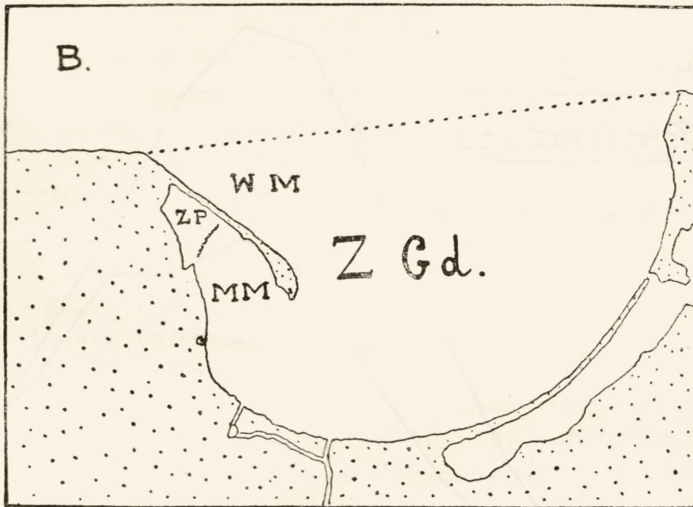
Ryc. 6.

Przejęciowe położenie polskiego Wybrzeża na „załamaniu“ Bałtyku.

naszych brzegów w obrębie wód t. zw. terytorialnych, czyli ograniczonych linią 3 mile morskie od linii brzegu, głębokości są mniejsze, jakkolwiek dochodzą jeszcze 80 *m*, zwłaszcza w sąsiedztwie cypla półwyspu Helskiego, utrudniając tym samym jego szybkie narastanie.

Na zróżnicowanie lokalne i urozmaicenie naszych wód w znacznym stopniu wpływa osobliwy twór naszego wybrzeża wąski a długi 35 *km* półwysep Helski, niewątpliwy wynik ście-

rania się prądów przeciwnych, wyrażających walkę oceanizmu z kontynentalizmem na naszej przestrzeni. Wisła ze swym ujściem pobliskim dostarczyła częściowo materiału w szczególności piachów, z których ścierające się prądy usypały wydmy półwysp. Druga część piachów naszego półwyspu, z pewnością nawet znaczniejsza, została prądami brzeżnymi przyniesiona od zachodu.



Ryc. 7.

Mapka rejonów Zatoki Gdańskiej. Z Gd. — Zatoka Gdańska oddzielona od wód Bałtyku (B) linią kropkowaną. WM — Wielkie Morze. MM — Małe Morze. Z P — Zatoka Pucka właściwa, albo Zalew Pucki.

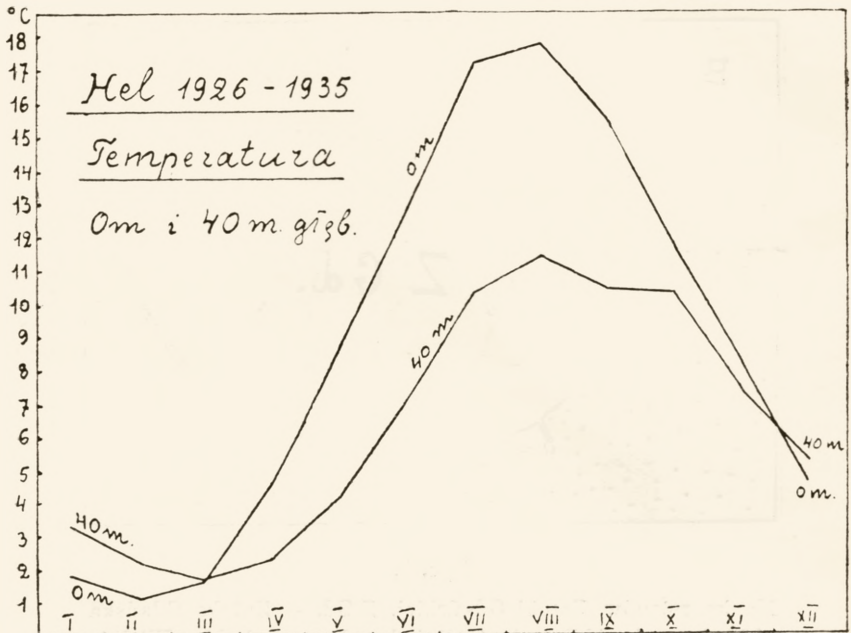
Półwysp dzieli przestrzeń wodną w pobliżu naszych brzegów na Wielkie Morze, wody na zewnątrz półwyspu od strony otwartego Bałtyku, oraz na Małe Morze, wody zatoki Gdańskiej ograniczone półwyspem, t. zw. morze wewnętrzne, albo zatoka Pucka szerzej rozumiana, oddzielona od reszty wód zatoki Gdańskiej linią cypel Helu—Redłowo (ryc. 7).

W Małym Morzu należy wyróżnić płytki piachami zapchany zakątek poza ryfem Rewa—Kuźnica, o swoistych właściwościach hydrograficznych, biologicznych i rybackich. Jest

*

to ściślej rozumiana zatoka Pucka, którą możnaby nazwać zalwem Puckim, znacznie odbiegająca swymi właściwościami od głębszych wód Małego Morza, zbliżonych bardziej do pozostałych wód zatoki Gdańskiej.

Termika. — Odnośnie warunków termicznych można zauważyć, na podstawie zgorą dziesięcioletnich obserwacji przy Helu (Demel 7), że wody nasze odznaczają się naogół dużą



Ryc. 8.

Średnia temperatura wód przy Helu, na powierzchni i w 40 m głębokości za okres dziesięcioletni 1926—1935

rozpiętością w ciągu roku, co ilustruje załączona ryc. 8 za okres 1926—1935. Temperatura najcieplejszego miesiąca sierpnia wynosi dla powierzchni 17,8°. Najzimniejszego — lutego 1,2°. Nasze brzegi południowe, a jednocześnie znacznie ku wschodowi wysunięte, okazują się zatem rejonem największej amplitudy termicznej. W miarę posuwania się ku zachodowi amplituda zmniejsza się głównie przez akcentację oceanizmu, a więc przede wszystkim przez zwyki temperatur zimowych czyli

minimalnych. Zaś w miarę posuwania się ku północy amplituda termiczna maleje przez zwiększanie się szerokości geograficznych czyli nordyzmu, nie dając takich wysokich temperatur maksymalnych latem, jak to widzimy u naszych południowych brzegów. Ta duża rozpiętość termiczna stwarza warunki urozmaicone dla gatunków o rozmaitej skali wymagań cieplnych, arktycznych, borealnych, medytterrańsko-borealnych, zabezpieczając przedstawicieli każdej z tych kategorii, zależnie od potrzeb i okresu roku, w ciepło niezbędne zarówno dla życia vegetacyjnego jak i dla rozrodu. W dziedzinie rybołówstwa odbiciem tej sezonowości są dwa bardzo wyraźnie zaznaczone sezony: letnio-jesienny albo ciepły, charakteryzujący się połowami fląder, oraz zimowo-wiosenny, który cechują połowy przychodzącego do nas na zimowisko szprota oraz zbliżającego się z północy do naszych brzegów na okres chłodnej połowy roku — łososia (Demel 6).

W kierunku północnym, jak powiedzieliśmy, amplituda maleje głównie przez zniżki temperatur maksymalnych letnich, spowodowane zwiększaniem się szerokości geograficznej, a więc bardziej północnym położeniem. Różnice nawet średnich wielkości wypadają dość znaczne, co się tłumaczy dużą rozciągłością Bałtyku, jego „wyciągnięciem“ w kierunku południkowym, od 54 do 66° szer. geogr. północnej. Załączona tabelka przytoczona z pracy Hesslego, charakteryzuje nam średnie miesięczne temperatury powierzchni dla trzech punktów, znajdujących się każdy w jednym z trzech zasadniczych i znanych nam już basenów Bałtyku, zebrane przez okręty-latarnie w okresie 1880—1913. Kreski oznaczają te miesiące, kiedy wskutek lodów pomiary nie były dokonywane.

Sierpień okazuje się miesiącem najcieplejszym i jego średnie termiczne wynoszą w rejonach zachodnich basenu południowego czyli Bornholmskiego 15,9°, w basenie środkowym przy Gotlandzie 15,5°; w północnym 13,7°. Luty jest najzimniejszy. Lód skuwa zatokę Botnicką na okres 7 miesięcy, a północne rejony basenu środkowego przez 5 miesięcy bywają zamrożone. U naszych południowych brzegów zima jest krótsza i przeciętnie tylko przez okres trzech miesięcy zimowych, od grudnia do końca lutego, lód pokrywa płytsze miejsca zatoki Puckiej poza ryfem Rewa—Kuznica. Tylko wyjątkowo, w bardzo surowe

Tabela II.
Temperatura wód powierzchniowych Bałtyku.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Basen północny (Sydostbrotten)	—	—	—	—	—	8,2	12,8	13,7	11,1	7,4	—	—
Basen środkowy (Kaparstenarna)	—	—	—	—	4,5	10,1	14,6	15,5	13,2	9,9	6,5	—
Basen południowy (Falsterbo rev)	2,7	1,7	1,9	3,7	7,5	12,8	15,8	15,9	14,2	11,5	8,0	4,9

zimy, jak to naprzykład miało miejsce w roku 1928/29, morze zamarzło i u swych południowych brzegów, unieruchamiając na czteromiesięczny okres czasu całe nasze Małe Morze oraz znaczne przestrzenie przybrzeżnych wód otwartego Bałtyku.

W miarę posuwania się ku zachodowi amplituda termiczna maleje przez wzmaganie się oceanizmu. To też w Morzu Północnym takich ekstremów termicznych jak w Bałtyku nie widzimy. O ile letnie temperatury maksymalne niewiele stosunkowo różnią się od temperatur bałtyckich, w stosunku do miejsc położonych w tych samych szerokościach, lub conajwyżej wykazują tylko nieco niższe wielkości, to zimowe temperatury najzimniejszego miesiąca w Morzu Północnym, w jego środkowych rejonach, nie osiągają nigdy tak niskich temperatur, jak w Bałtyku. W większości wód Morza Północnego temperatura w lutym nie spada poniżej 5—6°, a więc poniżej temperatury w okresie jesiennego wyrównania wód u naszych brzegów. Morze Północne okazuje się morzem pozbawionym niejako zimy, w naszym bałtyckim pojęciu. Ogólną charakterystykę Bałtyku przytoczoną na początku, jako morza bardziej kontynentalnego od M. Północnego, uzupełnia nam zatem jego charakterystyka termiczna. Jest on morzem zimniejszym, surowszym niż bardziej do oceanu przybliżone i mniej przez lądy otoczone Morze Północne. Ten oceanizm jeszcze wyraźniej zaznaczony jest u południowych brzegów Norwegii w Atlantyku borealnym, gdzie amplituda termiczna wody w ciągu roku wynosi zaledwie około 6°.

W kierunku pionowym daje się dostrzec wyraźne uwarstwienie termiczne. Latem bezpośrednie nagrzewające działanie

promieni słonecznych sięga u naszych brzegów średnio 20 *m* głębokości, tworząc na wierzchu najbardziej nagrzaną warstwę nakrywową. Poniżej w głębokościach 20 do 40 *m* — do spodu górnej słabo słonej i izohalinowej, czyli równomiernie słonej warstwy wód, mamy już wody nie nagzewające się bezpośrednim działaniem słońca, latem odcinające raptownie swymi warunkami termicznymi od warstwy nakrywowej. Tworzą one warstwę przejściową, o temperaturach niskich, z minimalną w okresie lata w swych najbardziej dolnych częściach, a więc w głębokościach średnio 50—60 *m*, gdzie też mamy wtedy nagromadzoną niejako zimową wodę warstw powierzchniowych, sprowadzoną w te miejsca działaniem pionowych ruchów konwekcyjnych w okresie wiosennej cyrkulacji i wyrównania termicznego. Drugim okresem wyrównania termicznego w następstwie pionowych ruchów konwekcyjnych jest okres późnej jesieni, kiedy to, podobnie jak i na wiosnę, na skutek pionowych prądów wyrównawczych słabo słona, izohalinowa warstwa wód bałtyckich staje się również izotermiczną, a więc pozbawioną warstwy cieplejszej, nakrywowej.

Stosunki powyższe, wyrażające się w szczególności w dwojakim uwarstwieniu termicznym latem w górnej mniej słonej, izohalinowej warstwie, występują oczywiście wyraźniej w obszernych basenach, przeważnie zdala od lądu, zaś na małych głębokościach i w pobliżu brzegów warstwa górna tworzy często latem warstwę jednorodną termicznie od powierzchni do dna. U nas przy Helu zdarza się to stale w następstwie zahamowania normalnego odpływu wód Bałtyku przez cieśniny duńskie, co powoduje silny prąd od zachodu, t. zw. prąd naprowadzający, który przy cyplu Helu pogrąża w miarę wzrastania głębokości powierzchniowe warstwy wody często do 50 *m* i więcej, tworząc wtedy z warstwy górnej jednorodną termicznie warstwę nakrywową, od powierzchni do dna (Demel 7).

W warstwie dolnej, średnio od 60 *m* głębokości do dna, temperatura jest względnie stała, wahając się stosunkowo nieznacznie wokoło 4°. Amplituda roczna tych warstw głębokich zmniejsza się w miarę jak się posuwamy ku północy: w głębi Bornholmskiej w 90 *m* wynosi 4,5°, w głębi Gotlandzkiej 2,5° w głębi Botnickiej w 100 *m* 1,5°. Jest to swoiste środowisko wód stale zimnych, zamieszkałe przez gatunki arktyczne względnie arktyczno-borealne, nieznoszące oscylacji termicznych, przystosowane swym życiem do wód stale zimnych.

O zasoleniu Bałtyku i zatoki Gdańskiej. — Wyższy przez dzisiejszą oceanografię przejściowego rejonu cieśnin, Bałtyk właściwy okazuje się morzem słonawym o stosunkowo niewielkiej rozpiętości zasolenia na powierzchni, od 10‰ przy cieśninach Sundzie i Gjedser-Dars do 2‰ w końcowych częściach zatoki Botnickiej. Izohaliny czyli linie jednakowego zasolenia wskutek tego przebiegają rzadko, są odległe od siebie, wykazując 8‰ przy Rugii, 7‰ na linii Olandia—Gotlandia—brzezi Estonii, 6‰ przy wejściu do basenu Botnickiego, 4‰ gdzieś w zwiężeniu między t. zw. morzem Botnickim a właściwą zatoką Botnicką. Zwraća uwagę skośny ich przebieg, odchylnych stale ku północy wzdłuż wschodnich brzegów Bałtyku, co pozostaje w związku z częstą cyrkulacją wód w głównych basenach w kierunku przeciwnym ruchowi wskazówki zegara, w następstwie wiatrów zachodnich oraz zahamowania względnie utrudnieniem odpływu wód przez cieśniny. Wzdłuż południowych i wschodnich brzegów Bałtyku, prąd powierzchniowy wskutek tego przebiega często ku wschodowi i północy, zaś wzdłuż szwedzkich czyli zachodnich stale ku południowi.

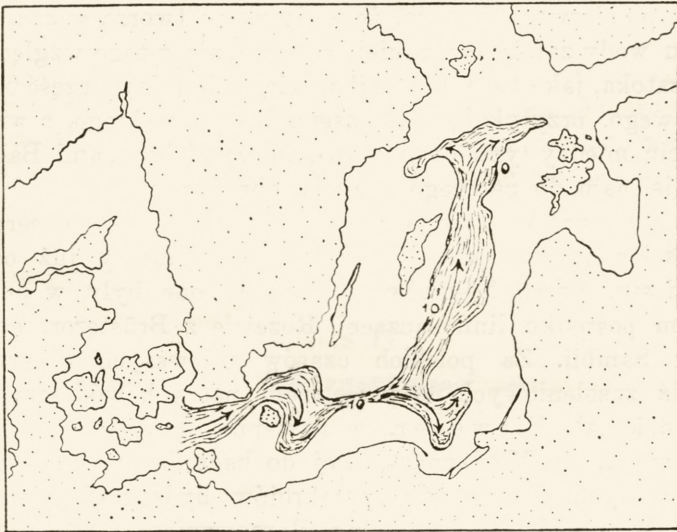
Stosunki zasolenia w trzech zasadniczych basenach w głębokości do 100 m ilustruje załączona tabelka (Hessle).

Tabela III.

Basen Bornholmski	Basen Gotlandzki	Basen Botnicki
0 m 7,5‰	0 m 6,0‰	0 m 4,5‰ (3,0‰)
50 m 9,0‰	50 m 7,0‰	50 m 6,0‰ (3,5‰)
98 m 15—18‰	100 m 9,5‰	100 m 6,0‰ (4,0‰)

Przy basenie Botnickim cyfry w nawiasach wskazują zasolenie końcowej części czyli zatoki Botnickiej właściwej, cyfry zaś bez nawiasów — zasolenie jego przedniej najrozleglejszej części t. zw. morza Botnickiego. Z tabelki tej widać, że różnice w kierunku pionowym, przynajmniej w dwóch zasadniczych basenach Bornholmskim i Gotlandzkim, są dość znaczne, większym ulegając różnicom niż na powierzchni, w kierunku poziomym. Przyczyna tego jest jasna. Bałtyk jest morzem osobliwym o istnieniu w swych głównych basenach dwóch zasadniczo

różnych pod względem zasolenia warstw. Górnej o której już wspomnieliśmy przy stosunkach termicznych, o grubości u naszych brzegów średnio do 60 m, mało słonej i mniej więcej równomiernie słonej i spodem pod nią zalegającej dolnej bardziej słonej. Obie te warstwy należy uważać jako wyraz dwóch sił ścierających się nieustannie na obszarze Bałtyku: kontynentalizmu, wyrażonego przez warstwę górną, o znacznym rozcieńczeniu wskutek nadmiernego dopływu wód śródlądowych pochodzących z rzek, o ruchu wód przeważnie ku zachodowi



Ryc. 9.

Dolny bardziej słony prąd wód atlantyckiego pochodzenia (od izohaliny 10‰ do maksimum), wyrażający w Bałtyku wpływy oceanizmu.

i oceanizmu wyrażonego w bardziej słonych dolnych warstwach atlantyckiego pochodzenia, o biegu wód przeciwnym, ku wschodowi i ku północy. Dolny ten prąd, zbliżony od góry do izohaliny 10‰ odpowiadającej średnio zasoleniu wód powierzchniowych na zachodniej granicy Bałtyku, ilustruje nam załączona mapka (ryc. 9). W basenie Gotlandzkim ta izohalina przebiega na głębokości większej niż 100 m. w Basenie Bornholmskim płycej.

Jedynie w basenie Botnickim, bardziej od innych wyizolowanym przez płytkie pasmo wysp Alandzkich, szcher fińskich

i szwedzkich nie znajdujemy tej dwuwarstwowości. Wody przydenne różnią się tam od warstw powierzchniowych ledwie co większym zasoleniem. Dno pasma izolacyjnego w rejonie szcher fińskich wznosi się ponad dolną granicę rozcieńczonych wód warstwy górnej, nie dopuszczając tym samym bardziej słonego prądu wód dolnych do basenu Botnickiego, który też na skutek tego staje się raczej wielką wysłodzoną najsilniej zatoką, niż rejonem równorzędnym pozostałym dwu basenom.

