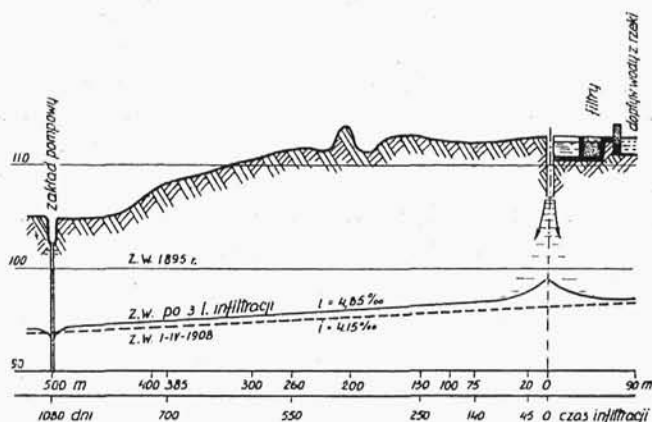


dzącego wodę, w którym ma się utworzyć zbiornik sztucznej wody gruntowej, wreszcie pokład wierzchni, stanowiący naturalny filtr. Przyjmuje się zwykle, że odbycie przez wodę drogi o długości około 10 m wystarcza do jej naturalnego oczyszczenia. Pokład nieprzepuszczalny nie może leżeć w zbyt silnym spadku, a jeżeli tak jest (Uddevalla w Szwecji), wówczas spiętrzamy podziemną wodę przy pomocy odpowiedniej budowli, tworząc zbiornik sztucznej wody gruntowej. Podobnie zamknięto na jednej z rzek w Kalifornii strumień wody gruntowej progiem podziemnym, przy którym założono studnię.



Rys. 87.

Zmiana poziomu wody gruntowej skutkiem urządzeń dla sztucznego jej zasilenia w Frankfurcie n. M.

Urządzenia dla sztucznej wody gruntowej z początku stosowane na niewielką skalę, przybierają obecnie duże rozmiary, w miarę coraz większych trudności w otrzymaniu dobrej wody naturalnej, zwłaszcza w okręgach przemysłowych.

Tak np. wodociąg Altendorf w Westfalji produkuje 137 000 m³ dziennie sztucznej wody gruntowej. W Polsce częściowo w ten sposób zaopatrywane jest miasto Kraków (rozdz. II).

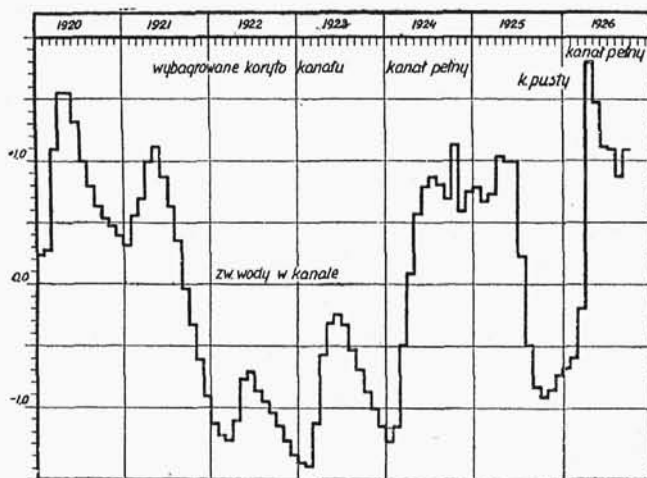
Na rys. 87 przedstawiono urządzenie dla wytwarzania sztucznej wody gruntowej dla Frankfurtu nad Menem.

9. Drogi wodne.

Możliwość zmian poziomu wód gruntowych musi być uwzględniona także przy budowie dróg wodnych. Skanalizowanie rzeki

jest wogólności możliwe tylko wówczas, jeśli stan wód gruntowych podniesiony przez stałe piętrzenie wody w rzece, nie spowoduje utrudnień w gospodarstwie rolnem, przez uniemożliwienie robót osuszających, lub wogóle odprowadzenia wody. Przy budowach jazów dla zakładów wodnych, projektowanych zwykle w głęboko wciętych korytach rzek i na rzekach o spadach naogół dużych, podniesione poziomy wód wgłębnych, nie są niebezpieczne, silny bowiem spad podłużny doliny pozwala z łatwością zapobiec podniesieniu się stanu wód wgłębnych, w pobliżu jazu, przy pomocy rowów osuszających. Inaczej przedstawia się rzecz przy budowie jazów dla kanalizacji rzek, które posiadają przeważnie spad nieznaczny.

