

KOSMOS

CZASOPISMO POLSKIEGO TOW. PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
(SERJA A. ROZPRAWY)

ROCZNIK LVII.

ROK 1932.

ZESZYT I—IV.

DZIAŁ: FIZYKA Nr. 3.

Kilka uwag o wpływie Wisły na stosunki w zatoce Gdańskiej

[A propos de l'influence de la Vistule sur les eaux
du Golfe de Dantzig]

Napisał

KAZIMIERZ DEMEL

Myśl skreślenia uwag niniejszych powstała bezpośrednio po zapoznaniu się z pracą J. Borowika: Kilka przyczynków stwierdzających oddziaływanie Wisły na stosunki w zatoce Gdańskiej¹⁾, która to praca, mimo swej obfitej i ciekawej treści, zawiera również wnioski naszym zdaniem niedostatecznie poparte faktami, z którymi nie możemy się zgodzić. Odnosi się to przede wszystkim do kwestji wpływu Wisły na prądy w zatoce Gdańskiej oraz Wisły jako wskaźnika stanu wód Bałtyku.

Czy Wisła tworzy prądy w zatoce Gdańskiej?

Borowik twierdzi, że w mechanizmie prądów w zatoce Gdańskiej obok wiatrów czynnikiem zasadniczym jest prąd wytwarzany przez Wisłę. Na poparcie twierdzenia powyższego wspomniany autor przytacza analizę kilku hydrograficznych przekrojów sezonowych, powtarzamy sezonowych nie codziennych, bez uwzględnienia czynnika wiatru, wskazujących na przesuwanie się punktu najwyższego zasolenia w kierunku zachodnim od ujścia Wisły, co świadczyć ma o istnieniu w tych warstwach wyraźnego prądu. Prąd ten tak zwany prąd głębi-

¹⁾ „Kosmos“, tom 55, zeszyt III—IV, Lwów 1931.

nowy zatoki Gdańskiej, odwrotny do zasadniczego kierunku wód powierzchniowych, jest, zdaniem autora zjawiskiem powszechnie obserwowanem przy mieszaniu się wód rozmaitej koncentracji, szczególnie częstem w pobliżu ujścia rzek oraz w cieśninach. Wisła więc, a raczej jej wylewy mają być prądu tego twórcami.

O istnieniu prądu głębinowego w zatoce Gdańskiej, mającego przeciwny kierunek do kierunku wód powierzchniowych (ściślej mogącego mieć ten kierunek w pewnych okolicznościach, mianowicie przy określonych wiatrach) nie wątpimy — już go bowiem dawniej opisaliśmy w pracy o prądach przy cyplu półwyspu Helskiego¹⁾, by jednak prąd ten był następstwem wpływu wód wiślanych z tem w żaden sposób zgodzić się nie możemy i profile załączone do pracy Borowika bynajmniej też wpływu tego nie dowodzą. Przeciwnie wszystko wskazuje na to, że zarówno na powierzchni jak i w warstwach głębszych prądy u naszych brzegów znajdują się w ścisłej zgodności z przebiegiem wiatrów określonych kierunków. Na cóż bowiem jeżeli nie na prądy głębinowe wskazują stwierdzone przez nas na podstawie codziennych (nie sezonowych) pomiarów gwałtowne oscylacje termiczne warstw głębszych w ścisłej zgodności przebiegające z określonymi wiatrami? Czyżby ta zgodność była przypadkowa? obserwujemy ją już zgórą od pięciu lat na podstawie stałych obserwacji przy Helu. To są prądy głębinowe i ich przyczyna — wiatry, oczywiście działające nie tylko lokalnie u nas ale i nadewszystko przez pośrednictwo cieśnin, łączących Bałtyk z Morzem Północnem.

Przy wiatrach pozytywnych, czyli *W* i *N* od *SW* poczynając a na *NNE* kończąc, gdy jednocześnie w cieśninach, w Skageraku i Kategacie panują wiatry zachodnie, daje się obserwować wzdłuż północnego brzegu półwyspu Helskiego prąd z *NW* ku *SE*, który przy cyplu Helu, napotykając znaczne głębokości, pogrąża się i dołem wchodzi do Małego morza, przyjmując wówczas oczywiście kierunek przeciwny do kierunku dominujących na powierzchni wiatrów pozytywnych. Wierzchem nadmiar tej wody spływa z wiatrem, dołączając do głównej gałęzi prądu która, poczynając od cypla półwyspu

¹⁾ *Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa* tom IV, Nr. 3—4, Warszawa 1930.

sunie w kierunku wschodnim by okoliwszy częściowo brzegi mierzeji świeżej wyjść przy Sambji z właściwej zatoki Gdańskiej¹⁾.