Przechodząc do stosunków zasoleniowych zatoki Gdańskiej, należy zauważyć, że ich poznanie ma dla nas szczególne znaczenie, po pierwsze dlatego, że wody nasze tworzą w znacznym stopniu wody zatoki Gdańskiej, a następnie z tego względu, że sama zatoka, jako tworząca najbardziej południową część basenu środkowego, przytykająca do basenu Bornholmskiego, a więc na przejściu między tymi dwoma zasadniczymi basenami Bałtyku, ilustruje nam do pewnego stopnia obraz przeciętnych zasoleniowych warunków całego morza. Systematyczne obserwacje na zasoleniem wód zatoki Gdańskiej posiadamy już od lat trzydziestu. Przez Niemców prowadzone one były w punkcie leżącym pośrodku linii łączącej Rozewie z Brüsterort na wybrzeżu Sambii. Za polskich czasów pierwszych obserwacji i analiz zasoleniowych na przestrzeni naszych wód terytorialnych dokonał Vieweger, a następnie nawiązując już do programu Rady Międzynarodowej do badania morza, bardziej szczegółowych obserwacji i przekrojów hydrograficznych dokonał Borowik (2) i jego współpracownicy. Obecnie prace odnośne, nie tylko nad zasoleniem ale i nad innymi właściwościami chemicznymi naszych wód morskich prowadzone są w Obserwatorium Morskim P. I. M. (Spr. P. I. M.) w Gdyni oraz w Stacji Morskiej w Helu (Kijowski).

Z badań tych wynika przede wszystkim, że w warstwie górnej, średnio do 60 m zasolenie jest względnie stałe i słabe, oscylując nieznacznie w około 7‰. Jest to stan zasolenia zbliżony do stanu średniego pomiędzy granicznym zasoleniem Bałtyku na zachodzie 10‰ a zasoleniem 2–3‰ w końcowych częściach zatoki Botnickiej. Badania polskie, obejmujące nie jeden lecz szereg punktów w obrębie zatoki Gdańskiej, świadczą również o bardzo małej rozpiętości wahań zasolenia, 6–8‰ w różnych punktach zatoki, co tłumaczy się niewielką stosunkowo przestrzenią naszych wód. Oscylacje spowodowane są

przede wszystkim wpływem wód wiślanych, zwłaszcza w okresie miesięcy wiosennych, kwietnia i maja, szeroko roznoszonych prądami po naszej przestrzeni. Pominąwszy jednak te drobne rozcieńczające wpływy wód wiślanych, należy uważać warstwę górną średnio do 60 *m* jako warstwę słabo słoną i równomiernie słoną, dającą obraz przeciętnych stosunków zasolenia Bałtyku.

Podobnie stałym zasoleniem odznaczają się przydenne wody warstwy dolnej, które wypełniają największe głębie zatoki poczynając średnio od 80 *m* i których zasolenie oscyluje w około 11‰. Wody zaś bezpośrednio nad tymi zalegające w głębokościach od 60 do 80 *m* mają do pewnego stopnia charakter przejściowy, między jednorodną pod względem zasolenia lecz słabo słoną warstwą górną a również jednorodnymi, lecz bardziej słonymi głębszymi, przydennymi wodami warstwy dolnej. Dostrzegamy w nich znaczne przejścia w zasoleniu, mianowicie od 8 do 10‰, na stosunkowo bliskich od siebie głębokościach, nie przekraczających w zasadzie 20 *m* — wskaźnik charakterystyczny ścierania się zjawisk, cechujących z jednej

Tabela IV.

Schemat porównawczy, ilustrujący uwarstwienie zasoleniowe i termiczne wód Bałtyku (Zatoka Gdańska).

Głęb:	Zasolenie	Termika	
0 <i>m</i>			0 <i>m</i>
20 <i>m</i>	Warstwa górna izohalinowa słabo słona, o zasoleniu średnio 7‰.	Warstwa górna nakrywowa, bezpośrednio słońcem nagrzewana.	20 <i>m</i>
40 <i>m</i>		Warstwa górna przejściowa, o minimalnych temperat. latem w swych najgłębszych częściach.	
60 <i>m</i>	Warstwa dolna przejściowa o zasoleniu średnio 8–10‰.	Warstwa dolna izotermiczna oscylująca nieznacznie w około 4°.	60 <i>m</i>
80 <i>m</i>	Warstwa dolna przydenna izohalinowa, średnio 11‰.		
100 <i>m</i>			100 <i>m</i>

strony warstwę górną z drugiej dolną, jeden z obrazków walki oceanizmu z kontynentalizmem na terenie Bałtyku. Przejściowa ta warstwa odgrywa rolę regulatora w dostarczaniu soli rozcieńczonym przez obfity dopływ wód śródlądowych wodom warstwy górnej, dając w swym ostatecznym efekcie, w myśl prawa Knudsen'a, stałe dla danego miejsca zasolenie a ściślej, nieznacznie oscylujące w około pewnej stałej.

Dolna zaś warstwa w swych częściach dennych zasilana jest nieustannie przez napływające od zachodu wody atlantyckiego pochodzenia, przenikające do zatoki Gdańskiej z basenu Bornholmskiego poprzez t. zw. rynnę Słupską wąskie przejściowe zagłębienie, łączące basen Bornholmski z basenem Gotlandzkim. W sąsiedztwie naszych brzegów jest to jeden z bardzo charakterystycznych fragmentów dynamiki wód bałtyckich.

II. Dynamika wód bałtyckich.

Zasadnicza rola wiatrów zachodnich i wschodnich w wymianie wód z Morzem Północnym. — Bałtyk znajduje się w nieustannej wymianie wód z M. Północnym. Przyczyną pierwotną tego zjawiska jest olbrzymi dopływ wód śródlądowych obliczony rocznie na 467 km^3 , co razem z opadami szacowanymi na 206 km^3 , a po odjęciu stosunkowo niewielkiego jak na morze chłodne parowania, około 182 km^3 , wynosi okragło 500 km^3 rocznie (Schulz 22).

Nie ulega wątpliwości, że tak wielka ilość wód śródlądowych wnoszona do Bałtyku jest czynnikiem zasadniczej wagi dla całej jego dynamiki i gospodarki wodnej. Zakłóca ona bowiem równowagę poziomową między połączonymi z sobą przez rejon cieśnin morzami, będąc tym samym bezpośrednio źródłem prądu wyprowadzającego wody Bałtyku na zewnątrz, do wód oceanicznych a pośrednio i wymiennego prądu przeciwnego, wprowadzającego spodem, poprzez przejściowy rejon cieśnin, atlantyckie wody do Bałtyku.

Przypatrzmy się uważniej tej wymianie wód z M. Północnym (ryc. 10). Poprzez cieśniny duńskie, wśród których Sund i przejście Gjedser-Dars, jako płytkie i pierwsze od strony Bałtyku szczególną rolę odgrywają, dalej przez Bełty i wzdłuż wschodnich brzegów Kategatu oraz norweskich Skaageraku, sunie prąd słonawych powierzchniowych wód bałtyckich ku M. Północnemu i ku norweskim rejonon Atlantyku. Jedno-

częściej z M. Północnego wzdłuż duńskich brzegów wchodzi do Skageraku prąd wody słonej, oceanicznej, który już w Kategacie, jako cięższy, pogrąża się coraz bardziej, pokrywany z wierzchu warstwą słonawej lżejszej wody bałtyckiej. W cieśninach duńskich Beltach i Sundzie ta dwuwarstwowość jest całkiem wyraźna. Spodem wchodzi do Bałtyku woda słona północnomorska, wierzchem wypływa z Bałtyku woda słonawa. Wprawdzie ostatnie badania, jak to widzieliśmy w szkicu poprzednim, precyzują nieco ten schemat ogólny w tym sensie, że tylko nieznaczna stosunkowo część wód oceanicznych ze Skagen u północnego cypla Jutlandii w Skageraku, ma przedostawać się poprzez zawile



Ryc. 10.

Mapka prądów w Rejonie przejściowym między Bałtykiem a Morzem Północnym.

drogi cieśnin duńskich do właściwego Bałtyku, że znaczna ich część unoszona zostaje z powrotem wraz z wodami słonawymi napływającymi od Bałtyku, wyzwalaając jedynie zjawiska energetycznego mieszania się wód o różnej koncentracji, czego przejawem są tak bardzo gęsto obok siebie przebiegające izohaliny, tym niemniej schemat ogólny wymiany wód, tylko co przez nas przedstawiony, zachowuje swą moc, przynajmniej pod względem jakościowym.

Ten schemat ogólny wymiany wód przez cieśniny, wymiany, spowodowanej zakłóceniem równowagi powierzchniowej w następstwie wzmożonego dopływu wód śródładowych do Bał-

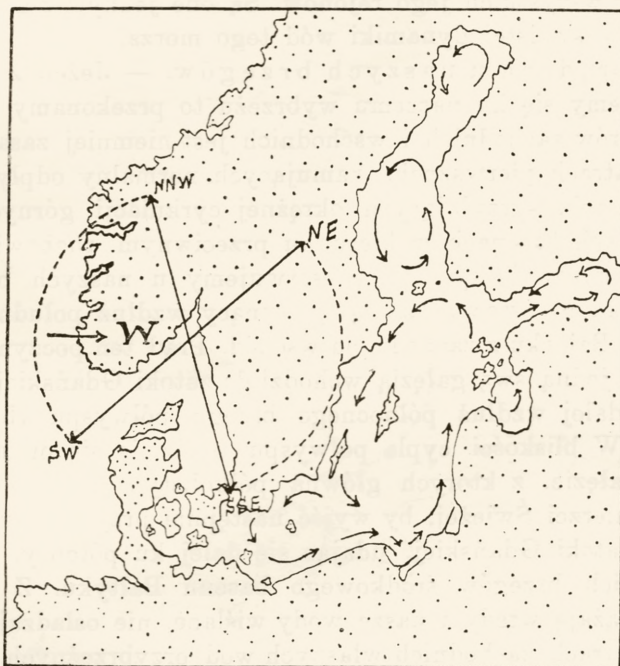
tyku, ulega jednak wyraźnym odchyleniom, a mówiąc ściślej, hamowaniu względnie przyspieszaniu w zależności od czynników meteorologicznych, w szczególności od wiatrów, przy czym zorientowanie i ukształtowanie cieśnin odgrywa w tym względzie rolę zasadniczą. Decydują tu w szczególności zorientowanie Sundu i Kategatu oraz Skageraku, tych zwłaszcza brzegów, wzdłuż których sunie wychodzący prąd bałtycki, a więc szwedzkiego brzegu w Kategacie i norweskiego w Skageraku, wreszcie przejścia Gjedser-Dars, między wybrzeżem meklemburskim a duńską wyspą Falster, bezpośredniego, podobnie jak Sund, połączenia Bałtyku właściwego z rejonem przejściowym.

Skagerak, w szczególności jego brzeg północny zorientowany jest wzdłuż linii *SW—NE*. Po tej samej linii z północno-wschodu na południowy-zachód płynie w Skageraku prąd unoszący wody do M. Północnego. W tym samym mniej więcej kierunku wypływają wody Bałtyku w przejściu Gjedser-Dars. Sund i szwedzki brzeg Kategatu, którądy to przebiega prąd bałtycki, zorientowany jest według kierunku *NNW—SSE*. Otóż dwa te zasadnicze kierunki graniczne wyjaśniają nam znaczenie wiatrów zachodnich dla hydrograficznych stosunków Bałtyku jako całości (ryc. 11).

Wiatry zachodnie, wiejące z kierunków od *SW* do *NNW*, wywierają hamujący wpływ na prąd bałtycki do Morza Północnego, spiętrzają wody w cieśninach włączając przy silniejszym naporze większe zapasy wód atlantyckich poprzez płytkie cieśniny Sund a zwłaszcza przez przejście Gjedser-Dars. Wtedy to często daje się obserwować w tych cieśninach od dna do powierzchni prąd wody słonej do Bałtyku o zasoleniu 20‰.

Dalszą znów konsekwencją tego zahamowania normalnego odpływu wód bałtyckich do M. Północnego w następstwie przesuwania się ponad cieśninami silnych wiatrów zachodnich, a jednocześnie wzmożonego dopływu wód atlantyckich, jest podnoszenie się poziomu wód w całym Bałtyku, oraz cyrkulacyjne prądy w górnej warstwie wód w głównych basenach w kierunku przeciwnym ruchowi wskazówki zegarowej, tak jak to nam ilustruje załączona mapa. Prądy te w znacznym stopniu przyczyniają się do mieszania wód bałtyckich, zarówno pod względem zasoleniowym i termicznym, jak również biologicznym. Wyrównują w górnej warstwie kontrasty. Przyczyniają się w dużej mierze

do indywidualizacji Bałtyku, jako morza słonego o względnie jednostajnych warunkach, jeżeli nie na całej swej rozległej przestrzeni, wyciągniętej tak bardzo w kierunku południkowym, to w każdym razie w swych basenach głównych, a także i w zatokach pobocznych. Wobec dominacji wiatrów zachodnich w naszych szerokościach umiarkowanych, zahamowanie odpływu Bałtyku często ma miejsce, potęgując swymi efektami indywidualizację morza.



Ryc. 11.

Obraz prądów powierzchniowych w Bałtyku, spowodowany zahamowaniem odpływu wód przez cieśniny, przy wiatrach zachodnich.

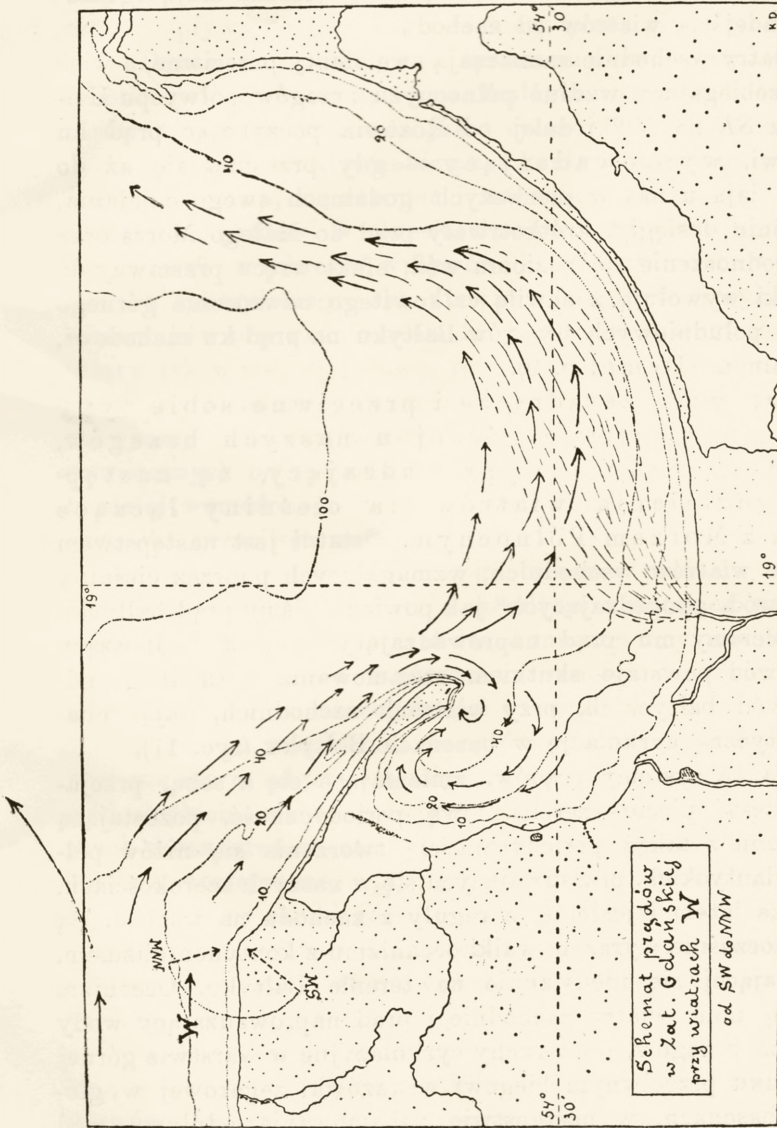
Hamującemu działaniu wiatrów zachodnich, oceanicznych na odpływ wód bałtyckich wyraźnie przeciwstawiają się wiatry wschodnie, lądowe, które też sprzyjają wzmożonemu odpływowi wód przez cieśniny Kategat i Skagerak, „popędzając“, jak to się można obrazowo wyrazić, ten prąd bałtycki. Wiatry te nie wywołują nigdy spięrzeń wody w cieśninach. Przeciwnie obniżają one tam poziom, jak zresztą i na całym

obszarze Bałtyku. Stwarzają na jego powierzchni zarówno zdala od brzegów jak i przy brzegach szwedzkich, wschodnich i południowych prąd wyprowadzający wody warstwy górnej ku cieśninom i dalej ku M. Północnemu.

Pod tym też kątem widzenia rozpatrywane obie te grupy wiatrów prądotwórczych, działających poprzez cieśniny na całość Bałtyku, mianowicie grupa zachodnia oraz przeciwna jej grupa wiatrów wschodnich, mają zasadnicze znaczenie dla Bałtyku i wszystkich jego rejonów. Są one jednym z głównych czynników swoistej dynamiki wód tego morza.

O prądach u naszych brzegów. — Jeżeli z cieśnin przeniesiemy się ku naszemu wybrzeżu to przekonamy się, że rola wiatrów zachodnich i wschodnich jest niemniej zasadnicza. Przy wiatrach pierwszych, hamujących normalny odpływ wód w cieśninach, sprzyjających okrężnej cyrkulacji górnych wód w głównych basenach w kierunku przeciwnym ruchowi wskazówki zegarowej (ryc. 11), obserwujemy u naszych brzegów t. zw. prąd naprowadzający, sunący wzdłuż południowych brzegów Bałtyku z zachodu na wschód. Prąd ten poczynając od Rozewia jedną swą gałęzią wchodzi do zatoki Gdańskiej, gdzie biegnie dalej wzdłuż północnego brzegu półwyspu Helskiego na *SE*. W bliskości cypla półwyspu rozdziela się on na dwie dalsze gałęzie, z których główna półkolistym ruchem okrąża brzegi mierzei Świeżej, by wyjść następnie przy Sambii z właściwej zatoki Gdańskiej, udając się dalej ku północy, wzdłuż wschodnich brzegów środkowego basenu Bałtyku. Z prądem tym podążają wtedy i nasze wody wiślane, nie osładzając nam przy wiatrach zachodnich własnych wód przybrzeżnych. Druga poboczna w zatoce Gdańskiej gałąź wspomnianego prądu wchodzi spodem do Małego Morza, powodując okrężną, kompensacyjną cyrkulację wód w kierunku ruchu wskazówki zegarowej, oraz widoczne podnoszenie się poziomu u naszych brzegów, spowodowane zresztą w pierwotnej swej przyczynie zahamowaniem odpływu wód w cieśninach. Woda intensywnie się miesza a nadmiar jej wierzchem spływa z wiatrem, dołączając do prądu głównego, podążającego ku północno-wschodowi wzdłuż mierzei Świeżej (ryc. 12).

Że o tych ruchach wód u naszych brzegów decydują stosunki w cieśninach, tego potwierdzenie znajdujemy w tym przede wszystkim fakcie, że prąd naprowadzający daje się obserwować



Ryc. 12.

Prądy w Zatoce Gdańskiej przy wiatrach zachodnich, wraz z zaznaczeniem odpływu wód wiślanych.

u nas jeszcze przed nadejściem wiatrów od zachodu, czemu oczywiście towarzyszy podnoszenie się poziomu wód, nawet przy wiarach wschodnich względnie południowych, wskaźnik nieomylny za kilka godzin albo i prędzej jeszcze mającego nastąpić nadejścia wiatrów od zachodu.

Wiatry wschodnie zaznaczają swe efekty przeciwne, a więc prąd przebiegający wzdłuż północnych brzegów półwyspu Helskiego z *SE* na *NW* i dalej od Rozewia poczynając prąd ku zachodowi, wyprowadzający — gdy przesuną się aż do cieśnin, dają u nas w pierwszych godzinach swego działania, nim cieśnin dosięgły, krótkotrwały prąd do Małego Morza oraz lekkie podnoszenie się poziomu wód, efekt wręcz przeciwny do tego, jaki wywołują z chwilą całkowitego odwrócenia górnego prądu u południowych brzegów Bałtyku na prąd ku zachodowi, ku cieśninom (Demel 8, 9).

