

ODWODNIENIA MIEJSKIE /ZAGADNIENIA WYBRANE/

Janusz Sokołowski

Katedra Technologii Prac Melioracyjnych, Hydrogeologii
i Zaopatrzenia Rolnictwa w Wodę AR SGGW w Warszawie

WPROWADZENIE

Intensywny rozwój przemysłu, miast i osiedli spowodował wkraczanie z zabudową na tereny dotychczas uważane za nieprzydatne do celów budowlanych, o wysokim poziomie wód gruntowych, pozbawione urządzeń sanitarnych. Głęboko posadowione obiekty i urządzenia podziemne, jak też luźna, nowoczesna zabudowa obszarów zurbanizowanych z dużą ilością zieleni, sprzyjająca wzmożonej infiltracji wód opadowych w grunt, powodują, że potrzeba uregulowania stosunków wodnych na tych terenach nabiera coraz większego znaczenia.

W walce z podtapianiem terenów budowlanych stosuje się wiele zabiegów inżynierskich. Wśród nich najdoskonalsze, a jednocześnie najtrudniejsze pod względem zaprojektowania i wykonania, są drenaże trwale obniżające poziom wód gruntowych. Zwrócić przy okazji należy uwagę na fakt, że odwadniać można zarówno już istniejące budowle i urządzenia, jak też teren przeznaczony dopiero pod zabudowę. To ostatnie rozwiązanie ma szereg zalet, a zwłaszcza możliwość łatwiejszego wykonania robót drenażowych bez obawy kolizji z podziemną infrastrukturą, zakładaną dopiero po obniżeniu poziomu wody gruntowej.

W opracowaniu podano krótki przegląd najnowszych sposobów rozwiązywania systemów odwadniających tereny miejskie w różnych warunkach wodno-gruntowych i sytuacyjnych. Szczególną uwagę zwrócono na osiągnięcia ostatnich lat w zakresie zabezpieczenia drenaży nowymi materiałami filtracyjnymi.

PRZYCZYNY PODTOPIEŃ TERENÓW MIEJSKICH

Podtopienia obszarów miejskich mogą mieć źródło w warunkach naturalnych, do których zalicza się budowę geologiczną, zjawiska klimatyczne, układ topograficzny i sieć hydrograficzną oraz powstawać w wyniku działalności gospodarczo-technicznej człowieka. Te ostatnie występują najczęściej na terenach o podłożu słabo przepuszczalnym. Na obszarach z podłożem przepuszczalnym podtopienia spowodowane sztucznymi czynnikami występują raczej rzadko.

Podtopienie terenów może nastąpić w wyniku utrudnienia lub zatrzymania naturalnego spływu wód powierzchniowych, pochodzących z deszczów i tajania śniegów, co przyczynia się do wzmożonej infiltracji w grunt i podniesienia ich poziomu, jak też utrudnienia odpływu wód podziemnych. Zjawiska te wystąpić mogą zarówno w okresie prowadzenia budowy, jak też w czasie eksploatacji budynków i urządzeń, a spowodowane są zwykle wskutek:

- wykonania w okresie budowy wykopów i dołów, które pozostawione bez zabezpieczenia na dłuższy czas stają się zbiornikami wodnymi, powodującymi infiltrację bezpośrednio do gruntu;
- gromadzenia i odkładania urobku ziemnego z wykopów, odpadów przemysłowych i komunalnych, gruzu itp. w miejscach spływu powierzchniowego; jak też na terenach źródliskowych, gdzie woda podziemna wypływa na powierzchnię terenu;
- wykonywania nasypów drogowych, kolejowych i innych usytuowanych na drodze spływu powierzchniowego bez budowy rowów i przepustów odprowadzających napływające wody do odbiornika lub wyposażonych w przepusty o zbyt małym świetle;
- niewłaściwego rozmieszczenia budynków /dłuższymi bokami prostopadle do kierunku lokalnych spadków/;
- budowy kanałów o dużych wymiarach /ciepłowniczych, kanalizacyjnych itp./, głęboko posadowionych budynków, tuneli i innych budowli, których nisko założone fundamenty przesłaniają znaczną część przekroju warstwy wodonośnej.

Uszkodzenia przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych mogą być również przyczyną podtopień, zwłaszcza na terenach płaskich i zbudowanych z gruntów słabo przepuszczalnych. Uszkodzenia te są zwykle trudne do ustalenia, gdyż mogą dawać efekty w znacznym oddaleniu od miejsca awarii.

Brak urządzeń kanalizacji ogólnospławnej, przy równoczesnym odprowadzeniu ścieków do dołów gnilnych powoduje wzrost zasobów wody gruntowej i podniesienie jej stanów często do poziomu powodującego podtopienia nieskanalizowanego obszaru. Podobny wpływ może mieć także brak kanalizacji deszczowej oraz niewłaściwe odprowadzanie wód z rynien i rur spustowych.

Przyczyną podtopień może być również uszkodzenie sieci drenarskiej wykonanej dla celów rolniczych lub innych, powstałe w czasie robót ziemnych lub fundamentowych. Podtopienie wodą z tych sieci może także wystąpić w przypadku zamulenia rur drenarskich lub niesprawności pomp przetłaczających wodę z drenażu do zbiornika.

RODZAJE DRENAŻY

Drenaże poziome

Drenaże te są najpowszechniej stosowanym sposobem odwadniania terenów miejskich. Najczęściej konstrukcją tych drenaży jest drenaż rurowy. Charakteryzuje się on prostotą budowy i eksploatacji, długim okresem działania i możliwością kontroli pracy. Drenaż ten można stosować w różnorodnych pod względem przepuszczalności i układu warunków gruntowych. Najlepsze efekty uzyskuje się, zakładając drenaż rurowy na stropie warstwy nieprzepuszczalnej /drenaż zupełny/, stykającej się z warstwą wodonośną o znacznie większej przepuszczalności i o stałym w przybliżeniu współczynniku filtracji.

Do wad drenaży rurowych zalicza się:

- ograniczone głębokości założenia,
- niepełne możliwości przechwytywania wody przy zaleganiu poniżej drenów gruntów bardziej przepuszczalnych /drenaż niezupełny/,
- ograniczone możliwości regulowania poziomu wód podziemnych na drenowanych obszarach podczas eksploatacji drenażu.

Drenaże pionowe

Wykonanie drenażu pionowego polega na budowie pionowych ujęć wody gruntowej, którymi najczęściej są studnie rurowe odpowiednio zafiltrowane oraz na odpompowywaniu wody za pomocą pomp i systemu przewodów ssawnych i tłocznych. Drenaż ten może być także realizowany za pomocą studni samowypływowych i studni chłonnych.

Przy trwałych odwodnieniach budowlanych drenaż pionowy stosowany jest rzadko, tym niemniej w pewnych przypadkach, gdy występuje np. konieczność znacznego obniżenia zwierciadła wody, drenaż ten może być jedynym rozwiązaniem.

Ze względu na warunki gruntowe, drenaż pionowy stosowany jest głównie wtedy, gdy odwadniać należy grunty o licznych przewarstwieniach i gdy zmieniają się wartości współczynników filtracji podłoża w jego przekroju pionowym. Drenaż ten jest szczególnie skuteczny, gdy górne warstwy gruntu są mniej przepuszczalne niż dolne.

Drenaże mieszane

Drenaże te stanowią połączenie drenaży poziomych z niektórymi elementami drenażu pionowego. Drenaże poziome zakładane są wówczas na głębokości zwykle dla nich przyjmowanej, a od ich dna do poziomu stropu warstwy nieprzepuszczalnej /jeżeli jest osiągalna/ zakładane są pionowe

we studnie rurowe. Studnie te pracują zwykle samoczynnie /tzn. są samowypływowe/, bowiem ich wyloty należy zakładać poniżej najniższego dopuszczalnego poziomu wody gruntowej, obniżonej na odwadnianym obszarze.

Drenaż mieszany ma głównie zastosowanie w przypadku ochrony terenu przed wodami pochodzącymi z warstwy wodonośnej, obfitującej w wodę i o znacznej miąższości /zwłaszcza w pobliżu cieków i zbiorników wodnych/. W takich warunkach obniżenie zwierciadła wody za pomocą samych rurociągów poziomych, założonych na maksymalnej, możliwej głębokości może okazać się niewystarczające i wówczas drenaż poziomy należy uzupełnić odpowiednią ilością samowypływowych studni filtracyjnych.

