

ROZDZIAŁ III.

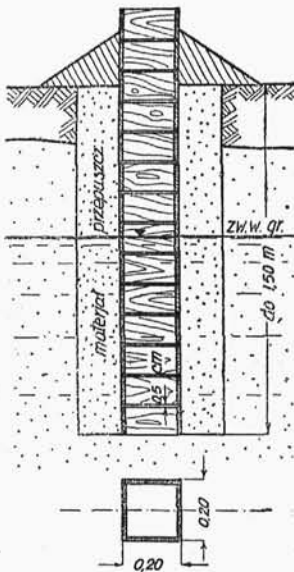
BADANIA STANÓW WÓD WGLĘBNYCH.

1. Sondy.

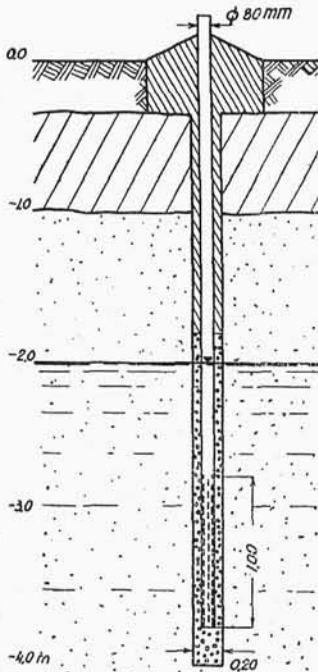
Badania wód wglębnych można podzielić na: 1) ustalenie rozmiarów, położenia i jakości warstwy przewodzącej, 2) pomiary stanu zwierciadła wody wglębnej, jego zmienności naturalnej, lub spowodowanej robotami hydrotechnicznymi, 3) badanie jakości wody i 4) określenie wydajności warstw wodonośnych. Dla wielu robót hydrotechnicznych, wystarczają badania rozmiarów przewodnika i zmienności stanów wody; przy studjach, nad zaopatrzeniem w wodę osiedli ludzkich, koniecznem jest nadto badanie jakości wody i wydajności pokładu.

Badanie przewodnika i położenia zwierciadła wody wglębnej, odbywa się przy pomocy sond i próbek gruntu. Do głębokości 2 m można wykonać sondy kopane, o rozmiarach dowolnych, pozostawiając je przy wystarczającej spoistości gruntu, bez obudowy. W gruntach torfowych wstawia się w wykopany dół, rodzaj skrzynek drewnianych, o wymiarach np. $0,2 \times 0,2$ m, wykonanych z cienkich deszczulek tak, aby między nimi pozostały szczeliny około $\frac{1}{2}$ cm szerokości. Resztę dołu poza skrzynką wypełnia się torfem, kamieniami, żwirem lub szlaką. Szkic sondy tego typu wykonywanej przez pruski instytut badania wód przedstawia rys. 57.

Przy większych głębokościach można wykonać sondy w postaci studni kopanych z otworami w ścianach, umożliwiającymi dopływ wody na całej grubości warstwy przewodzącej. Najczęściej jednak wykonuje się sondy bite lub wiercone. Jako przykład typowej sondy tego rodzaju, może służyć sonda pruskiego instytutu hydrologicznego (Landesanstalt für Gewässerkunde). Jest to otwór wiertniczy o średnicy 20 cm, doprowadzony do warstwy



Rys. 57.
Sonda skrzynkowa.



Rys. 58.
Sonda wiercna.

nieprzepuszczalnej, który po oczyszczeniu wypełnia się u spodu warstwą żwiru 0,1 do 0,5 m grubości. Na żwirze spoczywa rura obserwacyjna, o średnicy 8 do 10 cm, zaopatrzona aż do najwyższego możliwego poziomu wody gruntowej w szczeliny podłużne 10 do 20 mm wysokości i 3 mm szerokości. Między rurą wiertniczą, a obserwacyjną wysypuje się żwir do wysokości 0,15 m ponad szczeliny, poczem rurą wiertniczą wyciąga się a pozostałe próżnie zasypuje się ziemią (rys. 58).

Przy robotach meljoracyjnych, rura wiertnicza stanowi odrazu sondę. W tym celu ma ona zwykle średnicę 5—6 cm, oraz otwory, wznoszące się spiralnie ku górze. Przy większych głębokościach, można użyć rur studziennych o średnicy 10 cm, dość ściśle wchodzących w otwór wiertniczy. Na dole daje się filtr z miedzianego tresu (sita) o wysokości około 1 m. Po kilku latach sonda taka przestaje jednak działać, wskutek zatkania otworów sita osadami.

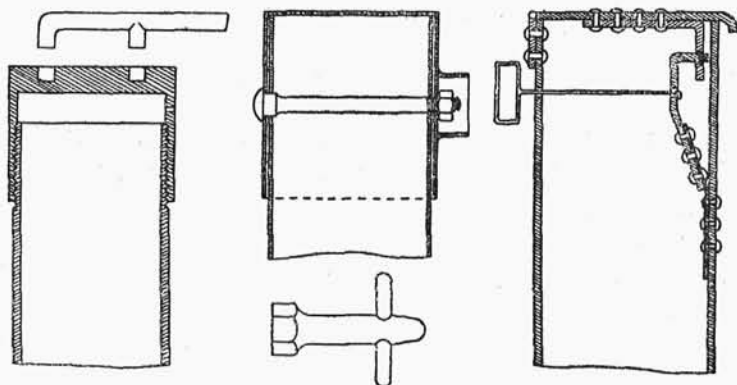
Dla mierzenia ciśnienia wody w pokładach artezyjskich używamy rur o średnicy 10 cm, bez bocznych otworów, zabijanych do pokładu wodonośnego.

