

Na każdym przekroju powinna być określona jego odległość od przyjętego początku kilometrowania w kilometrach z dokładnością do trzeciego miejsca dziesiętnego. Następnie musi być zaznaczone położenie zwierciadła wody w czasie pomiaru z podaniem daty i stanu najbliższego wodowskazu. Prócz tego rysowuje się zwierciadła wód charakterystycznych, mogących mieć znaczenie przy projekcie, podając różnice. Te różnice stanów charakterystycznych mogą tylko wtedy dać dobre rezultaty, jeśli przy sondowaniu przekroju zaniwelujemy miejscowy spad zwierciadła wody przy obu brzegach i pośrodku rzeki na długości równej conajmniej 2-krotnej szerokości rzeki (lepiej 2 szerokości w górę i jedna szerokość w dół rzeki, licząc od mierzonego przekroju). Określiwszy z krzywej konsumpcyjnej dla najbliższego wodowskazu objętość wody odpowiadającą zaniwelowanemu stanowi wody, możemy dobrać odpowiedni współczynnik we wzorze na prędkość ($v = k R^m i^n$), lub dobrać odpowiedni wzór i obliczyć napelnienie profilu przy innych przepływach charakterystycznych. Dla oznaczenia poziomu wielkiej wody należy brać spadek wyrównany z dłuższego odcinka rzeki, jeśli nie da się go ustalić po znakach zostawionych przez wielką wodę na drzewach, płotach, brzegach itp.

3. Zdjęcia profilu podłużnego

Pomiary profilu podłużnego rzeki polegać będą na określeniu poziomów zwierciadła wody w czasie pomiaru, wysokości obu brzegów właściwego koryta oraz głębokości dna w nurcie. Zwykle jednak głębokości określa się na podstawie zdjęć przekrojów poprzecznych.

Należy następnie oznaczyć wysokość wszystkich obiektów na rzece, więc spód konstrukcji mostów, koronę jazów, progi śluz itp. Zdjęcie poziomu terenu i obiektów wykonuje się przez zwykłą niwelację lub tachymetrię. Spadek zwierciadła wody, który w rzekach nizinnych może być bardzo nieznaczny, trzeba określić starannie przez dokładną niwelację, a ponieważ określenie jego ma wówczas tylko wartość, jeśli uchwycimy spadek przy tym samym stanie wody, musimy więc przeprowadzić zdjęcie poziomu zwierciadła wody w możliwie najkrótszym czasie. Z tego powodu czynność pomiarową dzielimy zwykle na 3 okresy.

Pierwszy okres polegać będzie na założeniu ciągu niwelacyjnego wzdłuż rzeki, przy czym znaki stałe (repery) ustawia się w odległościach od 1 do 5 km. Dla rzek górskich przeprowadzamy ni-

welację tzw. podwójną, dla rzek nizinnych precyzyjną. Ciąg powinien być połączony w dwóch punktach z niwelacją ogólnokrajową i wyrównany.

Przeprowadzając niwelację reperów, niwelujemy punkty charakterystyczne profilu podłużnego nie zmieniające swej wysokości, więc mosty, jazy, groble, wały itd., oraz punkty stałe w przekrojach poprzecznych, przekrojach wodowskazowych, hydrometrycznych itp.; wykonujemy również jednocześnie niwelację obu brzegów, jeśli to nie przedłuży zbytnio drogi między punktami stałymi. W przeciwnym wypadku lepiej zakładać osobne ciągi pojedyncze między już zaniwelowanymi punktami stałymi.

W drugim okresie ustalamy wysokość punktów pomocniczych, założonych w pobliżu niwelowanego zwierciadła wody. Wbijamy w tym celu w wodę tuż przy brzegu pale drewniane lub żelazne, pojedynczo lub po dwa, na różnej wysokości (drewniane pale zaopatrzone są w gwoździe z okrągłą główką), łącząc je niwelacyjnie z punktami stałymi.