Kanały żeglugi staramy się zwykle oddzielić od naturalnego terenu nieprzepuszczalną warstwą uszczelniającą. Mimo to pozostają często pewne nieszczelności, a niejednokrotnie w przekopach umyślnie nie stosujemy uszczelnienia, celem wprowadzenia wody wgłębnej do kanału i zwiększenia w ten sposób ilości wody, potrzebnej dla ruchu, pokrycia strat parowania oraz przesiąkania.

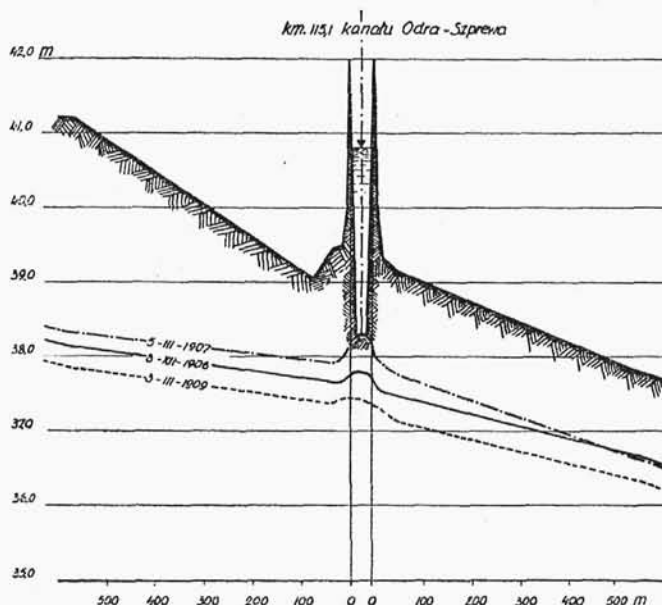


Rys. 88.

Zmiany poziomu wód gruntowych w trakcie budowy i napełnienia kanału żeglugi.

Koehnne podaje przykład (rys. 88) zmian w wahanu wód gruntowych w czasie budowy i po napełnieniu kanału wodą. Konieczność ponownego opróżnienia kanału, spowodowała nową falę wahań wody gruntowej, która ostatecznie ustaliła się w zależności od stałego poziomu wody w kanale.

Na kanale Odra—Sprewa, mimo wykonanych uszczelnień, zauważono znaczne straty ilości wody w niektórych nasypach, które spowodowały nawet wyraźne podniesienie się stanu wody gruntowej (rys. 89). Po ponownym uszczelnieniu kanału, w r. 1909, ustalił się poziom wody gruntowej do najniższej linii, zaznaczonej na rysunku.



Rys. 89.

Wpływ przesiąkania wody w kanale Odra-Sprewa na stan wód gruntowych.

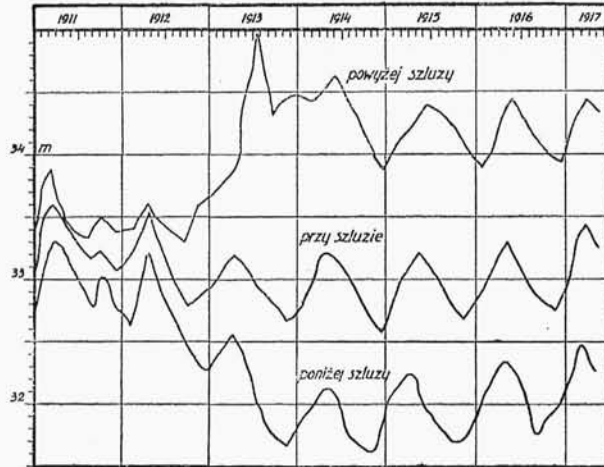
Wpływ poziomu wody w kanale, mimo istniejących uszczelnień, na stan wód gruntowych odzwierciedla się najlepiej w pobliżu śluz komorowych, gdzie sondy w okolicy górnego i dolnego stanowiska wykazują odmienne poziomy i odmienne wahania.