Jest to tylko drobny fragment, odpowiadający stosunkom w zatoce Gdańskiej, cyrkulacji wód Bałtyku przy naporze wiatrów zachodnich, utrudniających odpływ zwierchnich wód Bałtyku do Morza Północnego, spiętrzających wody w Skageraku, a wzdłuż południowych brzegów Bałtyku przesuwających zwierchnie warstwy w kierunku z *W* na *E*. Zwierchnie te wody wchodzi u nas poczynając od cypla Helu dołem, jak powiedzieliśmy, pod wiatr do Małego morza, tworząc prąd głębinowy. Jest to prąd naprowadzający wody od zachodu, podnoszący ich poziom u naszych brzegów, dający w okresie letnich miesięcy charakterystyczne zwyżki termiczne w warstwach głębszych przy Helu w harmonji przebiegające z wiatrami pozytywnymi, — najczęstszy obraz cyrkulacji wód bałtyckich wobec przewagi wiatrów zachodnich.

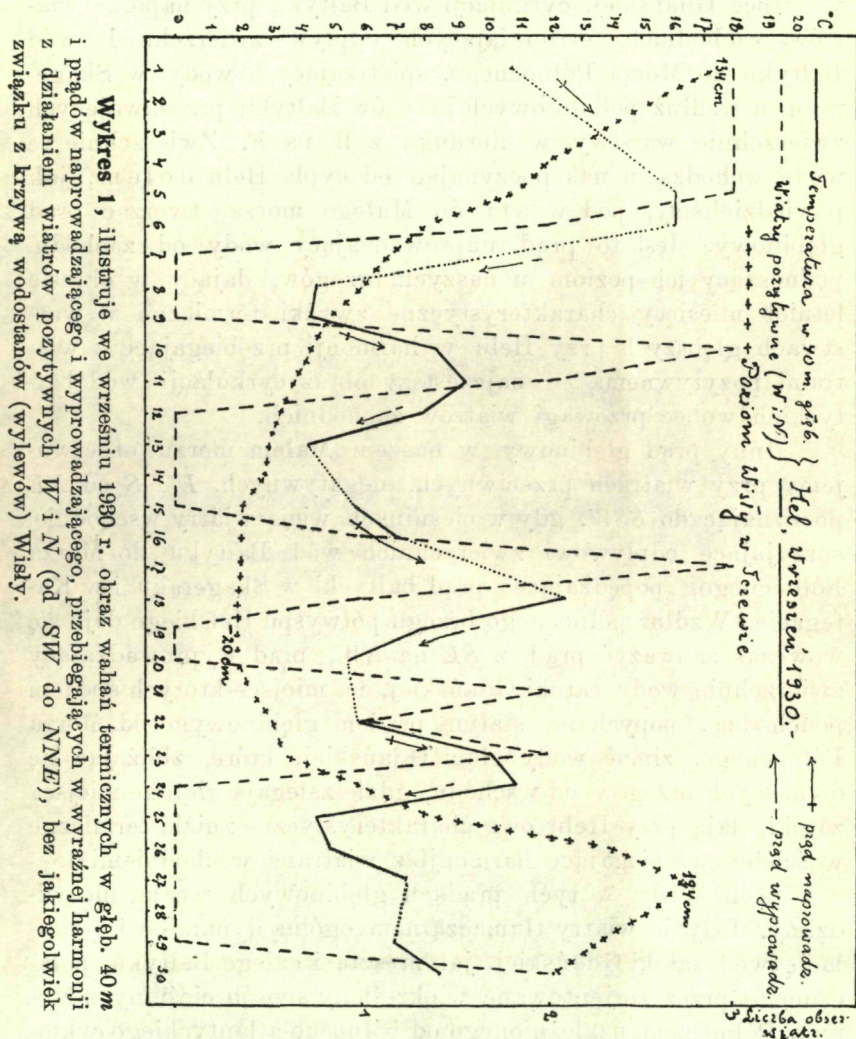
Inny prąd głębinowy w naszym Małym morzu obserwujemy przy wiatrach przeciwnych, negatywnych, *E* i *S* od *NE* poczynając do *SSW*, gdy w cieśninach wieją wiatry wschodnie, sprzyjające odpływowi zwierchnich wód Bałtyku do Morza Północnego, „popędzające“ prąd bałtycki w Skageraku i w Kattegacie. Wzdłuż północnego brzegu półwyspu Helskiego daje się wówczas zauważyć prąd z *SE* na *NW*, prąd wyprowadzający zwierchnie wody zatoki Gdańskiej, na miejsce których spodem podchodzą, popychane stałym prądem głębinowym od Morza Północnego, zimne wody głębi Gdańskiej, które, zbliżając się do naszych brzegów od wschodu, gdzie zalegają głębsze miejsca zatoki, dają przy Helu owe charakterystyczne zniżki termiczne w ścisłej przebiegające harmonji z wiatrami wschodnimi²⁾.