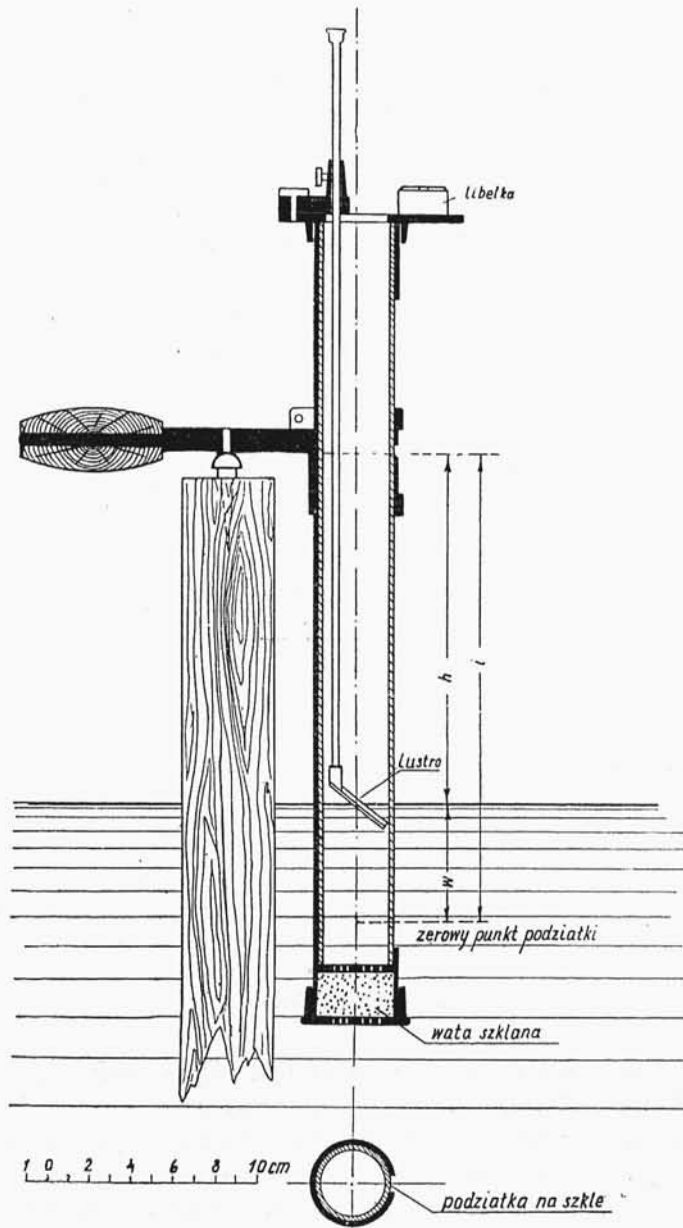
Miejsca wbicia pali winny być tak wybrane, aby pozwalały mierzyć możliwie wszelkie zmiany spadku zwierciadła wody, a w każdym razie określały wysokość zwierciadła wody w miejscach już zdjętych lub projektowanych przekrojów.

Ostatni okres, trzeci, polega na pomiarze różnicy położenia zwierciadła wody i głowy pala. Ten nieskomplikowany pomiar przeprowadza się bardzo szybko na dłuższej przestrzeni rzeki. Na pomiar wybiera się czas jak najmniej zmiennego stanu wody a wodowskazy odczytuje się w czasie trwania pomiaru parę razy dziennie na całej przestrzeni rzeki.

Rzeki o większej długości dzieli się na partie tak długie, by można było w każdej partii wykonać pomiar w ciągu jednego dnia. Pomiar we wszystkich partiach rozpoczyna się jednocześnie. Oddział pomiarowy wyjeżdża łodzią z góry przydzielonego odcinka i odmierza zwykłą miarką centymetrową różnicę poziomu zwierciadła wody i pala.

W rzekach o dużym spadku i szybkim prądzie lub na rzekach nizinnych przy dużym wietrze dokładny odczyt przy pomocy zwykłej miarki jest trudny wobec silnego falowania i trzeba wahania wody nieco przytłumić. Używa się wówczas specjalnych przyrządów, odczytując położenie zwierciadła wody w rurze tłumiącej wahania. Jeden z takich przyrządów przedstawiono na rys. 161.

Stosownie do wysokości głowy pala nad wodą nastawiamy rączkę, określamy na podziałce umieszczonej wewnątrz rury odczyt *i*, a stawiając rączkę na gwoździu opuszczamy zwierciadło do połowy w wodę dla odczytania w nim podziałki *w*. Różnica obu odczytów da nam różnicę poziomu głowy pala i zwierciadła wody