W silnie przepuszczalnych terenach, jak w grubych piaskach i żwirach, można użyć również rury bez otworów bocznych, spód ich jednak musi się wznosić najmniej 0,2 m nad wierzchem warstwy trudno przepuszczalnej.

Sondy, dłuższy czas używane do obserwacji, musi się zabezpieczyć przed zanieczyszczeniem. W tym celu otwór sondy zamyka się w sposób podany

na rys. 59; zamknięciem jest nakrycie wkręcone na nagwintowany koniec rury przy pomocy specjalnego klucza, albo przymocowane do niej przy pomocy śruby poprzecznej, lub sprężyny.

Poziom wody, jaki się ułoży w sondzie, odpowiada każdemu położeniu zwierciadła wody gruntowej. Wobec zmian, jakim poziom zwierciadła wody ulega, nie wystarcza jednorazowy pomiar, ale powinien on być powtarzany w pewnych odstępach czasu. Konieczny zatem jest punkt stały, od którego mierzyć się będzie głębokość położenia zwierciadła wody. Najdogodniejszym dla pomiaru punktem jest wierzch obudowy studni, lub wierzch rury obserwacyjnej. Punkty stałe na poszczególnych sondach



Rys. 59.

Przykrywy sond.

muszą być ze sobą połączone niwelacyjnie, pożądanem jest również połączenie ich z ogólną siecią niwelacyjną Państwa. Położenie poszczególnych sond musi być oznaczone na planach sytuacyjnych.

Do pomiaru stanu wód gruntowych można też użyć istniejących studzien, o ile ich użytkowanie dla celów gospodarczych nie oddziaływa na zmianę poziomu wody. Studnię istniejącą, wybraną do stałej obserwacji, należy pomierzyć i opisać, podając dokładne jej położenie sytuacyjne, odległość od wód powierzchniowych, poziom znaku stałego, terenu przy studni i dna, sposób wykonania (kopana, wiercona, abisyńska itd.) i czerpania (wiadro, żuraw, pompa etc.), częstość użycia, o ile można, jakość wody pod względem twardości i zawartości ciał obcych i bakterij, tudzież rodzaj pokładów geologicznych od dna do wierzchu terenu. Ponadto powinien być podany właściciel i obserwator, a także

podobnie jak przy zwykłych sondach szczegóły odnoszące się do niwelacji punktów stałych, pomiaru sytuacyjnego itp.

Równocześnie z wykonaniem sondy bierze się próbki gruntu z sondy kopanej, lub z otworu wiertniczego bezpośrednio, zaś przy sondach bitych, przy pomocy świdrów, lub specjalnych przyrządów jak np. rura Kopecky'ego, posiadająca rozszerzenia w kilku miejscach dla pomieszczenia próbek z różnych poziomów.

Próbki gruntu badamy przede wszystkim pod względem porowatości, a także zawartości wody, o ile pochodzą ze strefy nawietrzanej. Jeśli w grę wchodzi wydajność pokładu wodonośnego, wówczas może być potrzebna analiza mechaniczna gruntu dla zbadania stosunku procentowego ziarn różnej wielkości. Wykonuje się ją przy pomocy sit o różnej ilości otworów na jednostkę powierzchni.

Średnice otworów maleją według stosunku $\frac{1}{\sqrt{2}}$, stąd otrzymujemy szereg sit o następujących wymiarach otworów: 8; 5,66; 4; 2,83; 2; 1,41; 1; 0,71; 0,5; 0,36; 0,25; 0,17; 0,125; 0,088; 0,062 mm.

Ziarna poniżej 0,1 mm rozdziela się przy pomocy osadu. W tym celu można użyć sposobu, opartego na prawie Stockes'a o prędkości opadania: do naczynia o objętości 230 cm³ wysypuje się 5 g wyżarzonych ziarn i wlewa się wodę destylowaną o temperaturze 20° C. Po zmieszaniu i pozostawieniu w spokoju przez 13 sekund odlewa się wodę, otrzymując osad do 0,08 mm średnicy. W pozostałej wodzie w ciągu 1 minuty osadzają się ziarna do 0,04 mm, reszta ziarn ma średnicę mniejszą niż 0,04 mm.

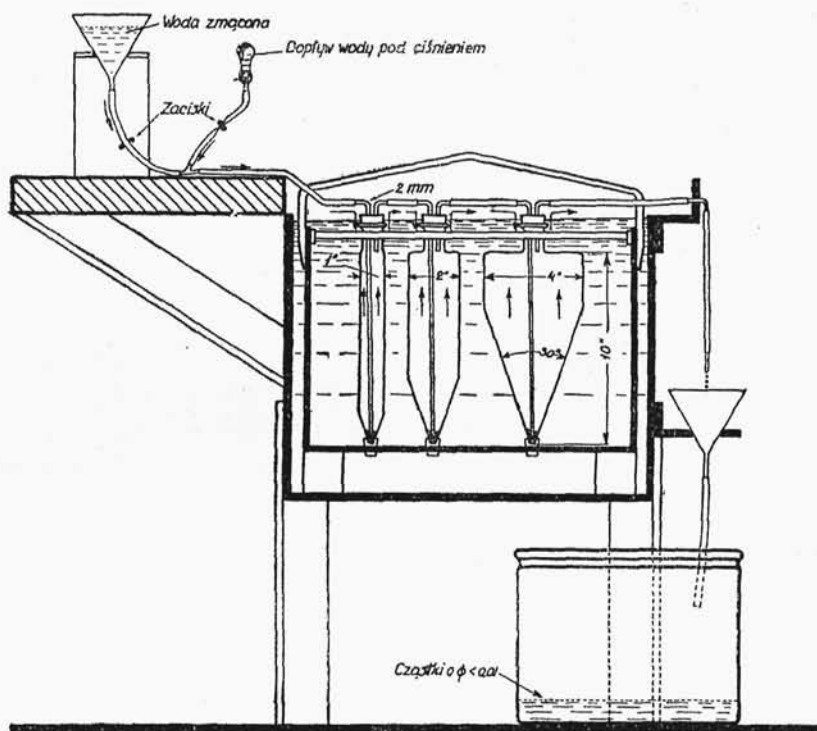
Kopecky, a za nim hydrotechnicy Stanów Zjednoczonych skonstruowali przyrząd do ciągłego przepływu wody i osadzania ziarn w stosunku do średnicy naczynia, przez które woda przepływa (rys. 60).