Roli Wisły w tych prądach głębinowych wcale nie widzimy. Jedynie wiatry tłumaczą nam ogólną dynamikę i cyrkulację wód zatoki Gdańskiej, jak zresztą i całego Bałtyku, połączzonego przez zorjentowane w określony sposób cieśniny z Morzem Północnem, uzależnionego od północno-atlantyckiego cyklo-

¹⁾ Ilustrację tego prądu naprowadzającego, nazwanego poprzednio przez nas typem I, podaje mapka 4 w naszej pracy o prądach.

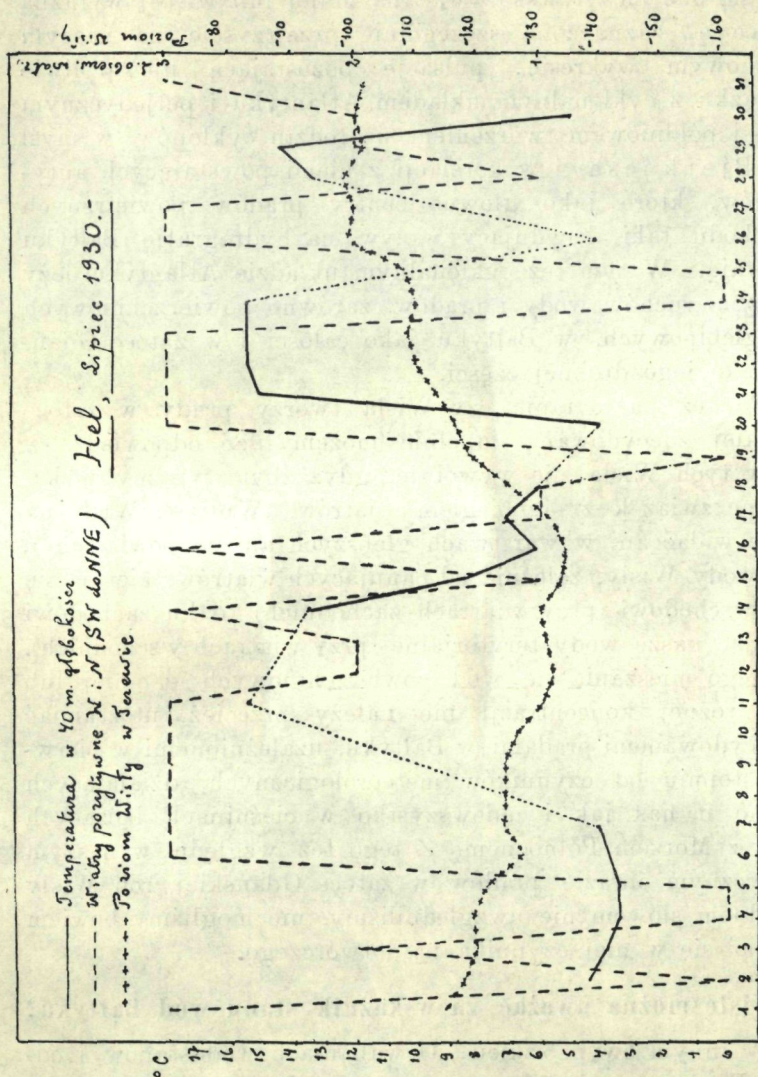
²⁾ Ilustrację tego prądu wyprowadzającego, nazwanego również przez nas prądem typu II, podaje Mapka 5 w naszej pracy o prądach.

nalnego i południowo-atlantycznego antycyklonalnego układu z jednej strony, a kontynentalnych wpływów wyżu syberyjskiego (w okresie miesięcy zimowych) z drugiej strony.



Załączone wykresy (1 i 2), oparte na codziennych obserwacjach przy Helu, ilustrują nam bardzo wyraźnie przebieg zjawiska gwałtownych wahań termicznych w warstwach głęb-

szych, a tem samem prądów w tych warstwach — naprowadzającego przy każdorazowych zwyżkach termicznych i wyprowadzającego przy zniżkach. Wisła na przebieg zjawiska



wplywu nie wywiera. Stan wody Wisły, proporcjonalny do siły jej wylewów, nie wykazuje żadnej zgodności z temiruchami głębszych warstw przy Helu, wi-