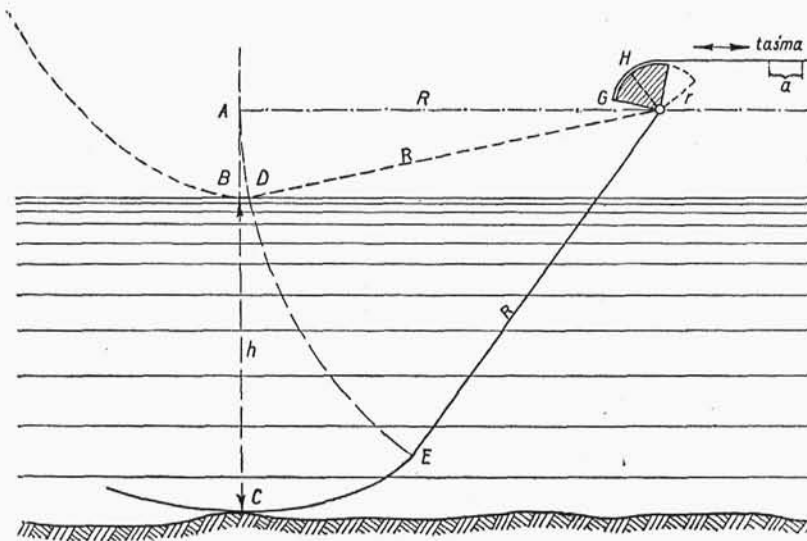
Rys. 161.

Przyrząd do określania stanu wody przy sfalowanej powierzchni.

$h = i - w$. Poziom bezwzględny zwierciadła wody, jeśli zaniwelowany poziom pała jest H , wyniesie: $H - (i - w)$.

Woda do rury wchodzi przez otworki umieszczone w jej dnie oraz przez dolną przestrzeń rury wypełnioną watą szklaną, co powoduje zahamowanie wahań wody i ustalenie średniego poziomu wody w stosunku do wody zewnętrznej.

Położenie dna w nurcie rysujemy zwykle biorąc głębokości z przekrojów poprzecznych. Ponieważ dokładne określenie głębokości w nurcie przy pomocy pomiaru przekrojów poprzecznych zabiera dużo czasu, często skraca się czas pomiaru przez jazdę wzdłuż nurtu i sondowanie. Do tego celu skonstruowany został tzw. batometr Stechera (rys. 162). Jest to drąg zakrzywiony na dolnym swym



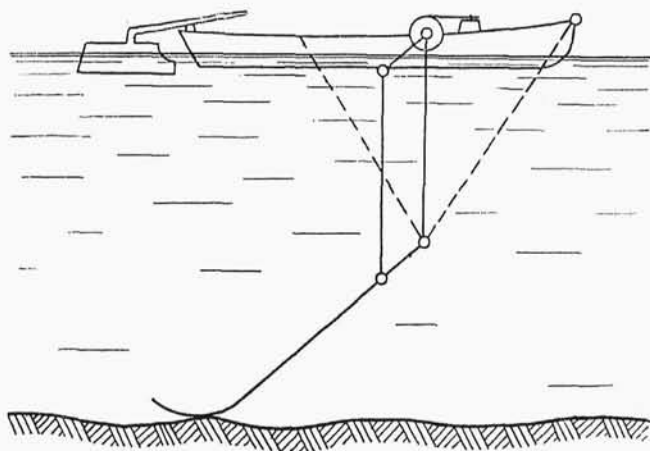
Rys. 162.
Batometr Stechera.

końcu, ciągniony po dnie przez statek. Drąg posiada u góry oś obrotu, którą umieszcza się na łodzi. Spód drąga zakrzywiony jest w formie ewoluty koła o promieniu R , równemu prostemu odcinkowi drąga. U góry na osi obrotowej drąg umieszczony jest segment (o promieniu r) w postaci tarczy, a na niej stalowa taśma połączona z poziomą ruchomą szyną, zaopatrzoną w samopiszący aparat. Automat zaopatrzone jest w bęben poruszany zegarem.

Nierówność dna powoduje podniesienie się końca drąga, obrót tarczy segmentu i przesunięcie szyny o odcinek a . Ponieważ $\overline{AB} = \cup AD$; $\overline{AC} = \cup AE$, więc $\overline{BC} = h = \cup DE$. Koniec taśmy prze-

sunie się o a równe odwinięciu taśmy z łuku segmentu o długość GH .
 $GH : DE = r : R = a : h$, stąd $h = a \frac{R}{r}$. W ten sposób przyrząd kreśli zmianę głębokości w skali $R : r$.

Statek ciągnący batometr musi być tak sterowany, by przejścia nurtu przekraczał w najgłębszych miejscach. Przy zbyt szybkiej jeździe może koniec drąga nie dochodzić do dna; odwrotnie—przy zbyt powolnej może się zbyt głęboko zagłębiać, trzeba więc przed tym wypróbować najodpowiedniejszą szybkość (np. na Łabie prędkość jazdy wynosi od 6 do 10 km/godz). Przy głębokościach większych niż 11 m wypadają zbyt duże długości drąga, co jest bardzo niewygodne, stosuje się wówczas urządzenie pokazane na rys. 163.



