

14340



Inst.

LUDOMIR SAWICKI.

# Z badań nad jeziorami Chodeckimi.

(KUJAWY)

Recherches limnologiques en Koujavie (Royaume de Pologne).

## Wstęp.

W roku 1909 rzuciłem myśl zbiorowego opracowania najważniejszych jezior ziem Polskich i przedstawiłem odnośny program Akademii Umiejętności w Krakowie, Polskiemu Towarzystwu Krajoznawczemu w Warszawie i Towarzystwu Naukowemu Warszawskiemu<sup>1)</sup>. W łonie tych wszystkich instytucji myśl moja spotkała się z żywym zainteresowaniem i z gorliwą pomocą. W związku z tem zdołałem z ramienia Komisji Fizyograficznej Akad. Um. w latach 1909 i 1910 poddać szczegółowym badaniom fizyograficznym 14 większych jezior Tatrzańskich<sup>2)</sup>, w których równocześnie p. Stanisław Minkiewicz<sup>3)</sup> przeprowadzał badania biologiczne. Wieść o tych pracach odbiła się żywym echem we Wschodniej Galicyi, gdzie prof. M. Raciborski zorganizował w sposób naśladowania godny podobne badania jeziorne, z których część znaczna została już ogłoszona drukiem<sup>4)</sup>.

Polskie Towarzystwo Krajoznawcze, oddające się z zapałem i poświęceniem pracom fizyograficznym na ziemiach naszych, powitało z sympatją myśl systematycznego zbadania jezior niżowych Polski. Nietylko przeznaczono natychmiast pewną kwotę jako zapomogę na rzecz tych badań, lecz wystarano się nadto o pozyskanie szeregu

- 1) Program badań jezior w Polsce, Sprawozd. T. N. W., Wydział Nauk matem. i przyrodn. 2, 1909, 343—346.
- 2) Tymczasowe sprawozdanie z badań jezior Tatrzańskich, Okólnik rybacki, Kraków, 1909, № 108. Opracowanie ostateczne, wymagające wielkiego nakładu trudu i czasu, okaże się w blizkiej przyszłości. Przyczynek do fauny jezior tatrzańskich, Pam. Tow. Tatr. 1910, 16—30.
- 3) Przyczynek do zmienności sezonowej dwóch rozwielitek tatrzańskich, Lwów, Kosmos, 1911 383—394.  
Die Winter-Fauna dreier Tatrseen, Bull. Ac. Sc. Kraków, 1912, 833—854.  
Przyczynek do fauny jezior tatrzańskich, Pam. Tow. Tatr. 1910, 16—30.
- 4) Raciborski: Roślinność wód stojących okolicy Lwowa, Kosmos 35, 1910, 44—65.  
Pa w ł o w s k i: Powstanie zagłębia stawu Janowskiego, ibidem, 994—1000.  
F a c z y Ń s k i: Badania fauny planktonowej stawu Janowskiego w r. 1909, ibidem 941—993.  
N i k l e w s k i: Przyczynek do biologii stawu Janowskiego, ibidem, 66—77.  
Pam. Fizyogr. — T. XXII. — G.



17 440  
http://rcin.org.pl  
NH-40003/15

Hydrografia  
Mizmy straż. Polakia

osób chętnych, któreby, wedle wskazówek dostarczonych im z góry, robiły stale przez rok cały spostrzeżenia nad pewnymi jeziorami i w ten sposób umożliwiły nietylko pochwylenie jednorazowymi pomiarami kształtu i zewnętrznych cech badanych jezior, lecz również całego przebiegu i charakteru stosunków termicznych, optycznych, hydrologicznych i biologicznych, które dopiero drogą całorocznych pomiarów w pewnym przybliżeniu poznać można.

Wybór nasz padł przedewszystkiem na jeziora Chodeckie—szereg podłużnych rynienkowatych jezior Kujawskich, położonych na południe od Włocławka. Miarodajnymi dla nas były dwa względy: przedewszystkiem dostępność jezior (leżą one tylko o 7—10 km. od stacji Chodecz, względnie Czerniewice drogi żelaznej Warszawsko-Bydgoskiej), a powtórę okoliczność, że nad jeziorem Chodeckim leży miasteczko (które właśnie dało nazwę jeziorom), zamieszkałe przez dość liczną inteligencję, chętną do pracy krajoznawczej; ona to mogła objąć przeprowadzenie odnośnych pomiarów. Istotnie udało się urządzić taką ochotniczą stację limnologiczną, zaopatrzyć ją we wskazówki i instrumenta, pouczyć co do metod, słowem zorganizować. Trzykrotnie zjechałem z Krakowa do Chodcza dla przeprowadzenia tych pomiarów, które sam na siebie wziętem i celem zorganizowania stacji. Nadzoru nad nią osobiście prowadzić nie mogłem z powodu znacznej odległości mojej stałej siedziby; nadzór ten objął oddział Kujawski Polskiego Towarzystwa Krajoznawczego we Włocławku, względnie Zarząd Centralny Polskiego Towarzystwa Krajoznawczego w Warszawie. Zamiar więc nasz zdawał się bliski urzeczywistnienia i w tem przekonaniu napisałem pierwsze sprawozdanie z badań jeziornych na Kujawach w r. 1911<sup>1)</sup>. Los zrządził inaczej. Osoby, które wzięły na siebie obowiązek wykonania pomiarów termicznych, optycznych, hydrologicznych i meteorologicznych, nie wywiązały się ze swoich zobowiązań, po części dla przyczyn od nich niezależnych, po części, może, dla braku wytrwałości i konsekwencji, których wymagają całoroczne obserwacje. Również i stacja meteorologiczna, zawiązana w Chodczu, funkcjonowała bardzo nieregularnie i nieściśle. Jeśli więc wskutek tego wszelka myśl o zamierzonej pierwotnie, wszechstronnej monografii jezior Chodeckich okazać się musiała niewykonalną, to przynajmniej należało się cieszyć, że życie roślinne i zwierzęce tych jezior zainteresowało kilku młodych badaczy. Mianowicie w roku 1911 rozpoczął p. Jan Niekrasz badania nad florą jawnokwiatową jezior i ich okolic, a zaś p.p. Tadeusz Wolski i Piotr Słonimski nad fauną jeziorną wogóle, a mikrofauną jezior Chodeckich w szczególności. Wyniki tych badań, prowadzonych nadal w r. 1912, a nawet jeszcze w r. 1913, dotychczas nie publikowane, ujrzą może niezadługo światło dzienne.

Nie otrzymawszy pomiarów, na których monografia geograficzna jezior Chodeckich oprzeć się miała, i nie mogąc samemu na razie pogłębić ani rozszerzyć tych studyów, zdecydowałem się wreszcie ogłosić te szczupłe fizyograficzne materyały jeziorne, które w ciągu moich krótkich wypraw na Kujawy sam zdołałem zebrać. Stanowią one li tylko skromny, choć, zdaje mi się, niecałkiem pozbawiony wartości przyczynek do znajomości jezior polskich. Nie tracę jednak nadziei, że uda się rozszerzyć je kiedyś do tych rozmiarów, które pierwotnie były zakreślone<sup>2)</sup>.

### **Morfologia jezior Chodeckich.**

Ze wszystkich obszarów Królestwa Polskiego, za wyjątkiem ziemi Suwalskiej, Kujawy są najzasobniejsze w jeziora. Jeziora te rozpadają się na dwie główne grupy,

<sup>1)</sup> Badania jeziorne na Kujawach, Ziemia, 1911, 410—411, 425—427, 442—444, 457—459.

<sup>2)</sup> Poczuję się do miłego obowiązku podziękowania i na tem miejscu państwu Boryssowiczom, A. By z e w s k i m oraz ks. kanonikowi Zi ę t k i e w i c z o w i za chętną pomoc i serdeczną gościnę.



z których jedna na wschodzie, biegnie jako pas jeziorny szerokości około 20 kilometrów, mniejwięcej równoległe do Wisły, w wybitnym kierunku północno-zachodnim, podczas gdy druga zajmuje Kujawy właściwe, rozdarte kordonem na dwie części. Jeziora, nieregularnie zgrupowane na tym obszarze, leżą przeważnie na zachód od kordonu, zajmując całą rozległą przestrzeń między Gniezmem, Wągrowcem, Chodzieżem, Bydgoszczem i Inowrocławiem<sup>1)</sup>. Potężne jeziora poznańskie wysyłają ku Królestwu tylko jezioro Gopło, jakby chciały związać ze sobą w jedną całość jeziora Ślesiańskie, Orle i Brdowskie.

W pośrodku, między jeziorami zachodniokujawskimi i nadwiślańskimi, leży grupa jezior Chodeckich, związanych w jeden łańcuch rzeczką Chodczanką, która przepływa przez wszystkie. Chodczanka, jeden z dopływów Zgłowiączki, wpadającej pod Włocławkiem do Wisły, ma przeważnie kierunek północny, przynajmniej poczynając od samych źródeł, które znajdują się w obszarze gminy Arkuszewo, z 10 km. na południowy zachód od Chodcza, aż po Świątniki, a ze 12 km. na północ od Chodcza. Poniżej Świątnik Chodczanka kieruje się na zachód, ku Lubrańcowi, a poniżej tego miasteczka łączy się ze Zgłowiączką, która odwadnia jeziora Orle, a poniżej Brześcia Kujawskiego przyjmuje z lewej strony odpływ niezmiernie ciekawy z punktu widzenia morfologicznego, t. zw. Bachorze, według tradycji niegdyś odpływ jeziora Gopła ku Wiśle. Jeziora Chodeckie leżą wszystkie między Arkuszewem i Świątnikami a jest ich sześć. Będziemy je nazywali według większych osad, położonych nad nimi: Kromszewickiem, Chodeckiem, Lubienieckiem, Szczytnowskim, Borzymowskim i Krukowskim. Już rzut oka na mapę wystarczy, aby poznać, że jeziora te rozpadają się według znamion zewnętrznych na dwie grupy. Południowe z nich są niezmiernie wydłużone i wąskie, a leżą w głębokich, krajobrazowo bardzo malowniczych rowach; północne natomiast mają kształt nieregularny, szerokość względnie większą i leżą w szeroko rozwartych nieckach o łagodnych i niskich stokach. Oba te typy stykają się koło Szczytna, właśnie w miejscu, gdzie bieg Chodczanki uległ nagłemu, choć tylko lokalnemu zboczeniu ku wschodowi.

Idąc z Arkuszewa wzdłuż Chodczanki ku północy, schodzimy w pobliżu wioski Szczecin na rozległe moczary; dno doliny obniża się stale, staje się równocześnie coraz wilgotniejszym, aż wreszcie stajemy nad brzegiem jeziora Kromszewickiego (ob. tabl. III i IV). Lekko zagięte, ciągnie się ono 2-5 km. ku północy, tworząc wydłużone S. Jezioro to zajmuje całe dno doliny, tak iż jej stoki wznoszą się bezpośrednio nad wybrzeżem. Nachylenie ich jest niebardzo strome, wskutek czego wszędzie, za wyjątkiem południowego zachodu i północnego wschodu (pod dworem Kromszewickim), są one pokryte rolą. Miąższość gleby jest znaczna, tak iż płaszcz zwietrzliny pochłania znaczną część opadów, a mało tylko wody opadowej spływa naziemnie w postaci potoków. Istotnie dopływów naziemnych jezioro otrzymuje mało. Są nimi w górnej części jeziora potoki: Arkuszewski i Psarski (źródłowe potoki Chodczanki); poza tem jezioro otrzymuje tylko peryodycznie, w porach wilgotnych bieżące potoczki, jak z pod Mstowa, z zachodu, i z Józefek, ze wschodu. Strumyki te zdołały w porze wezbrań tak znacznie werznąć się w ziemię, że o ich sile erozyjnej świadczą, nawet w czasie suchy, głębokie i ostre, choć drobne wyrwy, któremi pokrajane są stoki rowu jeziornego. Jak prawie wszystkie jeziora niżu polskiego, tak też jezioro Kromszewickie

<sup>1)</sup> Schütze, die Seen Posens, Geogr. Zeitschrift, 1911, 76—83;

ob. też Abhandlungen der Kgl. preussischen geologischen Landesanstalt, 1912, N. F. № 51.

Der Gurka und Kesselsee, Zft. des naturw. Vereins, Posen, (1908), 15, 110—119.

Die Keltischer Seengruppe bei Posen, Pet. Mit. 1909, 55, 97—100, 1910, 56, 1, 104 i t. d.

było niegdyś nieco większe niż dziś. Zostało ono zmniejszone głównie przez dwa procesy: południowe dopływy znosiły wciąż do jeziora luźne materiały, tworząc deltę, aż zasypały z czasem górną część jeziora, zamieniając ją w moczary i trzęsawiska; w tym procesie współdziałała i roślinność, która w północnej części jeziora była, zdaje się, nawet głównym czynnikiem, niszczącym jezioro. Ciągają się tam, na północ od folwarku Kromszewickiego, rozległe błota i moczary, pokryte po części łąką, po części lasem. W tych moczarach już nieraz znajdowano stare pnie drzewne, świadczące o starożytności leśnej szaty roślinnej w tym miejscu. A przecież tu z pewnością dawniej rozlewało się jezioro aż po same brzegi jaru dolinnego. Poznajemy to po stromym podcięciu stoków jak również i po tem, że stoki rowu Kromszewickiego bez załomu i bez przerwy biegną dalej ku północy i gładko przechodzą w rów Chodecki.

Z tego dawnego jeziora sterczały dwie wyspy, dziś wskutek namułów i aluwiiów połączone z łądem. Pokryte obecnie lasem, uderzają one swem odosobnieniem i stromością, stanowiąc znamienne cechy w krajobrazie. Możemy się jednak i dalej posunąć, twierdząc, że całe międzyjezierze (pas pomiędzy jeziorami), które dzieli jezioro Kromszewickie od sąsiedniego Chodeckiego, jest stosunkowo młodej genezy. Dziś przedstawia się ono jako jedno wielkie trzęsawisko lasem pokryte, prawie nie do przebycia, przez które Chodczanka zdołała sobie utorować kanał, zaledwie na 3—4 m szeroki (ob. tab. II). Fakt, iż na pograniczu obu jezior i nad dolnym jeziorem Kromszewickim tyle przestrzeni jeziornej zamieniło się w łąd, tłumaczy się łatwo okolicznością, że właśnie tu, z wyżyny, wznoszącej się nad obu jeziorami, kierują się ku jeziorom dwie fiumary, t. j. peryodyczne potoki, które wcinając się w czasie opadów głębokimi wyrwami w ziemię, uniosły znaczne masy mułu i piasku wgłąb jezior, gdzie roślinność je przytrzymała, zamieniając obszar jeziorny z czasem w stały łąd.

W ukształtowaniu dna jeziornego (ob. tabl. V), które poznałem drogą 167 pomiarów głębokości, rozmieszczonych na 21 liniach, można dalej śledzić rozwój form nadbrzeżnych. Stoki strome i nadal, do 9 mniej więcej metrów głębokości, są silnie nachylone. Poniżej dopiero dno jeziorne się spłaszcza i przedstawia, mniej więcej w osi jeziora, podłużną rynnę, której głębokość dochodzi *maximum* do 17·0 metrów. Podrzedne, mało wznoszące się siodło poprzeczne (—10·5 m) dzieli ową rynnę centralną na głębiny główną, w południowej części jeziora (—17·0 m), i na płytszą i o wiele krótszą głębiny północną (—11·7 m). W północnym zakończeniu jeziora, w pobliżu wyżej wspomnianych wysp, dziś z łądem zrosniętych, znalazłem w samym środku mały, zaledwie 1·5 m ponad otoczenie wznoszący się pagórek (—6·0 m), który dziwnie dostraja się do stosunków morfologicznych nadwodnych. Przyglądając się szczegółom przebiegu warstw, łatwo stwierdzimy delty, które tworzyły i tworzą dopływy jeziorne (między punktami 5—6, 9—10, 47—49 oraz 55—56); największą jest delta w górnym końcu jeziora, które wskutek tego jest tak płytkie, że dopiero w odległości 170 m. od brzegu spotykamy tu warstwicę głębinową 10 m., podczas gdy poza tem przebiega ona równolegle do wybrzeża w oddaleniu tylko 100—120 m.

