

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Urządzenia ujmowania płytko położonych wód podziemnych

4.1.1. Materiał nauczania

Źródłem wody dla lokalnych ujęć wody mogą być wszystkie naturalne jej rodzaje, a mianowicie wody: powierzchniowe, źródlane, podziemne i infiltracyjne, pod warunkiem, iż zapewnią odpowiednią ilość i jakość uzyskiwanej z nich wody.

Podział źródeł wody:

- Wody powierzchniowe:
 - wody opadowe – to wody uzyskane wprost z opadów atmosferycznych czyli deszczu i śniegu. Wykorzystywane są jako źródła wody na terenach górskich, trudno dostępnych oraz pozbawionych stałych miejsc występowania wód słodkich. Woda uzyskiwana w ten sposób jest wodą miękką pozbawioną minerałów, posiada natomiast wiele zanieczyszczeń w postaci pyłów i substancji chemicznych zawartych w powietrzu oraz glebie.
 - wody płynące – to wody pochodzące z opadów zmagazynowane w rzekach i ich dopływach. Wody te charakteryzują się małą twardością mineralną lecz dużą zawartością zanieczyszczeń mechanicznych, chemicznych oraz organicznych pochodzących z terenu zlewni danej rzeki. Wykorzystanie takich wód w celach zaopatrzenia lokalnych ujęć wody wymaga poznania warunków hydrologicznych danej zlewni.
 - wody stojące – to wody skumulowane w otwartych lub zamkniętych akwenach wodnych w postaci jezior, stawów i mórz. Jakość takich wód jest na ogół lepsza pod względem fizyko-chemicznym jak i biologicznym od jakości wód płynących, choć w miejscach odpływów rzek i strumieni woda posiada wiele zanieczyszczeń niesionych ich nurtem. Wody z akwenów stojących są wodami miękkimi i na ogół klarownymi - cechy te są zależne od ich głębokości i wielkości.
- Wody podziemne:
 - wody zaskórne – to wody zalegające najpłycej pod ziemią w związku z tym posiadają kontakt ze środowiskiem zewnętrznym, możliwość skażenia, duże wahania temperatur, co ma duży wpływ na ich jakość i cechy fizyko-chemiczne oraz biologiczne. Z tego względu woda zaskórna nie powinna być ujmowana do celów spożywczych, niewskazane jest też podlewanie nią ogrodu.
 - wody gruntowe – wody oddzielone od powierzchni gruntu warstwą przepuszczalną będącą naturalną barierą oddzielającą je od gleby. Wody te zasilane są opadami atmosferycznymi wsiąkającymi w powierzchnię ziemi. Woda gruntowa ma zwierciadło swobodne (nie przykryte warstwą nieprzepuszczalną) i podlega zmianom poziomu oraz składu chemicznego. Wpływ środowiska zewnętrznego na ten poziom wodonośny maleje wraz z głębokością. Wodę gruntową można ujmować za pomocą studni abisyńskiej lub studni kopanej. Używanie tej wody jako wody pitnej jest możliwe po odpowiednim uzdatnieniu, natomiast nadaje się ona do nawadniania ogrodu.
 - wody wgłębne – wody artezyjskie o stałym składzie i cechach fizyko-chemicznych. Powyżej zwierciadła wody zalega warstwa nieprzepuszczalna, która chroni przed wpływami atmosferycznymi i wahaniami składu, pozwala na zachowanie stałej temperatury. Wody te są pod ciśnieniem. Skład chemiczny i temperatura oraz łatwość w pozyskiwaniu sprawiają, że są często wykorzystywane w lokalnych ujęciach wody.

- wody głębinowe – wody zlegające na duży głębokościach - w związku z tym nie mają kontaktu z wodami powierzchniowymi dzięki odizolowaniu wieloma warstwami nieprzepuszczalnymi. Woda głębinowa jest czysta pod względem bakteriologicznym i chemicznym. Może mieć podwyższoną zawartość żelaza i manganu, co dyskwalifikuje ją do bezpośredniego wykorzystywania w celach wodociagowych. Związki te można usunąć za pomocą stosunkowo prostej i taniej technologii uzdatniania wody.

W lokalnych ujęciach wody wykorzystywane są tylko wody podziemne.

Jeżeli w pobliżu nieruchomości nie ma sieci wodociągowej - jedynym możliwym źródłem zaopatrzenia w wodę jest własna studnia. Jest ona także rozwiązaniem w przypadku, gdy teren jest uzbromiony, ale w sieci jest zbyt mało wody i zakłady wodociągowe nie zezwalają używać jej do podlewania. Można wtedy wybudować studnię tylko do tego celu.