Dwa więc zasadnicze i przeciwne sobie typy prądów w warstwie górnej u naszych brzegów, naprowadzający i wyprowadzający, są następstwem działania wiatrów na cieśniny łączące Bałtyk z Morzem Północnym. Ostatni jest następstwem działania wiatrów wschodnich, wzmagających poprzez cieśniny odpływ wód, „popędzających“ jak powiedzieliśmy prąd bałtycki, gdy przeciwny mu prąd naprowadzający (ryc. 12) podnoszący poziom wód powstaje skutkiem zahamowania normalnego odpływu wód bałtyckich, przy wiatrach zachodnich, dając charakterystyczną cyrkulację w basenach Bałtyku (ryc. 11).

Oba te systemy prądów, zmieniające się z sobą, przejawiają często pięcio-sześciodniową periodyczność, pozostającą w harmonii z taką periodycznością tworzenia się niżów północno-atlantyckich, przesuujących się w naszych szerokościach, zwłaszcza latem i jesienią, z reguły z zachodu na wschód. Są one jednocześnie wyrazem walki oceanizmu z kontynentalizmem, rozgrywającej się nieustannie na terenie Bałtyku. Oceanizm wyrażają nam wiatry zachodnie i prąd naprowadzający wody u naszych brzegów, oraz ruchy cyrkulacyjne w warstwie górnej w kierunku przeciwnym biegowi wskazówki zegarowej w głównych basenach, w następstwie zahamowania odpływu wód Bałtyku przy jednoczesnym wtłaczaniu większych ilości wód atlantyckich spodem przez cieśniny. Kontynentalizm to wiatry wschodnie i prądy wyprowadzające wody z Bałtyku. Przy na-

porze wiatrów oceanicznych Bałtyk się broni zwiększoną ilością wód śródlądowego pochodzenia, nieustannie z rzek napływających a utrudnionych w swym odpływie przez cieśniny. Przy wiatrach kontynentalnych zapas wód wniesionych przez rzeki szybko spływa z prądem, pochłonięty przez słone wody Atlantyku. Dynamika ta okazuje się systemem zrównoważonym. W jej świetle stają się jasne fizyczne, biologiczne i rybackie stosunki zarówno naszego wybrzeża jak i całego Bałtyku.

Wyrazem walki oceanizmu z kontynentalizmem na terenie Bałtyku okazują się również i wahania poziomu wód, zresztą następstwo prądów. W okresie zimowych oraz wiosennych miesięcy, czyli w okresie wpływów kontynentalnych wyżów lądowych, syberyjskiego i skandynawskiego, a tym samym wiatrów z kierunków przeważnie wschodnich, poziom Bałtyku jest naogół niższy jak w ciepłej połowie roku morskiego, w okresie letnich i jesiennych miesięcy, zaznaczających się na obszarze morza zazwyczaj przewagą wiatrów oceanicznych, przewagą prądów powietrznych od zachodu, hamujących odpływ Bałtyku, mimo bardziej wzmożonego w tym okresie roku parowania wody — czynnika przeciwnego.

Oprócz tego dwusezonowego wahania poziomu morza dostrzegamy również dość duże oscylacje z miesiąca na miesiąc w średnim ujęciu, jak również dosyć znaczne oscylacje dzienne — wszystkie uzależnione w pierwszym stopniu od czynników meteorologicznych, w szczególności od wiatrów.

Nie ulega wątpliwości, że oprócz wiatrów w zjawisku wahań poziomu morza odgrywają rolę jeszcze inne czynniki, jak dopływ wód słodkich, wlewanych przez wielkie rzeki, a przez dzisiejszych oceanografów szacowany na średnio 500 km^3 rocznie, dalej opady atmosferyczne, wpływy kosmiczne etc. W Bałtyku jednak i to głównie na skutek jego łączności z Morzem Północnym, oraz znacznego wydłużenia bezpośredni i pośredni wpływ wiatrów na oscylacje poziomu jest najważniejszy i w skutkach swych najbardziej widoczny.

Wahania poziomu morza spowodowane wiatrami kompensują w pewnym stopniu brak regularnych przypływów i odpływów, zastępując te ostatnie wahaniami mniej regularnymi, ale niemniej od przypływów i odpływów ważnymi dla zrozumienia fizycznych, biologicznych oraz rybackich zjawisk Bałtyku (Demel 10, 12).

*

Lokalne efekty wiatrów północnych i południowych. — Ta szczególnie wielka rola wiatrów w dynamice wód bałtyckich wynika z położenia i ukształtowania naszego morza. Położony z jednej strony w strefie umiarkowanej północnej, przytem połączony z Atlantykiem, Bałtyk jak widzimy skazany jest na wpływy nieustannych planetarycznych ruchów atmosfery w tych strefach z zachodu na wschód, a w szczególności na wpływy cyklonalnego układu Atlantyku Północnego, który swoją dominującą rolę zaznacza na całej jego wodnej gospodarce. Z drugiej strony wepchnięty między lądy północnej Europy, znajduje się jednocześnie na krańcu zachodnim w północnej części najrozleglejszego z kontynentów — wielkiego bloku Eurazjatyckiego. To ostatnie znów położenie wystawia nasze morze, zwłaszcza w pewnych okresach, mianowicie zimą i wiosną, na skutki wpływów wyżu syberyjskiego, a więc silnego parcia mas powietrznych od wschodu. Stąd nieustanne ścieranie się wiatrów zachodnich z wschodnimi, nieustanna walka oceanizmu z kontynentalizmem.

Wpływu naporu wód M. Północnego, tak widocznego przy wiatrach zachodnich, względnie wzmożonego odpływu wód bałtyckich przez cieśniny, spowodowanego wiatrami wschodnimi, a więc efektów zaznaczających się niejako na całości gospodarki wodnej Bałtyku, nie dostrzegamy przy wiatrach działających z kierunków południkowych: północnych i południowych. Przy wiatrach z tych kierunków wiejących spotykamy się raczej z lokalnymi przesuwaniem wierzchnich warstw wodnych, dającymi różne i najczęściej przeciwstawne efekty w różnych punktach na szlaku swego działania. Nie są to wiatry prądotwórcze w tym stopniu, co zachodnie względnie wschodnie. Ich działanie jest bardziej lokalne.

Na polskim, południowym brzegu Bałtyku, z konieczności daje się odczuwać napór wód przy wiatrach północnych. Przebiegając znaczne przestrzenie basenów, rozlokowanych przeważnie południkowo, wiatry te przesuwają najbardziej górne warstwy ku naszym brzegom, szybko podnosząc poziom, który jednak równie szybko opada z ich zmianą, względnie z ich ścichnięciem. Z reguły najwyższy poziom obserwujemy u nas przy kierunkach północnych, bezpośrednio jednak po długotrwałych wiatrach zachodnich. Wtedy to do wysokiego stanu morza, spowodowanego spiętrzeniem wód w cieśninach i zahamowaniem odpływu

wód bałtyckich, wiatry północne dołączają swe efekty lokalne (Demel 12).

Przy normalnym układzie stosunków, a więc kiedy niżę mamy na Atlantyku północnym gdzieś w okolicach Islandii, a wyżę w okolicach wysp Azorskich, inaczej mówiąc, gdy niżę nasuwają się na cieśniny z północno-zachodu, a wyżę z południowego-zachodu, wiatry północne zawsze przyłączają się do wiatrów zachodnich. Przy nasuwaniu się bowiem niżów północnoatlantyckich na cieśniny, bądź po trzeciej najczęstszej swej drodze poprzez Morze Północne, bądź też od zachodu wzdłuż drugiej, bardziej północnej, względnie czwartej bardziej południowej drogi, według klasyfikacji Van Bebbera, niżę wkracza na cieśniny zazwyczaj swą prawą stroną dolnej połowy. Ponieważ w myśl prawa Buys-Ballota ruch wiatrów w układzie cyklonalnym półkuli północnej odbywa się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówki zegarowej, więc przy nasuwaniu się niżu od północno-zachodu kolejność wiatrów jest następująca $S \rightarrow W \rightarrow N$. Działanie swe uskuteczniają zazwyczaj od SW , kierunek bowiem południowy nie wiele jeszcze wpływa na ruchy wód w cieśninach. Wiatry kręcą się w prawo. Północne następują po zachodnich, przechodząc przez kierunek pośredni NW . Przyłączają się one wtedy do prądotwórczych skutków wiatrów zachodnich. Podnoszą poziom i sprzyjają prądowi naprowadzającemu wody od zachodu wzdłuż południowych brzegów Bałtyku oraz ruchom cyrkulacyjnym w głównych basenach w kierunku przeciwnym biegowi wskazówki zegara. Są one niejako naturalnym uzupełnieniem tych skutków oceanicznych, jakie w odniesieniu do Bałtyku wywołują nasuwające się od zachodu niżę północnoatlantyckie.

Również efekty wiatrów północnych przyłączają się u nas do efektów hydrograficznych wiatrów zachodnich, czyli sprzyjają prądowi naprowadzającemu w razie nasuwania się na cieśniny wyżów atlantyckich, zresztą jak i niżę sprzyjających prądom powietrznym od zachodu i pod tym względem korelacyjnie z nimi działających. Ponieważ jednak, nasuwając się od SW , zachodzą one na cieśniny zazwyczaj swą górną częścią, a w myśl zasadniczych dla dynamiki atmosferycznej praw ruch w antycyklonach półkuli północnej odbywa się odśrodkowo, w kierunku ruchu wskazówki zegarowej, przebieg wiatrów w rejonach południowych Bałtyku zaznacza się wtedy kolejnością $N \rightarrow W \rightarrow S$, przy której wiatry północne tak samo przyłączają swe efekty,

odnośnie prądów i wahań poziomu, do efektów wiatrów zachodnich, ponieważ ostatnie, wiejąc w tym samym czasie w cieśninach, decydują tym samym o prądach u naszych brzegów.

Tak więc, zarówno przy rzadziej zaznaczającym się wpływie wyzów atlantyckich, jak i przy najczęstszym przypadku nasuwania się na cieśniny bardziej ku północy powstających niżów t. zw. islandzkich, czyli przy normalnym, nie odwróconym systemie cyklonalnym Atlantyku, dającym stały prąd atmosfery z zachodu na wschód, wiatry północne uzupełniają na polskim wybrzeżu oceaniczne wpływy wiatrów zachodnich, zaznaczających się, jak to już kilkakrotnie podkreślaliśmy, cyrkulację wód w głównych basenach Bałtyku w kierunku przeciwnym ruchowi wskazówki zegarowej, a u nas w szczególności naprowadzającym prądem od zachodu oraz wysokim poziomem wód (ryc. 11).

Wyjątkowo jest inaczej i wiatry północne mogą dołączać swe efekty hydrograficzne do wiatrów wschodnich czyli kontynentalnych. Zdarza się to wtedy, kiedy lokalne wiatry północne wieją u nas jednocześnie z wschodnimi w cieśninach, a więc z tymi, które powodują prąd wyprowadzający wody bałtyckie ku oceanowi. Stosunki takie, raczej rzadkie, zdarzają się w okresie wiosny, zazwyczaj w miesiącach marcu i kwietniu, kiedy to wyż zalegający nad Skandynawią swą południową częścią roztacza się nad cieśninami, zaś ze swych krańców wschodnich wysyła nam jednocześnie wiatry z kierunków północnych. Przypadek taki jest więc następstwem odwróconego niejako układu cyklonalnego, kiedy to ku północy, a nawet i nieco ku zachodowi od cieśnin mamy antycyklonalny układ atmosfery. Niewątpliwie w największym stopniu przyczyniają się do tego obecność rozległego i górzystego półwyspu Skandynawskiego oraz pierwsze wiosenne nagrzewanie się Europy Środkowej. Niski stan wody Bałtyku w okresie wiosennych miesięcy w dużym stopniu spowodowany jest takim właśnie odwróconym układem, gdy wyż Skandynawski a niż bardziej ku południowi zalegający stwarzają ponad cieśninami prąd powietrzny w kierunku ze wschodu na zachód, wyprowadzający nadmiernie wody Bałtyku ku oceanowi.

Przeciwnie do wiatrów wiejących z kierunków północnych, uzupełniających u nas najczęściej wiatry oceaniczne, południowe

im przeciwstawne przyłączają się z reguły do wiatrów wschodnich, i to głównie dlatego, że najczęściej po nich następują, względnie wzajemnie się z nimi przeplatają. Taki stan rzeczy, charakteryzujący zwłaszcza zimowe miesiące, styczeń i luty, ma miejsce najczęściej przy wyżu, zalegającym od nas na wschód, względnie na południowy - wschód, rozlokowanym gdzieś nad Rosją środkową i będącym najczęściej w ciągłości z syberyjskim. Zatrąca on o nas wtedy swą zachodnią względnie północno-zachodnią częścią, gdzie też wieją wiatry z kierunków wschodnich i południowych.

Drugi powód, dla którego wiatry południowe u nas w szczególności dają efekty hydrograficzne negatywne, a więc prąd wyprowadzający wody ku zachodowi i niższą poziomą wód, wynika już z konfiguracji i położenia naszego wybrzeża, tworzącego zachodni zaopatrzony w półwysep Helski brzeg zatoki Gdańskiej, który wraz z linią brzegu od przylądka Rozewskiego ku zachodowi tworzy przy Rozewiu kąt dzielony ściśle na pół linią *NNE—SSW*, identyczną z linią orientacji większej części wód Bałtyku środkowego i północnego. Ta konfiguracja naszego wybrzeża oraz znane nam już położenie na zagibie dwóch zasadniczych kierunków Bałtyku, na „załamaniu“ tego morza, sprawiają, że nawet przy wiatrach zachodnich w cieśninach, zwłaszcza przy wiatrach słabszych, nie wywierających dostatecznego naporu wód, ale mimo to u południowych brzegów Bałtyku dających prąd z zachodu na wschód, daje się obserwować przy wiatrach południowych, zwłaszcza przy *SSW*, prąd wyprowadzający, przebiegający wzdłuż północnego brzegu półwyspu Helskiego na *NW*, który jednak, poczynając od Rozewia przyjmuje kierunek *NNE*, by następnie, obróciwszy się ku wschodowi i dalej ku południowi, zamknąć ruch cyrkulacyjny w kierunku biegu wskazówki zegarowej powierzchniowych wód zatoki Gdańskiej. Jednocześnie prąd wzdłuż południowych brzegów Bałtyku sunący z zachodu na wschód, spowodowany wiatrami zachodnimi w cieśninach, poczynając od Rozewia przebiega dalej w kierunku *NNE*, omijając zatokę Gdańską, ocierając się co najwyżej o jej cyrkulację. Wiatry południowe nawet przy wiatrach zachodnich w cieśninach, hamujących odpływ, mogą zatem dawać prąd wyprowadzający, lecz czysto lokalny w zatoce Gdańskiej, kompensacyjny do głównego, bałtyckiego.

Walka oceanizmu z kontynentalizmem. — Z analizy poprzednio przeprowadzonej, która pozwoliła wydzielić wiatry o działaniu ogólnobałtyckim (zachodnie i wschodnie), wpływające na hydrograficzne stosunki Bałtyku przez pośrednictwo cieśnin oraz na wiatry o działaniu lokalnym (północne i południowe), przyłączające zazwyczaj swe efekty do efektów wiatrów ogólnobałtyckich, a mianowicie północne przyłączające się u nas do zachodnich, południowe do wschodnich, wynika możliwość podziału najbardziej ogólnego wszystkich kierunków na dwie serie przeciwstawne sobie o zasadniczym znaczeniu dla stosunków obserwowanych u naszych brzegów, w szczególności przy Helu — wiatry pozytywne i negatywne albo inaczej oceaniczne i kontynentalne. Pierwsze obejmują kierunki *W* i *N*, od *SW* do *NNE*, drugie, wschodnie i południowe, od *NE* do *SSW* (Demel 9).

W miarę tego jak zaczęto gromadzić systematyczne obserwacje, dotyczące w szczególności wahań termicznych wód głębszych przy Helu, prądów jako przyczyny tych wahań, poziomu morza, wreszcie wędrówek ryb — podział powyższy narzucił się sam przez się. Wykresy oparte na ilościowych obserwacjach wspomnianych zjawisk, w harmonii przebiegające z tylko tak podzielonymi wiatrami, dały nam do ręki nić przewodnią, pozwalającą widzieć w zjawiskach zarówno fizycznych jak i biologicznych, występujących u naszych brzegów, odbicie zjawisk całego Bałtyku — efekt walki oceanizmu z kontynentalizmem.

W takim jedynie oświetleniu przebieg zjawisk odnośnych staje się zrozumiałym, i w miarę kontynuowania obserwacji oraz rozszerzania zasięgu tychże, niewątpliwie pozwoli bardzo dokładnie poznać dynamikę naszych wód morskich, wskazując jednocześnie na zasadniczą w tym względzie rolę czynników meteorologicznych, w szczególności wiatrów.

Streszczając dane powyższe, można powiedzieć, że na dynamikę wód Bałtyku wpływają przede wszystkim cztery czynniki:

1. Ogólne położenie Bałtyku w strefie umiarkowanej północnej.
2. Łączność z morzem Północnym.
3. Nadmierny dopływ wód śródlądowych.
4. Szczególna orientacja Skageraku i Katagatu.

Ogólne położenie Bałtyku w strefie umiarkowanej północnej, w strefie działania z jednej strony cyklonalnych wiatrów i prądów powietrznych od zachodu, od Atlantyku, z drugiej wpływów lądowych wyżu syberyjskiego z jego aneksami europejskimi, stwarza teren predysponowany do nieustannej walki oceanizmu z kontynentalizmem. Łączność Bałtyku z Morzem Północnym skazuje morze nasze na zależność od Atlantyku północnego, zwłaszcza przy działaniu cyklonalnych wiatrów od zachodu. Nadmierny znów dopływ wód śródlądowych zakłóca



Ryc. 13.

Fala przy Helu od strony otwartego Bałtyku.

równowagę poziomową między Bałtykiem a Morzem Północnym, będąc tym samym źródłem wyprowadzającego prądu bałtyckiego. prądu unoszącego z Bałtyku do oceanu wpływy kontynentalizmu. Szczególna zaś orientacja Skageraku i Kategatu decyduje o możliwości ścisłego wydzielenia kierunków poczynając od *SW* do *NNW* z jednej strony, a od *NE* do *SSE*, jako im przeciwstawnych z drugiej strony, wpływających bądź przez zahamowanie, bądź przez przyśpieszenie odpływu w cieśninach na prądy w górnej warstwie wód na całej przestrzeni Bałtyku.

Jeżeli chodzi o stosunki u naszych brzegów dochodzą tu jeszcze:

1. Położenie polskiego wybrzeża u południowych brzegów Bałtyku.

2. Obecność i kształt przylądka Rozewie.

Pierwszy z tych faktów, zwłaszcza wobec zorientowania basenów Bałtyku przeważnie w kierunku południkowym, decyduje o znaczeniu wiatrów północnych w stosunku do wahań poziomu morza, wahań szybko jednak przemijających ze zmianą tych wiatrów. Obecność zaś przylądka Rozewie w postaci kąta, którego linia *NNE—SSW* dzieli na połowy, ma doniosłe znaczenie dla stosunków lokalnych. Przylądek ten bowiem położony na „załamaniu“ Bałtyku, między dwoma zasadniczymi basenami południowym i środkowym sprawia, że kierunki *NNE* i *SSW* stają się u nas kierunkami o charakterze granicznym, dzielącym wszystkie wiatry na dwie przeciwstawne, nieustannie z sobą ścierające się serie: oceaniczną (pozytywną) i kontynentalną (negatywną), z których pierwsza obejmuje zachodnie i północne, druga wschodnie i południowe.