Jeszcze na jeden szczegół należy zwrócić uwagę: między punktami 7 a 13 z jednej strony, 51 a 55 z drugiej strony jeziora, rów jeziorny ulega silnemu zakrętowi, który przypomina wężownicę rzeczną, tembardziej, że stoki nadwodne, właśnie po stronie wklęsłej zakrętu (t. j. po wschodniej), są bardziej strome, jakby podcięte. W związku z tem zastanawia okoliczność, że warstwicę głębinową —11 do —14 m. przerzucają się także w tę samą stronę i wywołują zjawisko, znane dobrze z morfologii łożysk rzecznych, t. j. przerzucanie się nurtu płynącej wody w stronę wklęsłą zakrętu. Przekrój poprzeczny rowu jeziornego jest w tem miejscu tak samo asymetryczny,



jak w meandrach rzecznych. Czy fakt ten należy, tłumaczyć rzeczną genezą rowu, dziś przez jezioro zajętego, będziemy rozpatrywali niżej.

Międzyjezierze, które dzieli jezioro Kromszewickie od Chodeckiego, jest 250 m. szerokie; przebywszy je, wypływamy na jezioro Chodeckie, które zdaje się nam być zaokrąglonym „okiem“, w rodzaju tych, jakie tak często spotykamy na ziemi Kujawskiej, tylko znaczniejsze rozmiarami. W istocie jednak mamy przed sobą tylko górną część jeziora Chodeckiego, otoczoną zewsząd lasami, kolistą, o średnicy około 325 m. i połączoną wązką tylko szyją (około 140 m.) z resztą jeziora Chodeckiego (ob. tab. I). Obie części razem są około 1660 m. długie (liczba podana przez p. Ostaszewskiego w „Ziemi“ (1910, str. 823, 4 km.) jest zupełnie błędna). Ta kolistą górną część ma też, jak jeszcze zobaczymy, swoją odrębną morfologię dna, co wskazuje na odrębną genezę, i otrzymała od ludności miejscowej, ze względu na znaczną głębokość, nazwę „głęboczek“.

Wnioski, wyciągnięte z krajobrazu i form nadwodnych co do samodzielności „głęboczka“, potwierdzają w zupełności badania rzeźby dna (ob. tab. V). Warstwy głębiny (oparte na 77 pomiarach, rozłożonych wzdłuż 8 linii) są wszystkie współśrodkowe i kształtem znacznie do koła zbliżone; wykazują one tylko jedną wybitną asymetrię, t. j., że odstępów ich rozbiegają się w połaci południowej w porównaniu z odstępami połaci północnej. Asymetria ta, jaskrawa zresztą tylko przy płytkich warstwicach ( $-2.5, -5$  m.), tłumaczy się okolicznością, że Chodczanka zasypała kiedyś nieco górną część jeziora. Dziś, być może, niema to już miejsca, bo rzeczka przepływa powyżej jeziora Kromszewickie i tam chyba osadza muł i zawiesinę, naniesioną z górnego brzegu; droga zaś przez międzyjezierze Kromszewicko-Chodeckie jest chyba za krótka i za mało pochyla, aby rzeka mogła się znów obciążyć zawiesiną. Zato dziś roślinność usilnie pracuje nad tem, by dno jeziorne uczynić płytkiem; istotnie spotykamy tu rozległe szuwały i trzciny. Głębsze izobaty biegną już regularnie, koncentrycznie, jak w potężnym lejku, którego dno, objęte warstwicą — 20 metrów, zajmuje przestrzeń już tylko około 180 m<sup>2</sup> i sięga w najgłębszym miejscu do  $-20.5$  metrów<sup>1)</sup>.

Szyja jeziorna, która łączy „głęboczek“ z dolnym jeziorem Chodeckim, nazywa się ze względu na niewielką szerokość „rzeką“. Jest ona też bardzo płytka i stanowi wyraźne siodło, dzielące te dwie części jeziora. Na liniach 43—34 i 42—35, które stanowią granice „szyi“, spotykamy tylko głębokości do 5.5 metra, ale w takim rozmieszczeniu, że należy przypuścić, iż szyja w pośrodku między wspomnianymi liniami nie jest głębsza nad 3 metry.

Powodem silnego zwężenia jeziora Chodeckiego w miejscu „rzeki“ jest półwysep, 120 m. długi i 75 m. szeroki, pokryty olszynką. Dolne jezioro Chodeckie przedstawia się jako rów wszędzie jednakowo szeroki, prostolinijski, ku końcowi tylko lekko na wschód zgięty. Rów ten otoczony jest z obu stron stokami stromymi, wysokimi na 20 m., które w znacznej mierze pokryte są lasem; u jego stóp biją źródła, a niektóre z nich obfitują w składniki żelazne. Miejscami stoki rozprute są małemi, lecz stromemi i malowniczymi wyrwami (ob. tab. III), przez które widok na jezioro przedstawia się bardzo uroczo. Należy przyznać, że pod względem krajobrazowym, właśnie jezioro Chodeckie należy do piękniejszych (ob. tab. I—III). Stojąc na wyżynie Kujawskiej, choćby tylko kilkaset

<sup>1)</sup> Podana przez p. Ostaszewskiego (l. c.) dla maksymalnej głębokości liczba 19 metrów jest więc tylko pierwszym przybliżeniem.

metrów od krawędzi rowu dolinnego, nie można się nawet domyśleć bliskości jeziora; wtem stajemy nagle nad stromą krawędzią, ziemia usuwa się niby pod nogami, pęka, a w dole jaru, na kilkadziesiąt metrów głębokiego, ukazuje się tajemnicza smuga wodna, ciemna, gdy woda falami poruszona, lub srebrna, gdy blask słońca się od niej odbija, cudowna, zwłaszcza przy zachodzie słońca, lub w noc księżycową. Dolna część jeziora Chodeckiego jest o wiele płytsza od „głęboczka“; *maximalna* bowiem głębokość dochodzi tu tylko do —8·9 metrów. Przytem stoki podwodne, blisko brzegów są aż do głębokości ok. —6 metrów strome; poniżej rozciąga się, niemal przez całą długość i szerokość tej części jeziora, łagodnie nachylona, prawie równa, niecka, której głębokość waha się zaledwie między —7·0 i —8·9 m.. Warstwice, zbadane tu drogą 146 pomiarów w 18 liniach, biegną bardzo regularnie i nie wykazują nic anormalnego. Nadmieniamy tylko, że i tu asymetryczne położenie warstwicy —7·0 metrów między punktami 2 i 50 z jednej, oraz 27 i 24 z drugiej strony przypomina podobne spostrzeżenie, zrobione w jeziorze Kromszewickim. Zakończenie izobaty —7·0 metrów w dolnym końcu jeziora, skierowanej w postaci wąskiej rynny energicznie w stronę odpływu, nasuwa pytanie, czy aż do tej głębokości sięga prąd wody, opuszczającej jezioro, któraby mogła wypłukać ową rynnę na dnie jeziornem? Jednak przebieg płytszych izobat (—2·5, —5·0 m) nie potwierdza tego przypuszczenia.

Jezioro Chodeckie jest nieco więcej zarośnięte od Kromszewickiego szuwarami i trzcina, tak iż w niektórych miejscach, zwłaszcza w pobliżu rzeki, czótno tylko z trudem przez nie się przebija. Właśnie te miejsca są najmilej widziane przez miejscowych rybaków, którzy tu nastawiają swe sieci i korbyle<sup>1)</sup> na połów ryb i raków. Jeziora te więc nie są, pod względem gospodarczym, zupełnie bezwartościowe. Gospodarstwo rybne jednak mogłoby tu być o wiele intensywniejsze; zdaje się bowiem, że wody rzeczonych jezior zupełnie się do tego celu nadają: pokarm dla ryb obfity, temperatura wód oraz zawartość w nich tlenu i innych gazów odpowiednie. Nad odpływami jezior mogłoby się również rozwinąć młynarstwo w wyższym stopniu, niż to ma miejsce dziś, gdy na całej długości badanych jezior (25 km.) istnieje jeden tylko młyn nad jeziorem Lubienieckim; prawda, że zmienne wodostany i płytkość kanałów odpływowych stawiają młynarstwu znaczne trudności, gdyż w czasie posuchy młyny muszą przerywać swą czynność.

Ze stanem gospodarczym i komunikacyjnym stoi w pewnym związku osadnictwo obszarów jeziornych. Miasteczka i wsie coprawda nie powstały tuż nad samymi jeziorami, ale w ich pobliżu. Właśnie nad jeziorem Chodeckim leży jedno z najstarszych miasteczek, Chodecz (1300 mieszk.); dokumenty tej osady sięgają wstecz aż po XV wiek, ale niewątpliwie już w czasach o wiele dawniejszych panował ożywiony ruch nad naszymi jeziorami. Nierzadko znajdują tu kawałki bursztynu, zawleczonego przez karawany kupieckie rzymskie z nad wybrzeża Bałtyku. W zbiorach Oddziału Kujawskiego Polskiego Towarzystwa Krajoznawczego znajduje się niejedno wykopalisko, które świadczy o starym i wysokim rozwoju kultury nad jeziorami Kujawskimi. Chodecz pozostał też po dziś dzień ważnym węzłem komunikacyjnym, w którym krzyżuje się aż 5 gościńców (do Kłodawy, Kutna, Lubienia, Włocławka i Izbicy) i w którym, z tegoż powodu, odbywają się regularnie większe jarmarki.

W dolnej swej części jezioro Chodeckie przechodzi w trzęsawisko w wysokim jeszcze stopniu przesiąknięte wodą, tak że gościniec idący do Kłodawy i Izbicy musi

<sup>1)</sup> Ostaszewski l. c.



przez nie przejść po mostach i wysokiej grobli. Pomiedzy opisanem wlasnie jeziorem a nastepnym Lubienieckim jest wzglednie dluga przerwa (2.5 km.); row morfologiczny ciagnie sie dalej, stoki sa nadal strome, natomiast szerokie dno jest zupelnie zamulone, a miejscami zabagnione. Plynie po niem leniwie, w licznych wężownicach, Chodczanka, czasami jako wązka struga, czasami tak szeroka i trzcina po brzegach zarosnieta, ze niepodobna dokladnie oznaczyc, gdzie sie konczy rzeka, a gdzie zaczyna sie ląd. Do takich lokalnych rozszerzen lozyska rzecznoego nalezy t. zw. jezioro pod Zameczkiem, otaczajace polkolem wyniosly polwysep „Zamek“. Ani krajobraz ani szata roslinna nie zmieniaja sie w tym rowie pojeziornym na calej przestrzeni miedyz jeziorem Chodeckim a Lubienieckim; tylko w jednym miejscu sterczy z dna roslinnego wzgorze, prawie izolowane, tak uderzajace swym niezwyklym ksztaltem i polozeniem, ze ludnosc miejscowa nadala mu nazwe „Szańców szwedzkich“, lub „Zameczka“ chodeckiego. Spotkamy jeszcze nieraz podobne wzgorza w rowie jeziornym i poswiecimy im kilka slow na koncu niniejszego rozdzialu.

Wreszcie las sie przeredza; brniemy po trzėsawisku, ktore dostarcza torfu na opał i podściółkę; rzeczka dzieli sie na ramiona i wpada dwoma strugami do jeziora Lubienieckiego. Jezioro to, ze wszystkich badanych, stanowi najlepszy przyklad jeziora ginacego, zanikajacego: dno podwyzsza sie szybko, roslinnosc zarasta powierzchnie, a cale jezioro rozpada sie na częsci, rozdzielone miedyz soba cieśninami. Istotnie jezioro Lubienieckie (ob. tab. V) sklada sie z dwuch takich częsci, jednej górnej (poludniowej), czworobocznej i drugiej dolnej (pólnocnej), trójkatnej. Poludniowa część jest o wiele wieksza i nieco głębsza. Stanowi ona prawie symetryczny row o dosć jednostajnym nachyleniu; tylko w górnej częsci jeziora stoki podwodne sa nieco łagodniejsze, warstwic głębinowe rozstępuja sie, świadczac tem, ze dopływy, mimo leniwego biegu, z czasem zdołaly utworzyc w jeziorze płytka deltę. Niemal w geometrycznym srodku jeziora znalazłem jego głębokosc *maximalną*: —8 metrów. Z brzegów, zarówno z zachodniego jak i wschodniego, jezioro intensywnie i szybko zarasta.

Wązki tylko kanał, przeciętnie 30—40 m. szeroki, łączy opisaną wlasnie część jeziora Lubienieckiego z częścią dolną. Kanał ów jest juz prawie całkowicie zarosniety trzcina i wodorostami, tak iz pozostaje tylko pas wody otwartej na 4—2 m. szeroki. Ta struga wodna, podobna do powoli plynacego potoku, jest tylko na —1.5 m. głęboka, ma dno zamulone i nieregularne. W jednym miejscu, blisko punktu gdzie kanał otwiera sie ku dolnej częsci jeziora Lubienieckiego, lezy nawet maleńka, wysepka, trzcina i laskiem zarosnieta; obwód jej nie o wiele przekracza 10 metrów. Dolna część jeziora, ksztaltu trójkatnego, jest całkiem płytka, *maximalna* bowiem głębokosc wynosi —3.4 m. Nic dziwnego, ze cała ta część jest na 15—20 m. od brzegu gęsto zarosnieta sitowiem; nawet w srodku powierzchnia wody jest na 10—15% swej przestrzeni pokryta ślicznymi bączewiami i grzybieniami, oraz innymi roslinami wodnymi. Przebieg warstwic głębinowych jest zupelnie normalny: naśladowuje przebieg wybrzeża. Tylko na północno-zachodnim wybrzeżu stoki, zarówno podwodne jak i nadwodne, sa nieco stromsze.

U wylotu jeziora Lubienieckiego znajduje sie młyn; chcąc dla celów młynarstwa utrzymać w jeziorze zawsze wysoki wodostan, zamknięto odpływ jazem, tak, iz wodostany jeziora Lubienieckiego sa zupelnie zależne od rzeczonoego jazu. Dolina 1½ km. dluga, łączaca jezioro Lubienieckie ze Szczytnowskim, jest na ogół łagodna, ma miękkie stoki, przewaznie lasem pokryte i szerokie, miejscami nieco zabagnione dno. W miejscu, gdzie dolina ta sie konczy, nad jeziorem Szczytnowskim, wznosi sie znów



takie izolowane wzgórze, jak to, któreśmy poznali w Chodeckim „Zameczku”. Wzgórze to niewielkie, całkiem z piasku zbudowane, zawiera niemało materiałów pochodzenia skandynawskiego; kształt ma niesymetryczny, bardziej stromy ku południowi.