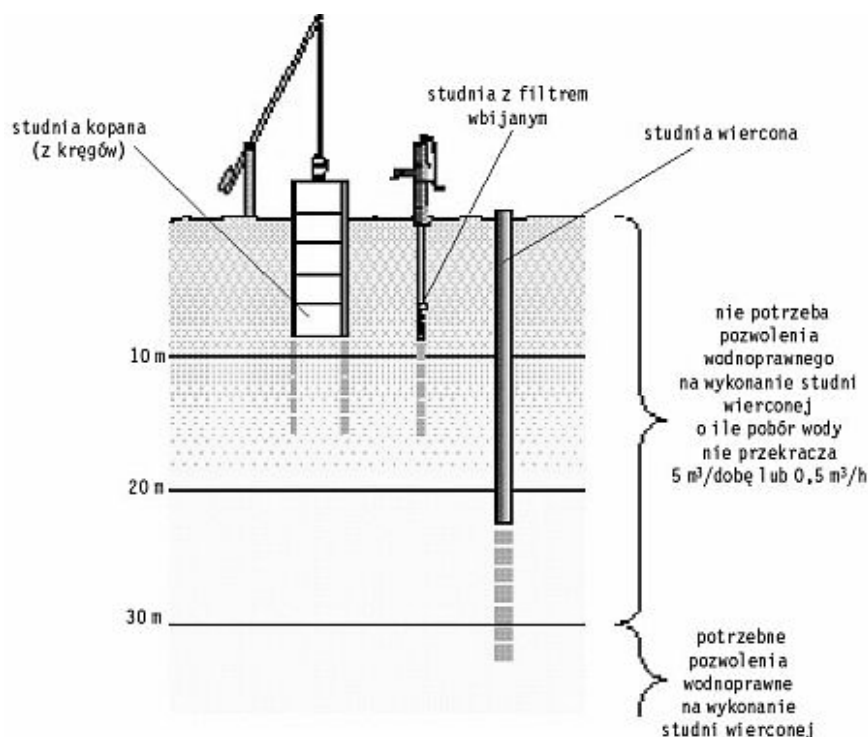
Studnia stanowiąca ujęcie wody dla indywidualnej instalacji wodociągowej powinna spełniać następujące wymagania:

- konstrukcja studni powinna być dostosowana do czerpania z niej wody pompą o napędzie mechanicznym,
- woda ze studni powinna odpowiadać wymaganiom jakościowym wody do picia i wody na potrzeby gospodarcze.

Rodzaje studni:

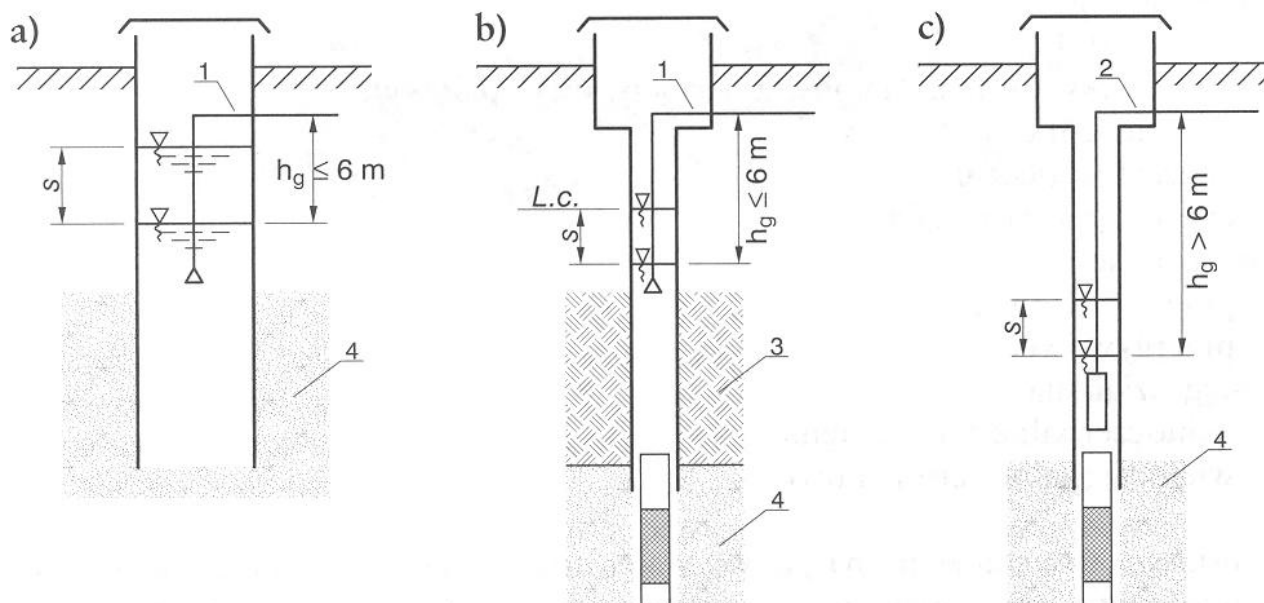
- abisyńska (studnia abisyńska, studnia wkręcana),
- studnia kopana (kręgowa),
- studnia wiercona (głębinowa).