III. Zoogeograficzna analiza fauny.

Czynniki swoistego życia Bałtyku. — Wszystkie badania biologiczne nad Bałtykiem, tak bardzo zaawansowane, że wyniosły to morze do rzędu najlepiej poznanych na kuli ziemskiej, zdają się wskazywać, że o swoistym jego życiu zdecydowały trzy zasadnicze czynniki:

1. Łączność z Morzem Północnym.
2. Słonawy charakter wód.
3. Ubogie dzieje.

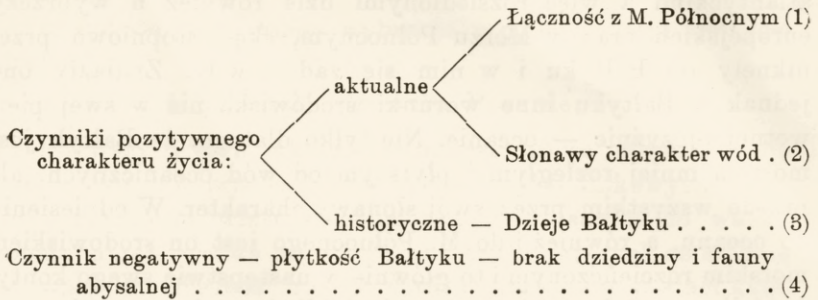
Łączność z M. Północnym, jeszcze większa niż dzisiaj, bo odbywająca się przez nieco szersze i głębsze cieśniny w okresie bezpośrednio nasz współczesny okres poprzedzającym w t. zw. okresie litorynowym, nadała atlantycki charakter życiu Bałtyku, zaznaczający się w tym przede wszystkim, że większość morskich gatunków bałtyckich (jak z ryb flądry, dorsze, szprot. śledź, z małżów sercówka, małgiew, omulek, ze skorupiaków

krawetka, garnela, z jamochłonów chełbia i inne), są gatunkami atlantyckimi a więc rozsiedlonymi dziś również u wybrzeży europejskich oraz w Morzu Północnym, skąd stopniowo przeniknęły do Bałtyku i w nim się zadomowiły. Znalazły one jednak w Bałtyku inne warunki środowiska niż w swej pierwotnej ojczyźnie — oceanie. Nie tylko dlatego, że Bałtyk jest morzem mniej rozległym i płytszym od wód oceanicznych, ale przede wszystkim przez swój słonawy charakter. W odniesieniu do oceanu, a również i do M. Północnego jest on środowiskiem morskim rozcieńczonym i to głównie w następstwie swego kontyentalizmu, obfitego dopływu wód śródlądowych, wreszcie utrudnionej łączności z pozostałymi wodami hydrosfery morskiej, w dzisiejszym zwłaszcza okresie swego rozwoju. W fakcie tym znajdujemy drugi zasadniczy czynnik swoistego składu i charakteru fauny, zaznaczający się w selekcji określonych gatunków, w skarleniu typów morskich, przymieszce gatunków słodkowodnych etc., z czym zapoznamy się dokładniej w szkicu IV-tym, przy omawianiu Bałtyku jako słonawego środowiska życia.

Zarówno słonawy charakter wód jak i łączność z Atlantykiem to czynniki, które działają po dzień dzisiejszy, czynniki aktualne, którym należy przeciwstawić czynnik historyczny — ubiegłe dzieje. Czynnik ten tłumaczy nam istnienie elementów arktycznych w faunie dzisiejszego Bałtyku, mimo braku łączności w dzisiejszych czasach z Morzem Lodowatym. Z geologii jednak wiemy, że bezpośrednio po okresie lodowcowym, Bałtyk łączył się najprawdopodobniej na szerokości dzisiejszej Finlandii z dawnym Morzem Lodowcowym. Tamtędy to, a może również i od zachodu przez t. zw. połączenie środkowoszwedzkie przeniknęła doń fauna i flora arktyczna, która w zimnych przydennych wodach znajduje po dziś dzień swe warunki bytu, tworząc zdala od ojczyzny charakterystyczne kolonie reliktowych form arktycznych, niezrozumiałe bez interwencji czynnika historycznego.

Do tych trzech czynników zasadniczych, raczej pozytywnego charakteru dodamy jeszcze czwarty, negatywną cechę Bałtyku, mianowicie jego płytkość, która pociąga za sobą brak dziedziny i życia abysalnego i która wprowadza nasze morze do odrębnej kategorii mórz szelfowych, stawiając obok najbliższego klimatycznie Morza Północnego.

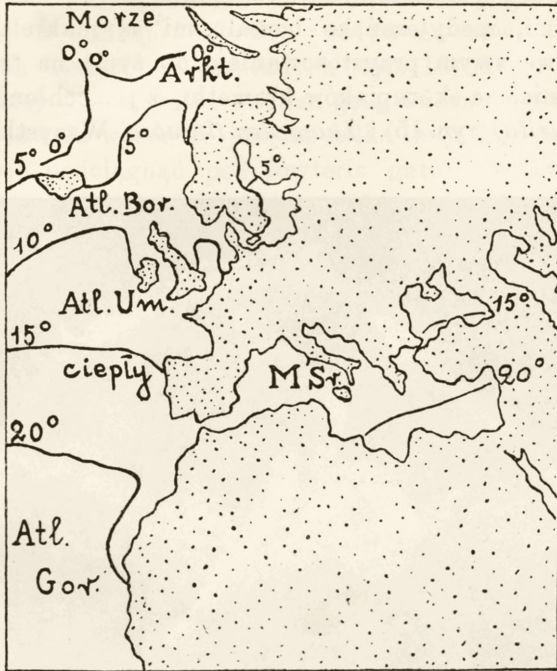
Poniżej załączony schemat ilustruje nam ten podział:



Element atlantycki w faunie Bałtyku. — Wśród gatunków atlantyckich zadomowionych w Bałtyku, mamy jednak dwojaki ze względu na swe rozsiadlenie, co pozostaje w związku z tym faktem, że Atlantyk Północny, a więc obszar oceanu który udzielił życia Bałtykowi, jest jako taki rejonem przejściowym, łączącym zimne arktyczne wody z wodami tropikalnymi Atlantyku gorącego i posiada gatunki północne czyli borealne oraz południowe, medyterańsko-borealne, zazwyczaj szerzej i bardziej ku południowi od pierwszych rozsiadlone (ryc. 14).

Większość oczywiście tworzą gatunki borealne, bardziej północne, których normalne rozsiadlenie geograficzne u brzegów Europy rozciąga się średnio od zimnych wód arktycznych poprzez Morze Północne gdzieś po wybrzeża Francji i Kanał La Manche, średnio po izotermę roczną 10° dla wód powierzchniowych. Tych to borealnych gatunków Bałtyk ma najwięcej przede wszystkim dlatego, że komunikuje się z M. Północnym, położonym w tej samej strefie borealnej Oceanu, powtóre że wyciągnięty jest w kierunku południkowym, od 54° do 66° szerokości geograficznej północnej, odpowiadającej bez mała szerokości strefy borealnej, a więc przedstawia ogólne warunki tej strefy, mimo silnie zaznaczonego kontynentalizmu, co wprowadza szereg już specjalnych odchyżeń (zwiększenie amplitudy termicznej, zaostrenie sezonowości). Do typowych ryb borealnych należą np. dorsz, śledź, głowacz kur, flądra zimnica, z małżów piaszczak i inne.

Drugą mniej liczną grupę gatunków atlantyckich w Bałtyku tworzą formy, których zasięg normalny u brzegów Europy jest z reguły szerszy, obejmując sobą i bardziej południowe



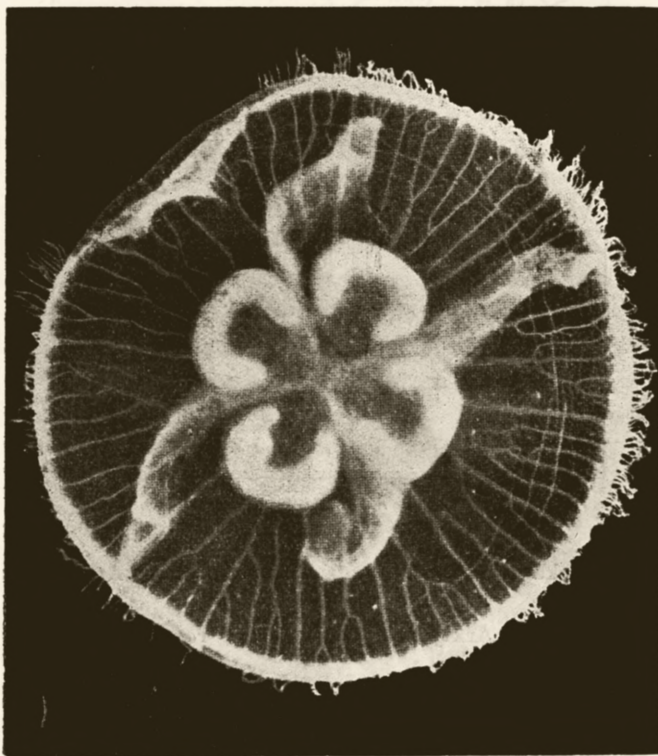
Ryc. 14.

Mapka ilustrująca przejściowy charakter Atlantyku u brzegów Europy:

- 1) Morze Arktyczne, od izotermy rocznej 5° do minimalnej.
- 2) Atlantyk borealny (chłodny), zawarty średnio między izotermami rocznymi 5° a 10° .
- 3) Atlantyk umiark. ciepły, między izotermami 10° a 20° .
- 4) Atlantyk gorący, od izotermy 20° w wyż do maksymalnej.

rejony Atlantyku, poczynając od Morza Śródziemnego idąc od południa, a ku północy wkraczając w krainę borealną. Są to gatunki medyterańsko-borealne albo atlantyckie (w pojęciu węższym), rozsiedlone u brzegów Europy zarówno w wodach chłodnych jak i ciepłych, a więc od Morza Śródziemnego aż co najmniej po Bałtyk ku północy. Zwłaszcza w okresie ciepłej pory roku znajdują one w północnych krańcach swego zasięgu

warunki umożliwiające im bytowanie i rozród. Z ryb naszych takimi bardziej południowymi, względnie szerzej od borealnych rozsiadłymi, medyterańsko-borealnymi są makrela i belona, dalej ciekawe swym przystosowaniem do życia na trawie morskiej iglicznie, ze skorupiaków krawetki, z jamochłonów chełbia (*Aurelia aurita*) (ryc. 15) i *Laomedea flexuosa*. Wszystkie one wy-



Ryc. 15.

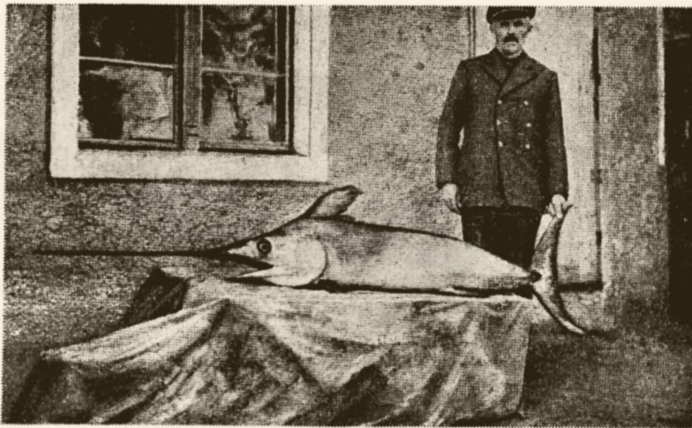
Chełbia *Aurelia aurita* — typ meduzy atlantyckiej.

(Fot. Prof. Tur).

stępują normalnie i w Morzu Śródziemnym — owej antytezje Bałtyku, zarówno pod względem termicznym jak i biologicznym. Pelagiczne gatunki ryb południowych mają w dużym stopniu ułatwioną wędrówkę ku północy dzięki gałęziom prądu Zatokowego, unoszącym ciepłe wody daleko ku północy, w krainę borealną, a nawet arktyczną. Z tymi wodami rozchodzi się fauna połu-

dniowa tak daleko, jak może. Z tymi wodami posuwa się ku północy włócznik, ogromna ryba tropikalna o górnej szczęce wydłużonej w rodzaj „miecza“, widywana również niekiedy i w naszych wodach przybrzeżnych (ryc. 16) (Demel 4).

Bardziej drobiazgową analizą geograficzną morskiej fauny Bałtyku pozwala wyróżnić jeszcze kilka innych elementów, nie dających się podciągnąć pod kryteria gatunków atlantyckich, względnie borealnych, jakkolwiek niektóre z nich mogą występować również i w Atlantyku Północnym. Naprzykład garnela podobna do krewetki, lecz prowadząca życie osiadłe, zagrzebana w piachu, rozsielona jest poza Bałtykiem w Morzu Północnym,



Ryc. 16.

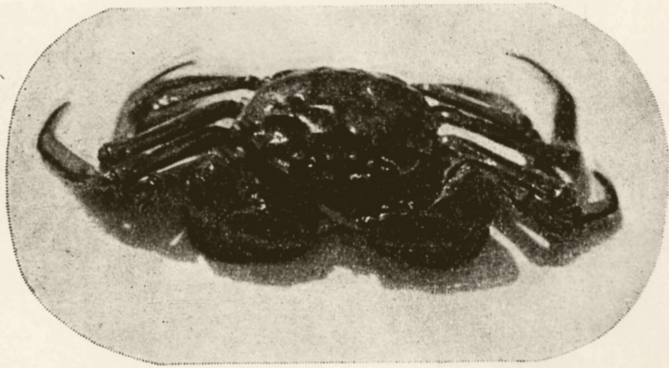
Włócznik *Xiphias gladius*, gatunek tropikalny złowiony u naszych brzegów 16. IX. 1925 r.

w Atlantyku borealnym, zarówno u brzegów Europy jak i Ameryki Północnej, dalej w Morzu Śródziemnym i w Oceanie Wielkim. Jej zasięg geograficzny wykracza poza Atlantyk, sięgając również pewnych dość rozległych rejonów Pacyfiku. Byłby to więc gatunek jeśli nie kosmopolityczny, to niewątpliwie szerzej od większości północno-atlantyckich rozsielony.

Inny znów gatunek, charakterystyczny dla umiarkowanych wód półkuli północnej, mianowicie osiadły robak wieloszczet *Terebellides strömi*, masowo spotykany w zatoce Gdańskiej w jej największych głębiach, przekraczających 80 m, na ilastym zimnym podłożu, z którego ulepia sobie rurkowate domki — wy-

stępuje poza Bałtykiem w M. Północnym, Oceanie Arktycznym, dalej w M. Śródziemnym oraz w okolicach cieśniny Magellana, czyli już w wodach antarktycznych, względnie z tymi graniczącymi. Jest to ciekawy gatunek o rozsiedleniu „dwubiegunowym“.

Duży krab wełnistoreki, którego raczej należałoby nazwać wełnistoszczypcem *Eriocheir sinensis* (rys. 17), zawleczony przed kilkunastu laty do Hamburga opanował już dolną Elbę i inne rzeki niemieckie, jak również zachodnie rejony Bałtyku, skąd to coraz dalej posuwa się na wschód wzdłuż południowych i wschodnich brzegów. U nas też coraz częściej spotykamy. Ku północy zdołał



Ryc. 17.

Krab wełnistoszczypcy *Eriocheir sinensis* przybysz z mórz chińskich żyje w Bałtyku.

(Fot. Z. Mulicki).

już posunąć się aż po wody fińskie. Zadomowił się najwidoczniej w słonawych wodach Bałtyku, tworząc tym samym nowy składnik zoogeograficzny. Jest on przybyszem, imigrantem z wód chińskich, („żółtym niebezpieczeństwem“), którego należy wyróżnić od innych gatunków bałtyckich, zadomowionych tutaj od dawna i będących autochtonami naszego morza. Pomijamy tutaj gatunki nie morskie, właściwe wodom słonawym, oraz gatunki słodkowodne żyjące w Bałtyku, gdyż o nich będzie mowa w szkicu następnym.

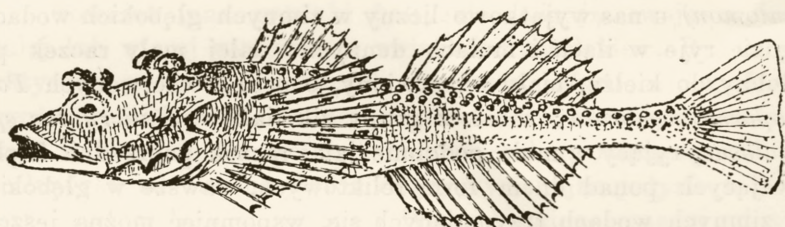
Gatunki arktyczne i dzieje Bałtyku w okresie Yoldia. — Poza tylko co wspomnianymi, raczej wyjątkowymi gatunkami, drugim obok atlantyckiego zasadniczym elementem

geograficznym w faunie morskiej Bałtyku byłyby gatunki ściśle arktyczne, występujące w odrębnym zasięgu, izolowanym od ich zasięgu macierzystego, arktycznego. Nie występują one w wodach łączących morze nasze z morzem arktycznym, a więc w M. Północnym ani też u brzegów Norwegii. Są izolowane w swym zasięgu bałtyckim. Z tego też względu pod kategorię tę nie podpadają dorsz, głowacz kur, tasza, piaskołaz czy robak wieloszczet *Harmothoe sarsi*, których zasięg geograficzny, obejmując krainę borealną, wkracza również dość daleko w zimne wody arktyczne. Ich zasięg jest ciągły. Powyżej zdefiniowane gatunki arktyczne znajdują w Bałtyku swój drugi zasięg, pozostający w dyzjunkcji z macierzystym, arktycznym i rozsiedlenie swe zawdzięczają nie czynnikom aktualnym, lecz historycznym. W Bałtyku są one relikdami arktycznej fauny. Do nich należy powszechnie znany wielki stonóg podwój (*Mesidotaea entomon*) u nas wyjątkowo liczny w zimnych głębokich wodach, gdzie ryje w ilach i mułach dennych; dalej mały raczek podobny do kielża, biały odbarwiony, o oczach czerwonych *Pontoporeia femorata*; robak z grupy sikwiaków *Halicryptus spinulosus*, ryjący w mule podobnie jak i raczek poprzedni. Z pływających ponad dnem form reliktowych, zawsze w głębokich i zimnych wodach trzymających się, wspomnieć można jeszcze raczka *Mysis mixta* i małą meduzę z grupy tiar — *Halitholus cirratus*. Z ryb niewątpliwym arktycznym gatunkiem, izolowanym w swym rozsiedleniu bałtyckim, jest głowacz czterorogi *Cottus quadricornis* (ryc. 18), występujący masowo w rejonach północnych Bałtyku, u naszych południowych brzegów trafiający się jednak raczej wyjątkowo. Wszystkich tych gatunków nie znajdujemy w M. Północnym, jak również u brzegów europejskich Atlantyku, conajwyżej w pojedynczych izolowanych stanowiskach, najprawdopodobniej wtórnego już bałtyckiego, względnie arktycznego pochodzenia. W Bałtyku zimnowodne i stenotermiczne formy te trzymają się z reguły warstw głębszych, gdzie znajdują warunki termiczne najwidoczniej zbliżone do warunków, jakie mają w swej ojczyźnie lodowatej — morzu Arktycznym.

Występowanie w wodach Bałtyku właściwego oraz w rejonie przejściowym cieśnin, przy całkowitym niemal braku w M. Północnym, prawie normalnie słonym, zdaje się przemawiać za tym, że drugi izolowany od macierzystego zasięg geograficzny tych gatunków arktycznych

rzutuje się jakgdyby ze środowiskiem słonawym, bardziej rozcieńczonym niż środowisko normalnie morskie. Bliżej nieznana jest tego przyczyna. Być może wchodzi tu w grę jakieś specjalne warunki termiczne czy inne, towarzyszące wodom słonawym Bałtyku i rejonu przejściowego. A może po prostu środowisko bałtyckie swym zasoleniem najbardziej zbliża się do wód przybrzeżnych M. Arktycznego, rozcieńczonych znacznym dopływem wielkich rzek syberyjskich i północno-europejskich, skąd też wywodzi się większość reliktywów arktycznych. W każdym razie znamienym pozostaje fakt niewystępowania tych izolowanych elementów arktycznych w bardziej otwartym bardziej oceanicznym i prawie normalnie słonym Morzu Północnym.