SYSTEMY DRENAŻY

W zależności od położenia w stosunku do odwadnianego obiektu, drenaże dzielimy na zewnętrzne, układane poza obrysem budynków i wewnętrzne, zlokalizowane w samym obiekcie.

Zależnie od układu w planie urządzeń odwadniających i kierunku ruchu wody ku nim ogólnie różni się systemy drenaży zewnętrznych:

- drenaże liniowe /jedno-, dwu- lub trójliniowe/,
- drenaże pierścieniowe /okólne/,
- drenaże obszarowe /powierzchniowe/.

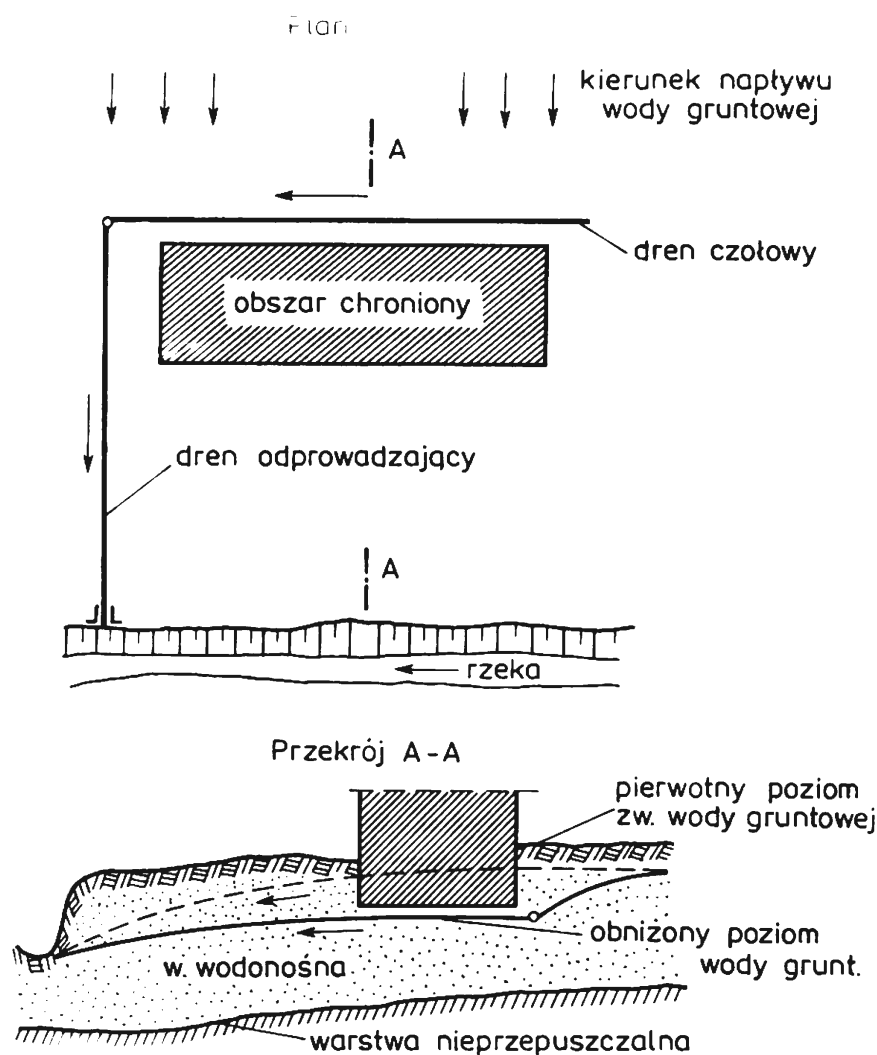
Drenaże liniowe

Do drenaży liniowych zalicza się drenaże czołowe /lub opaskowe/, drenaże brzegowe /lub nadbrzeżne/ i drenaże wododziałowe.

Drenaże czołowe znajdują zastosowanie na obszarach, gdzie ich podtopienie lub zabagnienie spowodowane jest przez nadmierny napływ od strony wododziału lub dalekiego zasilania obcych wód podziemnych, nie posiadających na terenie chronionym odpowiednich warunków odpływu.

Działanie drenażu czołowego jest bardzo zbliżone do działania rowów opaskowych przejmujących spływ powierzchniowy wód obcych. Drenaż ten wykonywany jest najczęściej w postaci pojedynczego poziomego ciągu drenowego, zakładanego od strony napływu wody gruntowej i powyżej granicy obszaru chronionego /rys. 1/. Cechą charakterystyczną drenażu czołowego odróżniającą go od innych systemów /np. drenażu brzegowego/ jest założenie ciągu drenażowego na poziomie wyższym od poziomu zwierciadła wody w odbiorniku.

Drenaże brzegowe stosowane są głównie dla ochrony terenów zabudowanych przed podtapianiem, spowodowanym działaniem filtracji wody ze zbiorników, spiętrzonych rzek, itp., a



Rys. 1. Drenaż czołowy

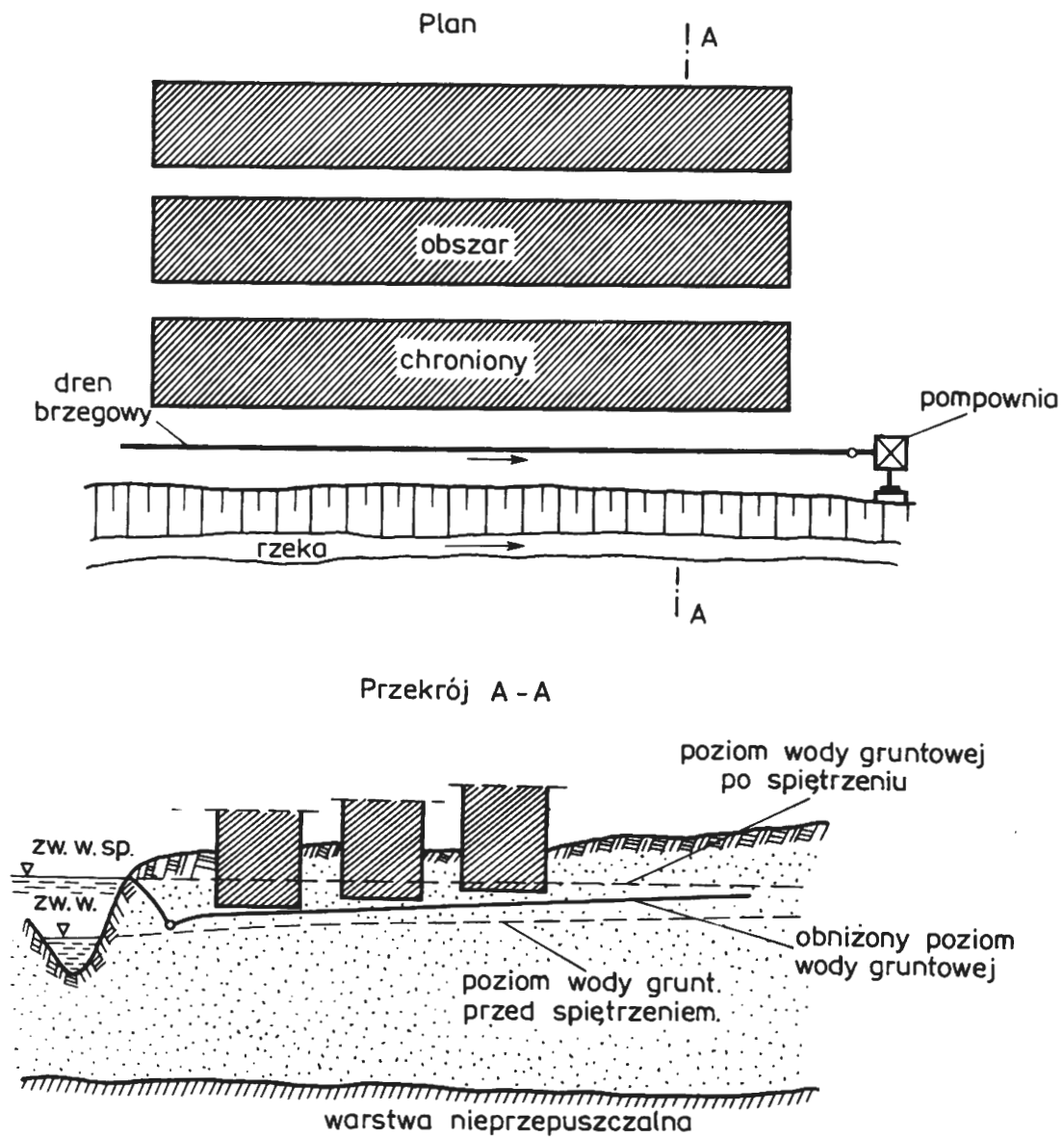
także wtedy, gdy wysokie stany wody w odbiornikach utrudniają odpływ wód podziemnych, powodując ich podpiętrzenie /rys. 2/.