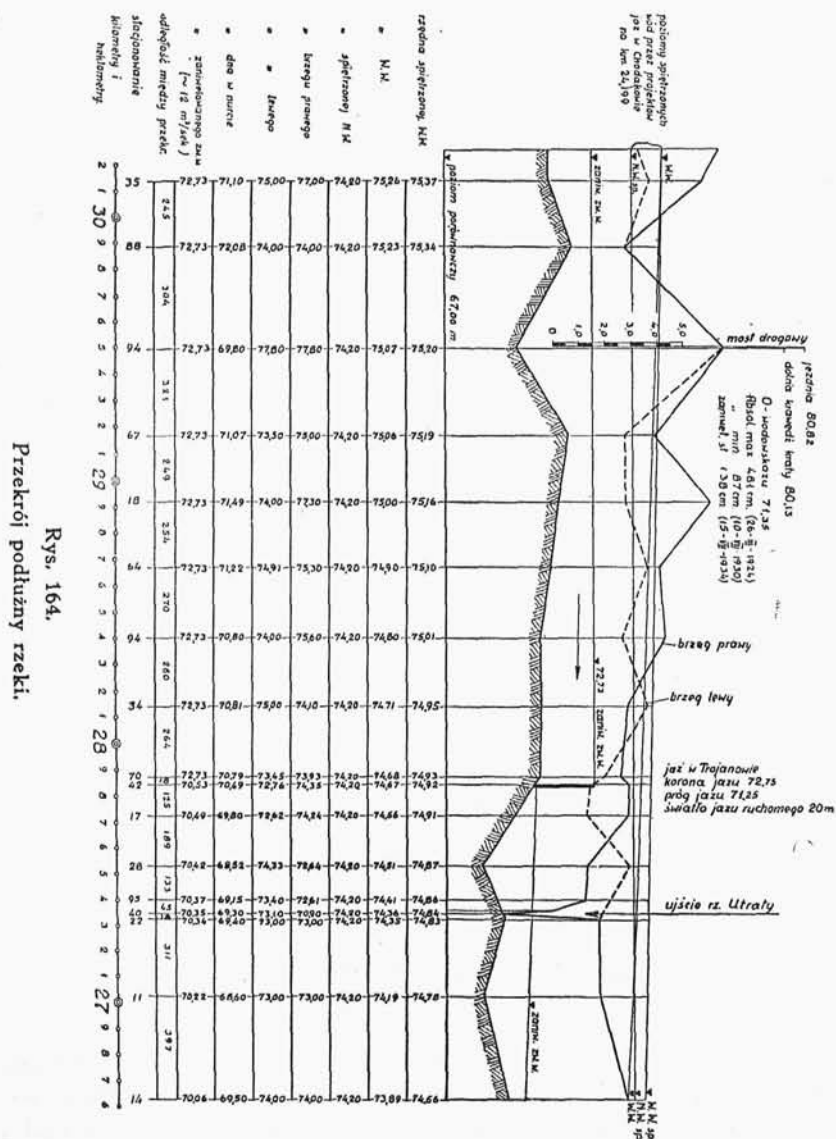
Rys. 163.

Batometr Stechera do dużych głębokości.

Wyjeżdżając na pomiar należy naprzód doprowadzić spód drąga do zetknięcia ze zwierciadłem wody i zanotować w ten sposób poziom porównawczy. Przy jeździe obserwator musi notować na pasku papieru położenie ławic, kilometrów i wszelkich znaków stałych.

Jeśli nie posiadamy przyrządu Stechera, używamy zwykłej sondy, mierząc głębokości z łodzi w nurcie co pewien stały odstęp czasu i obserwujemy jednocześnie czas przejazdu przez wytyczone profile, znaki kilometrowe, repéry itp.

Znając czas przejazdu T od znaku do znaku, których odległość wynosi L , stały odstęp czasu zapuszczania sondy t , stałą