Rys. 90 przedstawia według K o e h n e' g o wahania stanu wód gruntowych przy śluzie na drodze wodnej, Berlin—Szczecin, w pobliżu jeziora Lehnitz. Budowę śluzy rozpoczęto w r. 1910, kanał napełniono w r. 1912, daty te zaznaczają się:

1. Rozpoczęciem obniżenia się poziomu, przy stanowisku dolnym, wzrastającego w miarę postępu budowy. Obniżenie to wpłynęło również na poziom wody w jeziorze, który obniżył się o 1 m.

2. Nagłym podniesieniem się poziomu wody, w sondzie w pobliżu stanowiska górnego, po napełnieniu kanału. Po r. 1912, we wszystkich sondach, zauważono zupełnie normalne wahania wody, około średniej, odpowiadającej poziomowi wody w stanowiskach kanału.

Znaczne różnice poziomów, wytworzone po obu stronach śluzy, muszą wywołać silniejszy ruch wody gruntowej w kierunku spadu kanału, z czym należy się liczyć przy projektowaniu i obliczaniu śluzy komorowej, a w szczególności przy przyjmowaniu wielkości wyporu.



Rys. 90.

Wpływ śluzy kanałowej na stany wód gruntowych.

10. Wody kopalniane.

Roboty górnicze wywierają wpływ na stan wód wgłębnych w zależności od poziomu, w którym są wykonywane. Głęboko położone kopalnie, posiadają zazwyczaj wodę szczelinową pod ciśnieniem. Pompowanie pewnej ilości wody z kopalni, nie może więc mieć wielkiego wpływu na stan wód wgłębnych w bezpośrednim sąsiedztwie kopalni, natomiast może oddziaływać na zmniejszenie ciśnienia wód artezyjskich i obniżenie się poziomu wód wgłębnych w obszarze zasilania. Następstwem tego może być zmniejszenie wydajności źródeł, studzien i wogółności wód, zasilających ścieki powierzchniowe. Zasila je natomiast woda, pompowana z kopalni, ale niejednokrotnie w innym miejscu, a nawet czasem w obcym dorzeczu. Ilości te nie są małe, z głębokich bowiem kopalń, wydobywa się często wodę, która inną drogą do ścieków dostaćby się nie mogła.

W Polskim Zagłębiu Węglowym, bardzo duże ilości wody, pompowanej z kopalń, dostając się do Przemszy powodują, że przepływ w tej

rzece rzadko spada poniżej 4 l/sek i km², gdy w sąsiednich ściekach, bez tego zasilku w czasach posuchy, obniża się do 1 l/sek i km². W okręgu Ruhry dopływ wód do kopalń zwiększa się stale.

Wynosił on w r. 1885	3,6 m ³ /sek
„ 1899	5,4 „
„ 1920	6,4 „

Stosunek pompowanej wody do wydobytego węgla wahał się w poszczególnych kopalniach, w granicach 2:1 do 8:1.

Bezpośredni wpływ na stan wód gruntowych mogą mieć ujęcia wód wgłębných, znajdujących się ponad pokładami eksploatawanymi, celem uniemożliwienia im dostępu do kopalni. Pośredni natomiast wpływ mają osiadania się terenu ponad kopalniami, bądź to skutkiem odbudowy kopalń, bądź też osuszenia pokładów przepojonych wodą. Osiadanie się terenu zbliża powierzchnię ziemi do istniejącego poziomu wierzchniego wody wgłębnej i powoduje zabagnienie zapadniętej części gruntów.

Kopalnie płytkie mogą bezpośrednio oddziaływać na stosunki wodne w gruntach nad nimi położonych. Zwłaszcza często zdarza się to w kopalniach węgla brunatnego.

Kopalnie w Dżurowie i Nowosielscy na Pokuciu, położone w dolinie alluwialnej Rybnicy, oraz bezpośrednio pod nią, mają w stropie jedynej grubszej warstwy węgla pokłady przepuszczalne. Stąd ogromny napływ wód gruntowych, który zmusił w swoim czasie zarząd do zamknięcia kopalń. Szczegółowych badań nad stanem wód gruntowych nie przeprowadzono, ale łączność ich z wodami kopalnianymi nie ulegała wątpliwości.