Zbudowany on jest również na zasadzie prawa Stockes'a o prędkości opadania w związku z średnicą ziarn:

$$V_{cm/sek} = 32,7 \frac{\gamma_1 - \gamma}{\mu} d^2 \quad (2)$$

gdzie μ jest współczynnikiem lepkości. Dla ciężaru gatunkowego $\gamma_1 = 2,7$ i temperatury wody 10° C, otrzymujemy przepuszczając 48 cm³/min (3 l/godz) przez naczynia o polu przekroju 4,65, 20,8 i 85,0 cm² graniczną średnicę ziarn 0,04, 0,02 i 0,01 mm. Drobniejsze od 0,01 mm przejdą z wodą do naczynia zbiorczego.

Możemy też wodę zmieszaną z badanym materiałem dać do rurki kalibrowanej i odczytywać wysokość osadu po 1, 2, 5, 10, 30



Rys. 60.

Przyrząd Kopecky'ego do osadzania ziarn o średnicy poniżej 0,04 mm.

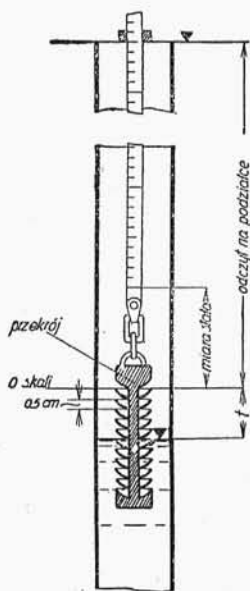
i 60 minutach, obliczając średnicę ziarn z prędkości opadania według prawa Stokes'a.

2. Pomiary stanów wody.

Pomiar poziomu zwierciadła wody w sondzie wykonujemy przy sondach kopanych, studniach i sondach rurowych o niewielkich głębokościach, przez odczytanie na zwykłej metrówce różnicy wysokości między poziomem wody a znakiem stałym. Przy głębokościach większych musimy użyć specjalnych przyrządów.

Najprostszym przyrządem jest szereg talerzyków umieszczonych na jednej osi w odległości od siebie zwykle 1 cm. Przyrząd ten zawieszony jest na zwijanej taśmie, której podziałka sporzą-

dzona jest w ten sposób, że zero podziałki odpowiada pierwszemu z góry talerzykowi. Przyrząd opuszczamy do sondy tak, ażeby część talerzyków zanurzyła się w wodzie, co łatwo możemy odgłosem uderzenia sondy o zwierciadło wody skonstatować, poczem odczytujemy na podziałce taśmy cyfrę odpowiadającą znakowi stałemu na sondzie. Po wyciągnięciu przyrządu liczymy ilość talerzyków niewypełnionych wodą i dodajemy odpowiednią ilość centymetrów do odczytu na taśmie. Dokładność pomiarów pozostanie w granicach odległości talerzyków od siebie (rys. 61).



Rys. 61.

Przyrząd talerzykowy do pomiaru poziomu zw. w.

Jeżeli obawiamy się, że w większych głębokościach nie zauważymy chwili zanurzenia przyrządu, wówczas umieszczamy na końcu osi gwizdek, który wyda odgłos w chwili kiedy woda w miarę jego wypełniania ściśnie powietrze w nim zawarte.

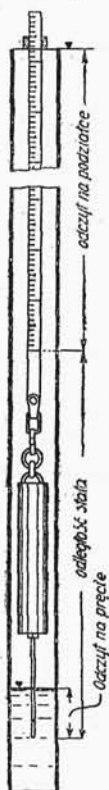
Można też do pomiaru użyć pręta metalowego pokrytego kredą rozpuszczoną w spirytusie. Pręt zawieszony na taśmie stalowej i obciążony ciężarkiem opuszcza się w sondę. W zanurzonej części pręta woda zmyje osad kredy (rys. 62).

Najdokładniej uchwycimy poziom wody przy pomocy sygnalizacji elektrycznej, np. w sposób proponowany przez Stockera przedstawiony na rys. 63. Pływak umieszczony jest w ciężkiej osłonie, która u góry ma kontakty. Gdy przyrząd opuszczony zostanie do poziomu wody, pływak się zatrzymuje, a osłona opada dalej, aż pływak połączy z sobą dwa kontakty.

Inny sposób polega na umieszczeniu w sondzie stałego pływaka zakończonego u góry talerzem wznoszącym się ponad poziom wody. Pomiar wykonujemy sztywną podziałką, opuszczając ją aż do talerza i opierając na nim spód podziałki, ale tak, ażeby nie wywołać obciążenia i silniejszego zanurzenia pływaka. Ciężar podziałki powinien być tak dobrany, aby zanurzenie pływaka spowodowało zrównanie zera podziałki z poziomem wody.