Jeziro Szczytnowskie (ob. tab. V) ze wszystkich badanych jezior przedstawia najczystszy typ jeziora rynienkowatego. Kształtu lekko zagiętego S, bardzo długie a stosunkowo bardzo wąskie, ciągnie się ono łagodnie nachylonemi zboczami, jak zgrabnie ku ziemi rzucona, cudna, zielonawo-niebieska wstęga, w której, jakby w lustrze naturalnem, odzwierciadla się cały czar ziemi i nieba Kujawskiego. We wszystkich częściach jednakowo szerokie, wykazuje to jezioro swe *maximalne* głębokości w rynnie, mniej więcej w środku położonej. Rynna ta, w południowej części jeziora 13—14 metrów głęboka, pogłębia się do —20 m. po drugiej stronie charakterystycznego zwężenia, którego doznaje jezioro w połowie swej długości. Rów środkowy naśladuje we wszystkich szczegółach swego przebiegu rysunek wybrzeży, co nadaje całej miednicy jeziornej w wysokim stopniu charakter jednolitości. Wybrzeża otacza plaża podwodna, na 0—1 m. głęboka, która miejscami, zwłaszcza w zatokach, dochodzi do 10 i 15 m. szerokości; następnie dno obniża się szybko, lecz regularnie — nieco łagodniej w południowej połaci jeziora, stromiej w północnej — aż do środkowego rowu, który znów wykazuje dno płaskie, 20—30 m. szerokie. Przebieg warstw tylko w kilku wypadkach podlega lekkim zbieżeniom od regularnego, prawie geometrycznego kierunku, mianowicie tam, gdzie n. p. główny dopływ z południa utworzył deltę w jeziorze i zmusił warstwice do wciskania się obok klinem w sąsiednią zatokę, koło punktu 20. Druga, większa delta, pochodząca z krótkiej, ale stromej fiumary, leży koło punktu 25; wpłynęła ona nietylko na przebieg izobat, ale też i na samą linię wybrzeża. Zwężenie jeziora w środku, koło punktu 31, nie jest spowodowane zarastaniem jeziora, jak to ma miejsce w jeziorze Chodeckim, lecz zwężeniem się całego rowu morfologicznego. Półwysep 34—31—29 jest zajęty wyższym pagórkowatym gruntem.

Przy dolnym końcu jeziora znajdują się rozległe, w kwaśne łąki przemienione trzęsawiska, które zajmują oczywiście dawne dno jeziorne. Jezioro zostało w tem miejscu zamulone przez potok Łoński, który właśnie tuż poniżej jeziora wpada z lewej strony do odpływu tegoż, do Chodczanki; gliniaste i piaszczyste nasypy połączyła później roślinność i utrwaliła je. Samo jezioro jednak słabo tylko zarasta: tworzą się tu wąskie wstęgi sitowia wzdłuż wybrzeży i towarzyszą im na krótkiej przestrzeni. Nigdzie jednak nie obejmują one szerszych obszarów.

Zajmujące są stosunki morfologiczne nad odpływem jeziora Szczytnowskiego. Dzisiejszy odpływ wciska się w dłuższą i dosyć wąską dolinę, która po 2·5 kilometrowym biegu północnym nagle skręca ku wschodowi, tworząc w ten sposób kolano prostokątne, obejmujące z zachodu wzgórze, na którym leży wioska i dwór Szczytno. Otóż na wschód od tego wzgórza biegnie suchy dziś rów, na sto metrów szeroki, wyraźnie w pogórzach wyłobiony, łączący najkrótszą drogą, w prostej linii, jezioro Szczytnowskie z Borzymowskim. Rów ten jest tak wyraźny w przyrodzie, że został też niedwuznacznie zaznaczony na mapie niemieckiej 1:200000. Dziś w tym rowie dział wodny wznosi się na 6—8 m., ale znajdujące się tu piaski, jakoteż cały kształt morfologiczny nie pozwalają powątpiewać, że mamy w danym wypadku do czynienia z dawnym odpływem, dziś nie funkcjonującym.

W chwili, kiedy opuszczamy jezioro Szczytnowskie, zegnamy ostatnie z szeregu jezior rynienkowatych i zbliżamy się do jeziora Borzymowskiego, zupełnie odmien-



nego typu morfologicznego. Już krajobraz zmienia się zasadniczo. Nie spostrzegamy tu owego głębokiego, wązkodennego i stromościennego rowu, który był tak charakterystyczny dla jezior Chodeckiego i Kromszewickiego. Krajobraz dookoła jeziora Borzymowskiego jest szeroko rozarty, przedstawia zlekka tylko pofalowane, niskie pogórze; stoki wzgórz, otaczających jezioro, cofają się od wybrzeża nieraz daleko, tak iż powstają małe równie nadbrzeżne. Z łagodnością stoków stoi w związku, że całe pogórze wzięte jest pod uprawę rolną; lasów dookoła jeziora Borzymowskiego niema, tylko miejscami małe grupki drzew, lub luźno rozsiane pojedyncze pnie.

Do tego otoczenia w zupełności dostrajają się kształt i upostaciowanie podwodne jeziora (ob. tab. V), tworząc w ten sposób z krajobrazem organiczną całość. Tak samo, jak fale pogórze rozlewają się szeroko, tak i szerokość jeziora wzrasta w trój- i czwórnasób w porównaniu do omówionych dotychczas jezior; natomiast długość jego niewiele jest znaczniejsza od długości Szczytnowskiego jeziora. Bardziej jednak uderza nieregularność linii brzeżnej, obfitującej w zatoki i półwyspy. Całe jezioro łałamuje się w swoim kierunku w punkcie środkowym: południowa część ma kierunek równoleżnikowy, północna południkowy. Załom ten znajduje się w zwężeniu między półwyspami koło punktu 90, a charakterystycznym, dwurożkowym półwyspem koło 17 i 18. Południowa połać jest jeszcze dosyć regularna, wykazuje jedynie większe zatoki przy samym początku jeziora na południowym zachodzie (między punktami 3 i 99, oraz na wschodzie między punktami 17 i 14; nadto kilka mniejszych zatoczek koło punktów 5, 8, 13, 91).

Inaczej północna połać. Cechują ją aż cztery większe zatoki, nie całkiem symetrycznie rozłożone. Największa z nich jest zatoka Choczeńska na wschodnim wybrzeżu, która (między punktami 26, 23 i 18) przy szerokości 150—200 m. sięga aż na 600 m. wgłęb lądu w kierunku kościoła Choczeńskiego, położonego nad płytką dolinką, z której zatoka Choczeńska otrzymuje słaby zresztą dopływ. Mniejsza od Choczeńskiej jest zatoka Czapelska na zachodnim wybrzeżu; sięga ona między punktami 87, 85 i 38 na 250 m. wgłęb lądu i jest około 150 m. szeroka. Na lądzie ciągnie się dalej w tym kierunku szeroka dolina z dnem silnie zabagnionem i zamulonem, z czego wnioskować można, że zatoka Czapelska niegdyś była dłuższą. Pozostałe dwie zatoki znajdują się na północnym wybrzeżu i nie mają tych workowatych kształtów, co zatoki Choczeńska i Czapelska. Jedna znajduje się nad odpływem, między punktami 36 i 33, jest półokrągła i płytka, druga nieco dalej na wschód, między punktami 32 i 30, prawie kolista, u swego ujścia tak silnie sitowiem zarośnięta, że przedstawia się niemal jak osobne jeziorko, oddzielone od głównego.

Tym urozmaiconym kształtom linii brzeżnej odpowiada też urozmaicenie rzeźby dna jeziornego. O jednolitej, wydłużonej, przez całe jezioro przebiegającej rynience nie ma tu mowy. Przeciwnie, dno jeziorne składa się z kilku odosobnionych od siebie mieliznami „głęboczków“, z których każdy ma mniej lub więcej koncentryczny kształt. Tylko warstwie głębinowe do — 5 metrów obiegają całe jezioro, naśladując poniekąd przebieg linii wybrzeża. Przytem warstwie — 1 i — 2 metrowe oddalają się nieraz bardzo znacznie od wybrzeża, świadcząc tem wymownie o istnieniu wielkich mielizn, teras przybrzeżnych, do 200 i więcej metrów szerokich. Najpotężniejsza z tych teras podwodnych znajduje się w okolicy samego Borzymia, na południowym wschodzie jeziora. Już od punktu 9 mielizna ta zaczyna się rozszerzać i ciągnie się nieprzerwanie aż po półwysp Choczeński koło 17 i 18. Jest ona tak płytka, że w trzech miejscach zarasta potężnymi masami sitowia i trzcin, a w jednym miejscu (między 10 i 11) utworzyła się tu nawet maleńka wyspa. Obniżenie poziomu jeziornego o 2

metry przysporzyłoby sąsiednim mieszkańcom ze 40 morgów gruntu w tem jednym miejscu. Mniejsza już jest terasa przybrzeżna między punktami 99 i 96, lecz tylko  $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$  m. głęboka i również silnie zarośnięta szuwarami. Przestrzeń jej wynosi około 8—9 morgów. Również bardzo płytkimi mieliznami są owe dwie zatoki, które rozczłonkują północne wybrzeże jeziora; głębokość ich nie przekracza 0·5—1 metra przy szerokości przeciętnej 100 metrów, powierzchni około 11 morgów. Wązkie (75 m), ale za to długie (500 m.) są przybrzeżne listwy podwodne między punktami 87—89 i 25—28.

Niżej od opisanych właśnie teras przybrzeżnych dno jeziorne opada wszędzie jednolicie, względnie stromo wgłąb, ale do nieznacznych bardzo głębokości (5—6 m.). Poniżej schodzą tylko miejscami odosobnione od siebie miednice. Stwierdzono n. p. w południowej części jeziora Borzymowskiego „głębczek“ prawie koncentryczny, który schodzi do —13·1 metra. W północnej części jeziora, nieco płytszej (przeważna część dna jeziornego leży tu między 6 a 9 metrami głęb.), spotykamy aż trzy takie „głębczki“: południowy na 11 m., środkowy na 12·8 m., północny na 9·8 m. głęboki. „Głębczki“ te rozdzielone są wyraźnymi grzbietami podwodnymi — mieliznami. Jedna z tych mielizn, dająca się śledzić w kierunku punktów 87—30, jest nie tylko zarośnięta szuwarami, tak iż łatwo odgadnąć jej przebieg, lecz jedna jej część sterczy nawet ponad wodę, tworząc wyspę owalną, 35 m. długą i 24 m. szeroką. Zdaje się, że wysepka ta, składająca się z piasku i mułu, została sztucznie utrwalona; tu mają znajdować się szczątki budowli palowych, postawionych być może przez mieszkańców przedhistorycznych, którzy się tu schronili, lub też prawdopodobniej przez późniejszych rybaków. Lecz niewątpliwie najważniejszą rolę odegrała tu roślinność żywa, utrwalająca ziemię swoimi korzeniami. Mielizna, dzieląca „głębczki“ środkowy i południowy, a biegnąca między półwyspami i punktami 17 i 90, jest tylko koło 17 zarośnięta trzciną na 150 m. długości i 50 m. szerokości; ale nawet w samym środku jeziora głębokości miejscami nie dochodzą do 2 m. (—1·8, —1·7 m.). Tylko grobla, dzieląca dwa środkowe głębczki (—11·0 i —12·8 m.), przebiegająca mniej więcej między 88 i 27, nie zaznacza się wyraźnie w rzeźbie dna.

Cały zasób form jeziornych odbiega tu od cech, charakteryzujących południowe jeziora Chodeckie, co wskazuje na odmienną genezę i rozwój całego krajobrazu tu i tam. Nim się postaramy wyświetlić tę kwestyę, należy w kilku słowach opisać ostatnie z badanych jezior, oddzielone od Borzymowskiego nieszerokim ( $\frac{1}{2}$  km.) międzyjezierzem, podmokłem i pokrytem równiami, kwaśnemi łąkami. Przecinający je odpływ jeziora Borzymowskiego, który gubi się w moczarach, musiano sztucznie pogłębić i utwalić, przez co jednak obniżono nieco poziom jeziora Borzymowskiego, zyskując natomiast trochę gruntu nadbrzeżnego pod uprawę.

Jezioro Krukowskie (ob. tab. V) jest jakby typem pośrednim między jeziorami rynienkowatemi a kotlinowatemi. Do tamtych zbliża je wydłużenie jeziora w jednym kierunku, równoległość wybrzeży i ubóstwo w większe zatoki. Niewątpliwie do tego podobieństwa przyczynia się też okoliczność, że dno jeziorne dosyć nagle obniża się na 3 i 5 metrów, tak że przez całe jezioro przebiega rów szeroki około 75 m. i 6 metrów głęboki. Jednak dno tego rowu nie wykazuje jednego centralnego wgłębienia, gdzieby też znajdowała się *maximalna* głębokość, lecz aż trzy głębczki, nierówne co do przestrzeni, ale mniej więcej jednakowo głębokie (6·9, 6·9, 6·7 m.). To już stanowi cechę, która jezioro Krukowskie zbliża do typu Borzymowskiego. Analogię tę popiera druga okoliczność, t. j. nieznaczna głębokość w porównaniu do po-



ziomych rozmiarów jeziora; ta płytkość harmonizuje z krajobrazem bardzo łagodnym, nie wykazującym nigdzie stanowczych kontrastów i ostrych nachyleń.

Wszystkie wyżej opisane właściwości morfologiczne jezior Chodeckich, a w pierwszym rzędzie przeciwieństwo tych dwóch typów morfologicznych, na które zwracaliśmy uwagę, tłumaczyć możemy jedynie rozwojem krajobrazu, morfogenezą. Jej wyświetlenie stanowiło zadanie, które postawił sobie p. Czesław Łopuski, który jednak w następstwie zaniechał rozpoczętych już studyów geologiczno-morfologicznych. Niech mi więc będzie wolno kilka, luźnych co prawda i raczej przypadkowych spostrzeżeń w tej materii przytoczyć, które porobiłem podczas pomiarów jeziornych w najbliższym sąsiedztwie jezior. Mogą one rzucić nieco światła na kwestyę morfogenezy jezior Chodeckich; ostateczne rozwiązanie problemu wymagałoby intensywnych i porównawczych studyów morfologicznych w całych wschodnich Kujawach, co nie leżało pierwotnie w zakresie moich zadań, a później, po cofnięciu się p. Cz. Łopuskiego, już nie dało się wykonać.

Szereg jezior, od Kromszewickiego po Szczytnowskie, wglębiony w stromościennej równi, jest otoczony z obu stron równą jak stół wyżyną, poszarpaną tylko na krawędzi nad rowem jeziornym małymi wyrwami i dolinkami. Cała ta wyżyna zbudowana jest z licznych pokładów: u dołu rozmaite ropy i gliny, na których leżą piaski i narzutniaki północnego, skandynawskiego pochodzenia. Piaski te są nieraz usypane w grzędy równoległe i asymetryczne, w wydmy, pokryte najczęściej laskami sosnowymi. Urozmaicenie w jednostajny na ogół krajobraz wyżynny wnoszą jednak w okolicy Chodcza (Sobiszewo, Marzyce, Łania) drobne, równoległe do siebie biegnące wzgórza, które wszystkie mają kierunek mniejwięcej południkowy, zgodny z kierunkiem jezior. Wały te, składające się głównie z piasków, nieraz też ze żwirów drobnych zdradzają zarówno składem jak kierunkiem podłożem swe pochodzenie: są to wedle wszelkiego prawdopodobieństwa „asary“, powstałe jako osady potoków subglacyalnych w szczelinach (radyalnych) lądolodu skandynawskiego, blisko jego postoju na Kujawach, podczas jego cofania się ku północy.

Od tych wzgórz różnią się inne, które spotykamy w luźnym szeregu od Borzymia ku Szczytnowi i dalej na zachód. Są to wzgórza na kilkanaście metrów wysokie, zaokrąglone i zbudowane z całkiem nieregularnego, niuwarstwionego materiału. Ich skład, forma i kierunek bardzo przemawiają za tem, że są morenami czołowymi lodowca skandynawskiego<sup>1)</sup>. W takim razie jezioro Borzymowskie, położone tuż u stóp moren czołowych po wewnętrznej ich stronie, byłoby jeziorem moreny dennej, co najzupełniejby się zgadzało z cechami morfologicznymi tegoż jeziora. Wszystkie jeziora moreny dennej niżu europejskiego odznaczają się właśnie nieregularnością przebiegu wybrzeży, formą mniej lub więcej zaokrągloną, budową dna bardzo urozmaiconą, płytkością i t. d.; wreszcie cechy te wypływają z całego krajobrazu moreny dennej, z którym jeziora stanowią jedną całość<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Do tych samych wyników doszli też geologowie niemieccy, którzy w roku 1912 śledzili przebieg moreny „środkowej“ przez niż Królestwa Polskiego. Obacz Behr J. i Tietze O.—Die Fortsetzung der Lissaer Endmoränen nach Russisch-Polen und die Endmoräne bei Mława, Jahrbuch der Kgl. preussischen Geolog. Landesanstalt 1912, 33, 98—113.