Jaką zaś drogą gatunki arktyczne mogły przedostać się do Bałtyku, na to odpowiadają jedynie dzieje naszego morza,



Ryc. 18.

Kur rogacz *Cottus quadricornis* arktyczny, reliktowy gatunek w Bałtyku.

czyli ów trzeci zasadniczy czynnik, umożliwiający zrozumienie osobliwego życia bałtyckiego. Przypatrzmy się w krótkości tym dziejom, względnie dobrze poznanym.

Bezpośrednio po epoce lodowej, a ściślej jeszcze przy jej końcu, kiedy grube lody zalegające Polskę ledwie zaczynały topnieć, a szeroki lodowiec pokrywał jeszcze góry Skandynawii, na przestrzeni dzisiejszego Bałtyku rozciągało się morze lodowe, które na szerokości dzisiejszej Finlandii łączyło się z ówczesnym morzem Lodowcowym północnym, a od zachodu było połączone z Atlantykiem borealnym. Prawdopodobnie północną drogą przeniknęła fauna i flora arktyczna, która opanowała całkowicie to dawne morze Yoldiowe, tak nazwane od małża *Yoldia arctica*, dominującego w nim wtedy, a dziś rozsiedlonego jedynie w M. Arktycznym, wymarłego następnie w Bałtyku, najwidoczniej

wskutek rozcieńczenia środowiska i przejścia morza w zbiornik wód słonawych. W tym to okresie polodowcowym, przeniknęły do Bałtyku wszystkie występujące w nim po dzień dzisiejszy arktyczne gatunki. Niema tylko jeszcze w nauce całkowitej zgodności co do tego, czy przeniknęły one drogą północną przez łączność na szerokości dzisiejszej Finlandii, w myśl klasycznego poglądu de Geera, czy też, w braku tej łączności, jak to mniema Sven Ekman, drogą zachodnią tak zwaną środkowo-szwedzką z rejonów borealnych Atlantyku, które w okresie polodowcowym opanowane miały być raczej przez gatunki arktyczne niż borealne.

Okres Ancylus i Litorina. — Podniesienie się lądu obecnej Finlandii oraz południowej Szwecji oddzieliło dawne morze Yoldiowe od M. Lodowcowego oraz od Atlantyku i przemieniło z biegiem czasu w ogromne wysładzające się jezioro, nazwane jeziorem Ancylusowym od mięczaka *Ancylus fluviatilis*, bytującego dziś w wodach słodkich, ongiś, sądząc z osadów geologicznych, licznie rozrodzonego w tym jeziorze, w którym żyły ponadto błotniarki, zatoczki i ryby słodkowodne. Zasilane było ono przez wielkie rzeki, prarzeki dzisiejszego zlewiska wód Bałtyku, wnoszące duże ilości wód śródlądowych. Czy było ono słodkim od powierzchni do dna, czy tylko w górnych warstwach i wodach przybrzeżnych co do tego niema danych całkowicie pewnych. W każdym razie o ile przyjmujemy przeważający dziś w nauce pogląd całkowitej „słodkości“ jeziora Ancylusowego, należałoby wtedy przypuścić, że niewytrzymujące wysłodzenia morskie gatunki arktyczne musiały przetrwać ten okres słodkowodnego jeziora, w jakim Bałtyk wówczas się znajdował, w pobliskich izolujących się stopniowo rejonach słonawych, najprawdopodobniej w zagłębieniu Wenern, na miejscu dzisiejszego jeziora tej nazwy w południowo-zachodniej Szwecji, które w okresie Ancylus komunikowało się bezpośrednio ze Skagerakiem. Stąd to dopiero wtórnie mogły przeniknąć do Bałtyku, w miarę rozszerzania się zbiornika i połączenia tegoż z jeziorem Wenern w następstwie opadania dna, w nadeszłym po okresie Ancylus okresie Litorina.

Trzeci ten z kolei, bezpośrednio nasz współczesny okres poprzedzający, okres Litorina w największym stopniu zdecydował o składzie życia Bałtyku dzisiejszego. Wprowadził bowiem faunę obecną. Na zachodzie, na miejscu rejonu przejściowego, wskutek obniżania się lądu, powstaje szeroka komu-

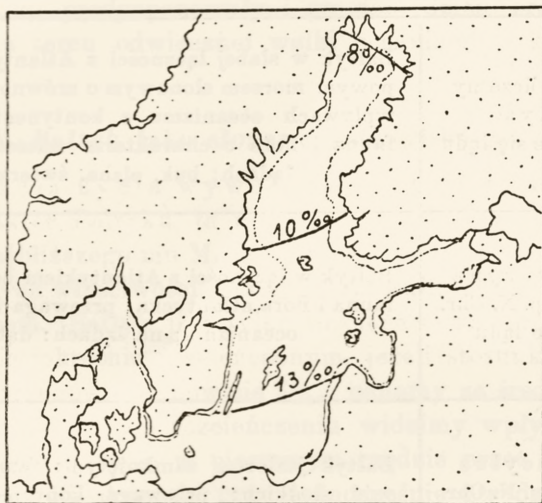
*

nikacja jeziora Ancylus z M. Północnym poprzez Kategat i Skagerak. Wody słone Morza Północnego wlewają się do jeziora Ancylus, wprowadzając z sobą faunę i florę północno-atlantycką, dziś dominującą. Bytujący w rejonie przejściowym i u europejskich brzegów Atlantyku oraz w Morzu Śródziemnym mięczak *Litorina litorea* żył wówczas na całej powierzchni tego morza, świadcząc o większym niż obecne zasoleniu wody. W miejscach gdzie dziś zasolenie Bałtyku wynosi około 7‰ w wodach powierzchniowych, w okresie Litorynowym zasolenie odpowiadało 13‰. Zaś u wejścia do zatoki Botnickiej 10‰ zamiast 5‰ minimum 8‰ osiągając w najbardziej północnych częściach zatoki Botnickiej. Było więc średnio o jakieś 5—6‰ wyższe niż obecnie. Następstwem tego było również więcej niż w dzisiejszym Bałtyku gatunków morskich. Na brzegach Danii żyły wtedy ostrygi. Skorupki małżów sercówki i omułka były znacznie grubsze i okazałszy się niż u okazów współczesnych, co jedynie większym zasoleniem środowiska należy tłumaczyć (rys. 19).

Morze Litorynowe różniło się jednak od Bałtyku dzisiejszego nie tylko zasoleniem. Było ono niewątpliwie i cieplejszym, a świadczyć o tym mogą muszle pochodzące z tego okresu, należące do gatunków medyterańskich, jak np. *Tapes decussatus*, dziś rozsiedlony w Morzu Śródziemnym oraz występujące jako relikty ciepłego okresu, w kilku północnych izolowanych stanowiskach np. przy Bergen i Trondhjem (t. zw. relikty luzytańskie). Istnieją dane pozwalające wnosić, że przeciętna temperatura wód bałtyckich w tym okresie Litoryna, przynajmniej u południowych brzegów morza, była średnio o 2—3° wyższa niż dziś. Na lądach okolicznych było również cieplej, panowała inna flora, z dębem jako gatunkiem przewodnim.

Charakterystyka okresu współczesnego. — Z końcem okresu Litorynowego w Bałtyku, a okresu *Tapes* w pobliskich rejonach Atlantyku, następuje stopniowe zbliżanie się zbiornika do stanu dzisiejszego, a więc podnoszenie się dna w cieśninach duńskich, zwięźnianie się tych cieśnin, słabsza komunikacja z M. Północnym, utrudniony dopływ wód oceanicznych, spowodowany w znacznym stopniu przez znane nam już ze szkicu o geografii Bałtyku progi Gjedser-Dars i płytki zupełnie bo 7 m mierzący, Oeresund — wreszcie, jako konsekwencja tego wszystkiego, wyraźne przejście morza litorynowego w zredukowany nieco w swych rozmiarach zbiornik wód słonawych,

o ścierających się nieustannie na jego obszarze wpływach oceanizmu z kontynentalizmem, ze stopniowym wzmaganiem się wpływów kontynentalizmu w miarę posuwania się na wschód i ku północy. Okres współczesny rozwoju Bałtyku charakteryzuje nam małż piaskołaz, *Mya arenaria*, gatunek borealny, który jednak nigdy w poprzednich okresach rozwoju naszego morza nie został stwierdzony, a przywędrował do Bałtyku dopiero po okresie Litoryna.



Ryc. 19.

Mapka ilustrująca Morze Litorynowe, z podaniem izohalin, według O. Pettersona.

Drugim małżem, uzupełniającym niejako piaskołaza, jako gatunek charakteryzujący współczesny okres rozwoju Bałtyku, jest rozsiedlony prawie na całej jego przestrzeni rogowiec *Macoma baltica*, występujący z reguły głębiej niż piaskołaz, przeważnie na dnie mulistym.

Dzieje Bałtyku ilustrują nam wymownie dzisiejszy mieszany charakter życia. Pozwalają zrozumieć istnienie elementów arktycznych, izolowanych w swych zasięgach bałtyckich, nie spotykanych ani w Morzu Północnym ani u europejskich brzegów Atlantyku, będących jak mówimy w dyzjunkcji zasięgowej. Dzieje te świadczą również o przeważających wpływach atlan-

tyckich, zwłaszcza borealnych na skutek łączności Bałtyku w dwóch ostatnich okresach z wodami oceanu, przy czym w okresie Litoryna łączności większej niż obecnie.

Streszczone pokrótce fazy rozwojowe dosadnie ilustrują, że walka oceanizmu z kontynentalizmem, jaka obecnie nieustannie rozgrywa się na całej rozległej przestrzeni Bałtyku,

Tabela V.

Polodowcowe dzieje Bałtyku.

Okres współczesny albo Mya podnoszenie się lądu	Bałtyk w słabej łączności z Atlantykiem, typowym morzem słonawym o zrównoważonych wpływach oceanizmu z kontynentalizmem; fauna i flora o charakterze mieszanym; na lądach: buk, olcha, świerk.
Okres Litoryna ok. 4.000 l. p. N. Chr. opadanie lądu	Bałtyk w łączności z Atlantykiem borealnym; fauna i flora atlantycka; przewaga łagodnego oceanizmu; na lądach: dąb.
Okres Ancylus ok. 7.500 l. p. N. Chr. podnoszenie się lądu	Bałtyk jeziorem zamkniętym; fauna i flora wód słodkich; przewaga kontynentalizmu; na lądach: osika, brzoza, sosna.
Okres Yoldia 15.000 do 8.000 lat p. N. Chr.	Bałtyk w łączności z Atlantykiem borealnym od W, z Morzem Lodowcowym od N; fauna i flora arktyczna; przewaga surowego oceanizmu; na lądach tundra.

poczynając od zachodniej zewnętrznej granicy, aż po najdalej w ląd wepchnięte rejony i która znamionuje tak bardzo ostatni współczesny okres jego rozwoju, cechujący się w szczególności słonawym charakterem wód i życia, rozgrywała się również i w biegu dziejów naszego morza. Okres Yoldia bowiem to okres dominacji oceanizmu, po którym następuje okres Ancylus, wyrażający nam zwycięstwo całkowite kontynentalizmu, by

jednak znów w okresie Litorynowym oceanizm zatryumfował. Lecz oto w czasach współczesnych losy jakby się wahały. Wpływy oceanizmu i kontynentalizmu okazują się bardziej sobie przeciwstawne, niż w którymkolwiek z okresów poprzednich, tak że nie wiadomo w którą stronę szala się przychyli. Oscylacyjne ruchy dna na całej przestrzeni Bałtyku i jego brzegów dostrzegalne a wyrażające się w kolejności opuszczania się i podnoszenia określonych terenów, mające zasadnicze znaczenie dla Bałtyku i jego komunikacji z resztą wód oceanicznych, same zatem niejako predysponowały i po dziś dzień predysponują to morze na teren odwiecznej walki oceanizmu z kontynentalizmem.

IV. Bałtyk jako słonawe środowisko życia.

Selekcja życia wywołana środowiskiem. — Słownawy charakter Bałtyku, ta najważniejsza jego cecha w odniesieniu do najbliższego mu M. Północnego, jest również, podobnie jak tyle innych właściwości, następstwem walki oceanizmu z kontynentalizmem. Bałtyk jest tylko rozcieńczonym środowiskiem morskim, pięciokrotnie rozcieńczonym, jeżeli stosunki panujące u naszych brzegów, mianowicie 7‰, uznamy za średni stopień jego zasolenia i w tym rozcieńczeniu widzimy wpływy kontynentalne, spowodowane w pierwszym rzędzie przez nadmierny dopływ wód śródlądowych, przy jednocześnie utrudnionym dostępie wód oceanicznych przez zawile i płytkie, zaopatrzone w progi cieśniny. Mimo jednak swego rozcieńczenia jest on przecież środowiskiem, gdzie, jak to już wiemy, dominują wpływy Atlantyku, zwłaszcza w charakterze życia morskiego, jak również i w charakterze tych wód głębszych, które, niezależnie od utrudnionego dostępu przez cieśniny, nieustannie przecież doń przenikają. I w sumie tych morskich właściwości, potęgowanych okresowo naporem wiatrów od zachodu oraz większym wtłaczaniem wód atlantyckich przez cieśniny, musimy dostrzec oceanizm Bałtyku. Oba te wpływy równoważą się, a wyrazem tej równowagi jest dzisiejsze, jeśli tak można powiedzieć, słonawe „oblicze“ tego morza, przejawiające się nie tylko w chemizmie środowiska, ale również i w mieszanym morsko-słodkowodnym charakterze życia, odpowiednio dobranym, zmodyfikowanym i przestrzennie rozmieszczonym.

O doborze morskiego życia bałtyckiego decyduje zatem w pierwszym stopniu słonawy charakter wód. Jest to zupełnie zrozumiałe. Nie wszystkie bowiem gatunki morskie mogą bezkarnie wytrzymywać rozcieńczenie środowiska, jego wysłodzenie. Dla większości typowych morskich organizmów (stenohalicznych) nawet nieznaczne stosunkowo odchylenie od przeciętnego zasolenia wód morskich, czyli 35‰₀₀ okazują się zabójcze.

Fauna Bałtyku składa się tylko z gatunków euryhalicznych, wytrzymujących znaczne różnice w zasoleniu wód, znaczne ich rozcieńczenie. Z faktu tego wynika ubóstwo jakościowe życia bałtyckiego, selekcja tylko pewnych gatunków morskiego pochodzenia, zasadnicza jednak dla charakterystyki tego życia cecha. Obrazowo można się wyrazić, że słonawe wody Bałtyku w stosunku do organizmów spełniły rolę sita albo filtru przez oczka którego przeszły tylko te, które skutkiem swych, najczęściej wrodzonych już właściwości, okazały się mało wrażliwe (a może odporne) na zmiany zasolenia. Podobnie zresztą jak woda słonawa w środowisku bałtyckim, działa każdy inny czynnik zewnętrzny odchylony od normy. Naprzykład znaczne wahania termiczne w warstwach powierzchniowych i przybrzeżnych Bałtyku, bez porównania większe od takich wahań w wodach oceanicznych tych samych szerokości, wywołują selekcję spośród atlantyckich gatunków najbardziej eurytermicznych, mało wrażliwych na zmiany temperatury. Znamionują one podobnie jak i euryhaliczne, dzisiejsze osobliwe życie Bałtyku.

Jakościowe ubóstwo morskiej fauny Bałtyku jest uderzające. Przede wszystkim zwraca uwagę czynnik negatywny, brak grup prawdziwie morskich, a więc stenohalicznych, jak ukwiały, kraby, osłonice, których linie zasięgów, malejąc stopniowo w miarę posuwania się od zachodu ku wschodowi, od oceanu ku Bałtykowi, nie przekraczają w zasadzie znanej nam już linii Sundu i Gjedser-Dars, o zasoleniu średnio 10‰₀₀ — zasadniczej granicy dzielącej Bałtyk od rejonu przejściowego.

W innych grupach, zapewne mniej typowych dla morza, mniej stenohalicznych, takiej ostrej granicy nie widać, tym niemniej tylko nieliczne, raczej wyjątkowe gatunki przekraczają wspomnianą linię, czyniąc z Bałtyku teren życia wyjątkowo mało urozmaicony. Z meduz zaledwie trzy, chełbia (*Aurelia aurita*), bełtwa (*Cyanea capillata*) i arktyczny reliktowy gatunek

Halitholus cirratus przekroczyły wspomniane progi i występują dziś w Bałtyku właściwym. Gdy 132 gatunki skorupiaków obunogich, typu kielży, właściwych jest Kategatowi, a 21 żyje jeszcze w zatoce Kilońskiej, 8 zaledwie spotyka się w Bałtyku u brzegów Finlandii. Z kilkudziesięciu gatunków skorupiaków równonogich właściwych M. Północnemu, 7 tylko spotykamy we wschodnich rejonach Bałtyku. Tak samo skromną okazuje się liczba gatunków, ryb bałtyckich, kilkakrotnie mniejsza od liczby gatunków śródziemnomorskich. Zarejestrowaliśmy przy Helu, za okres kilkunastuletnich notowań faunistycznych zaledwie 56 gatunków, w tym sporą część rzadkich. (Demel 11, 13). Załączona tabelka pozwoli nam zorientować się w bardzo wyraźnym zmniejszaniu się liczby gatunków zwierzęcych, w miarę posuwania się od Kategatu ku wodom Bałtyku właściwego. Wskazuje ona jak wielką selekcyjną rolę wywierają jego wody, wyławiające wyjątkowe gatunki atlantyckie, euryhaliczne, predysponowane do życia w wodach słonawych.

Tabela VI.

	Rejon przejściowy 30—10‰		Bałtyk właściwy 10—3‰	
	Kategat	Zat. Kiloń.	Bałt. środk.	Zat. Botn.
Ryby } morskie i wędrownie	—	75	40	23
} słodkowodne	—	—	6	20
Oślönice	20	5	—	—
Małże	88	23	6	4
Mięczaki przodoskrzelne	85	17	3	1
Raki dziesięcionogie	55	9	2	—
Skorupiaki obunogie	132	21	14	8
Mszywioly	65	17	2	1
Szkarłupnie	36	6	—	—
Ukwiały	16	4	—	—
Gąbki	26	13	—	—

Wybierający wpływ środowiska wód słonawych zaznacza się również i w stosunku do gatunków słodkowodnych, umożliwiając mianowicie życie tylko tym spośród nich, które okazują się mniej lub więcej odpornymi na słabe zasolenie. Już z załączonej tabeli, ilustrującej wybór gatunków i zmniejszenie się ich liczby w miarę posuwania się z zachodu na wschód,

widzieliśmy, że gdy 6 gatunków słodkowodnych ryb przypada na basen środkowy Bałtyku, aż 20 takich gatunków stwierdzono w najbardziej zresztą wysłodzonej zatoce Botnickiej. To samo dotyczy i innych grup zwierząt oraz roślin. Mamy w wodach Bałtyku stałą przymieszkę elementów słodkowodnych, które dostają się doń bądź z rzek, bądź innymi drogami i wspólnie z morskimi gatunkami tutaj żyją i tutaj się rozmnażają. Trzymają się one przeważnie terenów ujściowych i przybrzeżnych, bardziej wysłodzonych. W porcie helskim stale obserwujemy drobne stadka płotek leszczy i okoni, które zwłaszcza latem dostarczają ładnych obrazków, występując tuż obok przepływających meduz. W miarę posuwania się ku północy ku coraz bardziej rozcieńczonym wodom Bałtyku przymieszka gatunków słodkowodnych jeszcze wzrasta, osiągając swe maksimum oraz przewagę nad gatunkami morskiego pochodzenia w zatoce Botnickiej.