docznymi tak przejrzyście przez oscylacje termiczne. Przeciwnie oscylacje te przebiegają w najwyraźniejszej zgodzie z wiatrami, które je cokolwiek wyprzedzają. Co więcej, zdają się one nawet wskazywać na mniej lub więcej wyraźną pulsację, zaznaczoną szczególnie przejrzyście na naszym wrześnieowym wykresie, pulsację pozostającą niewątpliwie w związku z cyklonalnym układem Atlantyku i perjodycznym pięcio- i półdniowym tworzeniem się rodzin cyklonów (w myśl teorii Bjerknesa) i w korelacji z nimi powstających antycyklonów, które jako główne centry prądów powietrznych od zachodu taki decydujący wpływ na hydrografię Bałtyku wywierają. W tym też cyklonalnym układzie Atlantyku leży przyczyna ruchów wody i prądów, zarówno powierzchniowych jak i głębinowych, w Bałtyku jako całości i w zatoce Gdańskiej jako jego drobnej części.

To też na pytanie czy Wisła tworzy prądy w zatoce Gdańskiej zdecydowaną zupełnie możemy dać odpowiedź. — Prądów tych Wisła nie wywołuje, gdyż zbyt wyraźny wykazują one związek z przebiegiem wiatrów. Wpływu Wisły na nie nie widać ani w warstwach głębszych ani na powierzchni, gdzie wody Wisły, zależnie od panujących wiatrów, kierują się to ku wschodowi (przy wiatrach zachodnich) to ku zachodowi zalewając nasze wody terytorjalne (przy wiatrach wschodnich). Lokalnego mieszania się wód powierzchniowych o mniej lub więcej różnej koncentracji nie należy przecież utożsamiać ze zdecydowanymi prądami w Bałtyku, uzależnionymi w pierwszym stopniu od czynników meteorologicznych, działających zarówno u nas jak i nadewszystko w cieśninach łączących Bałtyk z Morzem Północnym. Z tego też względu w naszym syntetycznym obrazie prądów w zatoce Gdańskiej roli Wisły ani jednym słowem nie uwzględniliśmy, nie mogliśmy bowiem doszukać się w niej czynnika prądotwórczego.

Czy Wisłę można uważać za wskaźnik stanu wód Bałtyku?

W innym swym szkicu „O wahaniach wodostanów i odpływu Wisły“, zamieszczonym w powyżej wspomnianej publikacji „Kilka przyczynków stwierdzających oddziaływanie Wisły na stosunki w zatoce Gdańskiej“, Borowik dochodzi do wniosków następujących: Momenty charakterystyczne dla régi-

me'u wodnego Wisły koincydują w czasie z okresami najbardziej charakterystycznych zmian, zachodzących w stosunkach hydrograficznych w zatoce Gdańskiej, oraz że porównanie odpływu Wisły z odpływem Bałtyku wykazuje podobieństwo przebiegu tych zjawisk, wobec czego wahania odpływu Wisły mogą być przyjęte jako wskaźnik (indykator) niektórych zmian hydrograficznych zachodzących na Bałtyku. Do wniosków tych, zwłaszcza ostatniego, dochodzi wspomniany autor głównie na podstawie porównania krzywych odpływu Bałtyku, opartych na badaniach Jacobsena i Wittinga, z krzywą odpływu Wisły.

Niestety i z temi ogólnemi wnioskami Borowika niezupełnie możemy się zgodzić, zmuszeni do tego bezstronną oceną faktów. Przedewszystkiem zacznijmy od analizy krzywych¹⁾, mających wskazywać na stosunek między odpływem Wisły a odpływem Bałtyku. Czyż przebieg krzywej odpływu Wisły jest istotnie tak zasadniczo podobny do krzywej odpływu Bałtyku, że upoważnia do uznania jej za krzywą charakterystyczną dla czynników decydujących o kształtowaniu się ogólnego bilansu wodnego Bałtyku, jak to twierdzi Borowik, Tego nie dostrzegamy. Zwłaszcza oparta na późniejszych badaniach krzywa Jacobsena wykazuje zbyt duże różnice, aby upoważniała do tak ważnej konkluzji jak uznania krzywej odpływu Wisły za krzywą mogącą charakteryzować bilans wodny Bałtyku.