Koehn e podaje przykład zupełnego wyschnięcia studzien w jedynej miejscowości niemieckiej, położonej ponad kopalnią węgla brunatnego. Dla zaopatrzenia miejscowości w wodę, pogłębiono znacznie studnie, przebijając 10 metrowy pokład gliny, i natrafiono na wodę artestyjską. Studnie okazywały jednak bardzo wielką zmienność stanów wody, uzależnioną wyłącznie od zmieniających się stosunków wodnych w kopalni.

11. Fundamentowanie.

Obecność wody wpływa na wielkość osiadania budowli. W mokrym piasku graniczne obciążenie dla szkodliwego osiadania jest mniejsze, niż w suchym, w stosunku do zmniejszonego przez wypór ciężaru gatunkowego, zależy więc przede wszystkim od więcej lub mniej luźnego ułożenia ziarn, a zatem od porowatości. Nowsze jednak badania wykazują, że wpływ wody jest o wiele większy i że wzrasta on w miarę zmniejszania się ziarn materiału. Jeżeli poziom zwierciadła wód gruntowych, będących w ruchu zmienia się, wówczas pierwotne szczelne ułożenie ziarn

może się zmienić i ułatwić osiadanie gruntu. Jednak roboty przy fundamentowaniu, w stojącej wodzie wgłębnej, mogą się stać niebezpieczne, jeśli przez wykopanie dołu fundamentowego i wypompowanie wody, wytworzymy dużą różnicę ciśnień. Np. dół fundamentowy, lub przekop wykopany do warstwy nieprzepuszczalnej, względnie niżej, może spowodować wystąpienie na granicy obu warstw silnych źródeł. Jeśli warstwa przepuszczalna składa się z drobnoziarnistego piasku, nawet w pokładzie dość zbitym i wytrzymałym, to silny prąd wody rozluźni cząstki materiału i spowoduje ich ruch. Nawet gruboziarniste pokłady mogą się w ten sposób zsunąć, przy odpowiednio silnym prądzie wody, jeżeli warstwa nieprzepuszczalna jest ułożona w spadzie w kierunku do dołu fundamentowego, względnie do przekopu. Nagłe obniżenie poziomu wody wgłębnej może również niekorzystnie oddziaływać na obciążone grunta, ułatwiając ściśnięcie luźnego pokładu i osiadanie budowli.

We wszystkich wątpliwych wypadkach, w których można się obawiać ruchu materiału przy pompowaniu wody z dołu fundamentowego, lub późniejszych niekorzystnych objawów przy zmieniającym się stanie wód wgłębnych, oddać może dobre usługi sztuczne obniżenie poziomu wód gruntowych w czasie budowy, zapomocą pompowania wody z szeregu studzien, otaczających przyszłą budowę. Obniżenie poziomu postępuje w miarę pogłębiania dołu fundamentowego, może ono wymagać założenia kilku szeregów studzien w coraz większej głębokości, lub użycia studzien z umieszczonymi wewnątrz przesuwalnymi pompami. Najwyżej położony punkt powierzchni depresji musi leżeć niżej, niż spód dołu fundamentowego.

Obniżenie poziomu wód wgłębnych pozwala na:

1. wykonanie dołu fundamentowego na sucho,
2. ewentualne wzmocnienie gruntu odpowiednimi iniekcjami,
3. wykonanie fundamentów bez działania wyporu,
4. silniejsze skomprimowanie gruntu pod wpływem obciążenia, niż byłoby to możliwe na gruncie przepojonym wodą.

Po przywróceniu pierwotnego poziomu wód wgłębnych, obciążenie pod wpływem wyporu zawsze będzie mniejsze, niż w czasie budowy, a przez to późniejsze wahania zwierciadła wód wgłębnych nie będą niebezpieczne. O ile mamy do czynienia ze strumieniem wody gruntowej, to skutkiem zmniejszenia porowatości osuszonego w czasie budowy pokładu, działanie wyporu będzie zmniejszone.