Jakościowe ubóstwo fauny bałtyckiej, zaznaczające się w selekcji tylko określonych typów zarówno morskich jak i słodkowodnych, mianowicie form predysponowanych do życia w wodach słonawych, nie świadczy wcale o ubóstwie ilościowym tej fauny. Przeciwnie wszystko zdaje się wskazywać, że jest ona liczebnie dostatecznie rozrodzona, co należy tłumaczyć tym, że wybrane gatunki, znalazłwszy niewyzyskaną przestrzeń i obfite pożywienie, cechujące większość mórz borealnych, nie krępowane konkurencją różnorodnych gatunków rozrodziły się masowo. Ustosunkowanie takie zdaje się potwierdzać zasadę biologiczną, sformułowaną przez Hessego, według której w danym środowisku przy zasobach pokarmowych wystarczających „ilość osobników poszczególnych gatunków pozostaje w odwrotnym stosunku do liczby gatunków“.

Skarlenie typów morskich. — Zasadniczy modyfikujący wpływ słonawego środowiska bałtyckiego na faunę przejawiał się przede wszystkim w zdrobieniu typów morskich. Gatunki morskie w środowisku bałtyckim zostały niejako odsunięte od swych optymalnych, najbardziej korzystnych warunków wzrostowych: zdrobniały. Nie wyrastają już do normalnych rozmiarów, są mniejsze od swych pobratymców, należących do tych samych gatunków, lecz zamieszkujących morza otwarte i oceany, a więc wody normalnie słone. A że w tym zdrobieniu typów morskich słabe zasolenie wód okazuje się czynnikiem najważniejszym i że nie działa tu inny jakiś czynnik

jak np. ubóstwo pokarmu, dowodzi tego w sposób niewątpliwy możliwość uszeregowania według rozmiarów osobników, pochodzących z rejonów o zmiennym zasoleniu. W miarę zmniejszania się zasolenia zmniejsza się również przeciętna wielkość okazów, nawet przy pełnym zaspokojeniu potrzeb odżywczych. Weźmy dla przykładu małże, które niewątpliwie są pod tym względem najbardziej wymowne. Oto tabelka ilustrująca w milimetrach ich rozmiary maksymalne, malejące stopniowo w miarę posuwania się od Morza Północnego przez rejon przejściowy ku zatoce Botnickiej (por. także ryc. 20).

Tabela VII.

	M. Pół- nocne	Z. Ki- łońska	B. Środ- kowy	Z. Bo- tnicka
Omulek (<i>Mytilus edulis</i>) . . .	150	110	40	21
Piaskołaz (<i>Mya arenaria</i>) . . .	>100	100	70	36
Sercówka (<i>Cardium edule</i>) . . .	45	44	25	18
Rogowiec (<i>Macoma baltica</i>) . . .	23	22	20	15

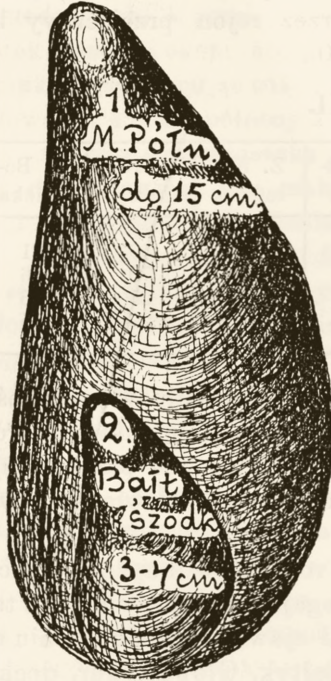
Również i meduza chelbia ulega skarleniu w zależności od zmniejszającego się zasolenia środowiska. Osobniki z M. Północnego, mierzące w średnicy do 40 cm, u nas nie przekraczają w zasadzie 12 cm, a w wysłodzonym bardzo zalewie Świeżym tylko 6 cm (por. także ryc. 20).

Skarlenie daje się obserwować również w innych grupach. Nawet ryby, oczywiście morskie, ulegają temu prawu, o ile tak można nazwać to powszechne niemal zjawisko w odniesieniu do typów morskich, zamieszkujących Bałtyk. Głowacz kur, dochodzący w morzu Arktycznym do 1 m długości, w Bałtyku nie przekracza w zasadzie 40 cm. Jego bliski krewniak znany nam już głowacz czterorogi (*Cottus quadricornis*) w Bałtyku nie przekracza 20 cm, gdy osobniki tego samego gatunku w swej ojczyźnie — Morzu Arktycznym dochodzą 1/2 m długości. Tasza albo „zając morski“ (*Cyclopterus lumpus*) w rejonie przejściowym cieśnin wyrastająca do 40 cm, a u nas tych rozmiarów nie osiąga, w Morzu Arktycznym przekracza jeden metr. To samo można powiedzieć i o gatunkach użytkowych, jak dorsz, śledź, flądry i inne. Znamienne tak bardzo dla Bałtyku skarlenie życia morskiego wyraża nam przystosowanie typów morskich do życia w wodach słonawych albo ściślej wytrwanie tych typów w od-

chylonym od ich normalnego środowiska morskiego — środowisku wód słonawych. Jest ono jednym z efektów wpływu kontynentalizmu na faunę morską, przejawem walki oceanizmu z kontynentalizmem na terenie Bałtyku.

„Prawu“ skarlenia zdają się nie ulegać tylko ryby wędrowne, łososie, węgorz, aloza, których normalne życie rozgrywa się zależnie od okresu oraz stanu organizmu (rozmród, okres od-

żywczy) bądź w morzu, bądź w wodach śródlądowych. Nie ulegają mu również gatunki słodkowodne, lepiej od morskich wyizolowane przez swą organizację od środowiska zewnętrznego, a tym samym na wzrost których wody słonawe zapewne nie działają hamująco. Wreszcie formy właściwe wyłącznie wodom słonawym typowym, nie spotykane ani w morzu, ani w wodach słodkich, występujące z tym wszędzie w warunkach podobnych.



Ryc. 20.

Omulek z Morza Północnego
i z Bałtyku środkowego.

Fizjologiczne problemy słonawego życia Bałtyku. — Ze słonawym charakterem fauny Bałtyku, więcej niż z jakimkolwiek innym geograficznym terenem życia, wiążą się ciekawe problemy fizjologii zwierzęcej, w szczególności odnoszące się do bliższego, bardziej ścisłego poznania tych właściwości wewnętrznych poszczególnych organizmów, które umożliwiają życie w pośrednim między morzem a wodami słodkimi słonawym środowisku. Widzieliśmy już, że spośród gatunków morskich do Bałtyku mogły przeniknąć tylko euryhaliczne typy. Podobnie spośród form słodkowodnych nieliczne stosunkowo mogły znieść bezkarnie środowisko bałtyckie. Że zarówno morskie, jak i słodkowodne ulegają pewnym zmianom cielesnym i obyczajów w nowych dla siebie warunkach środowiska. Są to

obserwacje biologiczne, stwierdzenia faktów, wymagające ścisłych wyjaśnień fizjologicznych, przyczynowych, możliwych jedynie w odniesieniu do poszczególnych gatunków, oddzielnie hodowanych, oddzielnie analizowanych. Ścisłe biorąc, należałoby przede wszystkim określić stopień euryhalizmu każdego gatunku, rozpiętość jego wytrzymałości euryhalicznej (a niekiedy nawet i osobnika przy bardziej widocznych różnicach indywidualnych), wyznaczyć dolną i górną granicę wytrzymałości życiowej oraz dwie inne dolną i górną, mieszczące się w obrębie pierwszych, węższe, mianowicie rozpiętości euryhalicznej rozrodu, warunku zasadniczego trwałego przystosowania się do środowiska. Wtedy dopiero otrzymamy fizjologiczne wyjaśnienie faktów, których nam dostarczają obserwacje i zwykle stwierdzenie, odnośnie występowania gatunku w danym środowisku czy też miejscu. Na czym właściwie polega euryhalizm? Co różni go od stenohalinizmu? Jakie urządzenia i metody posiadają organizmy by uniezależnić swe środowisko wewnętrzne od zmiennych wpływów środowiska zewnętrznego? Jak się zachowuje każdy poszczególny gatunek na zmiany w zasoleniu środowiska? Jak się broni gdy zmiany te zaczynają szkodzić jego życiu? etc. — oto kilka na chybił trafił rzuconych problemów fizjologicznych, mogących na terenie Bałtyku w odniesieniu do poszczególnych jego mieszkańców uzyskać prędzej odpowiedź niż na jakimkolwiek innym terenie życia. Bałtyk bowiem ze swym osobliwym wybranym, zmieszanim i zmodyfikowanym życiem okazuje się przykładem wyjątkowego wprost eksperymentu, jakiego sama przyroda dokonała nad środowiskiem morskim czyniąc go rozcieńczonym, słonawym. Rola badacza prowadzić dalej dzieło tego eksperymentu i drogą laboratoryjnej izolacji czynników znaleźć przyczynowe wyjaśnienie każdego poszczególnego przypadku swoistego życia. Program wdzięczny i jakże rozległy.

Z zadowoleniem można stwierdzić, że próby fizjologicznego badania życia Bałtyku już są uczynione, a w odniesieniu do podwoja z polskiej strony (Bogucki). Wybitnie euryhaliczny ten olbrzymi stonóg morski jest gatunkiem zamieszkującym bądź wody słonawe, jakie znajduje w Bałtyku oraz w wodach Morza Arktycznego, w sąsiedztwie ujść rzecznych i w Morzu Kaspijskim, bądź też wody zupełnie słodkie, jak jezioro Wätter w Szwecji, Ładoga w Rosji lub rzeki syberyjskie. Fizjologiczny

problem polegał na poznaniu zmian ciśnienia osmotycznego oraz składu chemicznego krwi podwoja w środowiskach o różnych stężeniach soli, innymi słowy na poznaniu osmoregulacyjnych i chemoregulacyjnych jego właściwości, czyli sprowadzał się do bliższej analizy euryhalizmu gatunku — tego zasadniczego problemu odnośnie wszystkich niemal zwierząt bałtyckich. Z badań polskich okazało się, że podwój posiada stałe ciśnienie osmotyczne wyższe niż woda Bałtyku. Również skład mineralny krwi różni się od składu mineralnego wody morskiej. Podwoje znoszą bez zaburzeń szeroką skalę stężeń wody morskiej, a mianowicie od normalnej do czterokrotnie rozcieńczonej bałtyckiej. Gina tylko w wodzie zupełnie słodkiej, wskutek utraty soli w krwi. Posiadają zatem w znacznym stopniu rozwinięty mechanizm regulujący ciśnienie osmotyczne oraz mineralny skład krwi.

Euryhaliczny ten skorupiak, wywodzący się od podwoja siberijskiego (*Mesidotia sibirica*), zamieszkującego wody o mniej lub więcej normalnej koncentracji, zajmuje stanowisko fizjologiczne pod pewnym względem na przejściu między bezkręgowcami morskimi, o ciśnieniu osmotycznym krwi równym ciśnieniu osmotycznemu otaczającej wody morskiej, a bezkręgowcami słodkowodnymi, które, podobnie jak i kręgowce z wyłączeniem z nich żarłaczy czyli rekinów, posiadają, dzięki specjalnym urządzeniom regulacyjnym, ciśnienie osmotyczne krwi stałe, przy czym u gatunków słodkowodnych wyższe, u morskich niższe od środowiska, w którym żyją.

Czy i w tej właściwości zwierząt morskich euryhalicznych, tak powszechnych w środowisku Bałtyku a których przykładem jest właśnie podwój, nie należałoby dopatrzeć się walki oceanizmu z kontynentalizmem, zaznaczonej w właściwościach fizjologicznych gatunku, wywodzącego swe pochodzenie z terenu tej walki, dziedziny wód słonawych?

Zasolenie Bałtyku i zasięgi geograficzne gatunków. — Nie ulega zdaje się wątpliwości, że krańce zasięgów wielu gatunków zamieszkujących Bałtyk odpowiadają liniom równego zasolenia, jakkolwiek czynnik ten dziś, po wydzieleniu z Bałtyku właściwego rejonu cieśnin, o nader zmiennych warunkach zasoleniowych, zależnie od miejsca, niewątpliwie już w mniejszym stopniu się zaznacza. Bowiem Bałtyk dzisiejszy jest środowiskiem o zasoleniu powierzchniowym stosunkowo małej rozpiętości, od 10‰ do 2‰, przy

tym jako teren wód słonawych opanowany jest przede wszystkim przez gatunki euryhaliczne. Tym niemniej zmienny zależnie od miejsca charakter wód bałtyckich, choć niewielki jest w odniesieniu do pewnych gatunków jeżeli nie wyłącznym czynnikiem rozsiedlenia, to w każdym razie jednym z czynników, określających granice zasięgów. Odnosi się to zwłaszcza do



Ryc. 21

Mapka rozsiedlenia czterech gatunków małżów bałtyckich w wodach Basenu Botnickiego i zatoki Fińskiej, według Välikangasa.

czterech tak bardzo typowych dla Bałtyku małżów: omułka, sercówki, rogowca i piaszkołaza. Ich graniczne linie zasięgowe dla zatoki Botnickiej i Fińskiej podaje załączona mapka (rys. 21) (Välikangas).

Najdalej w swym zasięgu posuwa się w zatoce Botnickiej rogowiec, średnio do 64° szerokości północnej, przy przeciętnym zasoleniu środowiska w tych miejscach 3,5—4‰. Drugi z kolei

zatrzymuje się w swym zasięgu omulek, dochodząc średnio do $63^{\circ} 10' N$, przy przeciętnym zasoleniu wody $4,5-5\text{‰}$. Trzecim gatunkiem jest piaszokaz, o skośnie przebiegającym zasięgu, podobnym do przebiegu izohalin od 5‰ na brzegach szwedzkich do $5,25\text{‰}$ na brzegach fińskich. Wreszcie zasięg sercówki odpowiada w zatoce Botnickiej izohalinie $5,25-5,50\text{‰}$.

Ta sama w zasadzie kolejność zasięgów (sercówka — piaszokaz — omulek — rogowiec) daje się zauważyć w zatoce Fińskiej, z tą jedynie różnicą, że zmniejszanie się zasolenia ma miejsce tutaj w kierunku równoleżnikowym, z zachodu na wschód, a nie w kierunku południkowym, jak w zatoce Botnickiej. Ponadto krańce zasięgów poszczególnych gatunków bliżej siebie przebiegają, wskutek gęściej od siebie ułożonych izohalin, zresztą następstwa mniejszej od zatoki Botnickiej rozciągłości zatoki Fińskiej.

Również inne gatunki bałtyckie ucinają swoje zasięgi mniej lub więcej wyraźnie w związku z zasoleniem. Reliktowe arktyczne garunki *Pontoporeia femorata*, *Mysis mixta*, *Halieryptus spinulosus* i meduza *Halitholus cirratus* nie przekraczają w zasadzie ku północy rejonu szcher, dzielącego basen Gotlandzki od basenu Botnickiego, występując jedynie w wodach basenów Gotlandzkiego i Bornholmskiego oraz w rejonie przejściowym cieśnin. Podobnie nie przekraczają granic szcher i te gatunki atlantyckie, które jak bełtwa *Cyanea capillata*, *Pleurobrachia pileus*, *Sagitta efegans* f. *baltica*, potrzebując wody bardziej słonej niż powierzchniowe wody bałtyckie, trafiają się też przeważnie w wodzie głębszej, w głębi Gdańskiej względnie Gotlandzkiej.

Nie ulega więc wątpliwości, że słonawy i zmienny zależnie od miejsca oraz głębokości stopień zasolenia wód bałtyckich wywołuje różnice w składzie fauny, jakkolwiek, pamiętajmy o tym, już nie w takim stopniu, jak to przypuszczali dawniejsi badacze, widzący w Bałtyku, rozumianym wraz z rejonem przejściowym, prawdziwą mozaikę życia. Bałtyk dzisiejszy, Bałtyk właściwy, pozbawiony rejonu przejściowego, najbardziej zmiennego terenu pod względem zasoleniowym, gdzie większość grup prawdziwie morskich osiąga kresy swych zasięgów, jest środowiskiem względnie jednostajnym o rozpiętości zasolenia niewielkiej, zamieszkałym przez gatunki zazwyczaj mało wrażliwe na zmiany zasolenia, rozsiedlone niemal na całej prze-

strzeni, właściwe wodom słonawym mesohalicznym¹⁾. Te to gatunki nadają życiu bałtyckiemu najbardziej charakterystyczne piętno²⁾. Nie wyklucza to jednak przebiegu na obszarze Bałtyku granicznych linii zasięgowych innych gatunków, podobnie zresztą jak na każdym względnie jednostajnym, lecz mniej lub więcej rozległym terenie życia.

Indywidualizm Bałtyku wobec Morza Północnego. — W powyżej przedstawionych cechach Bałtyku, wynikających ze słonawego charakteru wód, w selekcji tylko określonych wybitnie euryhalicznych typów morskich, skarleniu tychże oraz przymieszce gatunków słodkowodnych, widzimy indywidualizm Bałtyku, indywidualizm wyróżniający nasze morze w pierwszym stopniu od Morza Północnego, najbliższego sąsiada, w tej samej strefie klimatycznej położonego i tak samo jak Bałtyk płytkiego, jako spoczywającego również na platformie kontynentalnej. Indywidualizm ten, wynikający z aktualnych, dzisiejszych warunków środowiska i życia, uzupełniają różnice historyczne, będące w szczególności następstwem połączenia bezpośredniego Bałtyku, na szerokości dzisiejszej Finlandii, z dawnym morzem Lodowatym. One to bowiem przede wszystkim tłumaczą istnienie w Bałtyku reliktowych, izolowanych w swym zasięgu form arktycznych, których Morze Północne w zasadzie nie posiada.

Słonawy charakter wód i życia wysuwa się jednak na czoło wszystkich. Jest on tym ważniejszy, jako jednoczący Bałtyk na całej jego rozległej przestrzeni. Pogląd bowiem dawniejszy o wielkich różnicach w zasoleniu zależnie od miejsca dziś, po wydzieleniu z Bałtyku właściwego zmiennego bardzo pod względem zasolenia rejonu cieśnin duńskich, ustąpił przed nowym,

1) Według klasyfikacji Redekiego wody mesohaliczne albo typowo słonawe charakteryzują się zasoleniem 1,65—16,5‰, co odpowiada 1,0—10,0 gr. chloru na litr wody. Podczas gdy dwie inne grupy graniczne wód słonawych, tworzą już przejścia, bądź do wód słodkich (grupa oligohaliczna, o zasoleniu 0,165—1,65‰) bądź do właściwej wody morskiej (grupa polihaliczna, o zasoleniu powyżej 16,5‰).

2) Do tych mesohalicznych, typowych dla Bałtyku gatunków należą: *Cordylopora caspia*, *Nereis diversicolor*, *Membranipora pilosa*, *Balanus improvisus*, *Heterotanais oerstedii*, *Cyathura carinata*, *Sphaeroma rugicauda*, *Idotea viridis*, *Jaera marina*, *Gammarus locusta*, *Corophium volutator*, *Neomysis vulgaris*, *Embletonia pallida* małże bałtyckie i in.

racjonalnym poglądem, widzącym Bałtyk, jako morze słonawe, o małej stosunkowo rozpiętości zasolenia na całej przestrzeni, od 10⁰/₀₀ na granicy zachodniej do 2⁰/₀₀ w końcowych częściach zatoki Botnickiej. Utrudniony dopływ wód oceanicznych przez zawile, płytkie i zaopatrzone w progi cieśniny, duży dopływ wód śródlądowych oraz gra wiatrów z przewagą zachodnich, sprzyjających cyrkulacji i mieszaniu się wód w głównych basenach, wszystko to razem przyczynia się w wielkim stopniu do indywidualizacji Bałtyku, czyniąc go morzem, nie tylko odrębnym na zewnątrz, ale również względnie jednostajnym wewnątrz. Czyż bowiem nie świadczą o tym te liczne gatunki, żyjące na całej prawie przestrzeni Bałtyku, zarówno spośród przedstawicieli fauny dennej jak i planktonu¹⁾.