Wybór rodzaju studni zależy od głębokości zalegania wód gruntowych, ich wydajności i jakości (czyli przydatności wody do picia).



Różne rodzaje studni

Rys. 1. Schemat różnych rodzajów studni [12]



Rys. 2. Schematy ujęć wody podziemnej dla domu jednorodzinnego [2]

a- studnia kopana w warstwie o swobodnym zwierciadle wody, b- studnia wiercona w warstwie o napiętym zwierciadle wody, c- studnia wiercona w warstwie o swobodnym zwierciadle wody ; 1-przewód ssawny pompy odśrodkowej, 2-przewód tłoczny pompy głębinowej, 3-warstwa nieprzepuszczalna, 4-warstwa wodonośna

Lokalizacja studni

O lokalizacji studni decyduje obecność wody podziemnej i konieczność zachowania odległości gwarantujących ochronę studni przed zanieczyszczeniem.

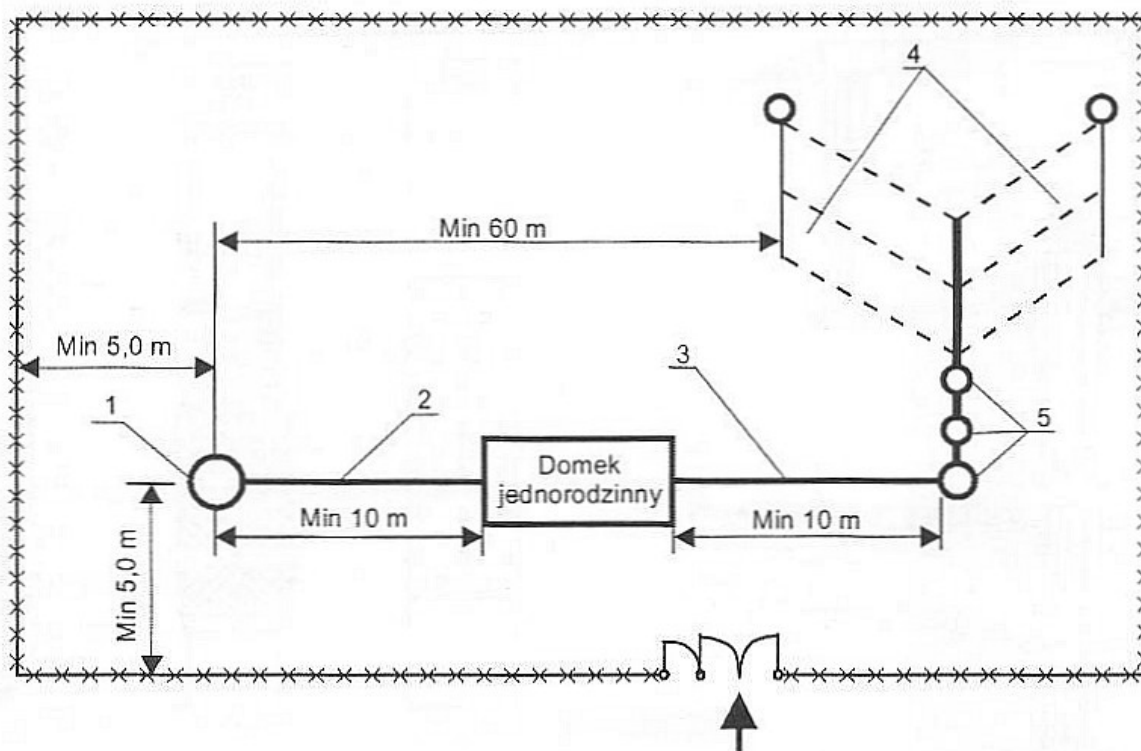
Lokalizując studnię kopaną lub z filtrem wbijanym, powinno uwzględnić się głównie wymagane odległości od potencjalnych źródeł zanieczyszczeń. Istotne jest także to, aby teren, na którym będzie zlokalizowana studnia nie leżał niżej niż teren ze zbiornikiem na ścieki lub gnojowicę z uwagi na niebezpieczeństwo, iż w przypadku przelania zbiorników, nieczystości z nich spływałyby w kierunku studni.