Jeżeli pomiary stanu wody mają być stale wykonywane, wówczas lepiej umieścić w sondzie stały wodowskaz. Urządzenie wodowskazu może być bardzo rozmaite. Np. może to być drążek pionowy z podziałką, umieszczony na pływaku tak, że zero po-

działki zgadza się z poziomem wody. W miejsce znaku stałego na rurze sondy umieszczona jest wskazówka, przy pomocy której odczytujemy stan wody na podziałce.



Rys. 62.

Przyrząd do pomiaru poziomu zw. w. przez rozpuszczenie warstwy kredy.

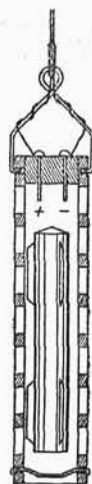
Można też umieścić wstęgę z numerami w ten sposób, że przechodzi ona przez bloczek. Wstęga zakończona jest z jednej strony przeciwwagą, zaś z drugiej przymocowana do pływaka. Początek numeracji znów zgodny jest ze zwierciadłem wody w sondzie. Liczby na taśmie odczytuje się przez otwór w sondzie wykonany na wysokości znaku stałego i opatrzony wskazówką.

Oba te urządzenia mogą być sprzęgnięte bezpośrednio z aparatami samopiszącymi w ten sposób, że do drążka lub do taśmy przytwierdzone jest bezpośrednio, lub przy pomocy transmisji piórko, które dotyka bębna obracanego przyrządem zegarowym i kreśli na rozpiętym na bębnie papierze krzywą odpowiadającą zmianom stanów wody.

Lepiej jednak oprzeć automatyczne notowanie stanów wody, na specjalnym pływaku zawieszonym na lince wyprężonej przeciwwagą. Wobec bardzo powolnych zmian w położeniu zwierciadła wody gruntowej, aparaty samopiszące rzadko są używane.

System proponowany przez Kunath'a polega na szczelnem zamknięciu u góry rury obserwacyjnej i wprowadzeniu rurki manometrycznej, w ten sposób wahania poziomu wody gruntowej przenoszą się do ramienia otwartego rurki manometrycznej w skali zmniejszonej i mogą być wygodnie odczytane na przytwierdzonej do niej podziałce (rys 64).

System Mayr-Albrecht'a używany w Bawarii pozwala na przesyłanie stanu wody gruntowej na odległość. W tym celu jeden przewód połączony jest z pływakiem, który posiada kontakt, zaś na wewnętrznej ścianie rury umieszczone są naprzemian dobre i złe przewodniki. Wobec ruchów pływaka w dwu kierunkach



Rys. 63.

Przyrząd pływakowy do pomiaru poziomu zw. w.

w dół i w górę potrzebne są 3 przewody, oraz automatyczne sprzęgło działające przy zmianie kierunku ruchu pływak. Jest to właściwie sygnalizacja stanu wody, może być ona jednak połączona z automatycznym kreśleniem krzywej wahań poziomu wody gruntowej. Obszerniej zostaną omówione systemy limnigrafów i sygnalizacji na odległość w części trzeciej.



Rys. 64.

Przyrząd
manome-
tryczny
do pomia-
ru pozio-
mu zw. w.

Wynikiem jednoczesnych pomiarów stanów wody w sieci studzien i sond założonych na badanym terenie, jest plan warstwowy, w którym warstwie łączą ze sobą punkty zwierciadła wody gruntowej jednakowo wzniesione ponad poziom morza, lub obrany poziom porównawczy. Na planie warstwowym powinny być uwidocznione miejsca pomiaru (sond) i zanotowana data. Warstwie poziomu wód gruntowych mogą być też ustalone dla pewnych stanów charakterystycznych, np. dla wartości średnich miesięcznych, rocznych itp. Sposób kreślenia warstwicy wody gruntowej nie różni się niczem od kreślenia warstwicy terenowych, linii równego opadu itp. Przykłady planów warstwowych wód gruntowych przedstawiają rysunki 38, 42, 43.

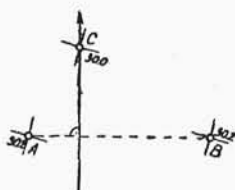
Z przebiegu warstwicy wody gruntowej, można odczytać kierunek spływu wód, kreśląc linie prostopadłe do kierunku warstwicy, oraz spad jako stosunek różnicy poziomów dwóch sąsiednich warstwicy do ich wzajemnej odległości mierzonej po normalnej.

Mając plan warstwowy zwierciadła wody gruntowej oraz warstwy nie przepuszczalnej, nietrudno określić pole przekroju strefy nasyconej w dowolnym kierunku. Dla otrzymania objętości przepływu należy znać pole przepływu wody gruntowej, mierzone w kierunku prostopadłym do spływu, oraz stosunek powierzchni wolnych do pełnego przekroju czyli t. zw. porowatość przekroju.

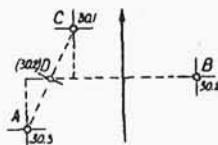
Jeżeli chodzi o spad miejscowy wody gruntowej, wówczas wystarczą 3 sondy w trójkącie. Jeśli 2 z nich *A* i *B* wykażą ten sam poziom wody gruntowej, wówczas spad oznaczymy biorąc stosunek różnicy wysokości *C* i *AB*, do odległości punktu *C* od prostej *AB* (rys. 65).