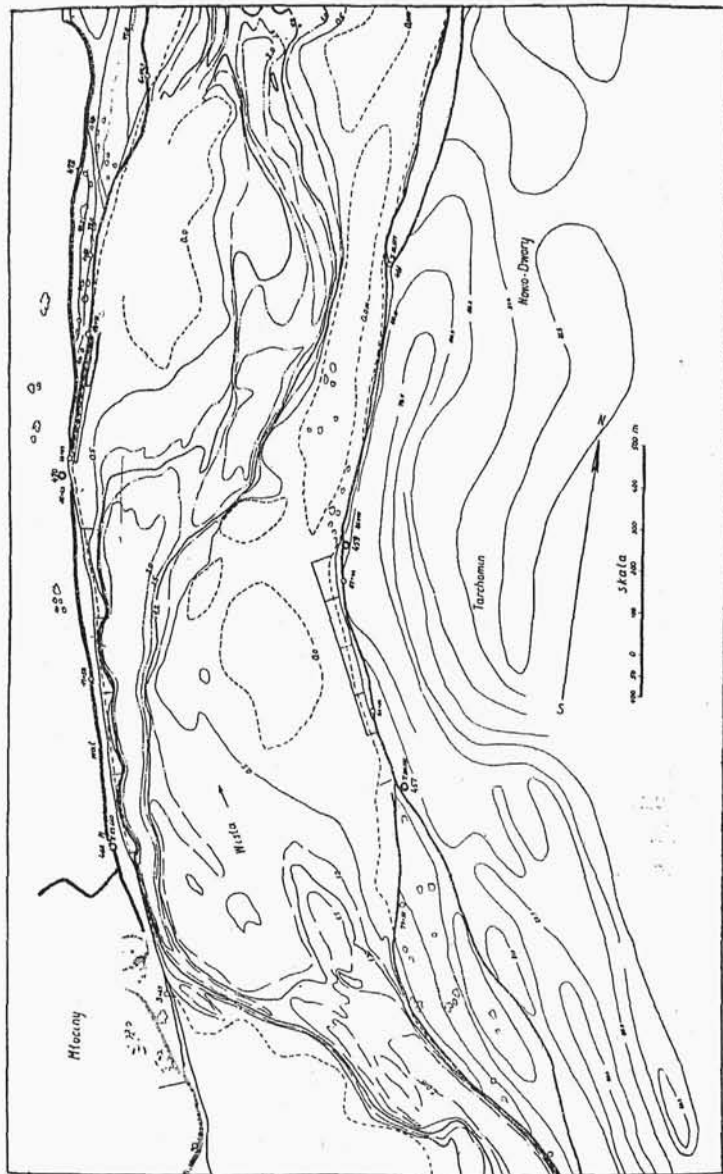
prędkość jazdy v oraz ilość sond n między znakami, obliczymy odległość l między sondowaniami z: $(n-1) vt = T v = L = (n-1) l$ skąd:

$$l = \frac{L}{n-1} = \frac{T v}{n-1} = vt = \frac{L t}{T}$$

Kilometrowanie uwidocznione na przekroju podłużnym powinno być zgodne z kilometrowaniem podanym na planie sytuacyjnym.

Przekrój należy odnieść do obranego poziomu porównawczego

oraz w miarę możliwości oznaczyć na przekroju stany wodowskazów na danej długości rzeki w czasie pomiaru spadku jej zwierciadła.



Rys. 165.
Plan odcinka rz. Wisły z izobatami dna.

Podziałka długości przekroju podłużnego powinna być zgodna z podziałką planu sytuacyjnego, podziałka zaś wysokości winna zasadniczo wynosić 1:100. W miarę potrzeby można stosować inne podziałki.

Przekrój podłużny (rys. 164) powinien zawierać rzędne dna rzeki w nurcie, rzędne charakterystycznych stanów wody, zaniwelowanego ustalonego zwierciadła wody, największej wielkiej wody oraz brzegów lub terenu naturalnego; przy wodowskazach uwidocznić należy najwyższe i najniższe stany wody i zaniwelowany stan wody z podaniem dat kalendarzowych.

Na przekroju podłużnym powinny być wkreślone znaki hektometrowe i kilometrowe, wodowskazy, mosty, ujścia dopływów, przekroczenia istniejących dróg komunikacyjnych i inne charakterystyczne szczegóły. Przekrój dna i terenu naturalnego kreśli się linią grubszą, brzegi zaś linią cieńszą pełną lub przerywaną z objaśnieniem, który brzeg jest prawy, a który lewy.

Na podstawie pomiarów zwierciadła wody, profilu podłużnego i przekrojów poprzecznych kreśli się warstwie wysokościowe dna, lub częściej linie tej samej głębokości, izobaty (rys. 165), łącząc wprost według położenia w przekrojach punkty o jednakowej głębokości.