Zasada działania drenażu brzegowego jest na ogół zbliżona do działania drenażu czołowego. Podobnie jak tam, zasadniczą rolę przy obniżaniu zwierciadła wody spełnia zwykle pojedynczy lub podwójny /rzadziej potrójny/ rurociąg poziomy lub drenaż pionowy, zakładany w przybliżeniu równoległe do kierunku biegu cieku lub linii brzegowej zbiornika.

Działanie drenażu brzegowego powinno zapewnić:

- obniżenie krzywej depresji od strony cieku lub zbiornika do poziomu wymaganego ze względów budowlanych,
- ujęcie wód gruntowych dopływających do drenów od strony wododziału, w celu uniknięcia spiętrzenia się ich na ochranianym obszarze.

W warunkach występowania ponad warstwą wodonośną warstwy o mniejszej przepuszczalności, której przecinanie drenażem poziomym jest niecelowe z uwagi na dużą jej miąższość, stosuje się drenaż pionowy lub mieszany, przy czym ten ostatni typ w drenażu podwójnym stosowany jest chętniej jako bariera zagrządzająca dopływ wody od strony wododziału.



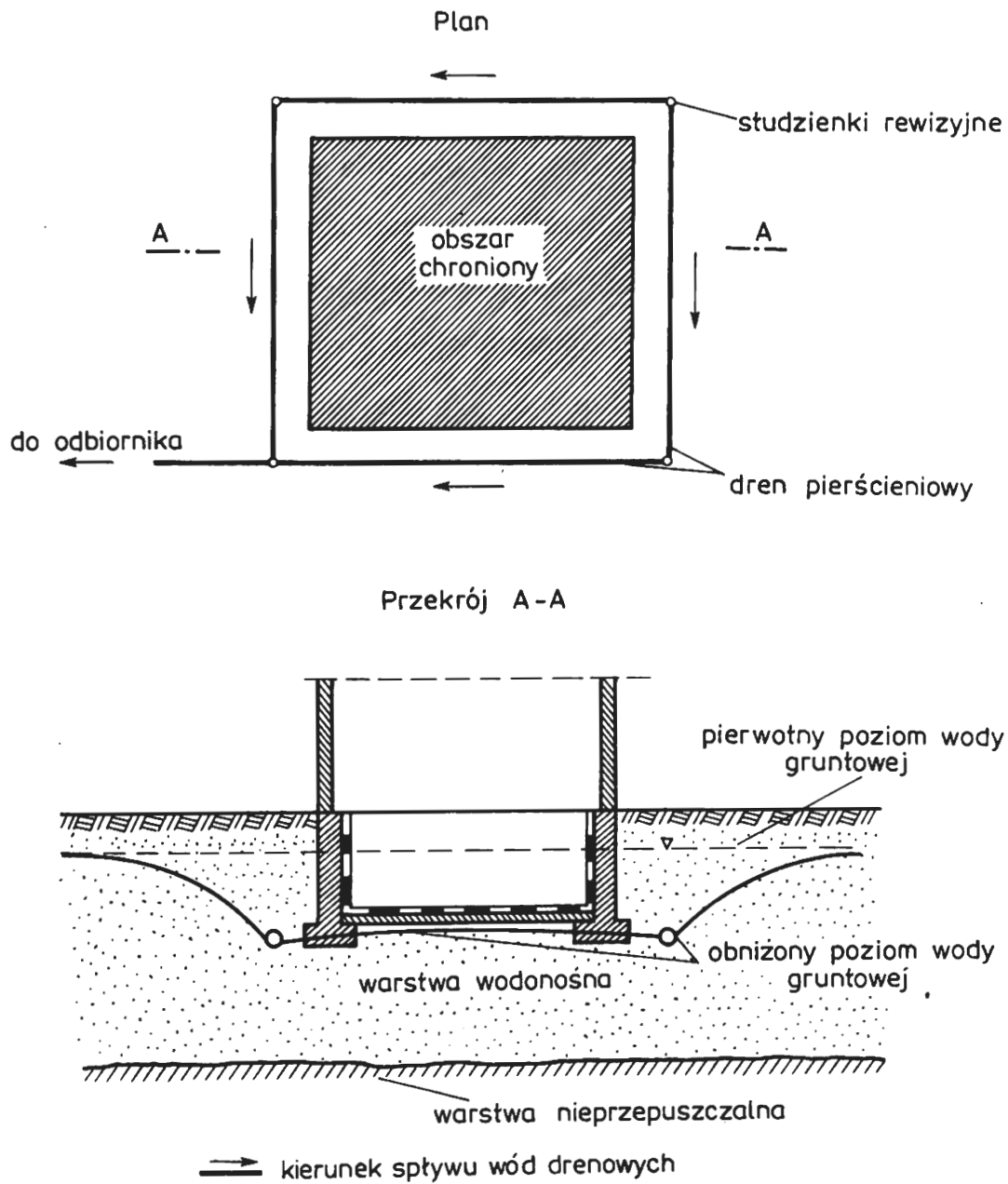
Rys. 2. Drenaż brzegowy

Zasada działania drenaży wododziałowych jest zbliżona do działań drenaży czołowych i brzegowych. Różnica polega głównie na tym, że działają w rozległych warstwach wodonośnych, dla których niemożliwe jest określenie naturalnych granic obszarów zasilania i odpływu.

Drenaże pierścieniowe

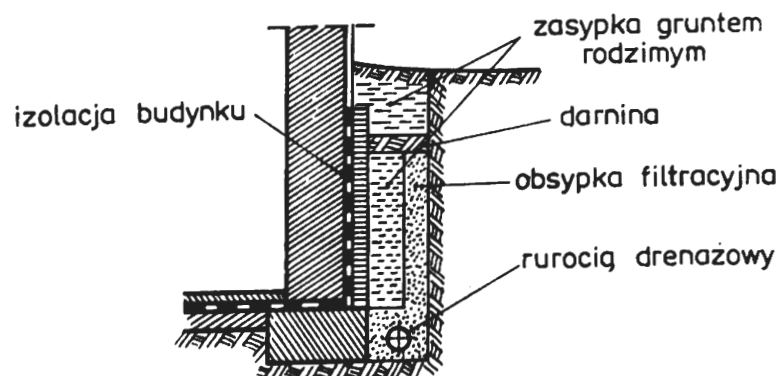
Drenaże te stosowane są zazwyczaj dla ochrony przed podtopieniem pojedynczych budynków lub grupy budynków. Wykonanie drenażu polega na otoczeniu chronionego obiektu pierścieniem dostatecznie głębokich drenów, odcinających dopływ wody do wnętrza pierścienia /rys. 3/.

Drenaż pierścieniowy wykonywany jest zazwyczaj w postaci poziomych ciągów drenażowych na głębokościach uzależnionych od głębokości posadowienia budynku, układu warstw i rodzaju gruntu. Drenaż tego typu stosowany może być w gruntach o zmiennym uwarstwieniu i z wodami gruntowymi o różnych i nie zawsze możliwych do określenia kierunkach ruchu.



Rys. 3. Drenaż pierścieniowy

Skuteczność działania drenaży poziomych nie jest uzależniona w sposób zasadniczy od poziomu ich założenia w stosunku do stropu warstwy nieprzepuszczalnej. Stwierdzono, że drenaże ułożone zarówno ponad stropem tej warstwy, jak i na stropie są jednakowo skuteczne. Tym niemniej, gdy istnieje możliwość osiągnięcia wykopami poziomu zalegania warstwy szczelnej, należy zawsze z możliwości tej skorzystać. Działanie drenażu powinno być wówczas pełniejsze.