<sup>2)</sup> Wahnschaffe: Oberflächengestaltung d. norddeutschen Flachlandes 3. Auflage, Berlin 1909, 262.

Braun: Ostpreussische Seen. Königsberg 1903, dodaje jeszcze jako cechy: brak wybitnej osi, wielkie z reguły rozmiary, średnia głębokość mała, wypowatość.

Trudniej już wytłumaczyć genezę reszty jezior. Takie wązkie, w jeden łańcuch związane, rynienkowate jeziora próbowano tłumaczyć w trojaki sposób. Dawniej utrzymywano, że są to jeziora tektonicznego pochodzenia, położone w rowie lub fałdzie tektonicznym (Klockmann, Jentzsch, Geinitz). Zasadniczo trzeba uznać możliwość takiej genezy; trudność polega na udowodnieniu jej w danym wypadku. Starsze uskoki i fałdy w głębszym podłożu skalnym nie mogły być miarodajne dla genezy kształtu dzisiejszej powierzchni, zaś w górnych luźnych masach moren i piasków sandrowych stwierdzenie uskoków i fałdów jest niestety trudne. W naszym przypadku już kierunek jezior N-S, oraz morfologiczna konfiguracja, n. p. podwójny rów odpływowy jeziora Szczytnowskiego, przemawia przeciw tej hipotezie. W każdym razie nie znamy żadnego faktu, któryby hipotezę tektoniczną popierał lub udowadniał. Jeśli więc zrezygnujemy z tektonicznej interpretacji genezy jezior Chodeckich, pozostaje nam tylko woda, jako czynnik, który mógł rów jeziorny utworzyć: woda płynąca przed lodowcem swobodnym biegiem, lub też pod lodem, w rurze zamkniętej, pod silnym ciśnieniem hydrostatycznym. Woda swobodnie płynąca musi mieć jednolity spadek; dzięki jej erozyi powstaje rów dolinny, ale nie jeziorny, składający się z kilku wanienek. Nadto gdyby rów jezior Chodeckich miał powstać przez wody, spływające z topniejącego lodowca ku południowi, musiałyby cała płyta Kujawska ulegć polodowcowym ruchom skorupy ziemskiej, dzięki którym rów ongi nachylony ku S, otrzymać mógł dzisiejsze nachylenie ku N. Dowodów na takie ruchy w danej okolicy dotąd niema, choć na niektórych obszarach niżu polskiego<sup>1)</sup> ruchy takie prawdopodobnie przyczyniły się do utworzenia dzisiejszego kajobrazu.

Nie pozostaje więc nic innego, jak przypuścić, że rów jezior Chodeckich powstał przez strugę wodną podlodowcową, która biegnąc, pod silnym ciśnieniem mogła wyłobić rów do 40 m. głęboki i pozbawiony jednolitego spadku; kierunek wody zdradzają sąsiednie „asary“. Rów wprawdzie rozpadł się dopiero później na poszczególne misy jeziorne, dzięki temu, że wskutek procesów zlokalizowanej akumulacji powstały mierzeje (jak w jeziorze Borzymowskim) i półwyspy (jak w jeziorze Chodeckim). Z czasem półwyspy te tak urosły, że wytworzyło się międzyjezierze, coraz szersze, dzielące dawniej jednolite przestrzenie wodne na pomniejszych jeziora, połączone ze sobą tylko międzyjeziornym potokiem. Ważniejszą od znaczenia prądów wodnych, którym Jentzsch przypisał<sup>2)</sup> utworzenie pomostów międzyjeziornych, zdaje mi się działalność szaty roślinnej i usypanie delt i stożków napływowych przez boczne dopływy. Znaczne różnice poziomu pomiędzy sąsiadującymi ze sobą jeziorami mogły istotnie powstać przez automatyczne podwyższenie poziomu jezior skutkiem akumulacji, odbywającej się na ich dnie, jak to utrzymuje Jentzsch (l. c.). Miejscami przegrody międzyjeziorne utworzone zostały przez akumulacje lodowcowe, przez moreny, które cofający się lodowiec składał w rowie jeziornym; tak między jeziorami Krukowskim i Borzymowskim, Borzymowskim i Szczytnowskim, Lubienieckim i Chodeckim; na tych morenach międzyjeziornych powstały grody przedhistoryczne (Kruków), osady (Szczytno) i zamki (Chodecz).

<sup>1)</sup> Sawicki: Niemen jako klucz do zrozumienia niżu polskiego. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. 2, 1909, 335.

Fleszar: Zur Evolution der Oberflächengestaltung d. polnisch-deutschen Tieflandes, Bull. Ac. Cracovie, 1913, 117—130.

<sup>2)</sup> Jentzsch: Beiträge zur Seenkunde I. Abhandlungen d. preuss. geol. Landesanstalt, Heft 48, Berlin 1912



### Morfometryja jezior Chodeckich.

Pragnę w dziale niniejszym złożyć materiał liczbowy porównawczy, otrzymany z pomiarów jezior w przyrodzie i na mapie. Metody stosowane przezemnie przy pomiarach w przyrodzie opisałem w „Ziemi“ z r. 1911, a opis ten powtórzył w swojej „instrukcyi dla badań jeziornych“ p. Czesław Łopuski<sup>1)</sup>, który mi swego czasu towarzyszył przy pracach w polu, zawsze chętny i gorliwy. Za jego wydajną i cenną pomoc niech mi będzie wolno i na tem miejscu serdecznie Mu podziękować. Nie chcąc się powtarzać, odsyłam czytelników do opisów rzeczonych, tu zaś dodaję tylko kilka krytycznych uwag co do błędów i granic metod stosowanych.

Odczytywanie przy kartografowaniu wybrzeży jeziornych kątów (azymutów) zapomocą kompasu na nóżkach i z dyoptrem było możliwe tylko do  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}^{\circ}$ . Powodować to mogło przy oddaleniach małych błędy nieznaczne, tak małe, że wobec nich inne źródła błędów okazują się ważniejszymi. Błąd o  $\frac{1}{3}$  lub  $\frac{1}{4}^{\circ}$  przy odczytywaniu azymutu wynosi przy długości linii 20 m. zaledwie 7·3, wzgl. 5·5 cm., to jest błąd, którego przy ustawianiu instrumentu i oznaczaniu końcowego punktu linii mierzonej ominąć niepodobna. Błędy przy centrowaniu instrumentu, w znacznej mierze przynajmniej, znoszą się wzajemnie, a pozostałe niezgodności usuwa się przez możliwie gęste wizury kątowe, któremi przecinamy powierzchnię jeziora. Jest to metoda, która przy ograniczonych, prostych środkach i przy ograniczonym czasie, wymagając jednego tylko, nawet niewyćwiczonego, pomocnika, daje rezultaty, których błędy już na mapach o podziałce 1:5000 prawie zupełnie się zacierają; błędy te dla naszych celów nie mają wielkiego znaczenia.

W tej też podziałce 1:5000 rysowałem oryginalne mapy, zreprodukowane na tabl. V. w zmniejszonej podziałce, rozkładając wynikające z prymitywności pomiarów błędy już podczas konstrukcyi rysunku na podrzędne poligony, pozostałe zaś w końcu na całe jezioro. Dla jezior Chodeckiego i Kromszewickiego mogłem zużytkować zdjęcie wykonane teodolitem przez p. J. Przedpełskiego w roku 1911, a narysowane w podziałce 1:2500; dla jeziora Lubienieckiego miałem do dyspozycyi zdjęcie katastralne Łukańskiego z r. 1855 w podziałce 1:5000; podobnie też dla jeziora Kromszewickiego zdjęcie, wykonane przez Feliksa Opieńskiego w r. 1876 w tejże podziałce 1:5000. Te mapy służyły mi jednak tylko do pierwszej orientacyi. Przy mniejszych jeziorach ustawiałem na punktach stałych, które mi służyły jako punkty wyjścia dla pomiarów głębinyowych, paliki  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  metrowe, dobrze widoczne z przeciwległego brzegu; przy większych przymocowywałem do nich wielkie kartki papieru (z wypisanemi numerami), które mi służyły jako chorągiewki; wreszcie przy najszerszem, Borzymowskiem jeziorze, musiałem i z jednej i z drugiej strony ustawiać pomocników, którzy chorągiewkami dawali znaki.

Pomiary głębokości, wykonane metodą opisaną w artykułach powyższych, podlegają następującym błędom. Sam pomiar głębokości jest dokładny do 10 cm. mniejwięcej. Linka była podzielona w wilgotnym stanie, od czasu do czasu, przed rozpoczęciem i po ukończeniu pomiarów, kontrolowana; odnośne, drobne zresztą poprawki, powodowane dylatacją linki zostały w zapiskach oryginalnych natychmiast przeprowadzone. Uderzenie ciężarka o dno odczuwa się doskonale przy skupionej uwadze (chodzi bowiem tylko o niewielkie głębokości: *maximum* 20 m.), dokładniej jednak przy gruncie twardszym, piaszczystym lub kamienistym, niż przy gruncie miękkim, mulistym

<sup>1)</sup> „Ziemia“ 1912, 344.

lub torfiastym. Zwracano ciągle baczną uwagę na to, by podczas pomiaru lina stała prostopadle. Już podczas pomiarów jezior Tatrzańskich nabyłem takiej wprawy, że bez straty czasu, prawie instynktownie przestrzegałem wszystkich tych środków ostrożności. Przypuszczam więc, że się nie mylę, jeżeli jako możliwy błąd pojedynczego pomiaru głębokości podaję + 10 do 15 cm. Bez porównania większe są jednak błędy, wynikające z niedokładnego oznaczenia miejsca, w którym pomiar robiono. Najdokładniejsze pod tym względem wyniki otrzymuje się, mierząc głębokość z lodu w zimie; wówczas położenie każdego punktu pomiaru można oznaczyć bezpośrednio. Lecz te wielkie jeziora, o które chodzi, nie zawsze i nie na długo zamarzają w całości. Podczas mojego pobytu nad jeziorami, 6—8 stycznia 1912 r., wszystkie jeziora były prawie wolne od lodu. Przyjechać zaś z Krakowa na niepewny zresztą i krótki termin zupełnego zlodowacenia jezior, było dla mnie niemożliwe ze względu na zajęcie zawodowe.

Drugim sposobem oznaczenia położenia punktu pomiaru jest metoda kątowna. Przez wizowanie z łódki do kilku punktów stałych na wybrzeżu, lub odwrotnie, można otrzymać położenie danego punktu w przecięciu się wizur; jednak metoda ta z łódki niezakotwiczonej stosować się nie da, gdyż pomiary wymagają, jeśli mają być ściśle, znacznego nakładu czasu, podczas którego łódka, nawet przy zupełnie spokojnym powietrzu i spokojnej wodzie, opuścić może swe pierwotne stanowisko. Jeśli przeciwnie, pomiary mają być wykonane z lądu, wówczas wymagają conajmniej 3 kompasów dokładnych z dyoptrami i 3 wyszkolonych i sprawnych obserwatorów. Ani tylu instrumentów, ani tylu obserwatorów do dyspozycji nie miałem. A nawet gdybym był mógł nimi rozporządzać, metoda ta nie dałaby rezultatów ścisłych. Przy znacznych bowiem oddaleniach, o które tu chodzi (do 300, nawet 500 metrów) odczytanie będzie w najlepszym razie tylko na  $\frac{1}{2}$ — $1^\circ$  dokładne, co daje błąd w oznaczeniu punktu o + 2·6 (5·2), ewentualnie nawet + 4·4 (8·7) m., gdyż na przecięciu się trzech wizur powstają dość wielkie trójkąty. Wobec tego zastosowałem t. zw. metodę uderzeń wiosłami, używaną przez najbardziej doświadczonych limnologów niemieckich (Halbfass, Ule, Jentzsch, Braun i t. d.), bacząc tylko: 1) by pomiary były wykonane przy możliwie zupełnie cichem powietrzu i spokojnej wodzie, 2) by wiosłowanie odbywało się możliwie regularnie (w tem właśnie p. Cz. Łopuski oddał mi wielkie usługi), 3) by linia, po której posuwała się łódka, była prosta i zgodna z zamierzoną drogą, 4) by łódź podczas pomiaru głębokości nie ruszała się z miejsca (wyrzucałem za każdym razem kawałek papieru, który, dostawszy się pod powierzchnię wody, nie rusza się z miejsca). Dla tego sądzę, że błędy w oznaczeniu położenia pomiarów nie przenoszą w najgorszym razie + 5 m., to znaczy przy podziałce 1:500 — 1 mm. na mapie. Otrzymanie większej dokładności byłoby połączone ze znacznym nakładem czasu i pieniędzy i nie byłoby w stosunku racjonalnym do znaczenia tej kwestyi dla zadań naszych.

Stosownie do *wielkości*<sup>1)</sup> szeregują się jeziora Chodeckie w następującym porządku:

	j. Borzym.	Kromsz.	Szczytn.	Kruk.	Chod.	Lubień.
ha	201·325	82·50	67·35	48·45	40 875	22·80

<sup>1)</sup> Mapy przedstawiają poziom wody w chwili wykonania pomiarów; wobec tego, że nie znamy jeszcze bliżej wahań wodostanów w jeziorach Chodeckich, redukcja na wodostan średni była niemożliwa.



*Długość linii brzeżnej* nie znajduje się u wszystkich w jednakowym stosunku do przestrzeni:

	j. Borzym.	Kromsz.	Szczytn.	Kruk.	Chod.	Lubień.
Długość linii wybrzeżnej:	8650 m.	5560 m.	4910 m.	3910 m.	3725 m.	3200 m.
Na jeden <i>ha</i> przestrzeni jeziornej wypada obwodu:	43·0 m.	67·4 m.	46·0 m.	80·7 m.	91·1 m.	140·35 m.

Z tego wynika, że stosunek ten maleje wraz z wzrostem jeziora; cechuje to prostotę budowy miednic jeziornych. Jedyny wyjątek stanowi jezioro Chodeckie z powodu silnego zwężenia koło punktu 34.

Rynienkowatość mis jeziornych poznamy najlepiej po stosunku długości jezior do ich powierzchni, przyczem długość mierzyć wypada, posuwając się środkiem jeziora i stosując się do wszystkich większych zakrętów łożyska jeziornego.

	j. Kromsz.	Chod.	Lubień.	Szczytn.	Borzym.	Kruk.
Długość linii środk.	2600 m.	1665 m.	1375 m. <sup>1)</sup>	2275 m.	2670 m.	1615 m.
Długość przypadająca na 1 <i>ha</i> pow. jeziornej:	31·5 m.	40·7 m.	60·3 m.	33·7 m.	13·3 m.	33·3 m.