Niebezpieczną dla robót technicznych może być także woda artezyjska, jeżeli spód dołu fundamentowego lub też przekopu,

zbliży się do pokładu wodonośnego, znajdującego się pod znacznym ciśnieniem, tak, że oddzielać go będzie względnie cienka warstwa pokładu nieprzepuszczalnego. Jeżeli ciśnienie wody przewyższa ciężar warstwy nieprzepuszczalnej, oraz opór spoistości jej cząstek, wówczas nastąpi przerwanie tej warstwy w najsłabszych miejscach, a woda gruntowa zaleje miejsce budowy.

Materiały luźne (piaski, żwiry) posiadają układ zmieniający się nieznacznie pod wpływem obciążeń, w zależności przede wszystkim od kształtu ziarn. W piasku decydujący wpływ ma obecność płaskich ziarn miki. Doświadczenia laboratoryjne Terzaghi'ego okazały, że 200 g piasku luźnie usypanego posiadało objętość przy ilości miki:

	0%	10%	20%	40%
	140	237	320	480 cm^3
natomiast pod ciśnieniem 1 kg/cm^2	140	180	210	290 „

Od gatunku piasku zależy więc możliwość jego skompromowania, czyli zmniejszenia objętości por, a przez to działania wyporu, który np. dla piasku bez miki pozostanie niezmienny bez względu na obciążenie.

Zupełnie inaczej zachowują się pod wpływem obciążenia i zmian stanów wody w głębszej materjały spoiste jak ility, gliny itp. Spoistość tych materjałów nie jest stałą, wzrasta ona w zależności od czasu istnienia osadów i od głębokości pokładu. Równolegle ze wzrostem spoistości, maleje porowatość, a tem samem zawartość wody. Odmienne zachowują się warstwy wierzchnie, z których woda może parować. Tworzą one wierzchnią skorupę suchą, która pod wpływem wewnętrznych napięć ciągnących może ulec spękanom. Suche ility lub gliny posiadają zwykle objętość por i zawartość wody większą niż materjały luźne (30—40%).

Proces wzrastania spoistości i tracenia wody jest w naturze bardzo powolny, może być jednak znacznie przyspieszony pod wpływem obciążenia. Następstwem budowy na gruncie spoistym i przepojonym wodą, będzie zmniejszenie por, wyciśnięcie wody i co zatem idzie, osiadanie budowli. Proces ten jest bardzo długi, to też osiadanie budowli na tego rodzaju gruntach może trwać całe lata. Z tego wynika też, że próby gruntu, trwające zwykle krótko, nie mogą dać w takich materjałach wystarczającej wskazówki co do przyszłego osiadania.

W miarę rozprzestrzeniania się wpływu obciążenia, na coraz niższe warstwy, napotyka się na materjał coraz bardziej spoisty, a równocześnie rozszerza się znacznie zakres działania obciążenia, stąd wpływ jego maleje dość szybko w głąb, jednostkowe bowiem obciążenie, spada dość rychło poniżej granicy, powodującej osiadanie.

Wierzchnia sucha warstwa posiada większą wytrzymałość, ale z chwilą zmiany poziomu wody wgłębnej i wypełnienia pęknięć następuje rozluźnienie spoistości, które może być powodem nagłych osiadań.

Zachowanie się materiałów spoistych, w związku z obecnością wody pod wpływem obciążeń, jest dość różnorodne i trudno je ująć w pewne ścisłe ramy, tembardziej, że w materiałach tych oprócz zmian fizycznych, zachodzą pod wpływem wody również zmiany chemiczne.

Terzaghi²⁶⁾ zauważył, że osiadanie budowli fundamentowych na ile i glinie, postępuje szybciej w suchej porze roku, przy niskim stanie wody gruntowej, zaś w porze deszczowej spada do zera. W jednym z wysokich spichlerzy spostrzeżono w czasie wysokiego stanu wody w rzece Drawie, podniesienie się budynku o 10 cm, podobnie przy fundowaniu wieży wodnej w dolinie Adygi zauważono, z nastaniem wiosny, wzniesienie się pali wbitych w ziemię, w Gujanie zaobserwowano stałe naprzemiangle podnoszenie się i osiadanie budowli w porze mokrej i suchej. Podłożem był miękki plastyczny il 8 m grubości, a obciążenie wynosiło zaledwie 0,35 kg/cm². We wszystkich tych wypadkach działa wypieranie wody z por materiału i ponowne ich napełnianie w czasie długotrwałych opadów. Zwłaszcza przy małym obciążeniu gruntu, może być wpływ wyporu znaczny. Terzaghi przeprowadził w r. 1919 szereg doświadczeń, badając związek jaki zachodzi między zawartością wody w ile a obciążeniem, dochodzącem do 20 kg/cm². Oznaczając cechę porowatości w zależności od ciężaru gatunkowego suchego materiału przez