Każda studnia (kopana, z filtrem wbijanym i wiercona) powinna być wykonana w odległości co najmniej:

- 5 m od granicy nieruchomości, a także studni wspólnej na granicy dwóch działek,
- 7,5 m od osi rowu przydrożnego,
- 10-15 m od drzew o rozbudowanych systemach korzeniowych (jesion, topola, olszyna),
- 15 m od budynków inwentarskich i związanych z nimi silosów, szczelnych zbiorników na gnojowicę, kompostowników, szczelnego bezodpływowego zbiornika ścieków (szamba),
- 30 m od drenażu rozsączającego ścieki do gruntu, jeżeli są one uprzednio oczyszczane biologicznie,
- 70 m od nieutwardzonych wybiegów dla zwierząt hodowlanych oraz od drenażu rozsączającego ścieki nieoczyszczone biologicznie.

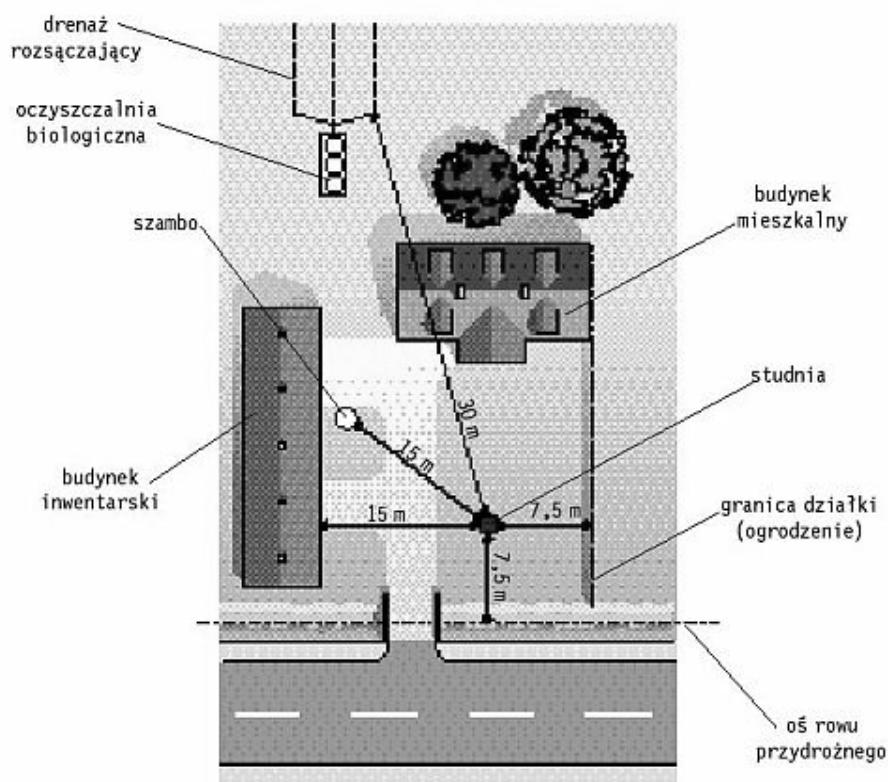
Ze względu na zanieczyszczenie ujęcia wody dodatkowo należy unikać usytuowania studni blisko rur spustowych oraz miejsc spływu wody deszczowej.

Studnia nie powinna być budowana w najniższym miejscu nieruchomości z uwagi na spływanie wód opadowych.



Rys. 3. Warunki usytuowania studni na działce [8]

1-studnia, 2-przewód wodociagowy, 3-przewód kanalizacyjny, 4-drenaż rozsączający, 5-osadnik gnilny



Studnia musi być tak zlokalizowana, by zachowane były odległości gwarantujące jej ochronę przed zanieczyszczeniami

Rys. 4. Schemat usytuowania studni [12]

Na terenie nieruchomości można wybudować studnie do poboru wody pitnej lub jako dodatkowe źródło wody (np. do podlewania ogrodu).