Stosownie do otrzymanych liczb możemy zaliczyć jezioro Borzymowskie do typu kolistego, jeziora Chodeckie i Lubienieckie do rowiastego, a jeziora Krukowskie, Szczytnowskie i Kromszewickie do postaci przejściowych. Mniej dobrze określa rynienkowatość stosunek średniej szerokości jeziora do jego powierzchni. *Średnią szerokość* otrzymujemy, dzieląc powierzchnię przez średnią długość:

	j. Kromsz.	Chod.	Lubień.	Szczytn.	Borzym.	Kruk.
<i>Maxim.</i> szerok.	460 m.	330 m.	280 m.	415 m.	900 m. <sup>2)</sup>	385 m.
Średnia szerokość	317·3 m.	245·6 m.	165·8 m.	296·3 m.	753·6 m.	300·0 m.
Stosunek średniej szerok. do <i>max.</i>	0·69	0·74	0·59	0·71	0·84	0·78
Stosunek średniej szer. do powierch.	38	60	73	44	37	62

I z tych liczb wynika, że Borzymowskie jezioro znajduje się na jednym, a Chodeckie i Lubienieckie na przeciwnym końcu szeregu. Stosunek szerokości średniej do *maximalnej* poucza nas też o kształcie jeziora w przekroju poprzecznym: z liczb podanych możemy wyciągnąć wniosek, że jezioro Borzymowskie ma kształt wybrzeża

Według półrocznych doświadczeń nad jeziorem Kromszewickim amplituda tych wahań dochodzi tylko do trzynastu centymetrów. Poprawki zaś z powodu bezwzględnego wzniesienia jezior (według Penccka, „Morphologie d. Erdoberfläche“ 1894 I. 52,  $X = G \cdot \left(1 + \frac{2h}{r}\right)$ , gdzie  $G$  oznacza powierzchnię,  $h$  — bezwzględne wzniesienie jeziora, a  $r$  — promień kuli ziemskiej) przeprowadzać nie potrzebujemy, gdyż mapy nasze są rzutami na płaszczyznę powierzchni poszczególnych jezior, a nie na geoid.

<sup>1)</sup> Z tego przypada 120 m. na kanał, 160 m. na północną połąć jeziora.

<sup>2)</sup> W zatoce Choceńskiej szerokość wynosi nawet 1225 m.

najmniej regularny, Chodeckie i Szczytnowskie najbardziej regularny. Potwierdza to zupełnie przekrój podłużny, czyli stosunek rzeczywistej długości jeziora do linii powierzchni, łączącej dwa skrajne punkty przekroju podłużnego.

	j. Kromsz.	Chod.	Lubień.	Szczytn.	Borzym.	Kruk.
Długość rzeczywista:	2600 m.	1665 m.	1375 m.	2275 m.	2670 m.	1615 m.
Odległość powietrzna:	2065	1375	1240	2165	2325	1585
Rozwój długości:	1·235	1·211	1·109	1·051	1·148	1·019

Najwięcej stosunkowo wykrzywione są więc jeziora Kromszewickie i Chodeckie, najmniej Krukowskie i Szczytnowskie.

Chcąc uchwycić liczbowo możliwie dokładnie zewnętrzny kształt jezior, należy uwzględnić ich *wyspowatość* i rozwój wybrzeża. Wyspy spotkaliśmy tylko na dwóch z jezior badanych, przyczem były one bardzo drobne: wyspa w kanale środkowym jeziora Lubienieckiego liczy około stu metrów kwadratowych powierzchni, t. j. zaledwie 0·439‰ powierzchni jeziora; zaś wyspa na jeziorze Borzymowskim, położona blisko północnego brzegu, ma około 650 m<sup>2</sup> powierzchni, t. j. zaledwie 0·323‰ powierzchni jeziora.

*Rozwój wybrzeża* jest najwyraźniejszą cechą poziomego rozczłonkowania jeziora. Pod tym względem jeziora badane mało nawzajem się różnią: prawie wszystkie mają jednostajny przebieg wybrzeży, jedynie tylko jezioro Borzymowskie wykazuje nieco odmienne stosunki dzięki swym zatokom.

	j. Kromsz.	Chod.	Lubień.	Szczytn.	Borzym.	Kruk.
Długość linii wybrzeża:	5560 m.	3725 m.	3200 m.	4910 m.	8650 m.	3910 m.
Obwód koła równopowierzchniowego z jeziorem:	3220	2266	1693	2909	5642	2467
Rozwój wybrzeża:	1·727	1·644	1·891	1·688	1·533	1·585

Liczyby te uderzają na pierwszy rzut oka: a więc jeziora, mające najliczniejsze zatoki, miałyby największy rozwój wybrzeża? Pochodzi to stąd, że we wzorze dla rozwoju wybrzeża  $\frac{O}{2\pi\sqrt{P:\pi}}$  (gdzie  $O$  jest obwodem,  $P$  powierzchnią jeziora) mieszczą się nie tylko długość wybrzeża, ale też i rozmiary przestrzenne jeziora i kształt jego. Przestrzenie zaś rosną o wiele szybciej niż obwody, a kształty wydłużone, choćby pozbawione zatok, wykazują wielki rozwój wybrzeża. Zastosujmy więc inną metodę i obliczmy stosunek między istotną długością obwodu jeziornego ( $O$ ) a linią ( $S$ ), która symetrycznie przebiega środkiem pasa obejmującego zatoki i półwyspy.

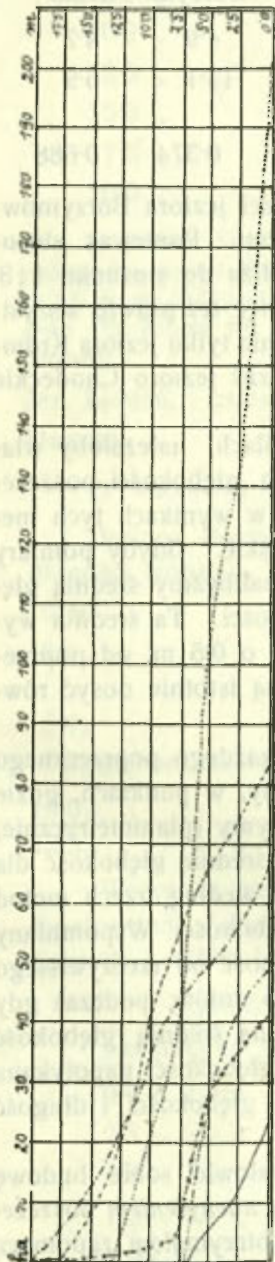
	j. Kromsz.	Chod.	Lubień.	Szczytn.	Borzym.	Kruk.
Obwód rzeczywisty:	5560 m.	3725 m.	3200 m.	4910 m.	8650 m.	3910 m.
Obwód wyrównany:	5100	3650	3000	4515	6260	3715
$S:O$	1·090	1·043	1·067	1·0875	1·384	1·0525

W tym szeregu jezioro Borzymowskie jest zupełnie izolowane, jako jedyne z spośród badanych jezior o nieco większych i liczniejszych zatokach.

Rozpatrzywszy w ten sposób ukształtowanie poziomu jezior Chodeckich, przystępujemy do charakterystyki ich *rzeźby pionowej*. Pomiarów głębokości wykonałem ogółem 1139 w 125 liniach; rozkładają się one na poszczególne jeziora jak następuje:



Rys. 1. Krzywe hipsograficzne jezior Chodeckich:  
 — j. Lubienieckie  
 - - - j. Krukowskie  
 - X - j. Chodeckie  
 - · - j. Szczytnowskie  
 ····· j. Kromszewickie  
 ····· j. Borzymowskie



	j. Kromsz.	Chodeckie	Lubieniec	Szczytn.	Borzym.	Krukowsk.
Ilość pomiarów:	167	223	49	226	364	110
Ilość przekrojów:	21	26	9	22	36	11
Przeciętna ilość pomiarów na 1 km <sup>2</sup> :	202	546	215	336	181	227

Ilość pomiarów waha się przeciętnie od 200 do 300 na 1 km<sup>2</sup> (około 10 razy tyle, co w jeziorze Bodeńskim lub Genewskim), schodzi poniżej jedynie tylko w płaskim jeziorze Borzymowskim i podnosi się znacznie w najgłębszym wymierzonym jeziorze Chodeckim. Na podstawie tych pomiarów przeprowadzono warstwicę (izobatę), z reguły co 2·5 metra, miejscami co 1 m. (te ostatnie są na mapach kropkowane). Niewątpliwie tkwią w każdej takiej konstrukcji warstwic błędy, wynikające przede wszystkim z niedostateczności materiału, w pierwszym rzędzie z nierównomiernego rozmieszczenia pomiarów. Właściwszym byłoby podać na mapie tylko same pomiary głębokości; otrzymalibyśmy jednak w ten sposób obraz przeladowany, nieprzejrzysty i nie nadający się do niektórych obliczeń. Aby mógł jednak osądzić, o ile przeprowadzenie warstwic opiera się na materiale pomiarów, a o ile jest ono hypotetycznym, podałem na mapach kropkami wszystkie miejsca, gdzie mierzona była głębokość.

Pierwszą kwestią, która tu się narzuca, jest pytanie: jaką objętość mają zagłębienia jeziorne i wskutek tego ile wody w nich się mieści? Z różnych metod, które zastosować można do obliczenia *objętości jezior*, podaję tu tylko dwie, dające wyniki bardziej od innych zbliżone do rzeczywistości, t. j. wzór Simpsona (objętość =  $\frac{w}{3}(s_1 + 4s_2 + s_3)$ , gdzie  $w$  oznacza pionowy odstęp poszczególnych warstwic, a  $s$  powierzchnie, objęte poszczególnymi warstwicami), oraz krzywą hipsograficzną. Objętość naszych jezior wynosi w km<sup>3</sup>:

Kromsz. Chod. Lubień. Szczytn. Borzym. Kruk.

wedł. wzoru

Simpsona: 0·00751720 0·00215874 0·00632604 0·00068126 0·0095958 0·0021561

według

krzywej

hipsograf. 0·00768 0·00225 0·00645 0·000725 0·00985 0·00230

Wyniki otrzymane ze wzoru Simpsona są stale mniejsze od wyników, opartych na krzywej hipsograficznej; wynika to z natury rzeczy, albowiem pryzmatoid, który służy za podstawę dla wzoru Simpsona, mieści się w miednicy jeziornej, tak że po brzegach pozostają jeszcze przestrzenie nim nie objęte. *Krzywe hipsograficzne* (ob. rys. 1) jeszcze raz ilustrują charakterystykę den jeziornych, podaną w ustę-

pie poprzednim. Szczególnie charakterystyczna jest krzywa jeziora Chodeckiego z ostro zaznaczonym głęboczkiem, oraz krzywa jeziora Krukowskiego ze splaszczonym, szerokim dnem. Względnie łagodne stoki mają jeziora Kromszewickie i Szczytnowskie w głębokości 10 do 15 m., Borzymowskie w głębokości do 2·5 i 5 do 7·5 m. i Krukowskie w głębokości 5·0 do 7·5 m.

Znając objętość jeziora, wnioskować możemy o *średniej głębokości* jeziora, którą otrzymamy, podzieliwszy objętość przez powierzchnię. Tak więc:

	j. Kromsz.	Chod.	Lubień.	Szczytn.	Borzym.	Kruk.
Średnia głębok. w m.	9·3	5·5	3·2	9·6	4·9	4·7
Maxim. głęb. w m.	17·0	20·5	8·0	20·2	13·1	6·9
Stosunek średniej do maxim. głęb. ( $n$ ):	0·548	0·269	0·398	0·474	0·374	0·688

Nic lepiej od liczb powyższych ilustrować nie może płytkości jeziora Borzymowskiego i Krukowskiego w porównaniu z jeziorami rynienkowatymi. Ponieważ stosunek średniej wysokości do *maksymalnej* ( $n$ ) tem więcej się zbliża do stosunku 1:3, im więcej kształt ciała zbliża się od równoległoboku do stożka, więc też prawie wszystkie opisane jeziora mają kształt bardzo zbliżony do stożków; jedynie tylko jeziora Kromszewickie i Krukowskie mają ściany silnie wklęsłe ( $n > 1/3$ ), a zaś jezioro Chodeckie nieco wypukłe ( $n < 1/3$ ).

Wobec tego, że nasze mapy jeziorne opierają się na profilach, należałoby właściwie obliczać średnią głębokość jezior z kombinacji średnich głębokości poszczególnych profilów. Dla przekonania się, jakie zachodzą różnice w wynikach tych metod, poddałem takiej analizie dla przykładu jezioro Szczytnowskie. Gdyby pomiary głębokości były równomiernie rozmieszczone po jeziorze, otrzymalibyśmy średnią głębokość jako *średnią arytmetyczną* wszystkich pomiarów głębokości. Ta średnia wynosi w jeziorze Szczytnowskiem 9·103 m., różni się więc tylko o 0·5 m. od poprzednio podanej (9·6 m.). Wynika to stąd, że pomiary głębokości są istotnie dosyć równomiernie rozmieszczone w jeziorze.

Jeśli teraz obliczymy (planimetrycznie) średnią głębokość każdego poprzecznego profilu i wstawimy otrzymane liczby w idealny przekrój podłużny, w punktach, gdzie profile poprzeczne przecinają linię środkową, a następnie obliczymy (planimetrycznie) *średnią głębokość tego idealnego przekroju*, to otrzymamy jako średnią głębokość dla całego jeziora 9·25 m. Uderzająca zgodność wyników obliczeń według trzech metod tłumaczy się dobrem rozmieszczeniem przekrojów i pomiarów głębokości. Wspomniany idealny przekrój podłużny wykazuje zupełną prawie niezależność od rzeczywistego przekroju podłużnego: ma n. p. w jeziorze Szczytnowskiem 5 dołów, podczas gdy w misie jeziornej widzimy tylko jeden. Wynika to stąd, że na średnią głębokość każdego przekroju poprzecznego wpływa nie tylko maksymalna głębokość, napotykana w tym przekroju, ale też cały jego kształt, więc i sąsiadujące głębokości i długość przekroju.

Przekroje poprzeczne są doskonałymi środkami, by uzmysłwić sobie budowę dna jeziornego. Liczbowo scharakteryzować ją można *średnim nachyleniem* poszczególnych stref warstwicznych i całego jeziora. Nachylenia te otrzymałem zapomocą wzoru  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{w}{p_1} \left( \frac{D_1 + D_2}{2} \right)$ , gdzie  $w$  oznacza odstęp pionowy między warstwicami (2·5, względnie 1 m.),  $D_1$  i  $D_2$  długość poszczególnych, sąsiadujących ze sobą warstw



głębinowych (izobat),  $P_1$  powierzchnię pierścieni, zawartych między izobatami, postępującymi po sobie. Podaję wprzód długość poszczególnych izobat wszystkich jezior, a dalej powierzchnie, objęte odnośniami parami warstwic.

Długość izobat	Kromsz.	Chod.	Szczytn.	Kruk.
0 m.	5560 m.	3725 m.	4910 m.	3910 m.
2·5 m.	5210 „	3067·5 „	4590 „	3600 „
5·0 „	5050 „	2340 „ <sup>3)</sup>	4530 „	3050 „ <sup>6)</sup>
7·5 „	4765 „	725 „ <sup>4)</sup>	4400 „	
10·0 „	3990 „ <sup>1)</sup>	510 „	4050 „	
12·5 „	2390 „	385 „	3230 „	
15·0 „	1490 „	250 „	1930 „	
17·5 „	180 „ <sup>2)</sup>	175 „	1250 „	
20·0 „		70 „	270 „ <sup>5)</sup>	

<sup>1)</sup> Izobata 110 m. ma 3600 m. długości. <sup>2)</sup> Izobata 16·0 m. ma 1115 m. długości, głębokość maksymalna wynosi 17·0 m. <sup>3)</sup> 2272·5 + 67·5 m. <sup>4)</sup> W północnej połaci jeziora Chodeckiego warstwicą 6·0 m. ma 2167·5 m., 7·0 m. 1862·5 m., 8·0 m. 715 m. długości. <sup>5)</sup> Izobata 19·0 m. ma 950 m. długości. <sup>6)</sup> Izobata 6·0 m. ma 2480 m. (320 + 2160 m.), izobata 6·5 m. 1020 m. (605 + 170 + 245 m.) długości.

Jez. Lubień. izobata	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m
długość	3200	3060	2220 <sup>1)</sup>	1540 <sup>2)</sup>	1200	990	800	430	80 m.

<sup>1)</sup> 1460 + 760 m. <sup>2)</sup> 1290 + 250 m.