$$c = \frac{w}{100} \gamma \quad (12)$$

gdzie w jest zawartością wody w procentach wagi próbki, otrzymuje dla dwóch gatunków iłu, jednego o dużej zawartości cząstek grubszych i drugiego o przewadze cząstek koloidalnych, następujące charakterystyczne wartości:

TABELA 4.

Próbka Nr.	γ	Procentowa ilość cząstek o średnicy			Zawartość wody w w % w stanie			Cecha porowatości w stanie		
		powyżej 0,02 mm	0,02—0,002 mm	poniżej 0,002 mm	suchym	plastycznym	płynnym	suchym	plastycznym	płynnym
I	2,93	47,5	24,2	28,3	16—18	34	58	0,48—0,53	0,99	1,70
IV	2,85	11,5	46,9	41,6	13—15	32	58	0,38—0,43	0,91	1,66

Próbki poddano najpierw powolnie zwiększającemu się ciśnieniu do $1,2 \text{ kg/cm}^2$ dla zmniejszenia zawartości wody, potem dopiero badano ponownie zawartość wody, przy ciśnieniach od 0 do około 20 kg , pozostawiając obciążenia poszczególne przez 48 godzin, przyczem próbki miały stały kontakt z wodą. Związek między cechą porowatości c , a obciążeniem przedstawiono graficznie. Z wykresów wynika, że w próbce o większej ilości grubszych ziarn, a mniejszej ziarn koloidalnych, zmieniła się zawartość wody z 38% , przy obciążeniu 0 kg/cm^2 , na 21% , przy obciążeniu 24 kg/cm^2 , zaś w próbce droбноziarnistej o dużej ilości ziarn koloidalnych, z 54% przy ciśnieniu 0 kg/cm^2 na 20% , przy obciążeniu 16 kg/cm^2 .

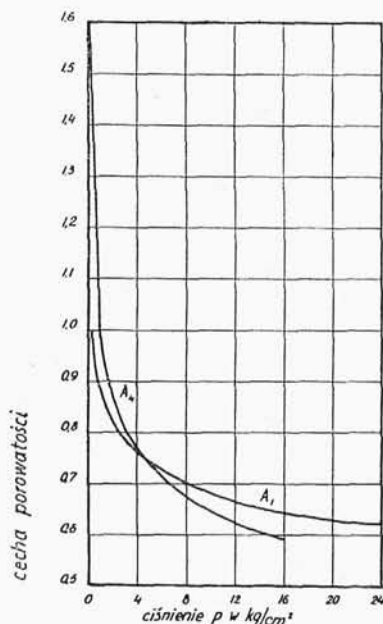
Ponowna serja doświadczeń z tą samą próbką, wykazała podobny przebieg krzywej. Pierwotny stan objętościowy został więc niejako regenerowany, co tłumaczy zjawiska osiadania i podnoszenia się budowli w zależności od pory suchej i mokrej.

Największy wpływ wywiera obecność wody przy torfie, wobec tego, że stanowi ona $90-95\%$ całej jego objętości.

Bardzo obszerné doświadczenia wykonane przez zarząd dróg stanu Michigan, nad związkiem między osiadaniami a grubością masy torfowej pod wpływem nasypów, wykazują, że do 3 m głębokości torfu, wysokość nasypu nie odgrywa wielkiej roli, przy głębokościach $3,0-7,5 \text{ m}$, wielkość osiadania zależy od wysokości nasypu, natomiast przy grubszych warstwach torfu niż $7,5 \text{ m}$, po upływie pewnego czasu (co najmniej 5 lat) cząstki nasypu docierają do twardego podłoża, czyli że osiadanie jest równe głębokości torfu.

Obniżenie poziomu wody w głębszej powoduje utworzenie się bardziej spoistej wierzchniej warstwy torfu, to też nasypy wykonane w jesieni, wykazują początkowo osiadanie niewielkie, wzrasta ono jednak bardzo znacznie z wiosną, kiedy poziom wód w głębszych się podnosi.