To też autor sam najwidoczniej zaniepokojony zbyt małym podobieństwem krzywej Jacobsena dodaje, że wykazuje ona coprawda odchylenia od krzywej Wisły są one jednak zrozumiałe ze względu na działanie innych czynników, jak przede wszystkim wpływu parowania, opadów oraz odpływu rzek odmiennego typu z innej części zlewiska. Naszem zdaniem na tym właśnie dodatku czy też omówieniu, które jednak należy uzupełnić zasadniczym punktem, polega istota sprawy. — Tak jest, krzywa bilansu wodnego Bałtyku zależy silniej od szeregu innych czynników niż krzywa odpływu Wisły. Do wspomnianych czynników, mianowicie wpływu parowania, opadów, oraz odpływu rzek odmiennego typu z innej części zlewiska

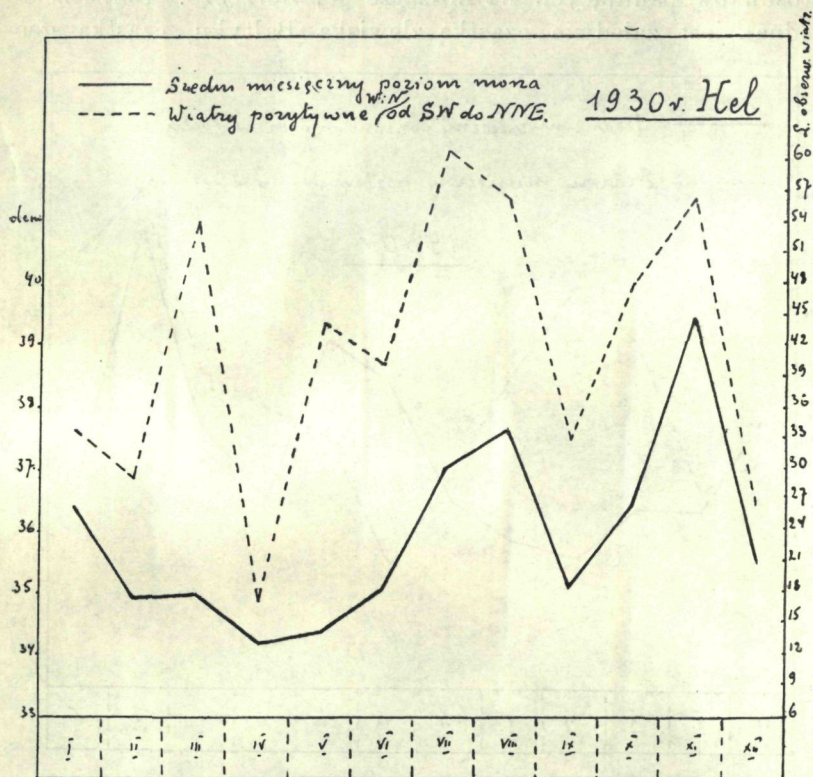
¹⁾ „Kosmos“, Rocznik LV, Zeszyt 3—4, str. 618, Lwów 1931.

dodamy jeszcze, niezaznaczony przez Borowika, a naszym zdaniem bodajże najważniejszy wpływ określonych wiatrów, które, działając przez pośrednictwo cieśnin, łączących Bałtyk z Morzem Północnem, najskuteczniej i najszybciej wpływają na wyprowadzenie, czy też zahamowanie odpływu wód Bałtyku, tem samem na ogólny régime wodny tego morza. Na czynnik ten już oddawna zwrócono uwagę. Witting, omawiając perjodyczność wodostanów Bałtyku w swym syntetycznym zarysie „Hydrographie der Ostsee“¹⁾, tak się wyraża o roli wiatrów: „Es sind aber hauptsächlich die Windverhältnisse vor den Pforten der Ostsee, welche diesen Gang hervorrufen. Im Februar bis April und im Oktober und November haben wir über dem Skagerrak vorherrschend Ost- und Südostwinde, welche das Wasser aus der Ostsee saugen“.

Nasze obserwacje z Helu oparte na codziennych notowaniach poziomu w r. 1930, jedyne jakie dotąd z morza naszego posiadamy, pozostają w zgodzie z danymi Wittinga. W średnim miesięcznem ujęciu poziom morza przy Helu przebiega w widocznej harmonii z wiatrami pozytywnymi, czyli *W* i *N* od *SW* do *NNE* (Wykres 3), gdy zgodności takiej nie widzimy przy porównaniu poziomu ze średnim miesięcznym stanem Wisły przy Tczewie (Wykres 4). Raczej obie krzywe zdają się hołdować zasadzie „Bałtyk sobie, Wisła sobie“. Dwie bowiem zasadnicze zwyczaje miesięczne stanu wód wiślanych jedna w kwietniu, druga w listopadzie w r. 1930 przebiegają dysharmonijnie w stosunku do krzywej poziomu Bałtyku przy Helu. Gdy zwyczajka kwietniowa odpowiadająca 151 cm jest odwrotnie proporcjonalną do poziomu Bałtyku, czyli proporcjonalną do odpływu jego wód, zwyczajka listopadowa, wyjątkowo wysoka, bo sięgająca 250 cm, przebiega bardzo harmonijnie z poziomem, będąc tem samem odwrotną do odpływu Bałtyku w tym miesiącu. Zresztą podobną dysharmonję dostrzegamy między krzywymi Wittinga i Jacobsena z jednej strony a krzywą odpływu Wisły z drugiej, przytoczonymi w pracy Borowika. Wrześniowemu wzmożonemu odpływowi Bałtyku odpowiada nikły zupełnie stan wód wiślanych. Przeciwnie, jakże harmonijny przebieg widzimy pomiędzy stanem