Jeśli każda z sond wykazuje inną głębokość wówczas łączymy punkt o najniższym poziomie *C* z punktem o najwyższym poziomie *A*, na linii *AC* wypośrodkowujemy wysokość *D*, równą poziomowi wody w sondzie *B*. Łącząc punkt *D* z *B*, mamy linię równej

wysokości, do której prostopadła wyprowadzona z C lub A , da nam kierunek spadku, a stąd i jego wielkość oznaczoną w sposób poprzednio opisany (rys. 66).



Rys. 65.



Rys. 66.

Wyznaczenie spadku wody gruntowej z trzech sond w trójkącie.

3. Wahania poziomu wód wglębnych.

Bilans wodny pokładu wodonośnego, graniczącego ze strefą nawietrzoną, przedstawia w aktywach dopływ wody przesiakającej z opadów i z wód powierzchniowych, kondensację pary wodnej, dopływ wody wglębnej z wyżej położonego pokładu przepuszczalnego i ewentualny dopływ wód głębinowych, natomiast w pasywach dalsze przesiakanie wgląd ziemi, odpływ do niżej położonych warstw przewodnika, odpływ na powierzchnię ziemi, parowanie z gruntu i konsumpcję roślin.

Pomijając wody głębinowe, i łącząc parowanie, konsumpcję roślin i kondensację w jeden wyraz, przeważnie działający ujemnie, przypuściwszy wreszcie, że dopływ i odpływ wody gruntowej wzajemnie się równoważą, otrzymujemy dla znanych opadów i odpływów bilans dla danego okresu wyrażony w wysokości warstwy wody:

$$\varphi h = H - (O + S + R) \text{ mm} \quad (3)$$

gdzie φ jest współczynnikiem jednostkowego wydatku pokładu wodonośnego,

h zmianą położenia zwierciadła wody gruntowej,

H wysokością opadów w danym okresie w mm ,

O „ odpływów „ „ „ „

R „ warstwy wody zawartej w całej strefie nawietrzonej.

Nie uwzględniamy przytem zwykłego zjawiska, że dopływ wód podziemnych nie musi być identyczny ze zlewnią na powierzchni. Nawet w tak uproszczonych warunkach, natrafiamy przy

obliczeniu tą drogą zmian stanów wody na duże trudności, nie znamy bowiem dokładnie ciągle zmieniającej się wartości R , współczynnik zaś φ zmienia się w zależności od stanu wody i czasu. Koehne⁴⁾ podaje sztucznie skonstruowany przykład obliczenia tą drogą zmian stanów wody dla opadu rocznego 62 cm (klimat wilgotny) przy przyjęciu $\varphi = 1/5$, oraz prawdopodobnych wartości dla R .

TABELA 2.

Bilans miesięczny wody w głębiej.

	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rok
H	5	4	4	4	4	4	6	6	8	7	6	4	62 cm
S	1	1	1	1	2	4	7	9	8	6	3	2	45 "
O	1	1	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1	17 "
R	+ 1	+1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	+1	+1	0
$\varphi h = H +$ $-(S+O+R)$	+ 2	+1	+1	+1	0	-1	-1	-3	-1	0	+1	0	0
h	+10	+5	+5	+5	0	-5	-5	-15	-5	0	+5	0	0
Średnia miesięczna stanów wody grunt.	5	12,5	17,5	22,5	25	22,5	17,5	7,5	2,5	-5	-2,5	0	Stan 31/10 przyjęty=0

Gdyby według propozycji Lugeon'a²³⁾ wykonywane były pomiary wilgotności gruntu, można by osiągnąć bardziej zbliżone do rzeczywistości obliczenia, w braku tychże, pozostaje jedynie droga bezpośredniej obserwacji zmian stanów wód gruntowych. Odnosi się to przede wszystkim do wysoko położonych warstw wody gruntowej, w pokładach bowiem głębszych ustana wpływ kondensacji, parowania, konsumpcji roślin, a pozostanie jedynie przesiekanie. Wobec bardzo niewielkich prędkości, zmieniających się ze zmianą przepuszczalności, ujednastajnia się w głębi ziemi wpływ jedynego pozostałego zmiennego czynnika t. j. opadów i to tem bardziej, im dłuższą drogę mają cząstki wody do przebycia i im większe obszary zajmuje zbiornik wody w głębiej. Pod tym względem możemy rozróżnić:

1) Wody zaskórne bardzo silnie zależne od zmienności opadów, a równocześnie od innych czynników, jak temperatura, ciśnienie atmosferyczne, roślinność itp.

2) Wody w głębie wysychające, do których zaliczamy wody w stożkach usypowych, w morenach lodowcowych, w pokładach alluwjalnych, wyjątkowo także niektóre wody szczelinowe. Wydałość źródeł z takich pokładów jest zmienna i waha się równolegle do zmian w opadach atmosferycznych. Wody zanikają w czasie długotrwałej posuchy.

3) Zapasy wód niewysychające, najczęściej w niższych horyzontach. Zmienność źródeł niewielka i zależna od zmian temperatury w cyklu rocznym. Związek z opadami zanika, zaledwie da się uchwycić różnica między rokiem mokrym a suchym.

4) Wody głębinowe zupełnie niezależne od opadów.