4. Sondowanie w wielkich głębokościach

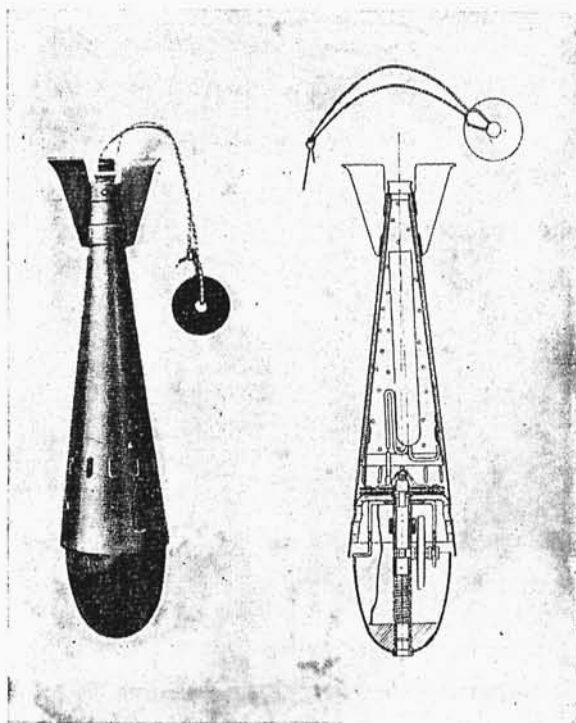
Przy dużych głębokościach stosuje się obecnie kilka metod sondowań: przy pomocy sondy spadającej (Fallote) i metody akustycznej *).

Pierwsza z nich polega na tym, że wyrzuca się ze statku sondę, mierząc czas od zetknięcia się sondy z powierzchnią wody do chwili jej detonacji na dnie morza. Czas ten przy jednostajnej szybkości opadania sondy daje bezpośrednio głębokość wody. Używa się tzw. elektrosond. Na rys. 166 mamy przedstawiony tego rodzaju przyrząd.

Z powodu swego kształtu i dzięki oporowi wody już po przebyciu bardzo krótkiego odcinka drogi sonda spada ze stałą prędkością 2 m/sek. W chwili zetknięcia się z dnem, wskutek gwałtownego zatrzymania ruchu zamyka się w wewnętrznym mechanizmie obwód prądu elektrycznego, wywołując eksplozję zapłonu. Eksplozja jest tak silna, że przy mniejszych statkach i głębokościach do 50 m może być usłyszana bezpośrednio uchem. Upływ czasu od wyrzucenia sondy do detonacji mierzy się wówczas stoperem. Głębokość określa się w sposób bardzo prosty, mnożąc czas opadania w sekundach przez dwa. Przy głębokościach większych są w uży-

*) Ostatnio opracowana została przez N. Syssojewa tzw. metoda termometryczna.

ciu specjalne przyrządy rejestrujące. Sonda elektryczna ma długość 155 mm i waży 177 g. Rezultaty sondowania są bardzo dobre. Można je wykonywać w głębokości od 5 do 250 m.



Rys. 166.
Sonda spadająca.

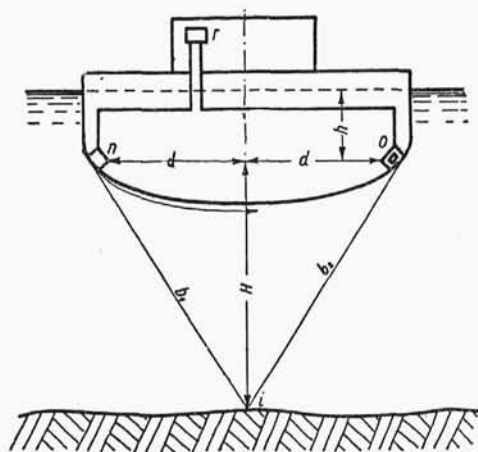
Metody sondowań akustycznych — zależnie od rodzaju wysyłanych dźwięków, których odbicie (echo) się chwyta — dzielą się na: metody ultradźwięków, dźwięków i uderzeń (wyrzółów). Z nich najdokładniejszy jest sposób pierwszy, przy pomocy którego mierzy się odległości pionowe.

Sposób sondowania akustycznego wyjaśnia rys. 167. Z przyrządu nadawczego „n” biegnie dźwięk w wodzie w postaci fal kulistych. Fala trafiająca w dno w pewnym punkcie „i” odbija się, tak że dochodzi do odbiornika „o”. W chwili wysyłania dźwięku uruchomiony zostaje przyrząd „r” mierzący czas, notujący upływ czasu do chwili nadejścia echa. Prędkość fal głosowych c przyjmuje się stałą. Jeśli $2d$ jest odległością od przyrządu nadawczego do odbiornika,

a odległość obydwóch przyrządów od powierzchni wody wynosi h , to czas przebiegu fali głosowej wynosi: $t = \frac{b_1 + b_2}{c} = \frac{2b}{c}$, oraz głębokość wody $H = \sqrt{b^2 - d^2} = \sqrt{0,25 c^2 t^2 - d^2}$, zaś głębokość całkowita $H_c = h + H = h + \sqrt{0,25 c^2 t^2 - d^2}$. Jeżeli wstawimy wszystkie wartości liniowe w metrach, czas w sekundach i uwzględnimy średnią prędkość fali głosu w wodzie $c = 1500$ m/sek, to otrzymamy

$$H_c = h + \sqrt{562500 t^2 - d^2} \text{ m} \quad (58)$$

d odpowiada połowie szerokości statku. Przy większych głębokościach można tę wartość opuścić.