Jezioro Borzymowskie ze swoją skomplikowaną budową wykazuje następujące długości izobat:

0 m	8630 m., wysepka ma obwód 90 m.
2·5 „	7340 „ izob. dook. wyspy 120 „ dookoła mielizny na linii 90—12 135 m.
5·0 „	6150 „ „ „ „ „ 170 „ „ „ „ 545 m.
7·5 „	głębocz. na linii 92-9 1800 m, na linii 90-12 110, na linii 87-34 600 m, na linii 18-33 1570
10·0 „	„ 1520 „ 585 m, 870 m
12·5 „	„ 335 „

Wszystkie powyższe długości mierzono metodą cyrklową, z otworem cyrkla 2 milimetrym, dającym przy niewielkiej zazwyczaj krzywiznie izobat (na mapach oryginalnych 1:5000) bardzo dokładne wyniki.

Powierzchnie pierścieniowe wynoszą:

pas między	Krom.	Chod.	Szczytn.	Kruk.
0·0—2·5 m	9 55 ha	6·285 ha	11·60 ha	7·63 ha
2·5—5·0 „	8·50 „	8·810 „	6·50 „	13·50 „
5·0—7·5 „	9·60 „	21·625 „	6·25 „	27·32 „ <sup>4)</sup>
7·5—10·0 „	15·375 „	2·075 „	8·10 „	
10·0—12·5 „	19·475 „	0 96 „	14·25 „	
12·5—15·0 „	11 45 „	0·61 „	9·70 „	
15·0—17·5 „	8·55 „ <sup>1)</sup>	0·27 „	5·05 „	

pas między	Krom.	Chod.	Szczytn.	Kruk.
17·5—20·0 m		0·20 ha	5·50 ha	
> 20·0 „		0·04 „ <sup>2)</sup>	0·40 „ <sup>3)</sup>	

<sup>1)</sup> Maksymalna głębokość 17·0 m. <sup>2)</sup> 20·5 m. <sup>3)</sup> 20·2 m. <sup>4)</sup> 6·9 m; warstwica 6·0 m obejmuje 141 ha.

*Jeziro Lubienieckie, pas między*

0—1 m, 1—2 m, 2—3 m, 3—4 m, 4—5 m, 5—6 m, 6—7 m, 7—8 m, > 8 m, powierzchnia w hektarach:

4·825    3·925    4·075    2·575    2·250    2·430    2·045    0·672    0·003

*Jeziro Borzymowskie, pas między*

0—2·5 m. w ha	69·255—0·65	(wyspa)		
2·5—5·0 „	28·65	—0·125 (wyspa)	—0·152 (mielizna na linii 90—12)	
5·0—7·5 „	45·005—0·200	(wyspa)	—1·975 ( „ „ „ „ )	
7·5—10·0 „				głęboczek na linii 92—9 10·43 ha, na linii 90—12 0·08 ha, na linii 87—34 2·475 ha, na linii 18—33 12·63 ha
10·0—12·5 „	„	11·245 ha		„ 2·05, 5·22 ha
> 12·5 „	„	0·875 „		

*Nachylenie stoków wanierek jeziornych przedstawia się według obliczeń, opartych na powyższych danych, jak następuje:*

nachylenie $\alpha$	Kromsz.	Chod.	Szczytn.	Borzym.	Kruk.
w pasie 0—2·5 m.	7°40'	8°2'	6°11'	1°37'	7° 1'
2·5—5·0 „	7°19'	4°53'	9°56'	3°10'	3°32'
5·0—7·5 „	7° 3'	0°53'	10° 8'	1°19'	0°14'
7·5—10·0 „	6°15'	4°21'	7°26'	2°17' <sup>1)</sup>	
10·0—12·5 „	4°34'	6°39'	3°40'	1° 5' <sup>1)</sup>	
12·5—15·0 „	3°30'	7°25'	3°48'	0°39' <sup>1)</sup>	
15·0—17·5 „	1°12'	11° 8'	4°30'		
17·5—20·0 „		8°41'	0°12'		
>20·0 m.		4°32'			
Średnie nachylenie	4°58'	4° 9'	6°11'	ok. 1 <sup>1/4</sup> ° <sup>2)</sup>	3°7'

<sup>1)</sup> W głównym głęboczku na linii 92—9. <sup>2)</sup> Średnie nachylenie jeziora Borzymowskiego, trudne do obliczenia z powodu nieregularności dna, podajemy tylko w przybliżeniu.

*Jeziro Lubienieckie, nachylenie w pasie*

0—1 m 1—2 m 2—3 m 3—4 m 4—5 m 5—6 m 6—7 m 7—8 m > 8 m śred. nach.  
wynosi:  
3°43'    3°25'    3°9'    2°46'    2°47'    2°7'    1°42'    2°10'    0°0'    2°45'

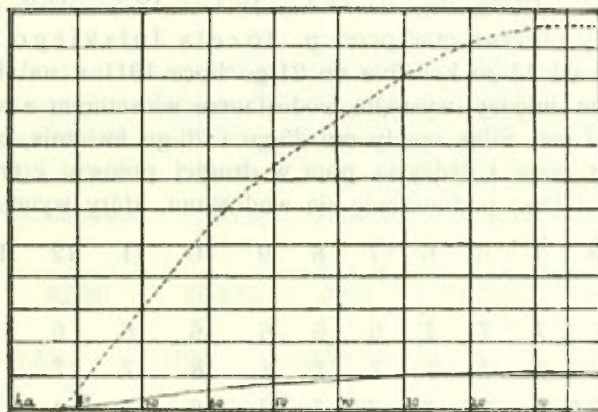
Na ogół dna naszych jezior są tylko tuż przy samych wybrzeżach nieco stromiej nachylone (6°—8°) i spadek ich łagodnieje ku głębokim; jedynie tylko jezioro Borzymowskie ma silnie rozwinięte terasy przybrzeżne. Anormalne stosunki nachylenia w jeziorze Chodeckim tłumaczą się wpływem szerokiej i płytkiej, północnej połaci jeziora na głębokości 5—7·5 m, oraz stromym względnie głęboczkiem w południowej połaci. Takie głęboczki uwydatniają się też w nachyleniu dna jeziora Borzymowskiego. Rozróżniamy więc prawie wszędzie strefę litoralną o znacznym nachyle-



niu (do 5—7·5 m), platformę denną (na rozmaitej głębokości), słabo tylko nachyloną, i wreszcie głęboczki, stromo wgłębione w platformę<sup>1)</sup>.

Z powodu nachylenia stoków zagłębień jeziornych *powierzchnia dna jeziornego* jest nieco większą od powierzchni zwierciadła wody. Różnica ta wynosi w jeziorach Chodeckich przeciętnie 1·5—2‰, *maximalnie* 5·8‰ powierzchni jeziornej:

	Kromsz.	Chod.	Lubień.	Szczytn.	Borzym.	Kruk.
powierzchnia zwierciadła	82·5 ha	40·875 ha	22·8 ha	67·35 ha	201·325 ha	48·45 ha
powierzchnia dna	82·81 „	40·98 „	22·83 „	67·743 „	201·37 „	48·521 „
różnica w hektarach	0·31	0·105	0·03	0·393	0·045	0·071
różnica w ‰ pow.	3·7	2·6	1·5	5·8	0·22	1·5



Rys. 2. Krzywa hipsoklinograficzna jeziora Kromszewickiego bez przewyższenia (—) i dziesięciokrotnie przewyższona (-----).

**Dodatek.** Jak to już na wstępie zaznaczyłem, zamierzone pomiary temperatury i wodostanu nie zostały wykonane. Pragnę więc, choćby pokrótce i bez komentarzy, podać niektóre obserwacje, które sam poczyniłem okolicznościowo, ze względu na fakt, iż pomiarów termicznych i wahań wodostanu z jezior niżej polskiego prawie wcale jeszcze nie posiadamy. Pomiar, wykonany 10-go kwietnia 1911 o 6-ej rano w jeziorze Chodeckim, przy temperaturze powietrza + 1·3°, słabym wietrze południowym i słabym zachmurzeniu, wykazał, że prawie cała masa wody wykazuje na wiosnę jednostajną temperaturę około 5°, i że nocne ochłodzenie wody sięga do około 3 m.

Głębokość:	0m	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	7·5 (dno)
Temperatura:	5·05°	5·02°	5·02°	4·95°	5·05°	5·05°	5·00°	5·00°	4·95°

W lecie temperatura górnych warstw podnosi się do 20°, warstwa uskokowa, gdzie spadek temperatury jest nagły, leży w 5—6 m, więc stosunkowo płytko, a woda denną ogrzewa się słabo i powoli. Dowodzi tego pomiar, wykonany na jeziorze Szczytnowskim dnia 8-go lipca 1911 o 7<sup>30</sup> rano, przy całkowitem zachmurzeniu, lekkim wietrze północnym i temperaturze powietrza + 14·5°.

<sup>1)</sup> Dla przykładu podaję obok krzywą hipsoklinograficzną jeziora Kromszewickiego (ob. rys. 2), z której stosunki nachylenia na oko odczytać można.

Głębokość m:	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura.	19·8°	20·0°	20·0°	19·8°	19·2°	19·1°	17·7°	16·2°	15·6°
Głębokość m:	9	10	12	15	19·1 (dno).				
Temperatura:	14·3°	12·5°	10·1°	9·5°	9·1°				

Silne wiatry są w stanie przemieszczać wodę w naszych jeziorach niemal ze do dna i wyrównać temperaturę. Dnia 12 lipca 1911 roku mierzyłem o godzinie 3-ej po południu w jeziorze Borzymowskim po silnej burzy, przy zachmurzeniu 9, wietrze zachodnim 3—4, który powodował fale na 40 cm. wysokie:

Głębokość m:	0	1	2	3	5	7	10
Temperatura:	18·8°	18·6°	18·4°	18·4°	18·4°	18·4°	17·8°

Wodostany były obserwowane przez p. Józefa Julskiego w jeziorze Kromszewickim w czasie od 14-go kwietnia do 21-go lipca 1911 r. na słupie, przezemnie ustawionym; wahanie między wysokim wodostanem wiosennym a niskim letnim wynosi przynajmniej 10 cm. Silne opady dni 25-go i 26-go kwietnia, oraz słabsze nieco dni 21-go do 23-go maja i dżdżysta pora w drugiej połowie czerwca powodowały lekkie (4, względnie 1 cm.) podnoszenie się wodostanu, który wynosił w cm:

Dnia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Kwietnia														10	1	
Maja	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Czerwca	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	8	
Lipca	8	8	8·5	8	7·5	7·5	7·5	7	7	6	4	4	4	4	4	
Dnia	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Kwietnia	10	10	10	8·5	8	8	8	8	8	8	9	13	10	8	9	
Maja	6	6	6	6	6	6	7	7	8	7·5	7·5	7·5	7·5	7·5	7	7
Czerwca	8	7·5	7·5	7·5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Lipca	2	2	2	2	1	1										

L. SAWICKI.

## Études morphologiques sur les lacs de Chodecz (KOUJAVIE).

En rapport avec un programme de travaux limnologiques en Pologne je résolus d'étudier monographiquement un certain nombre de lacs, situés en Koujavie (Royauté de Pologne) sur le bord gauche de la Vistule, au sud de la ville de Włocławek. Tous ces lacs, au nombre de six, sont joints par le fleuve Chodczanka, sans cependant présenter un type uniforme: le groupe méridional (comprenant les lacs de Kromszewice, de Chodecz, de Lubieniec et spécialement de Szczytno, se rapproche du type des lacs-fossés (Rinnensee), tandis que le groupe septentrional (lac de



Kruków et surtout lac de Borzymie) a l'aspect des lacs, que les Allemands nomment „lacs de moraine de fond“ (Grundmoranensee).

Ce contraste se voit de même dans la projection horizontale des lacs que dans leur profil transversal et longitudinal, — en général dans tous les rapports morphométriques. L'analyse de ces rapports est basée sur les résultats de mesurages faits en avril et en juillet 1911, au cours desquels je pus lever un croquis cartographique à l'aide d'un bon compas sur trépied, avec dioptré, — d'un ruban de vingt-cinq mètres et d'un clisimètre, indiquant toujours les point finals des profils transverses. Les mesures de profondeur étaient obtenues à l'aide d'une corde à main, avec précision de 10—15 cm. Les points où les mesures avaient été levées, ont été fixés d'après la méthode dite: aux coups de rames. Une discussion critique sur les erreurs probables, résultants de la simplicité de la méthode et des instruments, a démontré la valeur satisfaisante des résultats.

Les résultats de mes travaux et des calculs basés sur eux sont représentés dans les cartes bathymétriques<sup>1)</sup> suivantes (voir tabl. V) et dans le tableau suivant.

	Lac de Kromszewice	Lac de Chodecz	Lac de Lubieniec	Lac de Szczytno	Lac de Borzymie	Lac de Kruków
Superficie en <i>ha</i> :	82·50	40 875	22·8	67·35	<b>201·325</b>	48·45
Longueur du rivage en <i>m</i> :	5560	3725	3200	4910	<b>8650</b>	3910
Sur 1 <i>ha</i> de la sur- face revient de cir- conférence, en <i>m</i> :	67·4	91·1	<b>140·35</b>	46·0	43·0	80·7
Longueur de l'axe médian en <i>m</i> :	<b>2600</b>	1665	1375	2275	<b>2670</b>	1615
Sur 1 <i>ha</i> de la sur- face revient de la ligne médiane en <i>m</i> :	31·15	40·7	<b>60·3</b>	33·7	13·3	33·3
Largeur maximale en <i>m</i> :	460	330	280	415	<b>900</b>	385
Largeur moyenne en <i>m</i> :	317·3	245·6	165·8	296·3	<b>753·6</b>	300·0
Rapport de la largeur moyenne à la su- perficie	3·8	6·0	<b>7·3</b>	4·4	3·7	6·2
Rapport de la lar- geur max. à la moyenne	0·69	0·74	0·59	0·71	<b>0·84</b>	0·78
Longueur de l'axe rectiligne en <i>m</i> :	2065	1375	1240	2165	2325	1585
Developpement de longueur	<b>1·235</b>	1·211	1·109	1·051	1 148	1·019

<sup>1)</sup> Les originaux des ces cartes ont été faits en l'échelle 1:5000, resp. 1:2500.

	Lac de Kromszewice	Lac de Chodecz	Lac de Lubieniec	Lac de Szczytno	Lac de Borzynie	Lac de Kruków
Developpement du rivage:	<b>1 090</b>	<i>1-043</i>	1-067	1-0875	<b>1-384</b>	1-0525
Nombre de mesure-ment de profon-deur:	167	223	49	226	364	110
Nombre des profils:	21	26	9	22	36	11
Densité des mesu-pres sur <b>1 km<sup>2</sup></b> :	202	<b>546</b>	215	336	<i>181</i>	227
Volume en km <sup>3</sup> d'a-près la méthode de Simpson:	0.00752	0 00215	0'0006813	0'006326	<b>0'009596</b>	0'002156
Volume en km <sup>3</sup> d'a-près la courbe hyp-sographique	0-00768	0-00225	0'000725	0 00645	<b>0 00985</b>	0-00230
Profondeur moyen.	9-3	5-5	<i>3-2</i>	<b>9 6</b>	4-9	4-7
Profondeur maxim.	17-0	20-5	8-0	<b>20-2</b>	13-1	6-9
Rapport de la prof. moyenne à la max.	0-548	<i>0-269</i>	0-398	0 474	0-374	<b>0-688</b>
Inclinaison moyen-ne du fond:	4°58'	4° 9'	2°45'	6°11'	1°15'	3° 7'
Superficie du fond en <i>ha</i> :	82-81	40-98	22-83	67-743	201-37	48-521
Différence entra la superficie du lac et son fond en <i>ha</i> :	0-31	0-105	0-03	0-393	0 045	0 071
en ‰	3-7	2-6	1-5	<b>5-8</b>	0-22	1 5

Tous les lacs fossés sont, comme nous le voyons, caractérisés par un axe longitudinal considérable et une petite largeur en comparaison à la longueur. La partie la plus profonde du fossé est située à peu près dans l'axe géométrique du bassin lacustre et révèle *une seule* cavité, toujours dans la section transversale, ordinairement dans la section longitudinale. Les plages et terrasses littorales sont peu développées dans ce type; l'inclinaison du fond est faible (4—7°) jusqu'à une profondeur de 3—5 m; plus en bas elle devient plus forte (4—10°) jusqu'à une profondeur de 10 m; enfin elle passe doucement en une plateforme du fond lacustre. La profondeur de lacs, la maximale (20 m) de même que la moyenne (9—10 m), est relativement grande.