W terenach silnie przepuszczalnych wpływ opadów może się objawiać bardzo prędko. Niektóre źródła, zwłaszcza górskie, reagują już po kilku dniach na większe opady deszczowe, podobnie zachowują się tereny wodonośne w dolinach alluwialnych i dyluwialnych, jak np. w dolinie dyluwialnej Stryja, której wahania wody w kilku sondach, oraz opady i inne czynniki klimatyczne przedstawiono na rys. 73. Wpływ opadów jest tem silniejszy, im bardziej zbliża się wilgotność gruntu do pełnego nasycenia. Stąd deszcze, skupione w ciągu kilku dni, bardziej wpływają na podniesienie się stanu wód gruntowych, niż odosobnione większe opady, zwłaszcza letnie w porze silnego parowania. Najsilniejszy wzrost poziomu wody gruntowej można obserwować w czasie topnienia śniegów, wówczas bowiem w przeciągu kilkunastu, a nie raz tylko kilku dni, topią się opady z całego okresu zimowego.

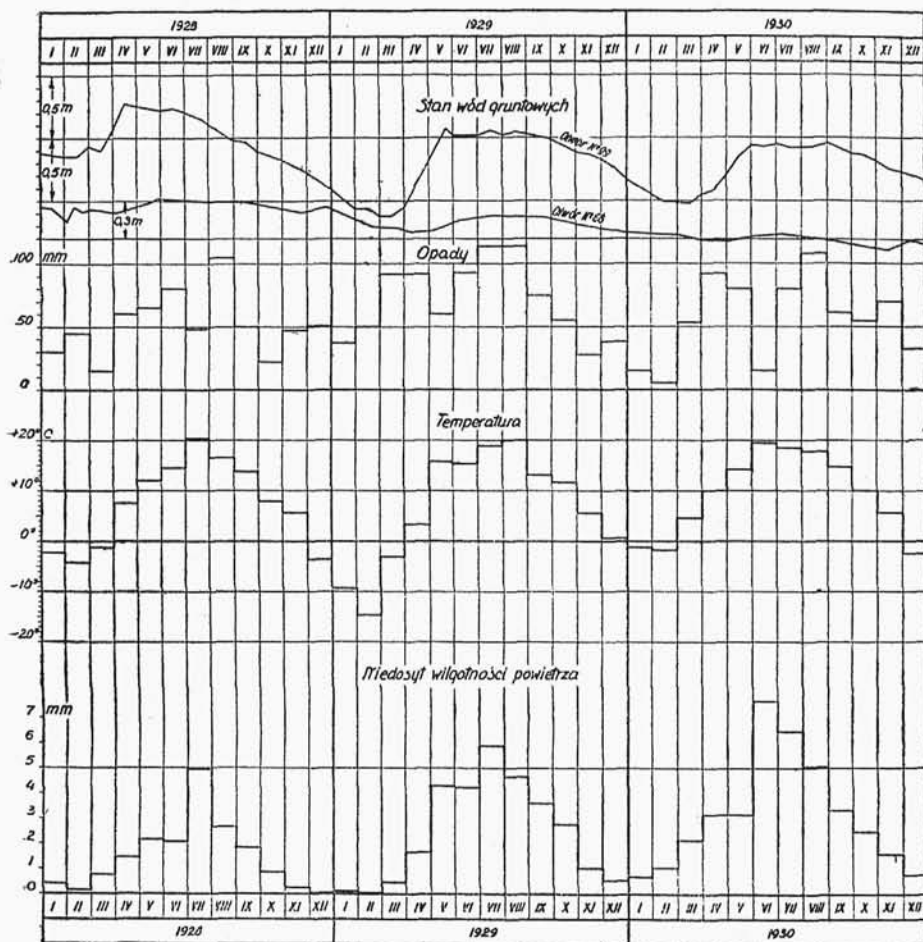
Wpływ topnienia śniegu wystąpił bardzo wyraźnie we wspomnianej dolinie Stryja w r. 1912, kiedy już po stopieniu się zimowej powłoki, na ziemię przesiąkniętą wilgocią spadł w dniach 2 i 3-go kwietnia bardzo silny opad śnieżny, który w dwóch następnych dniach stopniał w zupełności. Już w dniu 6-go kwietnia zanotowano podniesienie się stanów wody wgłębszej w studniach i piwnicach miasta Stryja do niebywalej przedtem wysokości. Natomiast wezbranie rzeki Stryja z 7 kwietnia (a więc o dzień później) nie przekraczało przeciętnych wartości z lat poprzednich, żadnemu zaś z katastrofalnych wezbrań Stryja (r. 1886, 1893, 1900) nie towarzyszyły objawy tak wielkiego wzrostu poziomu wód gruntowych.

Zupełnie wyraźne wiosenne wzniesienia się poziomów wód gruntowych wykazują obserwacje sond na lwowskim terenie wodociągowym, których przykład zamieszczono na rys. 67. Opóźnienia w stosunku do wzrostu temperatury, zależą od drogi, jaką przesiąkająca woda ma do przebycia.

Również wszystkie sondy na Polesiu wykazują silny wzrost wody wgłębszej z końcem wiosny (rys. 68), a więc w następstwie tajania śniegów.

Okres wzniesienia się poziomu wód gruntowych zależy w każdym roku od czynników klimatycznych, wpływ opóźnienia w stosunku do opadów występuje wyraźnie tylko przy obserwacjach codziennych. Im dłuższy jednak będzie czas przesiąkania, a tem samem, im większe będą opóźnienia, tem mniej da się zauważyć oddziaływanie poszczególnych, choćby bardzo wydatnych opadów, na stan

wody gruntowej. To też w rezultacie dochodzimy do fali rocznych wahań, jako do najkrótszego okresu czasu, jaki przy badaniach zmian stanów wody gruntowej należy brać pod uwagę. Z tych samych powodów, odstęp czasu pomiędzy poszczególnymi obserwacjami może być dłuższy, niż w obserwacjach opadu lub