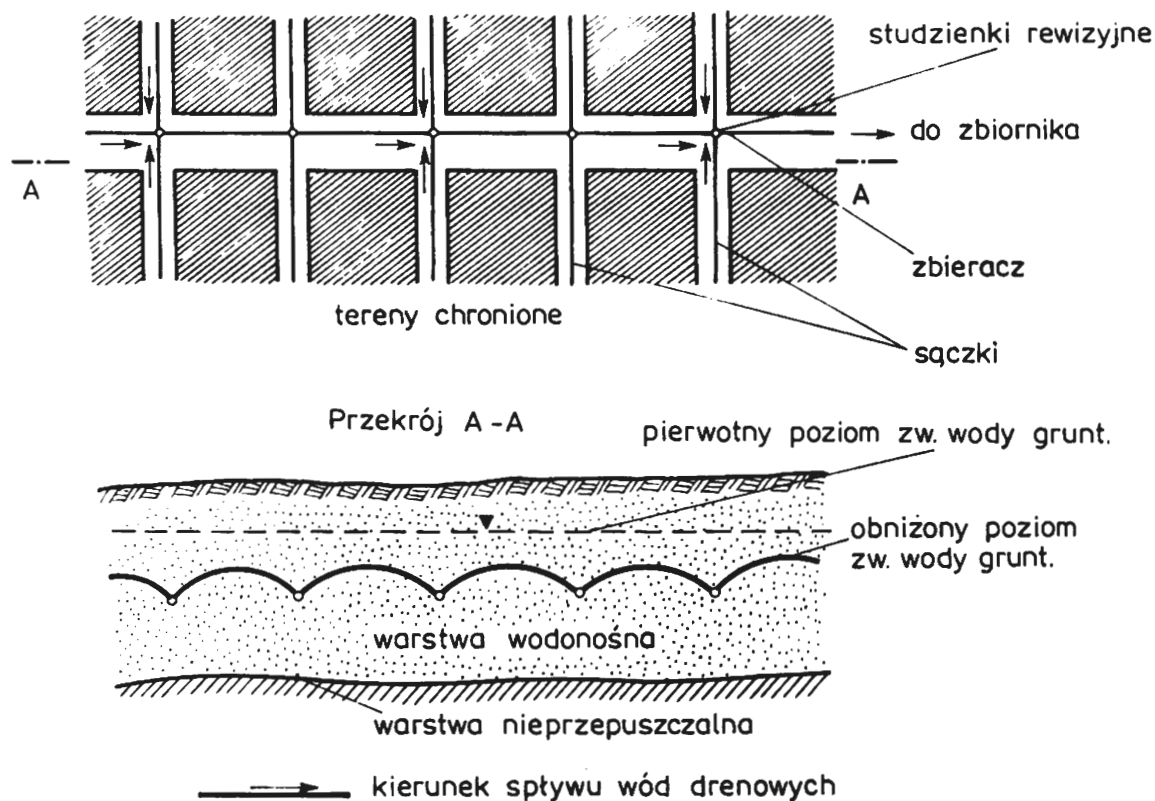
Rys. 4. Drenaż pierścieniowy /przyścienny/

W warunkach gruntowych, gdy leżąca ponad warstwą nieprzepuszczalną warstwa wodonośna wykazuje stosunkowo małą przepuszczalność, przy równoczesnej dużej zdolności podciągania, i posiada jednocześnie budowę warstwową wskazane jest ułożenie drenów po zewnętrznej stronie fundamentów w bezpośrednim ich sąsiedztwie, czyli tzw. drenażu przyściennego /rys. 4/. Drenaż taki charakteryzuje się zwykle dużą skutecznością, pozwalając na przechwytywanie większości dopływających wód i nie dopuszczając ich do chronionej konstrukcji.

Drenaże obszarowe

Do drenaży tych zaliczany jest drenaż systematyczny i drenaż warstwowy.

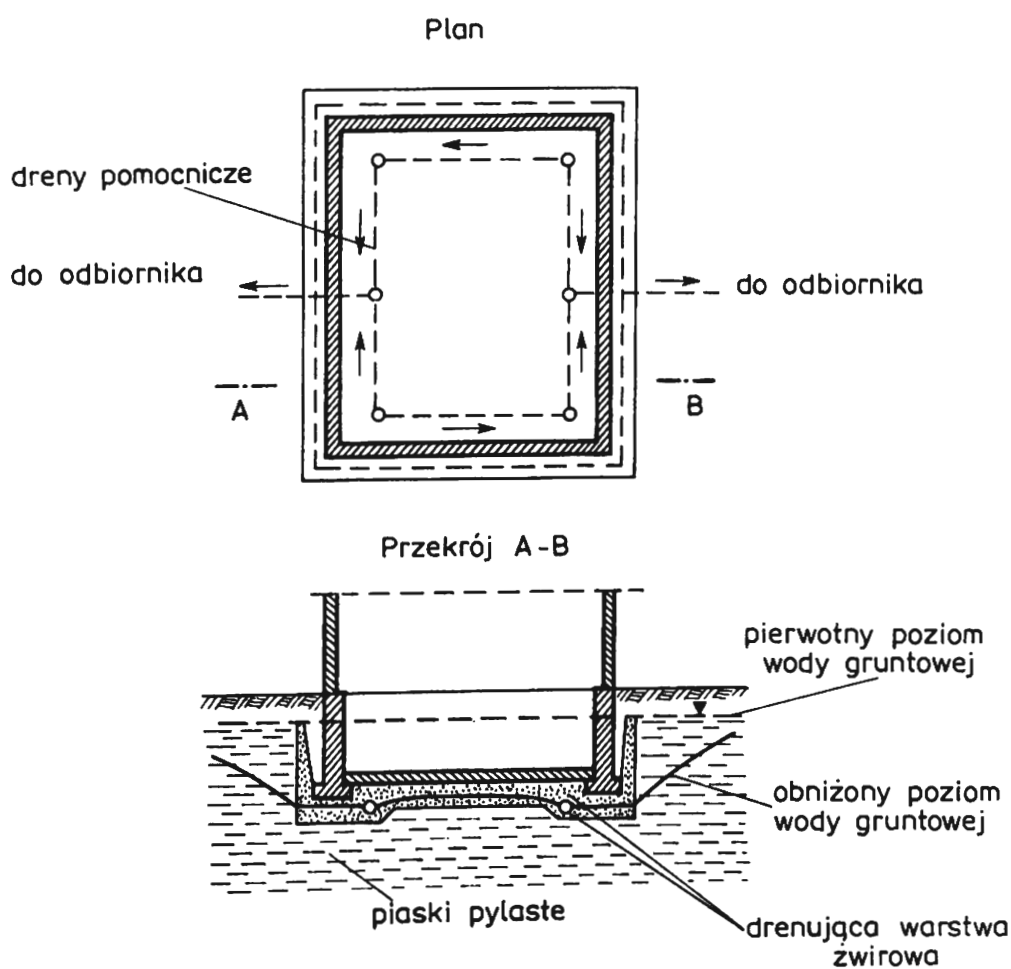
Drenaż systematyczny polega na mniej lub bardziej równomiernym rozmieszczeniu na całym chronionym obszarze drenów poziomych /rys. 5/ lub - znacznie rzadziej - pionowych. Drenaż ten ma zastosowanie głównie w warunkach zasilania wód gruntowych przez wody opadowe lub przez wody powierzchniowe i gospodarcze, przy stosunkowo niegłębokim zaleganiu zwierciadła wód podziemnych pod powierzchnią terenu i jednocześnie nieznacznej miąższości warstwy wodonośnej oraz tam, gdzie wymagane jest niewielkie obniżenie wody podziemnej. Skuteczny jest również przy występowaniu wód naporowych. Najczęściej stosowanym rodzajem drenażu jest drenaż poziomy, zakładany zazwyczaj na terenach niezabudowanych /boiska, podwórza, wybiegi dla zwierząt, ogrody, zieleńce/, a także w dzielnicach o zabudowie willowej i luźnej. W rejonach



Rys. 5. Drenaż systematyczny

nach o zabudowie zwartej stosowanie tego typu drenażu napotyka na trudności w postaci różnych przeszkód /konieczność zrywania nawierzchni ulic i chodników, kolizje z podziemną siecią uzbrojenia ulic itp./.