¹⁾ „Zeitschr. d. Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin“, Nr. 10, 1921.

wód Bałtyku a przebiegiem wiatrów w r. 1930, zwłaszcza w tych dysharmonijnych dla Wisły miesiącach jesiennych! I nie dziwnego, bo wiatry są tym czynnikiem, który przez pośrednictwo cieśnin w ogromnym stopniu decyduje o bilansie wodnym Bałtyku: zachodnie, utrudniające odpływ wód, podnoszące poziom, do których u nas dołączają się jeszcze wiatry



Wykres 3, ilustruje harmonijny przebieg średniego miesięcznego poziomu morza przy Helu w r. 1930 na tle wiatrów pozytywnych.

północne o działaniu lokalnem, i wschodnie, ułatwiające, przyspieszające odpływ wód Bałtyku.

Przypisywanie Wiśle roli wskaźnika bilansu wodnego Bałtyku jako całości byłoby do pewnego stopnia „pokrzywdzeniem” tego morza. Odrzucamy wtedy wpływy oceaniczne i me-

teorologiczne, które przecież takie decydujące działanie na hydrografię Bałtyku wywierają. Rzeki, jak to jeszcze Wojekow wykazał, są doskonałym wskaźnikiem stosunków termicznych, zmian ciśnienia, opadów i innych składników klimatycznych na obszarze swego dorzecza. W tem też zupełnie zresztą słusznem pojęciu krzywa odpływu Wisły jest krzywą stosunków panujących na obszarze jej dorzecza. Dorzecze to jednak jest zaledwie częstką zlewiska Bałtyku, częstką geo-



Wykres 4, ilustruje dysharmonję między średnim miesięcznym poziomem morza przy Helu w r. 1930 a wodostanami Wisły przy Tczewie.

graficznie usytuowaną, nie koniecznie mogącą się wypowiadać za inne obszary bałtyckie. Nawet gdyby i to przyjąć i „par un coup de grâce“ uznać Wisłę za pewnego rodzaju wskaźnik reprezentujący przeciętną wpływów czynników kontynentalnych na układ stosunków na Bałtyku, fakty nie upoważniają nas do tego, by krzywą jej odpływu można było uznać za krzywą

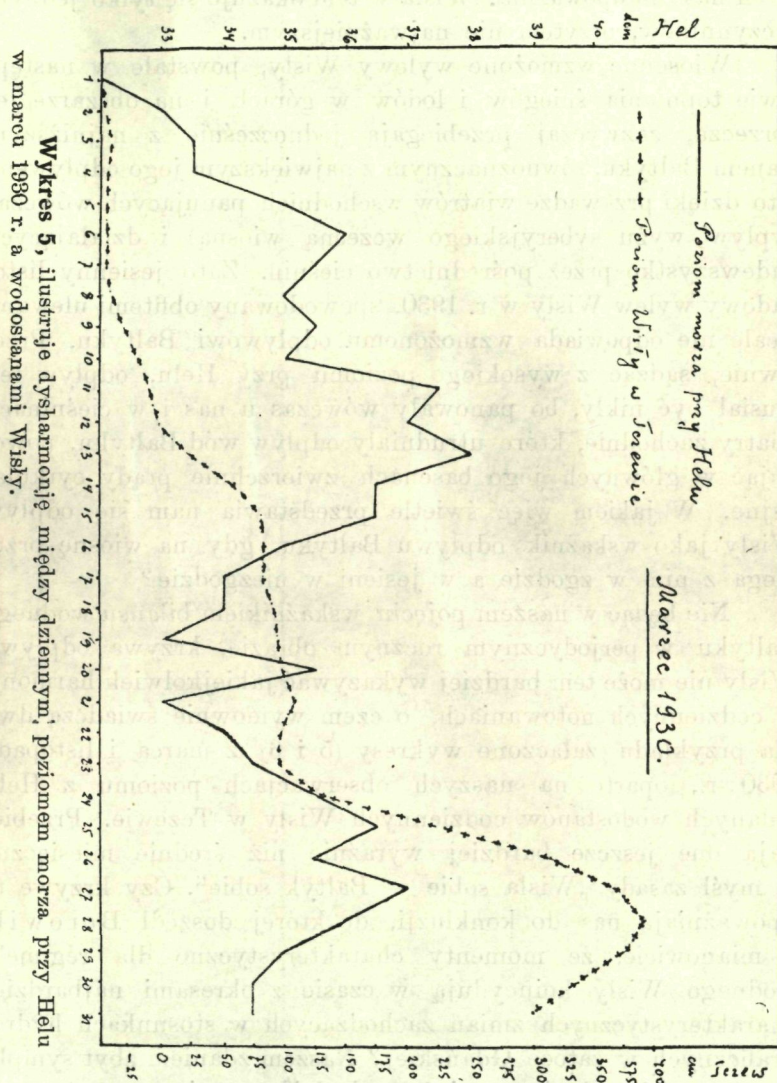
charakterystyczną i dla innych czynników bilansu wodnego Bałtyku. Do uogólnienia tego zbyt małe podobieństwo krzywych nas nie upoważnia. Wisła w tem okazuje się tylko jednym z czynników, przytem nie najważniejszym.