Le second type se présente tout à fait différemment (lac de Borzynie): la circonférence y est très irrégulière, caractérisée par beaucoup de péninsules et petits golfs, en conséquence de quoi le développement du rivage est grand. Nous y cherchons en vain un axe longitudinal distinct: le lac est plus ou moins arrondi et sa largeur moyenne est assez grande en comparaison à la longueur. Il n'y a pas de cavité unique, mais au contraire le fond de lac se compose de plusieurs cavités, isolées et



séparées l'une de l'autre par des bosses sous-lacustres. Les terrasses littorales sont bien développées, mais seulement jusqu'à une profondeur de 2,5 m., jusqu'où l'inclinaison moyenne du fond est de  $1\frac{1}{2}^{\circ}$ ; ensuite nous trouvons un petit rebord ( $3^{\circ}$ ) jusqu'à profondeur de 5 m. et enfin commence la plateforme de fond, légèrement ondulée, avec une inclinaison de surface de  $\frac{1}{2}^{\circ}$ — $2^{\circ}$ . Les lacs de moraine de fond ont une profondeur beaucoup plus modeste que les précédents (*maximale* 7—13 m, moyenne à peu près 5 m).

La description minutieuse de la morphologie de tous les lacs cités, de même que la description de leur entourage se trouve dans le texte polonais du travail présent. Les procès morphologiques, qui ont influé à changer l'aspect des lacs, y sont discutés tout au long. Je veux ajouter, que la différence des deux types lacustres en discussion s'explique par une genèse différente. Ils sont séparés, l'un de l'autre, par des collines, allant de Borzymie vers Szczytno et plus loin vers l'Ouest, et que l'on doit expliquer comme anciennes moraines frontales. Les lacs-fossés, situés au sud de ces moraines, sont donc plus anciens et doivent leur naissance surtout à l'érosion fluviale, tandis que le groupe du nord n'a pu se former que plus tard profitant des irrégularités de l'accumulation de la profonde moraine diluviale.

Mon intention, encouragée d'ailleurs et appuyée par la „Soc. Polonaise de la connaissance du pays“, d'approfondir mes études de Koujawie, en les étendant sur les phénomènes thermiques, hydrologiques, hydrostatiques et optiques, n'a pu être réalisée pour le moment. Je crois qu'il me sera plutôt possible de prolonger mes études morphologiques sur d'autres groupes de lacs polonais.

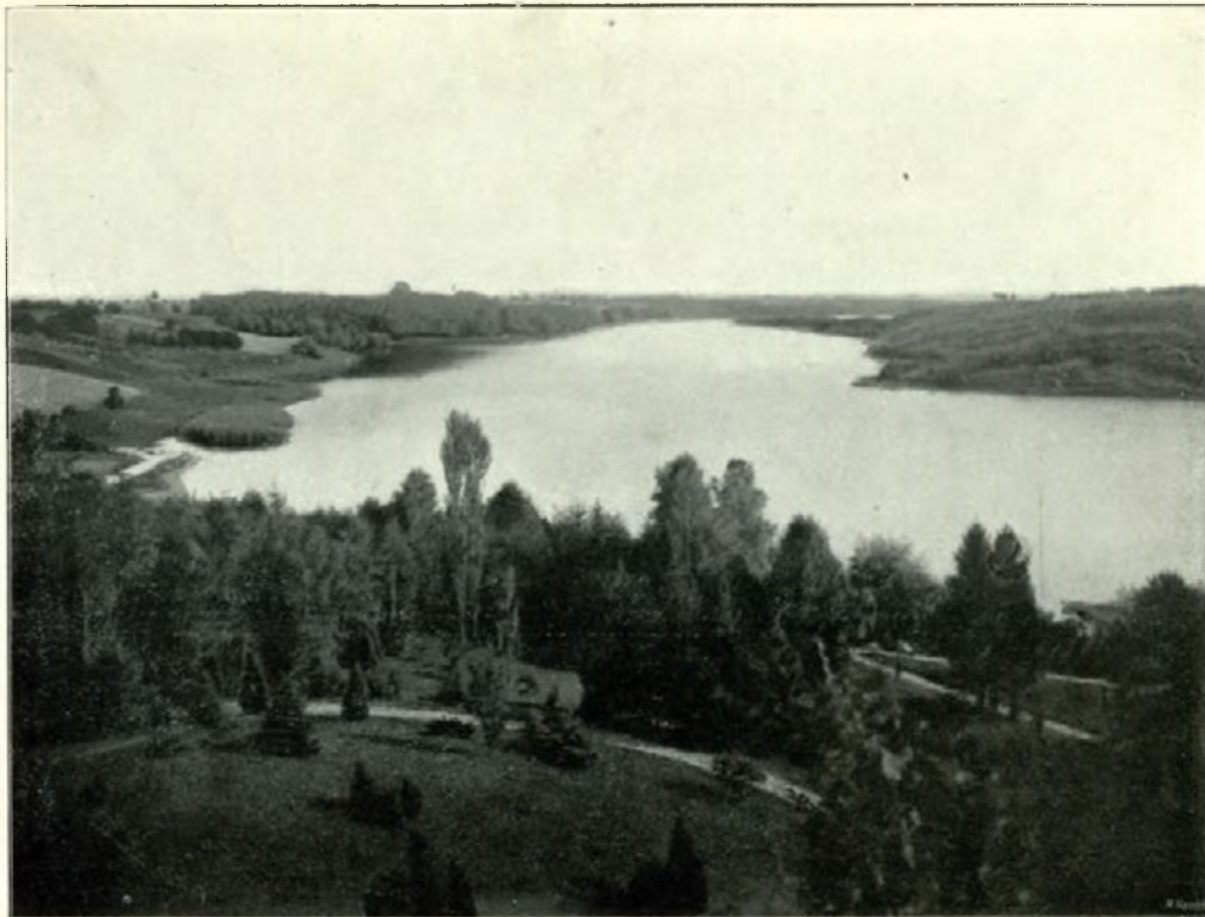


La description morphologique de la morphologie de tous les types de dents  
qui la description de leur entourage se trouve dans le texte polonais du travail  
sont les caractéristiques morphologiques qui ont influé à changer l'aspect des dents  
littéraires tout au long de leur existence, que la différence des deux types se trouve  
discussion « typique par une coupe différente. Ils sont séparés, l'un de l'autre par  
les collines allées de l'épave vers l'ouest et plus haut vers l'est, et par les  
dents exiguës comme certaines dents moindres. Les caractéristiques de la dent  
ce travail, sont donc plus au nord et doivent être examinés, surtout à l'égard de  
vite, tandis que le reste n'a pas de dent que plus tard, surtout de la dent  
généralité de l'accumulation de la morphologie dentaire.

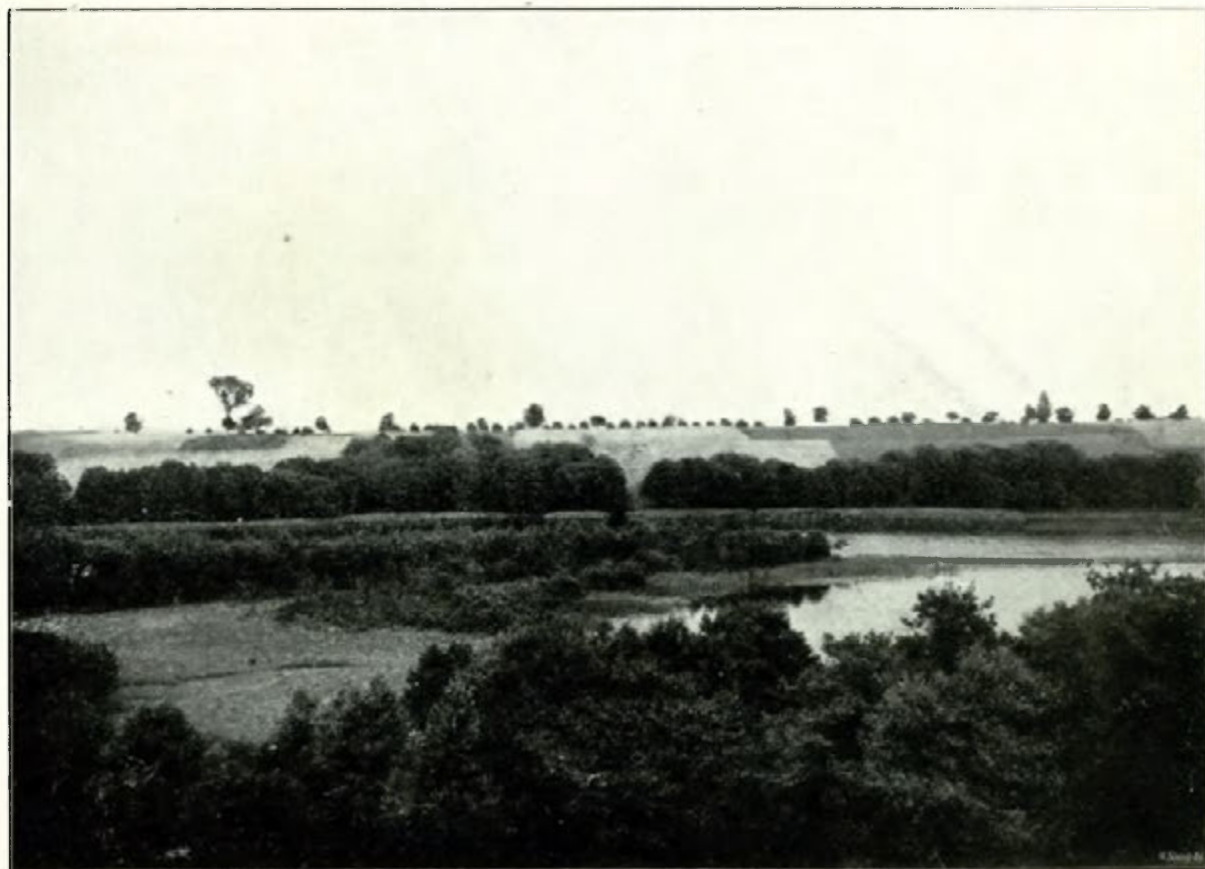
Mon intention cachée d'ailleurs et appuyée par la Soc. Polonaise de la con-  
naissance du pays, d'apporter mes études de Kowalew, en les étudiant sur les  
phénomènes hydrologiques, hydrographiques et autres, n'a pu être  
surtout le moment de la dent qui me sera guidé possible de prolonger ces études  
morphologiques sur d'autres groupes de dents polonaises.







Jezioro Chodeckie od północy. Rów jeziorny, wcięty w wyżynę Kujawską, w tyle półwysep i „Głęбочek“ Chodecki. (fot. J. Niekrasz).



Zachodnia i północna część „Głęбочka“ (jez. Chodeckie), półwysep, wyżyna Kujawska. (fot. J. Niekrasz).







Jezioro Chodeckie (podmywanie drzew przez fale).

(fot. J. Niekrasz).

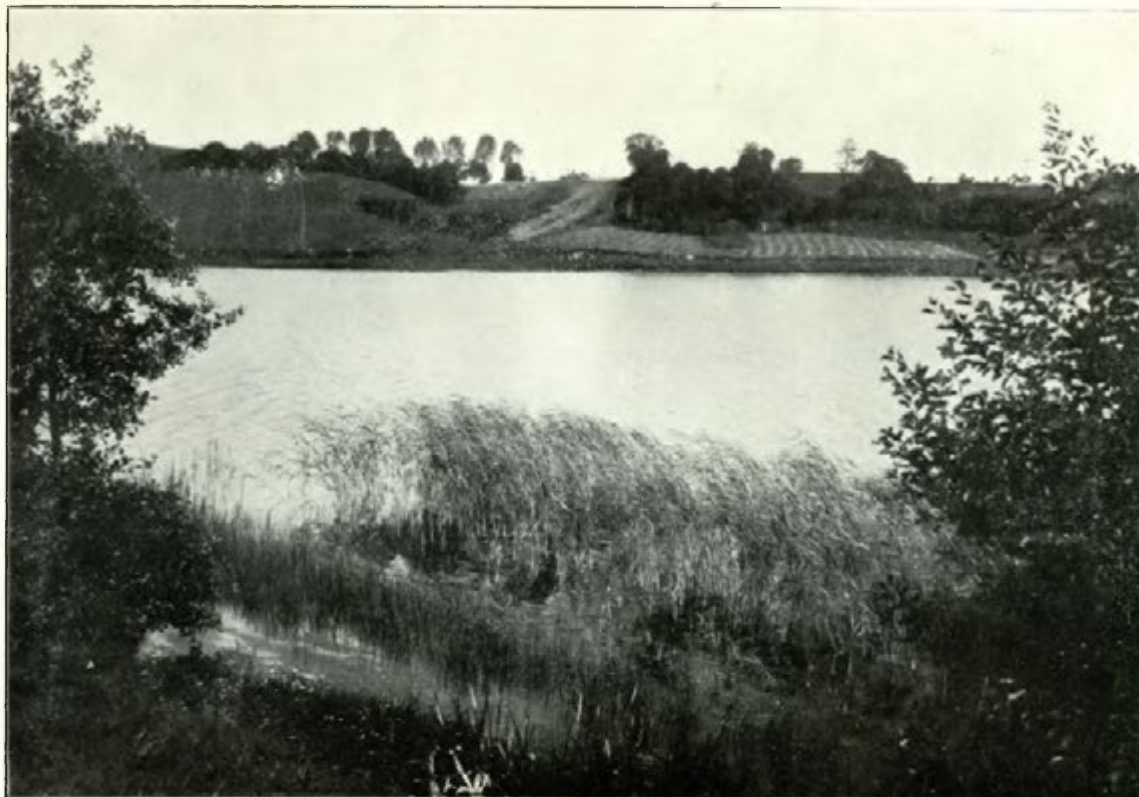


Cieśninka, łącząca jezioro Kromszewickie z Chodeckim.  
Pamiętn. Fizyogr. T. XXII.