Możność posadowienia fundamentów lekkich budowli bezpośrednio na torfie zawdzięcza się jedynie spoistości masy torfowej,



Rys. 91.

Związek między cechą porowatości i obciążeniem warstw iłu, w zależności od jego składu.

obciążenie nie może jednak wywołać naprężeń, zdolnych do przerwania włókien torfowych.

12. Ruchy ziemi pod wpływem zmian stanu wody wgłębnej.

Zmiana poziomu lub objętości przesiąkającej wody może być powodem ruchów mas ziemi. Ruchy te powstają skutkiem zakłócenia równowagi pomiędzy siłami zewnętrznymi, jak ciężarem własnym, obciążeniem, wyporem, a oporem cząstek gruntu przeciwko przesunięciu. Zakłócenie równowagi może nastąpić albo przez zwiększenie sił działających, albo też zmniejszenie oporu tarcia lub spoistości. W obu wypadkach woda odgrywa dużą rolę. Zwiększeniem sił działających jest np. zwiększenie ciężaru pokładów, złożonych z materiałów silnie porowatych, skutkiem zwilżenia ich przesiąkającą wodą, albo obniżenie poziomu zwierciadła wody gruntowej, a przez to zmniejszenie wyporu. Zmniejszeniem oporu przeciw przesunięciu może być: 1) zmniejszenie tarcia między cząstkami, czyli zmniejszenie kąta naturalnej skarpy, 2) zwiększenie gładkości powierzchni warstw nieprzepuszczalnych, po których suną się pokłady górne, 3) przepojenie wodą materiałów spoistych i wytworzenie się w nich powierzchni odłamu, 4) usunięcie wody z luźnych drobnoziarnistych pokładów, razem z najdrobniejszymi cząstkami materiału.

Wynika stąd wielka różnorodność zjawisk, objętych jedną nazwą usuwisk, z których kilka najważniejszych przytoczymy.

Obniżenie poziomu wody wgłębnej przez wykonanie przekopu, lub obniżenie stanu wód powierzchniowych, zwiększa ciężar pokładu przepuszczalnego, wobec usunięcia wyporu i dodania ciężaru wody fizycznie związanej z gruntem. Zwiększenie ciężaru przez ubytek wyporu może dojść do $0,5 t/m^3$, zaś wraz z dodaniem ciężaru wody adhezyjnej do $1 t/m^3$. Jeżeli pokład ten znajduje się na pochylonej ku przekopowi lub ku stokowi płaszczyźnie, istniejąca równowaga może być łatwo zachwiana.

Równowaga cząstek pokładu, przewodzącego wodę, mającego wychodnię na skarpę przekopu lub stoku, zależy od spadku strumienia wody wgłębnej, wypływającej na zewnątrz w postaci źródełek. Po obfitych opadach może wydajność, a przez to i spadek strumienia wody gruntowej znacznie wzrosnąć i spowodować zsuniecie się pokładu po pochylonej warstwie nieprzepuszczalnej.

W górach może nastąpić usunięcie się mas o kubaturze nie-raz wielu milionów m^3 skał warstwowych, po zmniejszeniu tarcia

między warstwami pod wpływem wody. Zwłaszcza niebezpieczną jest powierzchnia warstwy nieprzepuszczalnej, wobec łatwiejszego gromadzenia się wody i mniejszego współczynnika tarcia między ziarnami iłu i kwarcu. Jako przykład można podać niezbyt dawne usunięcie się góry w dolinie potoku Szybeny (dopływ Czeremoszu) i wytworzenie się stosunkowo dużego jeziora, wykorzystanego później na utworzenie zbiornika retencyjnego.

Czysto górskim objawem są też usuwania się luźnych brył skalnych (lawiny kamienne), skutkiem przesiąkającej wody opadowej, powiększającej ciężar i zmniejszającej tarcie z podłożem. Zjawiska tego rodzaju są bardzo częste w Alpach. W Tatrach zanotowano w r. 1662 usunięcie się i obniżenie o 300 m szczytu Sławkowskiego.