Wiosenne wzmożone wylewy Wisły, powstałe w następstwie topnienia śniegów i lodów w górach i na obszarze jej dorzecza, zazwyczaj przebiegają jednocześnie z najniższym stanem Bałtyku, równoznacznym z największym jego odpływem, a to dzięki przewadze wiatrów wschodnich panujących wówczas (wpływ wyżu syberyjskiego wczesną wiosną) i działających nadewszystko przez pośrednictwo cieśnin. Zato jesienny listopadowy wylew Wisły w r. 1930, spowodowany obfitemi ulewami wcale nie odpowiada wzmożonemu odpływowi Bałtyku. Przeciwnie, sądząc z wysokiego poziomu przy Helu, odpływ ten musiał być niski, bo panowały wówczas u nas i w cieśninach wiatry zachodnie, które utrudniały odpływ wód Bałtyku, powodując w głównych jego basenach zwierzchnie prądy cyrkulacyjne. W jakim więc świetle przedstawia nam się odpływ Wisły jako wskaźnik odpływu Bałtyku, gdy na wiosnę przebiega z nim w zgodzie a w jesieni w niezgodzie?

Nie będąc w naszym pojęciu wskaźnikiem bilansu wodnego Bałtyku w perjodycznym rocznym obrazie, krzywa odpływu Wisły nie może tem bardziej wykazywać jakiejkolwiek harmoniji w codziennych notowaniach, o czem wymownie świadczą dwa dla przykładu załączone wykresy (5 i 6) z marca i listopada 1930 r., oparte na naszych obserwacjach poziomu z Helu i danych wodostanów codziennych Wisły w Tczewie. Przebiegają one jeszcze bardziej wyraźnie niż średnie miesięczne w myśl zasady „Wisła sobie — Bałtyk sobie“. Czy krzywe te upoważniają nas do konkluzji, do której doszedł Borowik, a mianowicie, że momenty charakterystyczne dla régime'u wodnego Wisły koincydują w czasie z okresami najbardziej charakterystycznych zmian zachodzących w stosunkach hydrograficznych w zatoce Gdańskiej? Naszem zdaniem zbyt sympl cystyczna konkluzja ta, jeżeli chodzi o poziom morza przy Helu, nie jest poparta przez fakty.

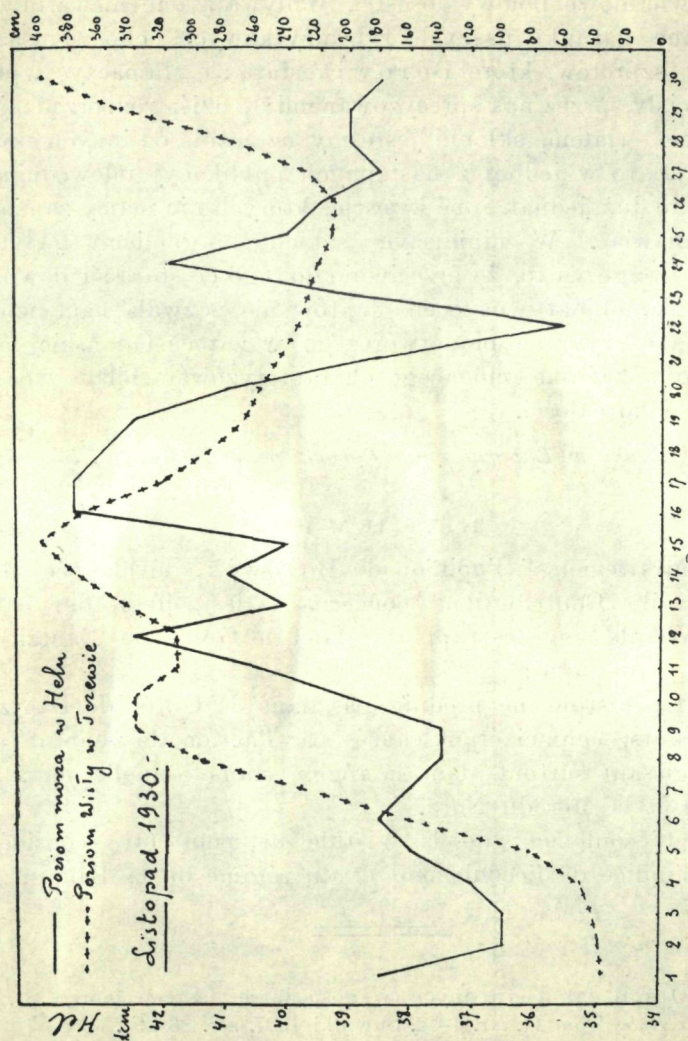
Ograniczona w ten sposób nieco w swej roli, nie wywołująca zdecydowanych prądów w zatoce Gdańskiej, nie będąca właściwym wskaźnikiem stanu wód Bałtyku, Wisła jakżeż za-