Rys. 167.

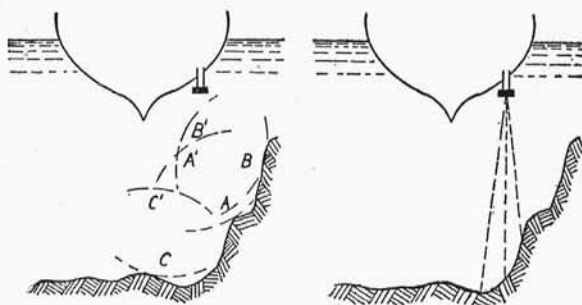
Schemat sondowania akustycznego.

Fala odbita dochodząca do odbiornika jest bardzo osłabiona i należy ją bardzo znacznie wzmocnić. Jeżeli stosuje się drgania, których częstotliwość odpowiada zwykłym falom głosowym, wzmocni się również wszystkie szmery o częstotliwości sąsiedniej i bardzo trudno będzie wyróżnić echo odbicia. Jeżeli, przeciwnie, zastosujemy falę o częstotliwości różniącą się, falę ultradźwięku, aparat odbiorczy uregulowany na tę częstotliwość odbierze tylko echo odbicia i po detekcji będziemy mieli wyraźnie jeden dźwięk niezależny od szmerów pobocznych i ich mocy.

Istnieje i inna przyczyna powodująca znaczne osłabienie echa przy wysyłaniu fal głosowych, a jest nią rozchodzenie się fal głosu we wszystkich kierunkach i wywoływane przez to odbicia z różnych

kierunków i miejsc, uniemożliwiające wyróżnienie echa zasadniczego (rys. 168).

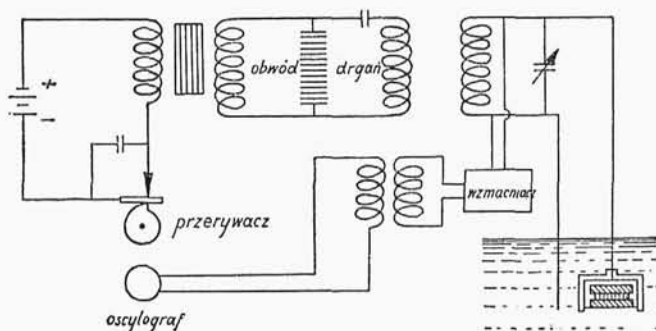
Jeśli zaś emisja odbywa się w określonym kierunku i tak, by fale wychodziły z aparatu nadawczego pod ostrym kątem, płaszczyzna odbicia jest ograniczona i echo otrzymuje się bardzo wyraźnie.



Rys. 168.

Rozchodzenie się fal głosu w wodzie.

Częstotliwość drgań w aparacie nadawczym dochodzi do 30000 40000 na sekundę. Do wysyłania fal używa się specjalnego przyrządu z płytką kwarcu (jest to tzw. przyrząd Langevin - Florissona).

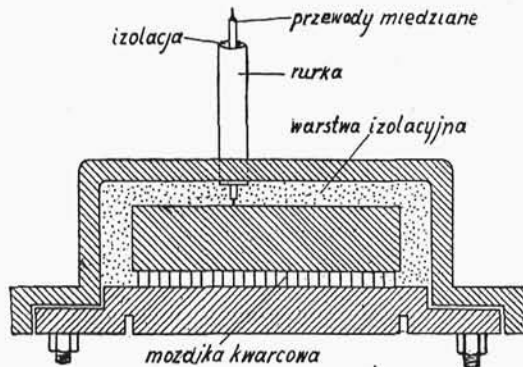


Rys. 169.

Schemat przyrządu nadawczego Langevin - Florissona.

Wykorzystuje się tu właściwości piezoelektryczne kwarcu. Mianowicie jeśli płytkę kwarcu poddamy zmiennemu ciśnieniu to zauważymy pewną różnicę potencjału obu powierzchni płytki; właściwość ta jest odwracalna: pod wpływem różnicy potencjału kwarc ulega kurczeniu i rozszerzaniu synchronicznie do zmian potencjału. W ten sposób można wysyłać ultradźwięki o długości $\frac{1}{2}$ fali = $\frac{1}{100}$ mm. Schemat przyrządu nadawczego podany jest na rys. 169.