Dla studni wykonanej na potrzeby własne gospodarstwa domowego gdzie:

- pobór wody nie przekracza $5 \text{ m}^3/\text{d}$,
- wydajność pomp czerpiących wodę ze studni nie przekracza $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$,
- głębokość odwiertu studni nie przekracza 30 m,

nie jest wymagane pozwolenie wodnoprawne, nie trzeba ustanawiać stref ochronnych (stref wyłączonych z jakiejkolwiek innej działalności).

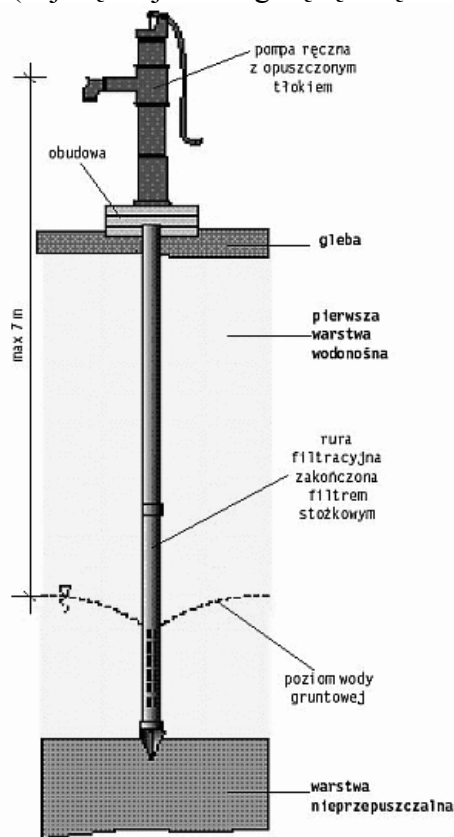
Studnie kopane i z filtrem wbijanym, ujmujące wodę z pierwszego poziomu wodonośnego, nie wymagają żadnych zezwoleń.

Przybliżoną lokalizację studni wierconej, strukturę gruntu w miejscu odwiertu, a więc przypuszczalną głębokość warstwy wodonośnej określa projekt. Wykonanie studni wierconej regulują przepisy dwóch ustaw: Prawa Wodnego oraz Prawa Górniczego i Geologicznego. Jeśli studnia wymagała pozwolenia, trzeba wokół niej wyznaczyć bezpośrednią strefę ochronną o promieniu 10 m od jej obudowy. Najlepiej obsiać ją trawą i ewentualnie ogrodzić.

Studnia z filtrem wbijanym - abisynka

Ujmuje wodę z pierwszego, najpłytszego poziomu wodonośnego (wody zaskórne lub gruntowe), średnio z głębokości 3 - 7 m, co uwarunkowane jest technologią wykonania.

Nad miejscem wykonania otworu rozstawia się trójnóg z młotem, który opadając wbija rurę z filtrem w grunt. Filtr zakończony jest stożkiem, który ułatwia wbijanie. Umieszcza się go w warstwie wodonośnej. Studnia zakończona jest betonowym kręgiem, do którego przykręca się pompę z opuszczanym tłokiem (najczęściej z dźwignią ręczną - abisynkę).



Rys. 5. Schemat studni z filtrem wbijanym [12]