W warunkach posadowienia budowli w gruntach gliniastych, pylastych /lessach/ itp. drenaże pierścieniowe lub systematyczne mogą nie dawać dostatecznych efektów. Spowodowane to jest zwykle małą przepuszczalnością tych utworów, zmienną pojemnością wodną, bardzo małą odciekalnością i wreszcie dużą zdolnością podciągania kapilarnego. W takich warunkach wodno-gruntowych można zastosować drenaż warstwowy. Polega on na ułożeniu pod fundamentem wznoszonej budowli odpowiednio dobranych, ciągłych warstw gruntu gruboziarnistego /żwiru, pospółki lub piasku grubego/, a na ich spodzie - w specjalnie wykonanych rowkach - sączków rurowych, z których woda poprzez studzienkę zbiorczą grawitacyjnie lub przez pompowanie odpływa do odbiornika. Warstwy drenażowe układane są zwykle jako poziome, czasami stosuje się ich uzupełnienie w postaci bocznych pionowych warstw /rys. 6/. Ułatwiają one odsączenie wody gruntowej do warstwy poziomej.



Rys. 6. Drenaż warstwowy budynku

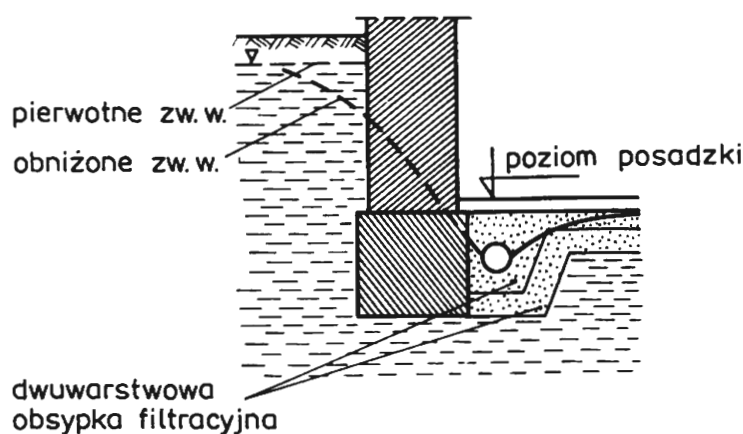
Drenaż warstwowy wykonuje się najczęściej jednocześnie wraz z budową odwadnianego obiektu. Stanowi on wówczas element konstrukcyjny budowli jako wzmocnienie podłoża fundamentów budynku, zakładanych w gruntach o małych dopuszczalnych naciskach jednostkowych.

Drenaże wewnętrzne budynków

Drenaże te stosuje się wówczas, gdy nie ma możliwości zastosowania drenażu zewnątrz budynku lub gdy istnieje obawa, że ten ostatni będzie niezbyt skuteczny.

Drenaż wewnętrzny polega na ułożeniu sączków wzdłuż fundamentów ścian zewnętrznych i wewnętrznych lub w pewnym od nich oddaleniu, lecz zawsze wewnątrz budynku.

Podczas obniżania wody za pomocą drenażu wewnętrznego wytwarza się również depresja na zewnątrz budynku, powodująca ruch wody w podstawie fundamentów, co stwarza możliwość wypłukiwania spod nich cząstek gruntu. W przypadku podłoża zbudowanego z gruntów gruboziarnistych zjawisko to może nie nasuwać obaw, gdy jednak podłoże stanowią grunty drobnoziarniste, a zwłaszcza pylaste, może ono powodować odkształcenia filtracyjne podłoża i mieć wpływ na skuteczność budowli. Zabezpieczać się przed nimi należy głównie za pomocą prawidłowo dobranych obsypok filtracyjnych, zakładanych wokół drenów /rys. 7/.



Rys. 7. Zabezpieczenie drenów w drenażu wewnętrznym

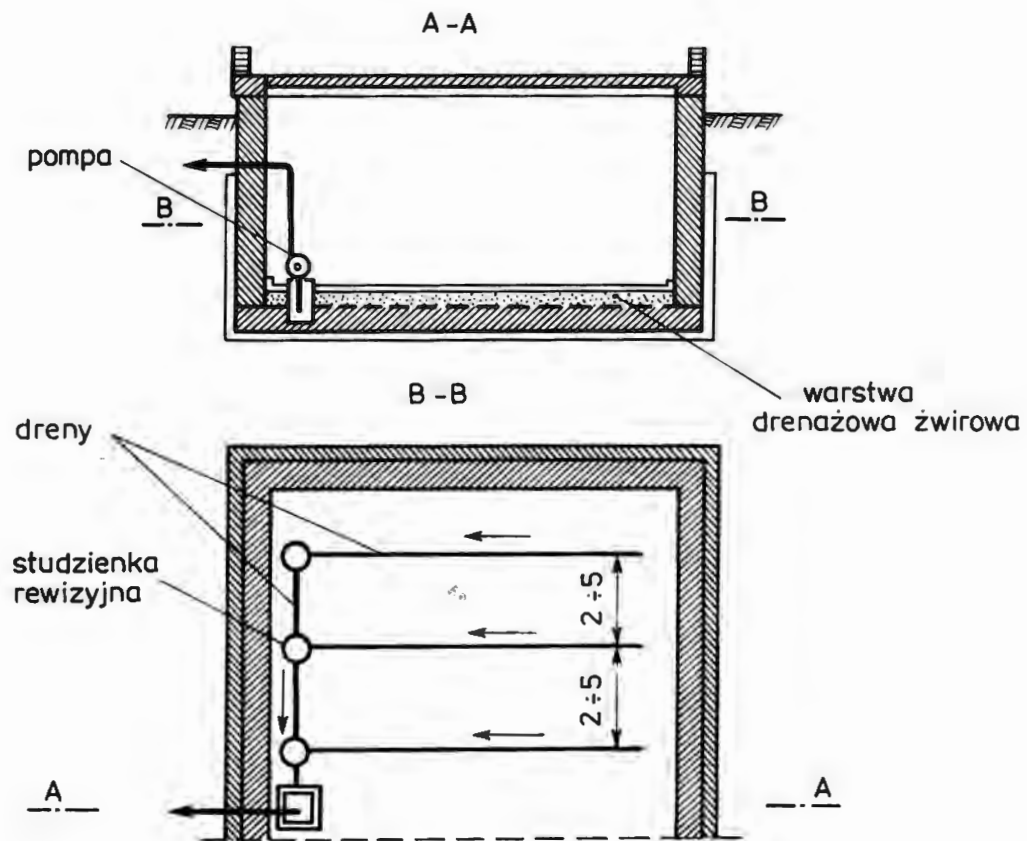
Drenaż wewnętrzny można zakładać:

- na istniejącej posadzce pomieszczeń piwnicznych, gdy zmniejszenie ich wysokości nie będzie miało wpływu na ich użytkowanie /rys. 8/,

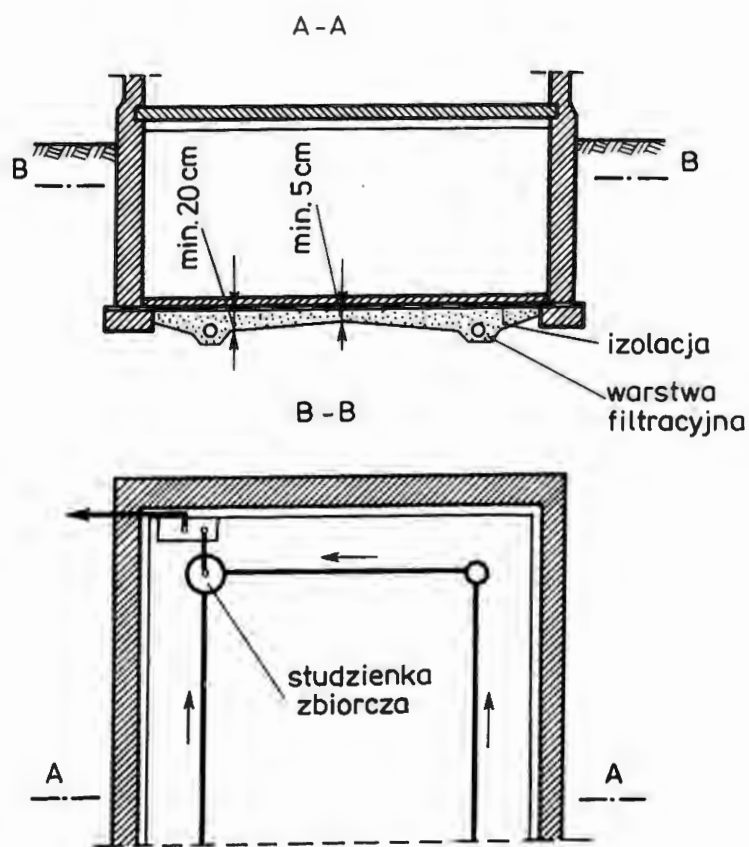
- pod istniejącą posadzką, gdy zmniejszenie wysokości pomieszczeń nie jest możliwe /rys. 9/.