Rzadkie stosunkowo zjawisko przedstawia usunięcie się mas skalnych skutkiem zmiękczenia warstwy iłu. Może ono nastąpić wówczas, jeśli warstwa iłu znajduje się niedaleko powierzchni i w ciągu kilku lat posuchy wyschnie do tego stopnia, że w twardej skorupie potworzą się pęknięcia. Silne opady wypełnią wodą powstałe próżnie i zmiękczą w zupełności wierzchnią warstwę iłu.

Także w usunięciach się jednolitych mas iłów, po powierzchni odłamu, odgrywa woda gruntowa dużą rolę, powiększając ciężar masy usuwającej się, przez dostanie się do wnętrza pęknięciami w wierzchniej warstwie. Częstszy jednak jest tu bezpośredni wpływ wody opadowej.

Na Podkarpaciu do bardzo rozpowszechnionych terenów usuwistych należą złoża iłów solnych, które bardzo łatwo nasycają się wodą, wypełniającą próżnię po wyługowanych cząstkach soli i tworzą następnie niejako płynącą masę, ulegającą prawom hydrodynamicznym. Podobną rolę, jak sól lub gips, mogą odgrywać w pokładach iłów warstewki piasku, do których ma dostęp woda wgłębna.

Najczęstszym rodzajem usuwisk, w których również woda gra przeważającą rolę, są stoki pokryte porowatym rumowiskiem skalnym, a więc odłamkami piaskowców, wapieni itp., przemieszkanymi z marglem, ze zwietrzałą gliną, a jeszcze częściej ze zwietrzałymi pozostałościami łupków iłowych. Stoki tego rodzaju, lub skarpy przekopów, są w stanie suchym w równowadze nawet przy nachyleniu 70° do poziomu, pod wpływem jednak przesiąkającej i gromadzącej się u spągu tych pokładów wody wgłębnej, zaczynają się usuwać i płyną nieraz przy pochyleniu zaledwie 10° . Bardzo różna konsystencja tych pokładów, opory jakie stawia roślinność, różna grubość pokładów, są przyczyną różnej prędko-

ści, z jaką poruszają się cząstki materiału w różnych miejscach i w różnych głębokościach. Stąd teren usuwisty tego rodzaju odróżnia się na pierwszy rzut oka silnem i nieregularnem sfałdowaniem powierzchni stoku, oraz pochyleniem drzew, zapuszczających głębiej swe korzenie. Do przyczyn, powodujących usuwiska w górskim terenie, należy też gromadzenie się wody pomiędzy warstwami silnie pofałdowanych pokładów, gdzie tworzy ona stawki, ułatwiające przesiąkanie i powodujące usuwanie się warstw.

W końcu do ruchów ziemi, spowodowanych obecnością wody, zaliczyć należy wspomniany już kilkakrotnie drobny piasek przepojony wodą (kurzawka), spływający do przekopów, dołów fundamentowych lub sztolni.

Znaczenie, jakie prawie we wszystkich usuwiskach przypisywane jest wodzie wgłębnej, powoduje, że jako jedyny skuteczny środek zapobiegawczy, stosowane są roboty osuszające.

Obok niebezpiecznych ruchów mas ziemi w postaci usuwisk, następstwem zmian poziomu wody wgłębnej mogą być ruchy bardzo powolne i spokojne w postaci osiadania. W związku z robotami osuszającymi na bagnach i torfowiskach osiadania mogą przybrać rozmiary większe, a wytłumaczyć je można powiększeniem ciężaru gatunkowego masy torfowej po usunięciu wyporu i zwiększeniu zasięgu włoskowatości. W Niemczech zaobserwowano osiadania, dochodzące przy miąższości 10 *m* do 3 *m* w przeciągu lat 14, z tego jednak 2,70 *m* przypada na pierwsze 8 lat. W Dublanach warstwa torfu nizinnego 5 *m* grubości osiadła o 1 *m* przy 2-metrowej głębokości rowów, ale osiadanie nie następuje w stosunku prostolinijnym do tej głębokości.

Nagłe osiadania mogą być też następstwem wyługowania przez wodę wgłębą rozpuszczalnych pokładów soli (Inowrocław) lub gipsów (Podole), następują one bowiem dopiero wówczas, kiedy próżnie przybiorą odpowiednio duże rozmiary.