znacza swe działanie na wody obchodzącej nas w szczególności zatoki Gdańskiej?



Jej wpływ jest jeszcze wielki niewątpliwie, lecz innej już natury. Wprowadzając znaczne ilości wody słodkiej wpływa ona na stosunki zasolenia, choć podkreślić tu można, jej wpływ pod tym względem ograniczony jest do warstw zwierzchnich.

Głębiej nie sięga. Krzywe na rys. 3 w pracy Borowika dowodzą wyraźnie tego wpływu na warstwy powierzchniowe. Wprowadzając ponadto znaczne ilości unosin rzecznych, które



Wykres 6, ilustruje dysharmonję między dziennym poziomem morza przy Helu w listopadzie 1930 r. a wodostanami Wisły.

przy prądzie wyprowadzającym, w następstwie wiatrów wschodnich i południowych, kierowane są od ujścia ku zachodowi, sprzyja ona rozrostowi łąk podwodnych, które najwidoczniej w związku z tym faktem tak bujnie zaległy płytsze miejsca

naświetlone między Rewą a Kuźnicą¹⁾. W okresie wiosny tym samym prądem wyprowadzającym kierowane mętne wody wiślane zaznaczają swój bardzo wyraźnie szkodliwy wpływ na nasze kwietniowe połowy łososi²⁾. Wpływają one niewątpliwie i na inne gatunki naszych ryb użytkowych, choć pulsacje połowów szprotów, które Borowik stara się tłumaczyć wpływami Wisły, przez nas sprecyzowanymi³⁾, dziś, rozporządzając nowym materiałem, skłonni jesteśmy uzależnić od innych czynników, jak to w jednej z następnych publikacji udowodnimy.

Są to już jednak inne kwestje, których nie mamy zamiaru tutaj omawiać. W niniejszym szkicu pragnęliśmy jedynie zwrócić uwagę na to, że przeciwnie do tego co stara się dowieść Borowik, obiektywna ocena faktów nie pozwala nam uznać Wisły jako czynnika prądotwórczego w zatoce Gdańskiej ani też jako wskaźnika mogącego charakteryzować bilans wodny Bałtyku jako całości.

Z Morskiego Laboratorium Rybackiego w Helu, Nr. 55.

R É S U M É.

Contrairement à l'opinion de Borowik, développée dans son travail „Contributions concernant les effets des eaux de la Vistule sur les rapports dans le Golfe de Dantzig⁴⁾”, l'auteur prouve que:

1. La Vistule ne produit pas dans le Golfe de Dantzig des courants, ceux-ci étant causés par l'action de vents déterminés agissant surtout dans la région transitionnelle entre la Baltique et la Mer du Nord.

2. L'écoulement de la Vistule ne peut être considéré comme l'indice de l'écoulement et du régime de la Baltique.

¹⁾ O roli łąk podwodnych w gospodarce naszego morza, *Arch. Hydrob. i Ryb.*, Tom II, Nr. 1—2, Suwałki 1927, str. 86—94.

²⁾ Rola Wisły, wiatrów i stanu wody w naszych morskich połowach łososia, w publikacji „*Od czego zależą dobre połowy ryb przy Helu*“, Biblioteczka „Ryby“ — Bydgoszcz 1931.

³⁾ Kilka uwag o wpływie Wisły na połowy szprotów i śledzi u naszych brzegów, *Arch. Hydrob. i Ryb.*, Tom II, Nr. 3—4, Suwałki 1928.

⁴⁾ „Kosmos“, Vol 55, Fasc. III—IV, Lwów 1931.