Do zalet drenaży wewnętrznych należy zaliczyć: prostotę budowy, niezależność stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych od warunków podłoża, możliwość pozostawienia starej posadzki, co zmniejsza dopływ wody do urządzeń drenażowych, pozwalając w niektórych przypadkach na ręczne jej pompowanie.

Drenaże te posiadają również wady, do których należy zaliczyć głównie brak zabezpieczenia ścian i fundamentów przed filtracją wody z zewnątrz budynku. Powoduje to stałe ich zawilgacanie oraz osłabienie konstrukcji i podłoża.



Rys. 8. Drenaż wewnętrzny budynku założony na starej posadzce



Rys. 9. Drenaż wewnętrzny budynku założony po zerwaniu starej posadzki

ZABEZPIECZENIA RUROCIĄGÓW

Zabezpieczenia przed wynoszeniem gruntu i zamulaniem drenów

Zabezpieczenie to uzyskuje się za pomocą odpowiednich materiałów filtracyjnych, okrywających rurociągi poziome. W drenażach budowlanych stosowało się dotychczas prawie wyłącznie filtry z materiałów granulowanych sypkich /piasek gruby, pospółka, żwir, drobny kamień lub tłu-
czeń/, a ostatnie filtry z włóknin syntetycznych.

Parametry konstrukcyjne obsypki filtracyjnych z materiałów granulowanych sypkich zależą głównie od:

- przepuszczalności i uziarnienia gruntu podłoża,
- od typu drenaży i sposobu zasilania wodą,
- od konstrukcji przewodu, a zwłaszcza jego wymiarów i perforacji.

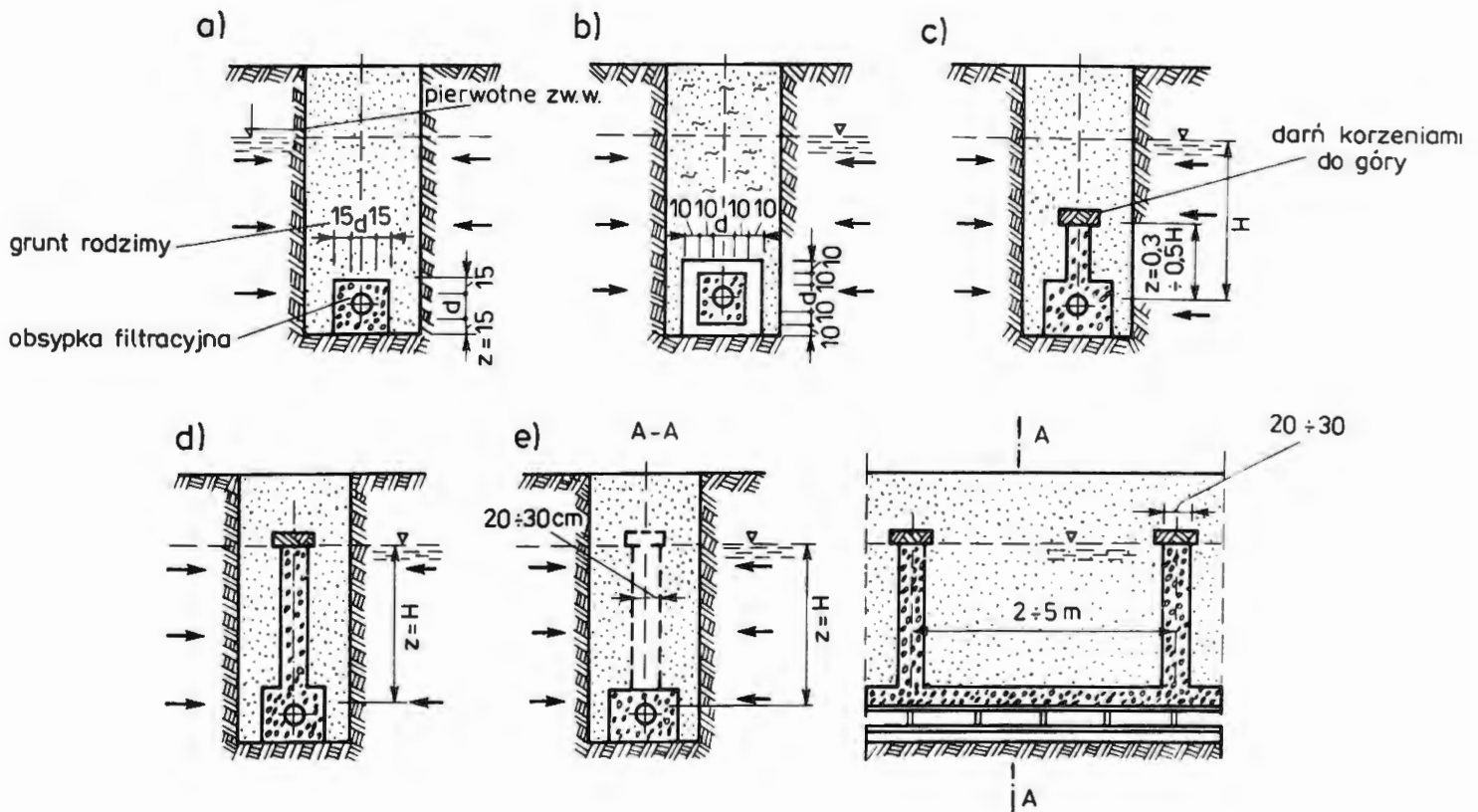
Jako zasadę przyjmuje się, że w drenażach miejskich obsypki filtracyjne zakładane są na całym obwodzie sączka, przy czym minimalna grubość warstwy filtracyjnej /z wierzchu i z dołu rury/ powinna wynosić:

- w gruntach piaszczystych /dobrze przepuszczalnych/ - 15 cm,
- w gruntach piaszczysto-gliniastych /średnio przepuszczalnych/ 15-20 cm,
- w gruntach gliniastych i ilastych - powyżej 20 cm.

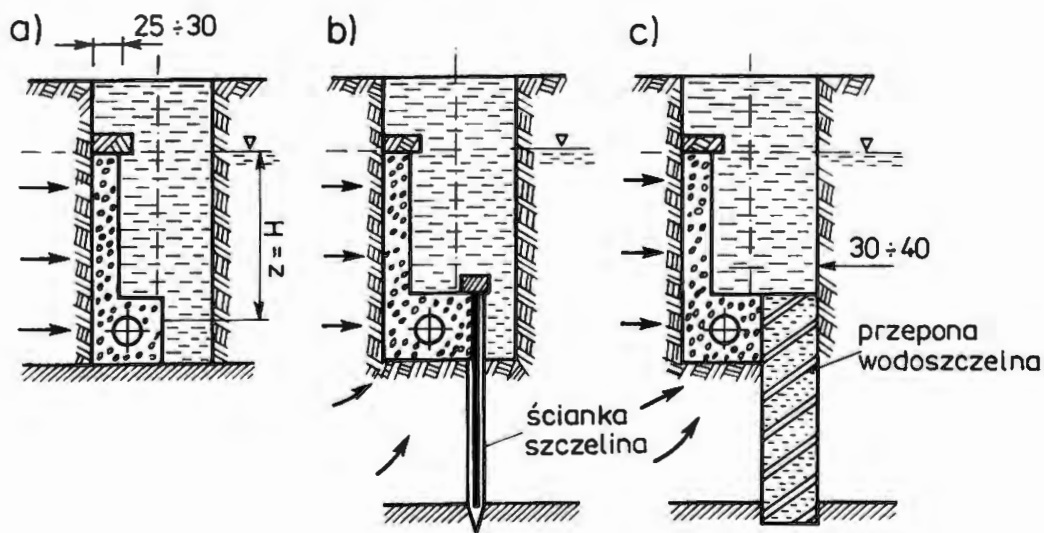
Kształt obsypki powinien być możliwie najprostszy /w formie kwadratu lub prostokąta/. W drenażach, w których dopływ wody do drenów odbywa się z dwóch stron /drenáže systematyczne, brzegowe i czasami pierścieniowe/ obsypki układane powinny być symetrycznie względem osi przewodu drenażowego /rys. 10/. W gruntach przepuszczalnych stosuje się zazwyczaj obsypki jednowarstwowe /rys. 10a/, natomiast w gruntach pylastych i gliniastych zaleca się projektowanie óbsypki dwuwarstwowych /rys. 10b/. Przy małym dopływie wody wystarczą wymiary obsypki wg rysunku 10a lub b, natomiast zwiększony dopływ wody wymaga zwiększenia wysokości obsypki do wysokości nie obniżonego poziomu wody gruntowej /rys. 10d/. Oszczędniejsze formy obsypki stosuje się w gruntach słabo przepuszczalnych, gdzie zmniejsza się grubość i wysokość obsypki ponad drenem do poziomu 0,3-0,5 wzniesienia pierwotnego poziomu wody gruntowej /rys. 10c/.