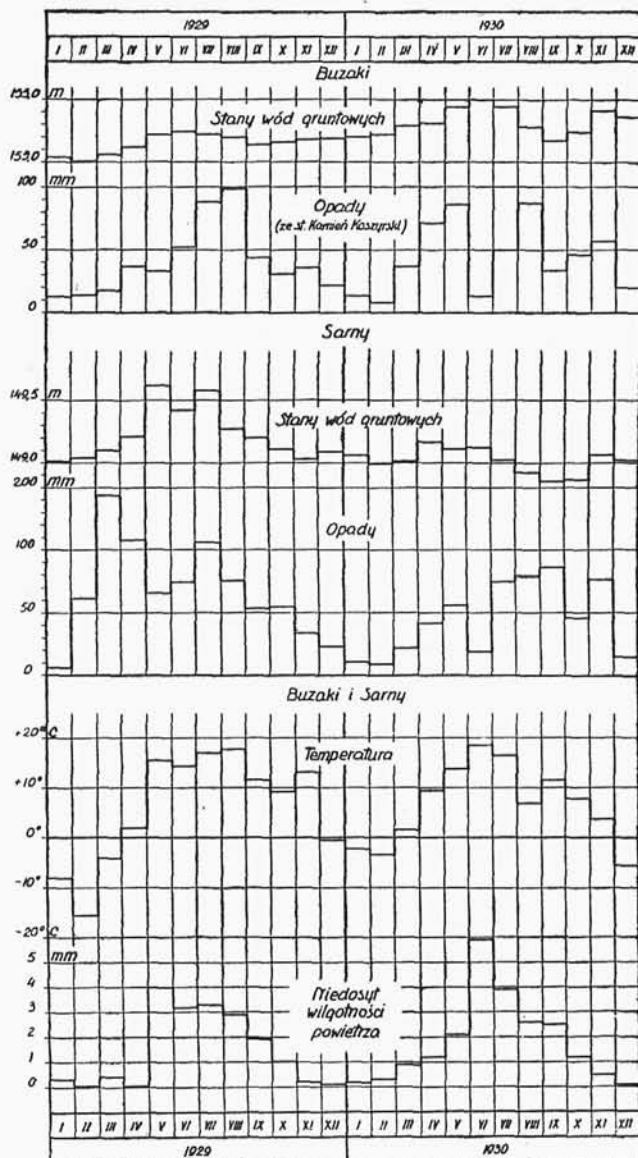


Rys. 67.

Wahania poziomu wód gruntowych na terenie wodociągu Iłowskiego.

odpływu. Wyjątkowo tylko potrzebne są obserwacje codzienne (tereny żwirowe). Włochy np. przyjęły jako zasadę okres dwu i trzy-dniowy (zawsze od 1-go każdego miesiąca), Bawaria i Prusy okres tygodniowy. Wyniki obserwacji publikowane są najczęściej jako średnie miesięczne (Prusy, Bawaria, Polesie).

W rocznym przebiegu zmian, wpływ opadów będzie tem większy, im rozkład ich w poszczególnych miesiącach jest mniej jednostajny. Najwyraźniej zatem objawi się ten wpływ w klimacie kontynentalnym. Natomiast, przy bardziej jednostajnym pod wzglę-

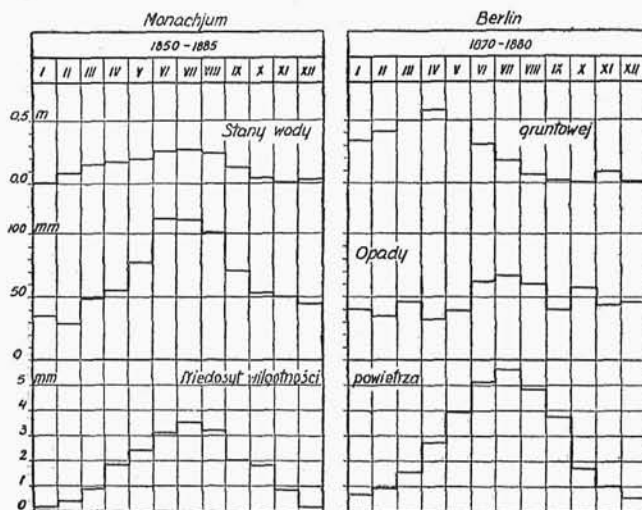


Rys. 68.

Wahania poziomu wód gruntowych na Polesiu.

dem opadów klimacie morskim, na pierwszy plan wysuną się czynniki inne, a mianowicie temperatura i wzrastający wraz z nią niedosyt pary wodnej, które powodują zwiększenie się strat i zmniejszenie się zarówno odpływu (procentowego), jak i przesiąkania (bezwzględne). Stąd, wpływ opadów na wahania stanów wody gruntowej w tego rodzaju klimacie jest jak gdyby zatarty.

Keilhack³⁾, podaje dwa przykłady zaczerpnięte z długoletnich obserwacji stanów wody gruntowej w Monachjum (1850—1885) i w Berlinie (1870—1885) (rys. 69).



Rys. 69.

Wahania poziomu wody gruntowej w klimacie kontynentalnym i morskim.

W obserwacjach monachijskich można zauważyć dość dużą zgodność między zmianami poziomu wód gruntowych i zmianami opadów, zaś niedosyt pary wodnej wykazuje swoje maximum w czasie wysokiego a nie niskiego stanu wody w głębiej. Natomiast w obserwacjach berlińskich związek z opadami staje się mniej wyraźny, pozostaje zaś zależność od niedoboru pary wodnej w powietrzu. W czasie okresu silnego parowania obniża się gwałtownie z pewnem opóźnieniem poziom wód gruntowych. Pochodzi to stąd, że przy względnie dużej ilości opadów w okolicy górskiej, a małym średnim deficycie pary wodnej, w poszczególnych miesiącach opady wywierają decydujący wpływ na stan wody gruntowej, przy małych zaś i jednostajnych

opadach, a dużych zmianach w deficycie pary wodnej w powietrzu, ten ostatni przyczynia się najwięcej do zmian poziomu wody gruntowej.