Rzućmy okiem na załączoną mapkę (ryc. 22), ilustrującą nam na podstawie badań znanego oceanografa duńskiego, rozszedlenie dominujących zespołów dennych w Bałtyku, w rejonie przejściowym i u atlantyckich południowych brzegów Norwegii. Czyż nie uderza w niej monotonia i jednostajność zespołów w Bałtyku, a różnorodność tychże w rejonie przejściowym i u brzegów norweskich? W Bałtyku jakieś 95% tworzy zespół rogowca *Macoma baltica*, zakreślony liniami, a zaledwie 5% tworzą północne zespoły, kropkowane na mapce, oraz na mapce niezaznaczone zespoły z wód przybrzeżnych zupełnie płytkich. W rejonie po za Bałtykiem na obszarze może równym $\frac{1}{3}$ obszaru Bałtyku mamy aż cztery typy zespołów dennych, utworzonych przez dominację na nich określonych gatunków (zespół *Venus*, *Brissopsis*, zespoły głębokowodne i zespół *Macoma*, ten sam który dominuje na całym niemal obszarze Bałtyku).

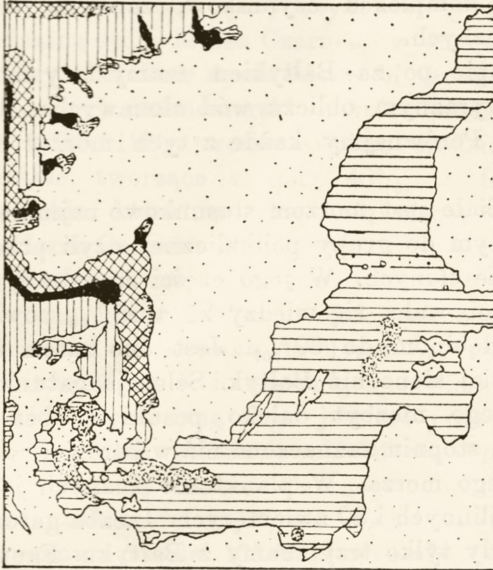
Ta jednostajność zespołu dennego Bałtyku, będąca odbiciem jednostajności warunków fizycznych, to indywidualizm jednorodnego względnie terenu i słonawego środowiska. To indywidualizm Bałtyku. Jego cecha swoista. Jakże innym jest pogląd dzisiejszy od do niedawna stosunkowo pokutującego po książkach poglądu o Bałtyku, jako mozaice różnorodnego życia!

Nowy i jedynie racjonalny ten pogląd na Bałtyk, jako na indywidualne, sobie właściwe morze słonawe, skutecznie

¹⁾ Z gatunków planktonowych takimi charakterystycznymi dla całego Bałtyku są: *Aphanizomenon flos aquae*, *Anabaena baltica*, *Chaetoceros Wighami*, *Ch. danicum*, *Synchaeta baltica*, *S. monopus*, *Eurytemora hirundoides*, *Acartia biflosa*, *Bosmina maritima* i in.

broniące swej odrębności, jak to obrazowo wyraziła się prof. Wołoszyńska w swym studium o Dinoflagellatach Bałtyku naszego, zrodził się dopiero po bliższym poznaniu życia a w szczególności po dokładnym i żmudnym poszukiwaniu i wreszcie po ostatecznym ustaleniu, właściwej granicy Bałtyku od reszty wód oceanicznych.

Okazało się istotnie, że naturalna granica Bałtyku, oddzielająca go od przejściowego pasma cieśnin duńskich, Kategatu



Ryc. 22.

Kreskowanie poziome: zespół *Macoma baltica*, kreskowanie pionowe: zespół *Venus*, kratka: zespół *Brissopsis*, gęste punktowanie: zespoły północne, ciemne: zespoły głębokowodne. Według C. G. Joh. Petersena.

i Morza Północnego, to obraz walki dwóch światów: z jednej strony świata morskiego, charakteryzującego stosunki w rejonie przejściowym, niewiele jeszcze różnego od stosunków w Morzu Północnym i z drugiej strony — Bałtyku, jako swoistego świata wód słonawych, o cechach indywidualnych nam już znanych, zubożeniu i skarleniu życia morskiego, obfitości gatunków euryhalicznych, właściwych wodom słonawym, wreszcie pewnej stopniowo ku północy zwiększającej się przymieszce

*

form słodkowodnych — słowem terenu ścierających się wpływów oceanicznych z kontynentalnymi, odzwierciedlonych zarówno w fizycznych warunkach środowiska jak i w swoistym życiu Bałtyku.

Bałtyk wśród innych mórz słonawych. — W odniesieniu do innych mórz słonawych Bałtyk wyróżnia się cechami będącymi, bądź następstwem innego położenia geograficznego czy klimatycznego, bądź też swoistych cech indywidualnych, właściwych każdemu morzu, a będących zazwyczaj następstwem kompleksu czynników, zarówno współczesnych jak i historycznych.

W Europie po za Bałtykiem mamy trzy morza o mniej lub więcej wyraźnym obliczu wód słonawych: Białe, Czarne i Kaspijskie. Porównajmy każde z tych mórz z naszym Bałtykiem.

Morze Białe jest morzem stosunkowo najmniej rozcieńczonym, należącym do grupy polihalicznej czyli przejściowej do wód normalnie słonych. W jego części środkowej słoność wód na powierzchni waha się między 21 a 28‰ powiększając się jeszcze ku głębinom do 30‰. Jest ono zatem średnio trzykrotnie bardziej słone niż Bałtyk. Selekcja gatunków morskich na skutek tego niezbyt daleko posunięta, bez porównania w mniejszym stopniu zaznaczona niż w bardziej rozcieńczonych wodach naszego morza. W planktonie znanych jest około 190 gatunków roślinnych i 80 zwierzęcych. Liczba gatunków meduz wynosi 19, gdy tylko trzy znamy z Bałtyku. Fauna denna jest rozmaitsza niż plankton, liczy bowiem 800 gatunków. Pojedyncze zaledwie są wspólne z reliktowymi gatunkami bałtyckimi, niespotykanymi u atlantyckich brzegów Norwegii. Decydującym czynnikiem dla fauny Morza Białego okazuje się nie tyle słonawy charakter wód, zresztą słabo zaznaczony, ile temperatura. Życie roślinne a nade wszystko zwierzęce składa się przeważnie z gatunków arktycznych, co zrozumiałym jest wobec bardziej północnego położenia i bezpośredniej łączności z Morzem Lodowatym.

Morze Czarne jest już morzem bardziej rozcieńczonym, bardziej słonawym niż Białe i to głównie wskutek dopływu wielkich rzek jak Dunaj, Dniestr, Dniepr, Don przy jednocześnie wąskiej a tym samym utrudnionej komunikacji po przez Bosfor z Morzem Marmara i dalej z Morzem Śródziemnym. W jego części środkowej zasolenie wód na powierzchni wynosi od 17

do 18‰, w głębinach dochodząc do 23‰. Jest więc średnio tylko dwukrotnie słodsze od Bałtyku, będąc w swych północno-zachodnich rejonach, gdzie przy Odesie najbardziej rozcieńczonym do 10‰. Tutaj jest morzem słonawym typowym mesohalinowym. W stosunku do Morza Śródziemnego stwierdzić się daje zubożenie życia, wyraźna selekcja, podobnie jak w Bałtyku w stosunku do Morza Północnego. Z ryb w Morzu Czarnym zaledwie 134 gatunki stwierdzono, gdy w Morzu Śródziemnym znanych jest 536, przy czym należy to podkreślić i jako indywidualną cechę Morza Czarnego wysunąć, mianowicie bardziej północny charakter życia niż w Morzu Śródziemnym. Z 65‰ gatunków ryb czarnomorskich, które przeszły z Morza Śródziemnego tylko 18‰ tworzą swoiste śródziemnomorskie gatunki, pozostałe, tworzące z górami 40‰, to formy raczej północno-atlantyckie, które spotykają się również i w Morzu Śródziemnym. Morze Czarne wyławia prócz form euryhalicznych, wytrzymujących słabe i zmienne zasolenie środowiska również i bardziej północne gatunki. Ten bardziej północny charakter fauny czarnomorskiej w stosunku do Morza Śródziemnego daje się zauważyć także odnośnie i innych grup zwierzęcych, robaków, skorupiaków. Przyczyną tego jest oczywiście bardziej północne i kontynentalne położenie niż Morza Śródziemnego, oraz niższe temperatury Morza Czarnego, opadające zimą w dolnych warstwach wody do 7°, nie spadające jednak nigdy w Morzu Śródziemnym poniżej 13°. Takiego wyławiania z Morza Północnego form bardziej północnych w Bałtyku nie widzimy. Mamy jednak w naszym morzu reliktury arktyczne, których Morze Północne w zasadzie nie posiada, jednak ich obecność jest już następstwem swoistych dziejów Bałtyku, w szczególności jego łączności z dawnym Morzem Lodowcowym w okresie Yoldia.

Następną cechą współczesnego Morza Czarnego, wyróżniającą to morze od innych, a tym samym i od Bałtyku, jest fakt zasadniczego znaczenia dla życia, a będący konsekwencją wręcz niedostatecznej cyrkulacji pionowej wód. Morze Czarne poniżej izobaty 200 m jest tak przesycone siarkowodorem, że po za bakteriami nie spotykamy tam jakiegokolwiek innego życia. Głębiny Morza Czarnego poniżej 200 m są więc prawie azoiczne.

Reliktów arktycznych w M. Czarnym niema. Morze to nie komunikowało się nigdy z Morzem Lodowcowym. Zastępują je

inne relikty, będące mianowicie pozostałością wielkiego śródłądowego zbiornika wód słonawych — Morza Ponto—Aralo—Kaspijskiego, rozciągającego się w okresie miocenu na przestrzeni dzisiejszego Morza Czarnego, Kaspijskiego i Aralskiego. Otóż dawni mieszkańcy tego morza, dziś niewątpliwie znacznie przerzedzeni, skupieni są obecnie w tych najbardziej wysłodzonych północno-zachodnich częściach, w M. Azowskim oraz w limanach ujściowych. Podczas gdy nowi śródziemnomorscy i północno-atlantycecy przybysze panują raczej w środkowych mniej wysłodzonych częściach M. Czarnego. Ze 134 gatunków ryb 65%, jak powiedzieliśmy, tworzą gatunki przeszłe z Morza Śródziemnego, gdy 35% przypada na formy reliktowe, właściwie wyłącznie basenowi Czarnomorsko-Azowskiemu. W stosunku do całości fauny 77% tworzą gatunki śródziemnomorskie, pozostałe 23% — endemiczne pontyjsko-kaspijskie.

Morze Kaspijskie, izolowane, śródłądowe, odznacza się jeszcze większym bogactwem gatunków endemicznych. 65% całej fauny stanowią formy niespotykane gdzieindziej. Co za kontrast pod tym względem z Bałtykiem, pozbawionym niemal kompletnie gatunków endemicznych! Wskazują one dobitnie na wielką rolę jaką izolacja odgrywa w powstawaniu nowych form życia, wskazując również na wiek tego morza. Czwarta część gatunków jest wspólna z gatunkami M. Czarnego i jest pozostałością z dawnego basenu Ponto—Aralo—Kaspijskiego. Wreszcie 11% tworzą rozmaite ze względu na pochodzenie elementy, bądź północno-atlantyckie, bądź arktyczne, jak nasz podwój (*Mesiodotea entomon*), niezupełnie wiadomego tutaj pochodzenia, bądź też gatunki słodkowodne. Średnie zasolenie M. Kaspijskiego wynosi około 12,8‰, wahając się dość znacznie, zależnie od miejsca. I gdy w rejonie ujścia Wołgi woda jest prawie słodka, na przeciwległym południowo-wschodnim brzegu zasolenie dochodzi 14‰, wskutek małego dopływu rzek w tych częściach morza oraz silnego parowania. Poniżej izobaty 400 m znika całkowicie życie zwierzęce, podobnie jak w M. Czarnym w głębokości 200 m, wskutek obecności siarkowodoru.

Swoiste życie Bałtyku, jego cechy indywidualne jako zbiornika wód słonawych mesohalicznych, tym wyraźniej nam się zarysowują na tle jego pobratymców — europejskich mórz słonawych: Białego, Czarnego i Kaspijskiego.

L I T E R A T U R A.

1. Bogucki M.: O regulowaniu ciśnienia osmotycznego hemolimfy równonogów morskich (*Mesidotea entomon*) - Acta Biol. Experimentalis VII, 1931.
2. Borowik J.: Kilka przyczynków stwierdzających oddziaływanie Wisły na stosunki w zatoce Gdańskiej. — Kosmos t. 55, 1931.
3. — O zasoleniu Zatoki Gdańskiej. — Przyroda i Technika, VIII, 1931.
4. Demel K.: Rzadki przybysz południowy w morzu naszym. — Archiwum Ryb. Polsk. I, Bydgoszcz 1925.
5. — Granica i podział naturalny Bałtyku. — Arch. Hydr. i Ryb., t. II, 1927.
6. — Nasze połowy morskie na tle pomiarów termicznych w r. 1927. — Arch. Hydr. i Ryb., t. III, 1928.
7. — Z pomiarów termicznych Bałtyku cz. I do VI. — Kosmos 54, 55, 57, 1929, 1930, 1932 i Archiw. Hydr. i Ryb., t. VIII, 1934, t. XI, 1938.
8. — O prądach przy cyplu półwyspu Helskiego. — Archiw. Hydrob. i Ryb., t. IV, 1929.
9. — Bliższa kategoryzacja wiatrów ze względu na ich efekty hydrograficzne przy Helu. — Archiw. Hydrob. i Ryb., t. VI, 1932.
10. — Poziom morza — wskaźnikiem połowów. — Archiw. Hydrob. i Ryb., t. VI, 1932.
11. — Wykaz bezkręgowców i ryb Bałtyku naszego. — Fragmenta Faunistica Mus. Zool. Pol. t. II, Nr 13, Warszawa 1933.
12. — Wahania poziomu morza przy Helu w uzależnieniu od przebiegu wiatrów. — Kosmos 59, 1934.
13. — Uzupełnienie do wykazu bezkręgowców i ryb Bałtyku polskiego. — Archiw. Hydrob. i Ryb., t. X, 1936.
14. — Kilka słów o geograficznym i środowiskowym rozszedleniu małżów bałtyckich. — Przyroda i Technika, XV, Zeszyt 5, 1936.
15. Demel K. i Dłuski: Sprawozdanie z podróży odbytej na statku szkolnym „Dar Pomorza“ na południową część Ławicy Środkowej Bałtyku. — Archiw. Hydrob. i Ryb., t. VIII, 1934.
16. Hessle Chr.: The herrings along the Baltic coast of Sweden. — Cons. Perm. Explor. Mer., Publication de Circonstance. Nr 89, Copenhagen 1925.
17. Kijowski St. W.: Nieco danych o składzie chemicznym wód zatoki Gdańskiej. — Biuletyn Stacji Morskiej w Helu, Rok I, Nr 1, 1937.
18. Möbius u. Heinke: Die Fische der Ostsee. — Kiel 1883, IV Bericht d. Commission z. Unters. d. deutsch. Meere in Kiel.
19. Redeke H. C.: Zur biologie der Niederländischen Brackwassertypen. — Bijdr, tot de Dierkunde XXII, Amsterdam 1922.

20. Ekman Sven.: Vorschlag zu einer naturwissenschaftlichen Einteilung und terminologie des Baltischen Meeres. — Intern. Revue Hydrob. und Hydrogr. Bd. XXV, 1931.

21. — Biologische geschichte d. Nord u. Ostsee. — Tierwelt d. Nord. u. Ostsee v. Grimpe u. Wagler, Acad. Verlagsgesellschaft, Leipzig.

22. Schulz B.: Wassertausch zwischen Nord.- u. Ostsee. — Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft, Nr 209. Gotha 1930.

23. — Einführung in die Hydrographie der Nord,- u. Ostsee Tierwelt d. Nord.- u. Ostsee v. Grimpe u. Wagler, Acad. Verlagsgesellschaft, Leipzig.

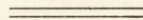
24. Vieweger T.: Pomiary zawartości soli w wodach polskiego Bałtyku. — Spraw. Kom. Fizjogr. P. A. U., t. 62.

25. Välikangas I.: Über die Biologie der Ostsee als Brackwassergebiet. — Verh. d. Intern. Ver. f. theoret. u. angew. Limnologie. Bd. VI, Stuttgart 1933.

26. Witting R.: Die Hydrographie der Ostsee. — Zeitschr. d. Gessellsch. f. Erdkunde. Berlin 1912. Nr 10.

27. Wołoszyńska J.: *Dinoflagellatae* Polskiego Bałtyku i błot nad Piaśnicą. — Archiw. Hydrob. i Ryb., t. III, 1928.

28. Prace Działu Hydrologicznego Obserw. Morskiego P. I. M. w Gdyni. — Prace P. I. M. Nr 7, Warszawa 1937.



Sprawy Towarzystwa.

PROTOKÓŁ

Walnego Zgromadzenia Polskiego Tow. Przyrodników im. Kopernika
które odbyło się dnia 20 lutego 1938 r. w Katowicach.

I. Przyjęto do wiadomości sprawozdanie Przewodniczącego, Sekretarza, redaktorów i administratorów czasopism, Kierownika Stacji Biolog. w Drozdowicach, Bibliotekarza i Przewodniczącego Komisji do badań nad krawędzią Podola.

II. Przyjęto do wiadomości następujące sprawozdanie budżetowe za rok 1937 i preliminarz na rok 1938:

PRZYCHODY:	Sprawozdanie budżetowe za rok 1937:	Preliminarz budżetowy na rok 1938:
Pozostałość	7.560·84 zł.	8.216·18 zł.
Składki członków	12.064·05 „	13.500·— „
Odsetki	88·71 „	100·— „
Datki na Ligę Ochrony Przyrody	15·60 „	15·— „
Dochody Kosmosu Ser. A. i B.	404·07 „	400·— „
Dochody Wszechświata	1.774·23 „	1.500·— „
Abonament katalogu Biblioteki	110·— „	— „

Zasiłki:

Min. W. R. i O. P.	12.000·—		
Fund. Kult. Nar.	7.500·—		
Miasto Warszawa	500·—		
Miasto Sosnowiec	82·—	20.082·— „	20.000·— „
Zapis śp. Dra Jaworowskiego	1.013·40 „		— „
Różne przychody	107·31 „		100·— „
Razem	43.220·21 zł.		43.831·18 zł.

ROZCHODY:	Sprawozdanie budżetowe za rok 1937:	Preliminarz budżetowy na rok 1938:
„Kosmos“ Serja A. i B.:		
Klische, honor., eksped.	4.732·26	
Druk	13.500·—	15.000·— zł
„Wszechświat“:		
Klische, honor., eksped.	4.860·91	
Druk	4.501·—	9.500·— „
Druk katalogu Biblioteki	886·—	— „
Biblioteka	1.925·56	2.500·— „
Stacja Biologiczna	333·06	550·— „
Zarząd Główny: administracja	191·90	300·— „
Oddziały: administracja	1.411·14	1.400·— „
„ działalność naukowa	591·05	900·— „
Koszty podróży	1.648·15	1.400·— „
Liga Ochrony Przyrody	—	650·— ¹⁾ „
Różne	423·—	300·— „
Spłata zaległości za druk Kosmosów	—	4.000·— „
Pozostałość kasowa wzgl. rezerwa	8.216·18	7.431·18 „
Razem .	43.220·21 zł.	43.831·18 zł.