Gdy grunt jest przewarstwiony wkładkami różnej przepuszczalności, wykonuje się zabezpieczenia filtracyjne do poziomu statycznego zwierciadła wody /rys. 10d/. Przy spodziewanym mniejszym dopływie wody zamiast ciągłej przepony filtracyjnej stosuje się pionowe kolumny, tzw. kominiki o wymiarach 0,2/0,2 m do 0,3/0,3 m lub o średnicy 10-15 cm i rozstawie 2,0 do 5,0 /rys. 10e/.

Przy jednostronnym dopływie wody gruntowej /drenáže czołowe, pierścieniowe, czasami brzegowe/ konstrukcja obsypki jest nieco różna od poprzednich. W gruntach dobrze przepuszczalnych



Rys. 10. Konstrukcje obsypki filtracyjnej przy dwustronnym dopływie wody do drenów



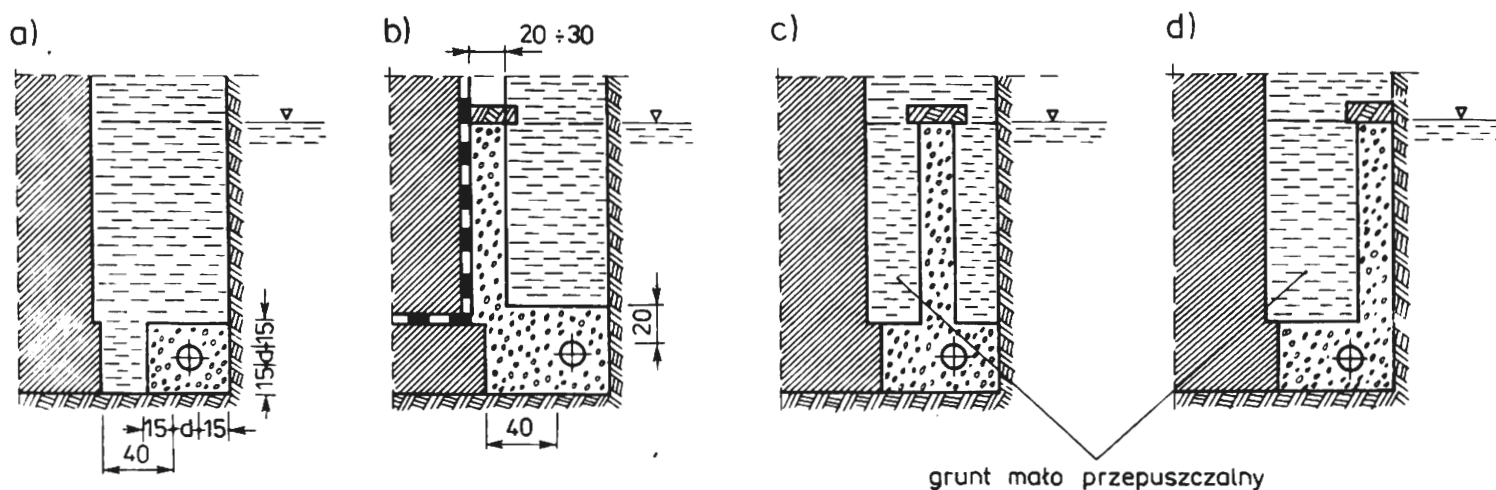
Rys. 11. Konstrukcje obsypki filtracyjnej przy jednostronnym dopływie wody do drenów

o niewielkim dopływie wody zazwyczaj wystarcza filtr, jak na rys. 10a, natomiast przy dużym napływie wody, jak też w gruntach niejednorodnych wykonuje się obsypkę w formie przestony filtracyjnej od strony dopływu wody /rys. 11a/. W przypadku, gdy zachodzi potrzeba całkowitego przecięcia strumienia wody w drenażach czołowych niezupełnych, przy niezbyt głęboko zalegającej warstwie nieprzepuszczalnej w dnie wykopu można wbić ściankę szczelną /rys. 11b/ lub wykonać ekran wodoszczelny, np. z glinobetonu pod osłoną zawiesziny tiksotropowej /rys. 11c/.

W drenażach przystięnnych obsypki filtracyjne powinny być dobrane i wykonane szczególnie

starannie, gdyż bliska odległość założenia rurociągu od fundamentów może grozić odkształceniami filtracyjnymi podłoża, czemu skutecznie przeciwstawia się właściwie zaprojektowana i wykonana obsypka.

Typowe przekroje zabezpieczeń drenaży przyściennych pokazano na rysunku 12. Przy małym dopływie wody można zastosować konstrukcję wg rysunku 12a, przy większym dopływie oraz w podłożu uwarstwionym - wg rysunku 12b, c lub d, przy czym typ b stosować należy, gdy izolacja zewnętrzna fundamentów działa skutecznie i nie zachodzi obawa zawilgocenia ścian i w następstwie ich niszczenia. Gdy warunek ten nie jest spełniony, stosuje się typ c lub d, przy czym wskazane jest wypełnienie przestrzeni między budynkiem i obsypką materiałem o małej przepuszczalności.



Rys. 12. Konstrukcje obsypki filtracyjnych w drenażach przyściennych

W ostatnich latach - jak już wspomniano - coraz powszechniej zaczynają być stosowane materiały filtracyjne w postaci włóknin. Zadanie, znaczenie i sposób zastosowania włókniny w drenażach polega na przejęciu roli filtru odwrotnego, zastępując jedną, dwie a nawet trzy jego warstwy. Przejęcie przez włókninę całości zadań drenażu spotykane jest rzadko i wymaga użycia specjalnych elementów włókninowych. Przykłady dotychczasowych zastosowań włókniny w zabezpieczeniach drenaży pozwalają już na pewne uogólnienia. Wymieniłem tu należy:

- włókninę stosuje się prawie wyłącznie na styku z gruntem chronionym, najdrobniejszym jako pierwszą warstwę filtru odwrotnego,

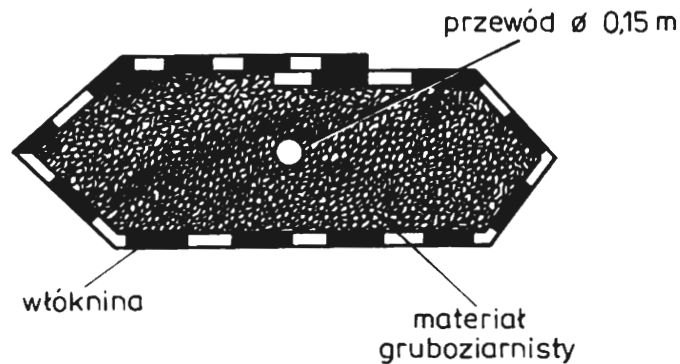
- rzadko stosuje się włókninę jako warstwę pośrednią filtru odwrotnego lub jako ostatnią otaczającą przewód perforowany; nie oznacza to jednak, że takie rozwiązania nie są dopuszczalne,

- w przekroju poprzecznym liniowych drenaży żwirowych, kamiennych i rurowych połączenia włókniny wykonywane są na zakład w miejscu najmniejszego dopływu wody /na ogół w najwyższym miejscu przekroju/,