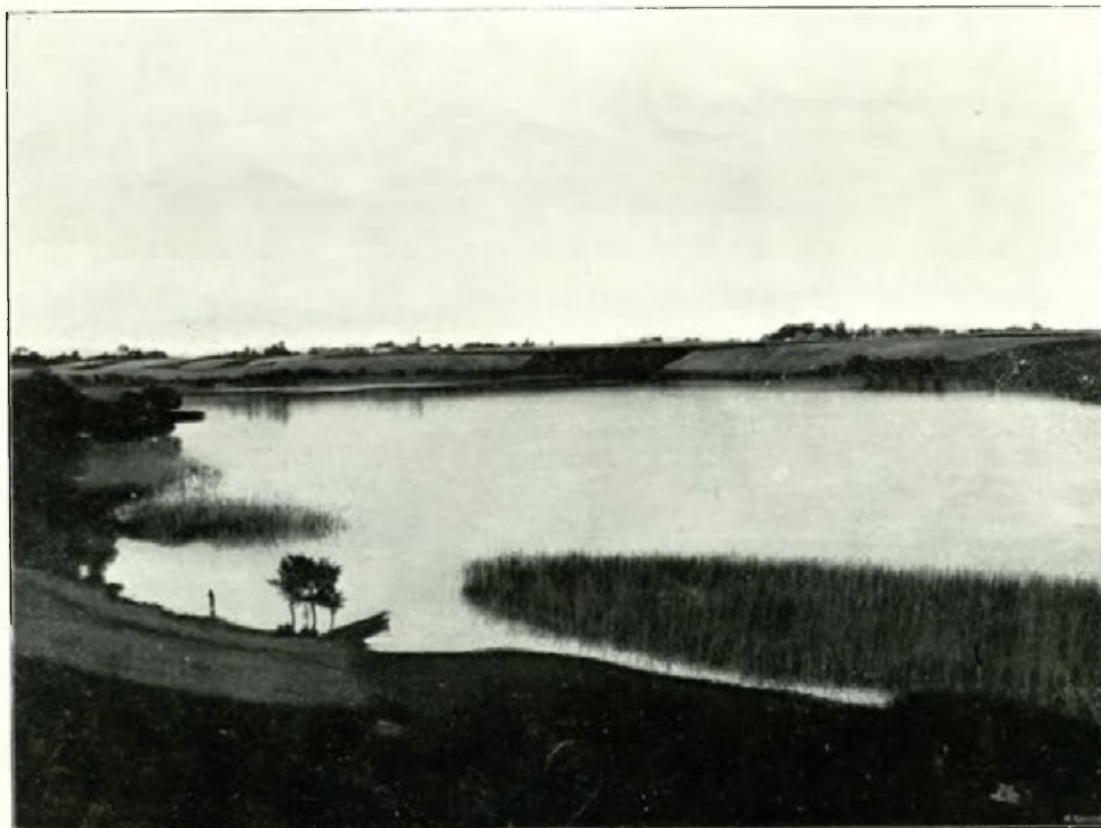
(fot. L. Ostaszewski).







Zarośla trzciny (przy południowo-wschodnim brzegu jeziora Chodeckiego; naprzeciwko dolinka sucha z peryodycznym potoczkiem). (fot. L. Ostaszewski).



Jezioro Kromszewickie od strony „Szwedzkich okopów“ (stromościenny rów jeziorny). (fot. J. Niekrasz).







Jezioro Kromszewickie.

(fot. J. Niekrasz).



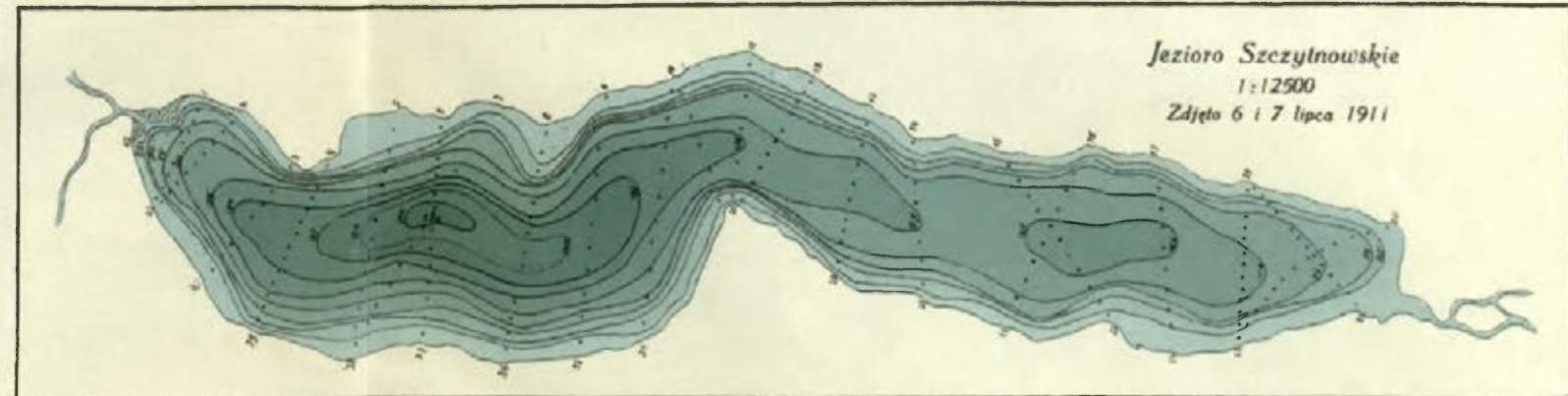
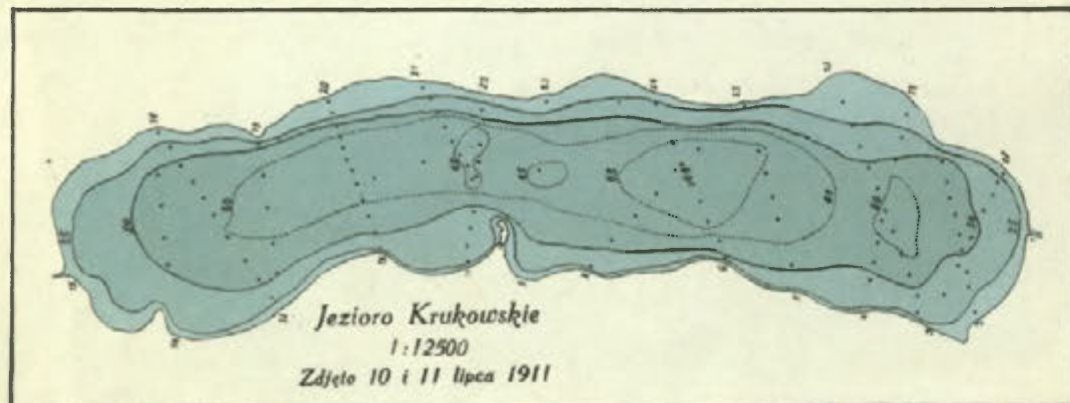
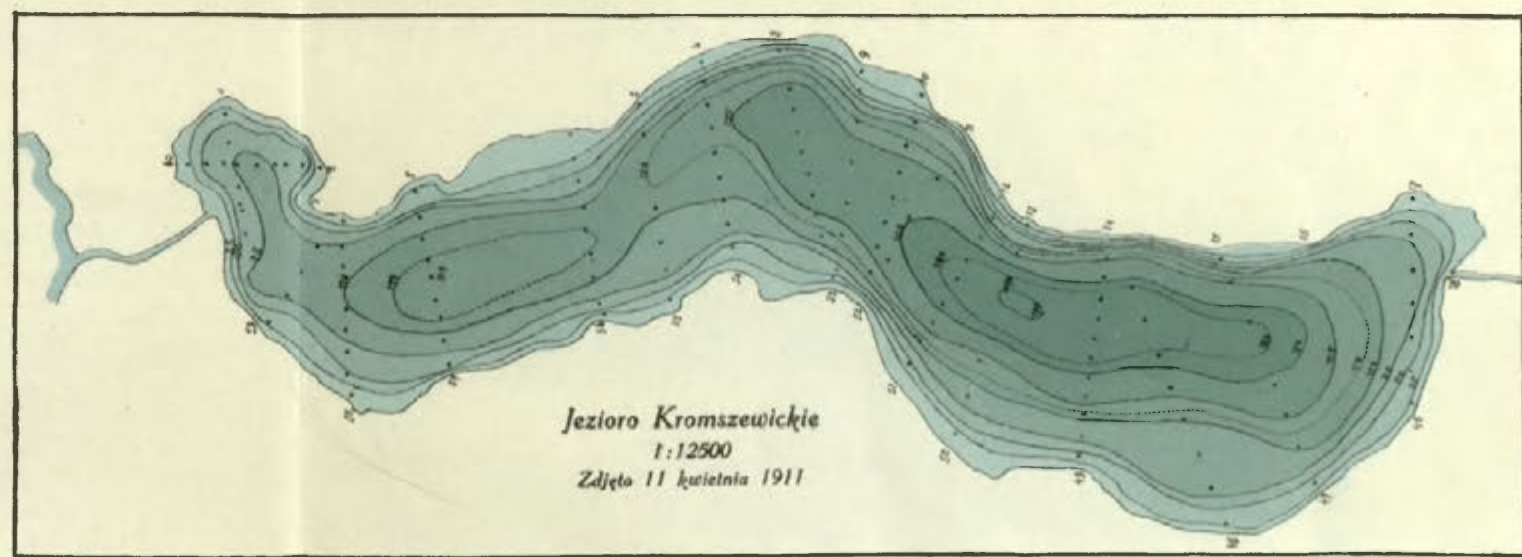
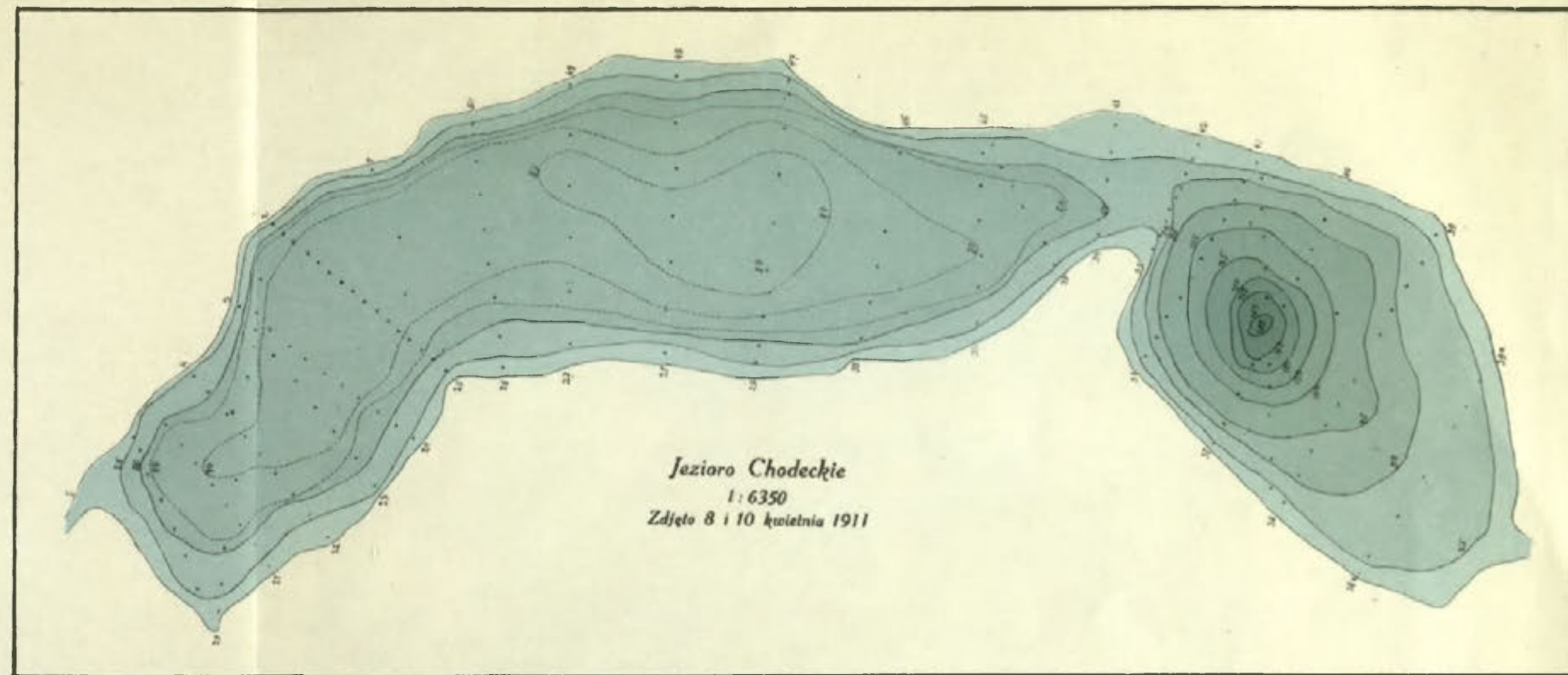
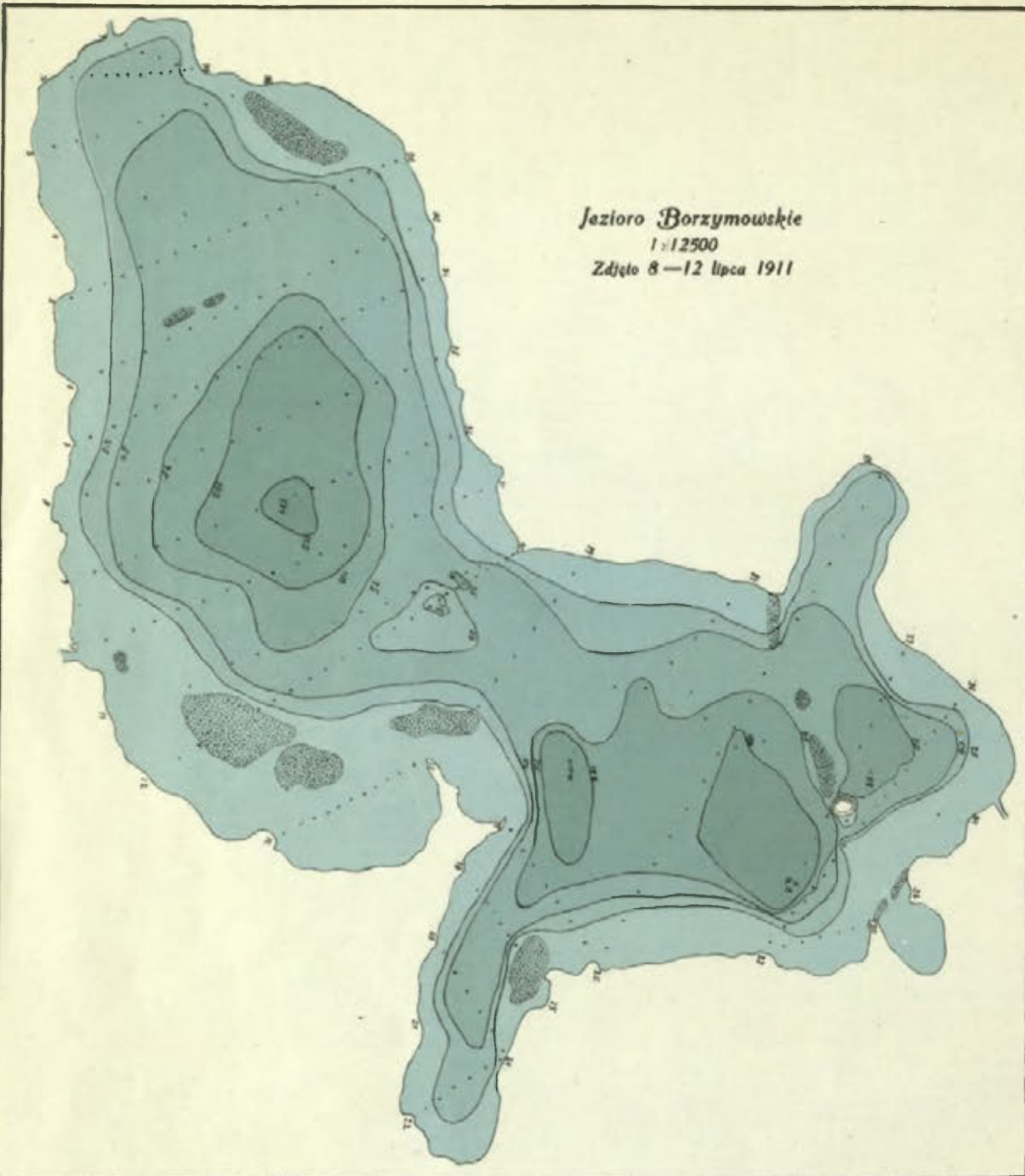
Jezioro Kromszewickie z południa, z szczył jeziorną w średnim planie,  
Pamiętn. Fyzyogr. T. XXII,

(fot. J. Niekrasz),











\*07290

534/30







17440