Aby uzyskać elastyczne drganie wody o określonej częstotliwości, wystarczy uzyskanie oscylacji elektrycznej o żądanej częstotliwości. Używa się do tego celu oscylatora, w którym kondensator zbudowany jest z 2 płytek stalowych izolowanych płytką kwarcu. Podobnie jak przy pomocy kondensatora, włączonego pomiędzy antenę i ziemię, wywołać można drgania elektromagnetyczne eteru, tak tutaj przy pomocy tego kondensatora stalowo-kwarcowego wprowadza się w drgania elastyczne wodę. Kondensator umieszczony w pudełku zbudowany jest (rys. 170) z dwóch tarcz stalowych idealnie wypolerowanych, pomiędzy którymi umieszczona jest mozaika kwarcu. Jedna z tarcz jest izolowana od wody, druga jest z nią w kontakcie. Reszta przestrzeni pudełka wypełniona jest materiałem izolacyjnym.



Rys. 170.

Kondensator z mozaiką kwarcu.

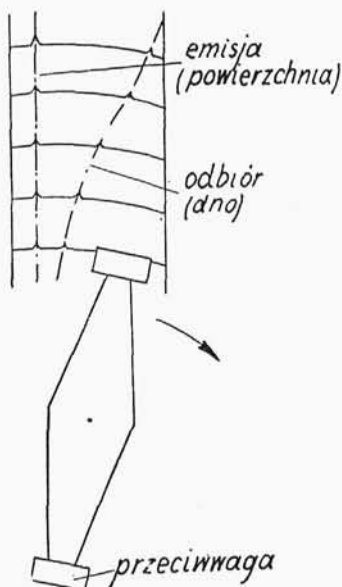
Aparat nadawczy (rys. 169) wywołujący oscylacje zaopatrywany jest w prąd elektryczny stały. Co pewną liczbę sekund przerywacz zamyka dopływ prądu do obwodu pierwotnego, wówczas powstaje w obwodzie wtórnym znaczna siła elektromotoryczna, wywołująca na zaciskach iskrę i drgnięcie oscylacyjne, które jest transmitowane przez obwód oscylacyjny nadawczy. Czas trwania wysłania fali wynosi około $1/1000$ sekundy.

Do obwodu oscylacyjnego włączony jest na stałe wzmacniacz, który ma za zadanie uchwycenie różnicy potencjału kwarcu, wywołanej jego drgnięciem elastycznym pod wpływem echa.

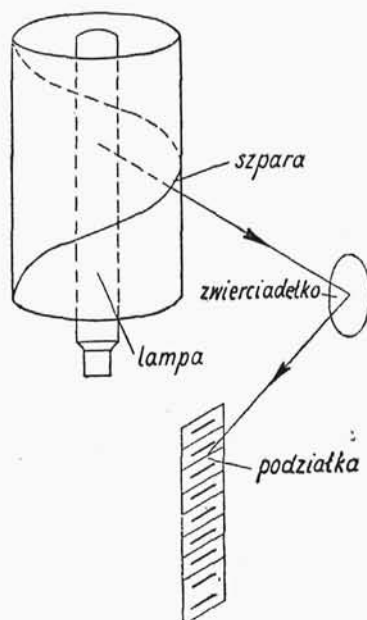
Do pomiaru upływu czasu używa się przyrządów notujących automatycznie czas wysłania i odbicia fal. Np. oscylograf Martiego (rys. 171) znaczy na linii ciąglej, którą kreśli na przesuwającej

się taśmie, odchylenia przy wysłaniu fali i nadejściu echa. Odległości znaków umożliwiają odczytanie głębokości lub czasu.

Drugi sposób polega na rejestracji świetlnej. Oscylograf (rys. 172) zaopatrzony jest w lampę umieszczoną wewnątrz cylindra, przepuszczającego smugę światła tylko przez szparę (idącą spiralnie z dołu do góry) i obracającego się z prędkością równą połowie prędkości rozchodzenia się dźwięku w wodzie. Smuga światła odbita



Rys. 171.
Oscylograf Martiege,



Rys. 172.
Rejestracja świetlna sygnałów i ich odbicia w metodzie akustycznej.

przez lustro pada na skalę lub na papier światłoczuły przesuwany z jednakową prędkością. Chwilę nadania sygnału i nadejścia echa smuga znaczy odchyleniem.

Metoda ultradźwięków daje wyniki dostatecznie dokładne przy głębokościach nie mniejszych niż 8 m, gdyż ograniczeni tu jesteśmy czasem trwania emisji. Przy 1/100 sekundy błąd może osiągnąć wartość 1 m. Sondowanie można przeprowadzać do 10-kilometrowej głębokości.