Zobowiązania T-wa z tytułu druku czasopism wynosiły w dniu 31. XII. 1937 r. zł. 8.133·60, gotówka zaś znajdująca się w tym dniu w Kasie T-wa, jego oddziałów i agend wynosiła zł. 8.216·18.

III. Na wniosek Komisji Rewizyjnej uchwalono wyrazić Zarządowi Głównemu absolutorjum.

IV. Uchwalono następujące wnioski:

1) Przyznano Zarządowi Oddziału Śląskiego prawo udzielania w okresie 2 lat indywidualnych zniżek wkładek dla członków T-wa, zamieszkałych na Śląsku. Zniżka ta wyniesie rocznie 6 zł, wkładka więc członkowska wynosić będzie 12 zł.

2) Uchwalono wszystkie organy T-wa drukować według obowiązującej obecnie w Polsce pisowni.

3) Uchwalono wyrazić Rektorowi Szaferowi najwyższe uznanie za dotychczasową pracę w zakresie ochrony przyrody i niezłomne stanowisko w obronie skarbów przyrody polskiej.

4) Wniosek Oddziału Poznańskiego dotyczący ochrony przyrody przekazano Prezydium T-wa, które ma dążyć do wspólnej akcji z innymi towarzystwami dla zapewnienia sprawom ochrony przyrody poszanowania w Polsce, a w szczególności do powstrzymania działalności turystyczno-komunikacyjnej w Tatrach i utworzenie z Tatr Parku Naro-

¹⁾ Za rok 1937 i 1938.

dowego w myśl postulatów Komisji organizacyjnej Parku Narodowego Tatrzańskiego.

5) Wniosek Oddziału Poznańskiego w sprawie reorganizacji T-wa przekazano Prezydium, które wspólnie z Oddziałami T-wa przeprowadzi dyskusję na powyższy temat.

6) Uchwalono następnę Walne Zgromadzenie odbyć we Lwowie, pozostawiając jednak ostateczną decyzję Zarządowi Głównemu.

V. Skład Zarządu i Komisji Rewizyjnej:

Zgodnie ze statutem został wylosowany Członek Zarządu Głównego W. Głębiak, w miejsce którego został wybrany B. Pałowski (Kraków). Poza tym zostali wylosowani i ponownie wybrani: Członkowie Zarządu Głównego A. Brant, J. Czekanowski, J. Hirschler, W. Kulmatycki, J. Mydlarski, Wł. Nechay, Zierhoffer oraz zastępcy członków Zarządu Głównego: B. Rosiński, K. Sembrat. Komisję Rewizyjną wybrano w składzie dotychczasowym.

Skład więc Zarządu Głównego i Komisji Rewizyjnej przedstawia się następująco: Przewodniczący: D. Szymkiewicz, Zastępcy Przewodniczącego: T. Estreicher, A. Jakubski, M. Konopacki, J. Tokarski. Członkowie Zarządu Głównego: A. Bant, J. Czekanowski, J. Dembowski, B. Fuliński, S. Hiller, J. Hirschler, M. Kamiński, S. Kulczyński, W. Kulmatycki, W. Koskowski, A. Kozłowska, J. Mydlarski, W. Nechay, W. Nowicki, B. Pałowski, Z. Pazdro, G. Poluszyński, W. Rogala, F. Stroński, W. Szafer, W. Wyspiański, A. Zierhoffer. Zastępcy członków Zarz. Gł.: E. Korb, R. Kuntze, E. Passendorfer, B. Rosiński, K. Sembrat, K. Smulikowski. Członkowie Komisji Rewizyjnej: J. Aleksandrowicz, A. Dudryk, N. Gąsiorowski, St. Stobiecki, T. Wojno.

Zarząd ukonstytuował się, wybierając sekretarzem M. Kamińskiego, skarbnikiem G. Poluszyńskiego, redaktorem Kosmosu A. S. Kulczyńskiego, redaktorem Kosmosu B. D. Szymkiewicza, redaktorem czasopisma „Wszechświat” J. Dembowskiego, bibliotekarzem Z. Pazdrę, administratorem Kosmosu A. — A. Banta, przewodniczącym Komisji do badań nad krawędzią Podola — J. Tokarskiego.

Sprawozdanie z działalności Oddziałów w r. 1937.

Oddział Bydgoski:

Spis odczytów i komunikatów: J. Czekanowski, Syntezy nauk antropologicznych a życie. H. Gołaszewski, Teoria partenogenezy ks. Dzierżona w świetle współczesnej wiedzy. J. Piesik, Rola jelit ślepych u ptaków pod względem morfologicznym, funkcjonalnym i embriologicznym z nawiązaniem do człowieka jelita ślepego. St. Łachecki, Ryby Tanwi i dolnego Sanu oraz płazy doliny Sańsko-wiślańskiej. J. Piesik, Materiały do znajomości pasożytów przewodów pokarmowych młodocianych roczników łososi i troci sztucznie przesiedlonych do Brdy. L. Garbowski, Czyn Romualda Traugutta. K. Michalski, Znaczenie polskich zesańców politycznych dla kultury Syberii.

Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 21 lutego 1938 r. Przewodniczącym Oddziału został wybrany Dr. W. Kulmatycki, Do Zarządu zostali wybrani: L. Garbowski, T. Chmielarski, L. Monowid, W. Rutkowski, H. Gołaszewski, T. Kapturczak, Leszczenko, K. Michalski, J. Gabański, A. Kołackowska. Do Komisji Rewizyjnej wybrano: J. Paderewskiego, A. Rejewską i K. Jaroniego.

Oddział Krakowski:

Spis odczytów i komunikatów: J. Zaćwilichowski, Wytwarzanie barwnych odmian motyli za pomocą działań zewnętrznych. A. Rożański, Przegrody dolinne. J. Heller, Przeobrażenie motyli w świetle roentgenowskim. T. Garbowski, Psychogenetyka i jej zadania. J. Fudakowski, Muzea przyrodnicze Europy zachodniej. J. Janiszewska, Z biologii robaków pasożytnych flądry *Pleuronectus flesus*. A. Jura, Polska w okresie najazdu ludu oriniackiego w starszej epoce kamiennej. M. Siedlecki, Z nowych badań nad biologią ryb. B. Ferens, Jak papugi widzą barwy? R. Wojtusiak, Rozróżnianie barw u zwierząt a barwy kwiatów. J. Needham, Aspects nouveaux de la chimie et de la biologie de la croissance organisée. W. Vorbrodt, Rozwój roślin na cieniutkim łączniku z systemem korzeniowym. M. Siedlecki, Wyniki badań ekspedycji statku „Discovery”. J. Fudakowski, Angielskie ogrody zoologiczne. S. Smreczyński, Determinacja wczesnego rozwoju zarodkowego u owadów. J. Heller, O istocie przestrzeni przepuszczalnych dla promieni Röntgena w poczwarcie motyli, J. Wilburg, O rybach wydających dźwięki. J. Marchlewski, Badania nad długością życia ryb. H. Szarski, Wyższość organizacji zwierząt kręgowych. Z. Grodziński, Znaczenie linii Wallace'a w zoogeografii. R. Wojtusiak, Z wędrówek po dnie Adriatyku. M. Ramułt, Zachowanie się żywej protoplazmy pod działaniem siły ciężkości (zastosowanie ultracentryfugi). L. Hirszfild, Mutacje serologiczne. J. Mikulski, Z ekologii zwierząt nocnych. J. Fudakowski, Drobne ciekawostki przyrodnicze. M. Ramułt, Pokaz zwierząt morskich, drążących w drzewie.

Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 8 lutego 1938 r. Przewodniczącym Oddziału został wybrany Wiz. W. Michalski. Do Zarządu zostali wybrani: A. Dziurzyński, B. Dyakowski, J. Gołański, Z. Grodziński, St. Kreutz, K. Maślankiewicz, J. Mikulski, B. Pawłowski, K. Piech, H. Szarski, Wł. Szafer, R. Wojtusiak. Do Komisji Rewizyjnej wybrano: F. Rogozińskiego, S. Stobieckiego i W. Wajdowicza.

Oddział Lwowski:

Spis odczytów i komunikatów: R. Fabre, La toxicologie, ses buts et ses méthodes. L. Monné, Metacytologia (o submikroskopowej strukturze komórki). Z. Klemensiewicz: O ciężkim wodorze. J. Needham, Aspects nouveaux de la chimie et de la biologie de la croissance organisée. K. Miczyński, Głosy ptaków na płytach gramo-

fonowych. D. Szymkiewicz, 50 lat rozwoju flory wysp Krakatau. S. Bagiński, Histospektrografia i jej zastosowanie w medycynie i biologii. S. Klimek, Badania nad Indianami w Kalifornii. W. Kemula, Izotopy w badaniach chemicznych. K. Sembrat, Rzut oka na niektóre aktualne zagadnienia biologii.

Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 25 stycznia 1938 r. Przewodniczącym Oddziału został wybrany Prof. Dr E. Rybka. Do Zarządu zostali wybrani: A. Kozikowski, A. Bant, A. Dorabialska, M. Kamieński, W. Kemula, J. Kinel, B. Kokoszyńska, Z. Pazdro, K. Sembrat, St. Słowikowska, S. Wierdak, A. Zierhoffer. Do Komisji Rewizyjnej wybrano: J. Ladenbergera, J. Poratynskiego i M. Świątkiewicza.

Oddział Poznański:

Spis odczytów i komunikatów: A. Wodcizko, Marian Raciborski — „Król Duch“ przyrodoznawstwa polskiego. Z. Niezabitowski, Ze wspomnień osobistych o prof. M. Raciborskim, S. Biniecki, Prace chemiczno-fizjologiczne M. Raciborskiego i ich znaczenie. F. Krawiec, Prace geobotaniczne M. Maciborskiego i ich znaczenie. G. Brzęk, Próba charakterystyki planktonu śludkowego Polski. J. Gołąb, Interglacja na Winiarach i jego stosunek do interglacjału Szelągowskiego. E. Ralski, Konstytucje roślinne. K. Moldenhawer, Beta maritima L. jako protoplasta buraka cukrowego. K. Simm, Personalizm i uniwersalizm w przyrodzie. A. Wodcizko, Ochrona przyrody czy narodowa gospodarka dobrami przyrody.

Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 8 lutego 1938 r. Przewodniczącym Oddziału został wybrany Prof. Dr K. Simm. Do Zarządu zostali wybrani: Z. Pietruszczyński, J. Adamowicz, G. Brzęk, K. Smulikowski, T. Vetulani, St. Pawłowski, W. Jakutowicz, B. Kalusza. Do Komisji Rewizyjnej wybrano: A. Gałęckiego i J. Suszkę.

Oddział Śląski:

Spis odczytów i komunikatów: E. Stenz. O potrzebie badań magnetycznych na Śląsku. Z. Stuglik, Domki motyli. S. Janicki, Badania nad szkieletem żubrów pszczyńskich. W. Nechay, O dotychczasowych badaniach nad dyluwium na Śląsku. S. Toll, Najmniejsze motyle świata. Z. Stuglik, Znaczenie mszyc w przyrodzie. R. Wilczek, Spostrzeżenia naukowe polskiej wyprawy na Grenlandię. W. Nechay O znalezieniu celestynu na Śląsku.

Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 28 stycznia 1938 r. Przewodniczącym Oddziału został wybrany Dr W. Nechay. Do Zarządu zostali wybrani: K. Galus, A. Rowiński, S. Janicki, T. Bocheński, R. Wilczek, A. Czudek, H. Gątkówna, J. Stachówna. Do Komisji Rewizyjnej wybrano: K. Ciszewską, A. Seidlównę i Z. Stuglika.

Oddział Warszawski:

Spis odczytów i komunikatów: A. Kozłowska, Pochodzenie roślin uprawnych. S. Dembowska. Czynniki organizacyjne w rozwoju. S. Przyłęcki, Regulacja procesów chemicznych w ustroju. J. Needham, Aspects nouveaux de la chimie et de la biologie de la croissance organisée. H. Scheuring, O krzepnięciu krwi w świetle nowych badań. S. Żejmo-Żejmis, Rasy i typy ludzkości. J. Mydlarski, Człowiek dyluwialny w świetle najnowszych badań.

Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 11 lutego 1938 r. Przewodniczącym Oddziału został wybrany Doc. Dr P. Słonimski. Do Zarządu Oddziału zostali wybrani: A. Kozłowska, E. Korb, M. Wierzbicka, R. Kuntze, S. Blank-Weissberg, Z. Krackiewicz, J. Rostafiński, St. Sekutowicz, A. Łaszkiwicz, T. Wolski, Z. Weyberg, St. Krajewski. Do Komisji Rewizyjnej wybrano: W. Lampego, J. Lewińskiego i J. Sosnowskiego.

Oddział Wileński:

Spis odczytów i komunikatów: S. Szczeniowski, Dzisiejsze poglądy na budowę jądra atomowego. J. Jaworski, Pochodzenie zwierząt domowych. J. Dembowski, Zagadnienie podobieństwa w nauce i sztuce. J. Needham, Aspects nouveaux de la chimie et de la biologie de la croissance organisée. J. Trzebiński, Rośliny w epokach dawnych i w epoce obecnej. J. Hurynowiczówna, Chronaksja. J. Konorski, Ważniejsze zagadnienia z zakresu lokalizacji kory mózgowej. E. Passendorfer, Powstawanie gatunków w świetle paleontologii.

Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 13 stycznia 1938 r. Przewodniczącym Oddziału został wybrany Prof. Dr J. Dembowski. Do Zarządu Oddziału zostali wybrani: Abramowicz, S. Hiller, E. Passendorfer, B. Zawadzki, S. Dembowska, W. Górski. Składu Komisji Rewizyjnej nie podano.

Oddział Zagłębia Dąbrowskiego:

Zarząd Oddziału nie zorganizował odczytów w bieżącym roku sprawozdawczym.

Walne Zgromadzenie Oddziału odbyło się dnia 4 lutego 1938 r. Przewodniczącym Oddziału został wybrany: Prof. W. Wyspiański. Do Zarządu zostali wybrani: H. Wojewódzki, M. Wołkowicz, M. Stelmach-Czarnecka, A. Piwowar, W. Zillinger, K. Lemańczyk, M. Jankowski. Do Komisji Rewizyjnej wybrano: B. Czarzkiego, S. Weinziehera i W. Witkowskiego.

Do sprawozdania z działalności Oddziałów w r. 1937.

Oddział	Ilość odbytych		Doehody			Rozehody			
	Ilość członków	referatów i komuni- katów	wycieczek	Wkładki członków zł.	Inne doehody Oddziału zł.	Saldo z r. 1936 zł.	Prze- kazano Za- rządowi Głów- nemu zł.	Wydatki Oddziału zł.	Saldo na r. 1938 zł.
Bydgoski	46	7	—	492-50	1-92	146-54	365-15	176-16	99-65
Krakowski	158	26	1	2.607-60	107-52	721-86	1.740-—	924-99 ¹⁾	771-99 ²⁾
Lwowski	377	10	—	4.619-75	—	234-32	3.801-50	823-23 ³⁾	299-34
Poznański	64	10	—	1.148-50	—	42-77	895-90	220-35	75-02
Śląski	54	8	—	627-—	0-30	232-14	500-—	272-20 ⁴⁾	87-24
Warszawski	179	7	—	1.139-50	—	5-90	721-—	412-27	12-13
Wileński	75	8	—	1.034-20	—	2-93	808-—	177-69	65-54
Zagłębia Dąbrowskiego	36	—	—	395-—	82-— ⁵⁾	110-88	512-—	62-25	13-63

¹⁾ W tym delegacje na Walne Zgromadzenie zł 133-95, maszyna do pisania 363-— zł.

²⁾ W tym fundusz specjalny Oddziału 747-85 zł.

³⁾ W tym delegacje na Walne Zgromadzenie 365-— zł.

⁴⁾ W tym delegację na Walne Zgromadzenie 145-— zł, cyklestyl 60-— zł.

⁵⁾ Zasitek miasta Sosnowca.

Odezwa

Minęło przeszło 20 lat od chwili śmierci

śp. Profesora Dra Mariana Raciborskiego.

W dziesiątą rocznicę Jego śmierci wznosił zespół przyrodników i uczniów Zmarłego pomnik na cmentarzu zakopiańskim, w dwudziestą — zapoczątkowaliśmy akcję dla postawienia Wielkiemu Uczonemu trwałego pomnika w Ogrodzie Botanicznym w Krakowie.

Projekt popiersia wykonał przed laty artysta-rzeźbiarz Błotnicki. Odlew gipsowy tego popiersia zdeponowało Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika w Instytucie Botanicznym Uniw. Jag. w Krakowie. W sali wykładowej Instytutu popiersie przedwcześnie zmarłego Uczonego żywo przypomina młodzieży Jego zasługi i znaczenie dla nauki.

Trwałym pomnikiem będzie odlew brązowy popiersia Profesora Raciborskiego, umieszczony na cokole granitowym w Krakowskim Ogrodzie Botanicznym.

Dla zebrania środków pieniężnych na wzniesienie pomnika zawiązał się w Oddziale Krakowskim Polskiego Towarzystwa Botanicznego Komitet budowy pomnika. W imieniu tego Komitetu mamy zaszczyt zwrócić się do ogółu przyrodników polskich oraz uczniów Prof. Raciborskiego z Dublan i Lwowa z apelem o pomoc finansową.

Chcielibyśmy, aby pomnik stanął już w roku 1940 na Zjazd Lekarzy i Przyrodników Polskich w Krakowie.

Datki prosimy przysyłać albo czekiem P. K. O. na Nr. 411.447 — „Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Botanicznego, Kraków“, albo przekazem pocztowym pod adresem: Prof. dr Kazimierz Piech, Kraków, ul. św. Anny 1, II. p.

Kraków, w kwietniu 1938 r.

Za Komitet Budowy Pomnika

śp. Profesora Dra Mariana Raciborskiego:

Prof. dr Kazimierz Piech mp. *Prof. dr Władysław Szafer* mp.
skarbnik. przewodniczący.

Do p. z. Członków Towarzystwa!

***Prezydium Towarzystwa uprasza o regularne
wplacanie wkładek, stanowią one bowiem
podstawę jego działalności.***

***Administracja czasopism prosi o niezwłoczne
powiadomianie o każdej zmianie adresu.***

**Konto Towarzystwa w P. K. O.
jest 140.798**

KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO
TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA

WYCHODZI W DWU SERIACH PO 4 ZESZYTY ROCZNIE
WE LWOWIE

SERIA A. ROZPRAWY:

Redaktor **Stanisław Kulczyński**, ul. św. Mikołaja 4.

SERIA B. PRZEGLĄD ZAGADNIENI NAUKOWYCH:

Redaktor **Dezydery Szymkiewicz**, ul. Nabelaka 22.

Administracja Serii A. Lwów, ul. Kochanowskiego 67. Prof. Dr A. Bant.

„ „ B. „ ul. Nabelaka 22.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Kosmos“ bezpłatnie.

Prenumerata: Seria A. — 10 zł, Seria B. — 6 zł.

Skład główny: Księgarnia „Książka“. Lwów, ul. Czarnieckiego 12.

Są do nabycia w administracji i w księgarniach roczniki Kosmosu
Seria B. w cenie 30 gr. za arkusz. — Przy odbiorze kompletu
10% ustępstwa.

WSZECHŚWIAT

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA
PRZYRODNIKÓW IMIENIA KOPERNIKA

wychodzi w 6 zeszytach rocznie

pod redakcją

JANA DEMBOWSKIEGO

Adres redakcji i administracji:

WILNO, ul. Zakretowa 1. 23. — P. K. O. 21.650.

Prenumerata roczna 12 zł., — półroczna 6 zł.

Członkowie Towarzystwa otrzymują „Wszechświat“ bezpłatnie.