Przy typie oceanicznym, opady zasilają pokłady wody gruntowej w ciągu całej zimy i powodują powolny wzrost jej poziomu aż do początku wiosny, kiedy parowanie i konsumpcja roślin zaczynają wpływ opadów równoważyć. W niektórych okolicach maximum stanu wód gruntowych notowano już w styczniu. Obniżanie się poziomu wody gruntowej trwa do końca lata tj. do chwili kiedy zaczyna się zmniejszać parowanie i ustaje konsumpcja roślin. Stąd, przy równo rozłożonych opadach, zgodność zmian poziomu wód wgłębnych z wahaniami deficytu pary wodnej w powietrzu.

Natomiast w typie kontynentalnym, większy dopływ do wód gruntowych zaczyna się dopiero z wiosną, u nas w następstwie topnienia śniegów. Maximum przesuwą się na kwiecień, lub maj, natomiast minimum na listopad, wysuszenie bowiem wierzchnich pokładów opóźnia zasilenie zapasów wody gruntowej jesieniami deszczami.

Na terenie ziem polskich, badania na szerszą skalę rozpoczęte zostały na Polesiu. Dotychczasowe jednak wyniki obserwacji nie pozwalają jeszcze na utworzenie wartości przeciętnych, to też nie można wahań poziomu wód wyraźnie scharakteryzować. Podane na rys. 68 wyniki z poszczególnych lat, pozwalają odróżnić działanie różnych czynników, między którymi przeważa wpływ opadów, temperatura, a z nią niedosyt pary wodnej zmniejsza tylko wpływ opadów w porze letniej.

Z podanych na rys. 67 wyników badań na lwowskim terenie wodociągowym wynika, że i te wahania należy zaliczyć raczej do typu kontynentalnego, o wyraźnej przewadze czynnika opadowego w postaci topnienia śniegów.

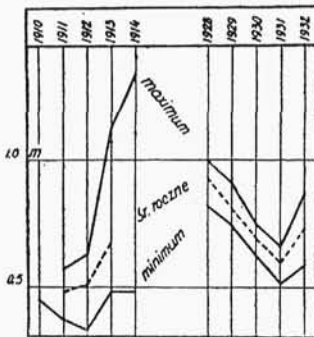
Obok zmian stanów wód wgłębnych w okresie rocznym, zasługują na uwagę zmiany zachodzące w dłuższym przeciągu czasu. Wówczas porównuje się ze sobą, albo średnie stany roczne, albo średnie wartości z pewnego miesiąca, który charakteryzuje wysoki lub niski poziom wody gruntowej, albo wreszcie maximum i minimum stanów z poszczególnych lat.

Zmiany stanów wody w poszczególnych latach odpowiadają naogół zmianom klimatycznym, ale z opóźnieniem zależnym od długości drogi, jaką cząstki wody muszą przebyć pod ziemią.

Przy dużych odległościach przesunięcie może przekroczyć rok, to też nie można porównywać ze sobą średnich stanów wody i opadów, z tego samego okresu (np. z roku kalendarzowego), ale

tworząc średnie, trzeba początek okresu obliczenia średniego rocznego stanu wody gruntowej przesunąć o odpowiednią ilość miesięcy, biorąc za podstawę średnie przesunięcie maximów i minimów w szeregu lat.

Zmiany stanów wody gruntowej, w ciągu większej ilości lat, w niewielu miejscach były notowane. Soldan podaje przykład miejscowości Krossen nad Odrą, gdzie w ciągu 110 lat wody gruntowe wahają się około tej samej średniej, podobnie wahają się też odpływy najniższe Odry około wartości 2 l/sek i km^2 .



Rys. 70.

Wpływ lat suchych i mokrych na poziom wód gruntowych na terenie wodociągu lwowskiego.

i mokrych lat. Podobny rezultat dają długoletnie obserwacje na terenie wodociągu lwowskiego, zamieszczone na rys. 70, w postaci przebiegu wartości średnich, maksymalnych i minimalnych.

I tu jednak znać duże opóźnienie. Najwyższy poziom wód gruntowych w r. 1914 jest następstwem bardzo mokrego r. 1913, zaś minimum w r. 1931 jest w związku z małymi opadami kilku ostatnich lat.

Natomiast w Hoya nad Wezerą minimalne odpływy również wahają się około stałej średniej wartości $2,58 \text{ l/sek}$ i km^2 chociaż poziom tych wód obniżył się znacznie, zdaje się skutkiem przyczyn drugorzędnych. W nowszych czasach mamy szczegółowe badania poziomu wód gruntowych, z których możemy śledzić zmiany z roku na rok. Przykłady z okresu 1914 — 1926 przytacza Köhne. Nie można z nich wnioskować o jakiejś tendencji wzrostu lub opadania, raczej wahają się one około jednego poziomu. Natomiast wyraźnie zaznacza się wpływ suchych

4. Obserwacje stanów wody.

Obserwacje stanu wód gruntowych mogą być potrzebne, albo dla sporządzenia projektów z dziedziny budownictwa wodnego, albo też dla ogólnego zbadania stosunków wodnych danej części kraju. Stosownie do tego zakłada się, albo gęstą sieć obserwa-