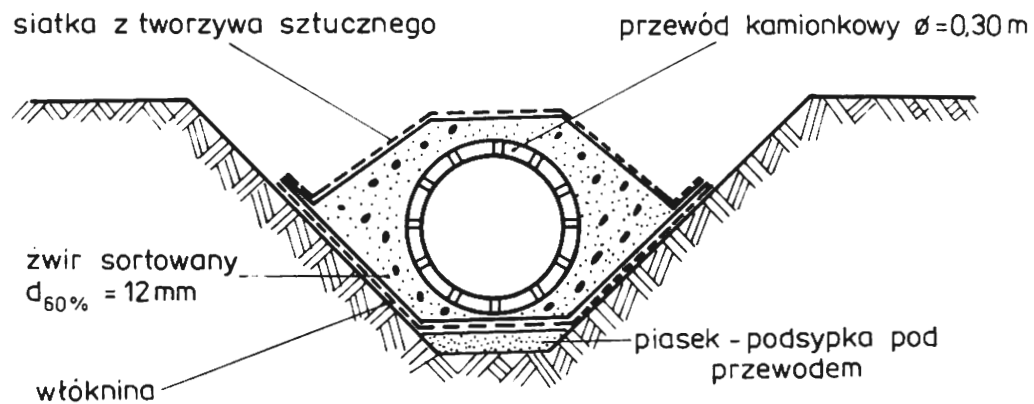
- połączenia na zakład trzeba bardzo starannie kontrolować i korygować tak, aby przez wyrównanie i przyciśnięcie włókniny zmniejszyć możliwość przenoszenia gruntu między pokrywającymi się płaszczyznami,

- chronić należy warstwy włókninowe przed wpływaniem do nich z góry wód opadowych zanieczyszczonych produktami erazji powierzchniowej; w tym celu stosuje się warstwy uszczelniające /rys. 15/.

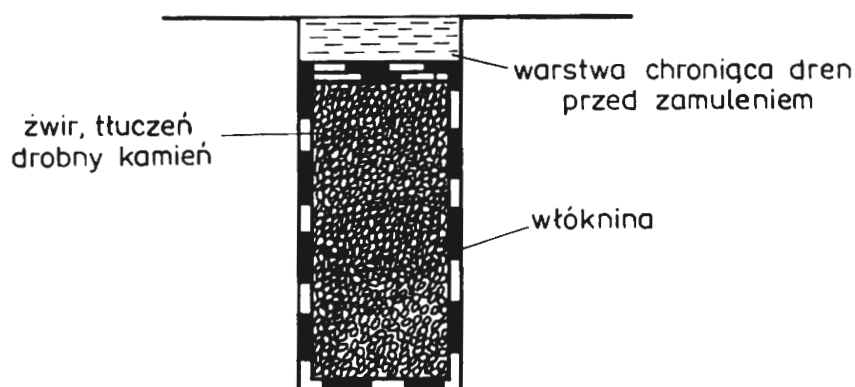
Na rysunkach 13, 14 i 15 pokazano trzy przykłady drenaży liniowych z zastosowanymi elementami włókninowymi:



Rys. 13. Drenaż rurowy \varnothing 15 cm



Rys. 14. Drenaż rurowy \varnothing 30 cm



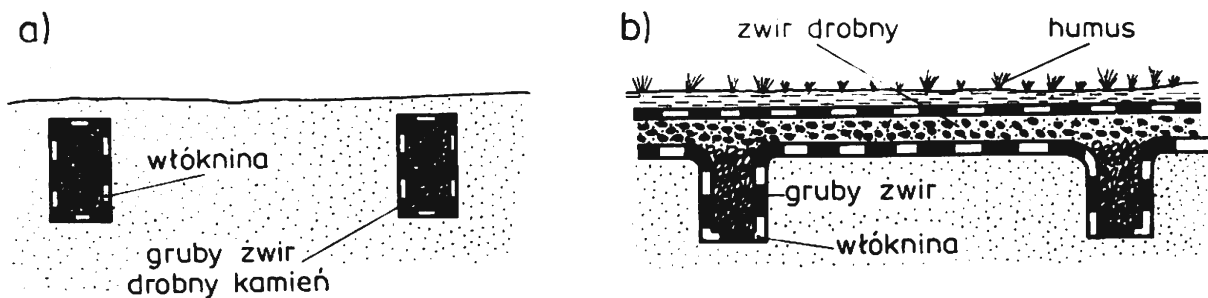
Rys. 15. Drenaż kamienno-żwirowy

- drenaż rurowy z przewodem \varnothing 15 cm i z dużą ilością materiału gruboziarnistego, spełniającego nie tylko rolę ochrony perforowanego rurociągu, lecz również warstwy przewodzącej /rys. 13/.

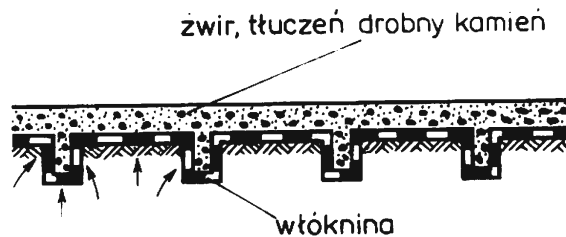
- drenaż rurowy z przewodem ϕ 30 cm i obsypką żwirową chroniącą go przed zanoszeniem gruntem /rys. 14/,

- drenaż kamienno-żwirowy bez przewodu rurowego z wierzchnią warstwą uszczelniającą /rys. 15/.

Drenaże przedstawione na rysunkach 16 i 17 chronią powierzchnię terenów przed wodami opadowymi lub napływającymi pod ciśnieniem od dołu. Różnica w działaniu drenaży wg rysunku 16a i b polega na tym, że zastosowanie pierwszego z nich nie wyklucza lokalnego stagnowania lub płynięcia wody na powierzchni terenu. Gdy nie jest to dopuszczalne /np. na obszarach sportowych/ stosować trzeba odwodnienie jak na rysunku 16b. Na rysunku 17 pokazany jest drenaż podłoża terenu narażonego na działanie wód naporowych od dołu.



Rys. 16. Drenaż terenów podtapianych wodami opadowymi: a - dopuszczalny jest spływ powierzchniowy po terenie, b - spływ powierzchniowy jest niedopuszczalny



Rys. 17. Drenaż terenu podtapianego wodami naporowymi od dołu

Zabezpieczenie przed zarastaniem

Niebezpieczeństwo zarastania rurociągów występuje w miastach i osiedlach przy drenażach płytkich poniżej 2,5 m. Środkami zaradczymi są najczęściej:

- owijanie styków drenów ceramicznych paskami papy o szerokości 8-10 cm,
- obsypka z żużla paleniskowego odpornego na wietrzenie,
- nasycenie na gorąco końców rurek karbolineum lub w przypadku rur perforowanych - powlekanie karbolineum całej ich powierzchni zewnętrznej.

Najpewniejszym jednak sposobem jest unikanie na terenach chronionych sadzenia drzew i krzewów głęboko korzeniących się.

LITERATURA

1. Borowska J., Krzywosz Z., Sokołowski J., Żbikowski A.: Budownictwo wodne i melioracyjne. Drenaże i umocnienia skarp z zastosowaniem włókna. COBRBH "Energopol" i Instytut Melioracji i Gosp. Wodnej SGGW, Warszawa, 1982.
2. Dujnov J.K.: Melioracija zemel v uslovijach napornogo pitaniya gruntovyh vod. Kolos 8, Moskwa, 1981.
3. Eggelsmann R.: Dränanleitung für Landbau, Ingenierbau und Landschaftsbau. Paul Parey. Hamburg u. Berlin, 1981.
4. Herth W., Arndts E.: Theorie und Praxis der Grundwasserabsekung. Ernst a. Sohn. Berlin, 1985.
5. Lautrich R.: Abwasser kanal. Handbuch für Planung, Ausführung und u. Betrieb. Paul Parey. Hamburg u. Berlin, 1980.
6. Sokołowski J.: Niektóre zagadnienia związane z projektowaniem melioracji osiedlowych. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie nr 11 i 12/1982 oraz 1/1983.

Janusz Sokołowski

URBAN DRAINAGE /SELECTED TOPICS/

Summary

In this study, using the latest references from the literature, the influence of the natural and technical factors causing excess of water in urban areas are described. The brief review of the modern methods for the designing of the urban drainage systems working under different soil - water conditions is made. The last part is dealing with the traditional and modern materials used as drainage envelopes.

Януш Соколовски

ГОРОДСКИЕ ДРЕНИРОВАНИЯ (ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ)

Резюме

В статье, пользуясь новейшими литературными данными, описываются природные факторы, а также факторы технической и хозяйственной деятель-

ности человека, вызывающие подтопление градостроительных зон.

Приводится краткий обзор современных способов решений дренажных систем, действующих в разных почвенно-водных условиях городов и поселков.

Рассматривается также снабжение строительства дренажных систем традиционными и новыми фильтрационными материалами.