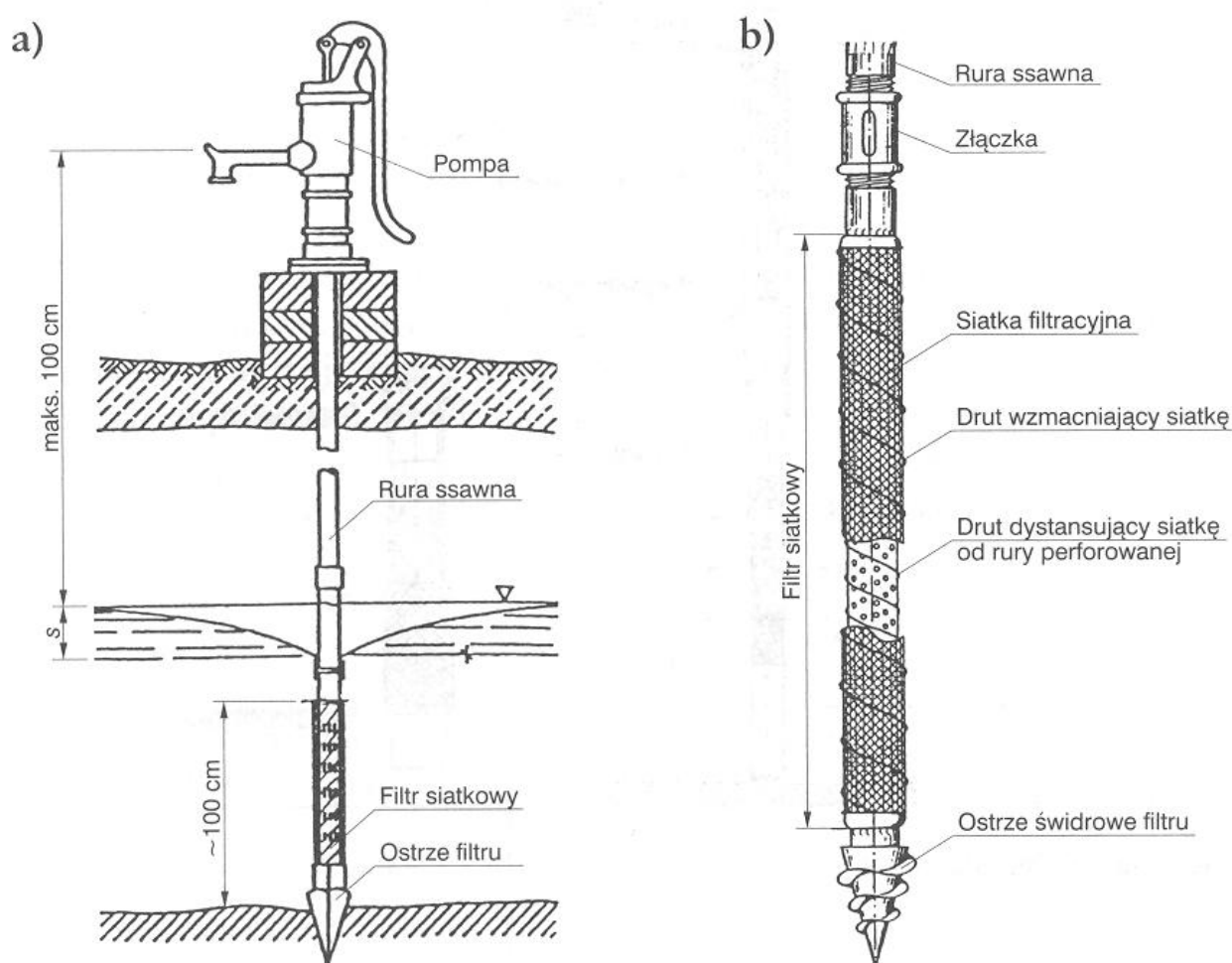
Studnie takie wykonuje się wyłącznie w gruncie piaszczystym, ponieważ przebijanie się przez warstwę gliny wiąże się z ryzykiem uszkodzenia rury studziennej.

Średnica studni wbijanej nie przekracza 50 mm, zwykle jednak ma mniejszą wydajność niż studnia kopana.

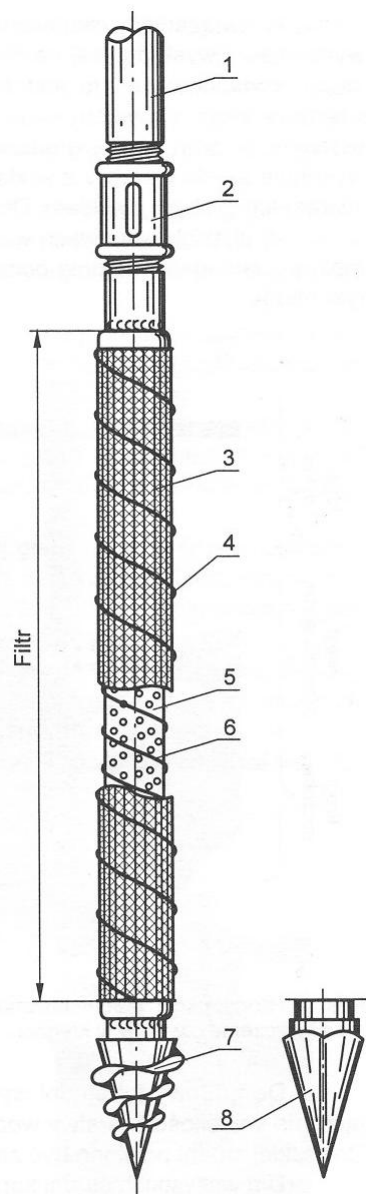
Aby studnia dostarczała odpowiednią ilość wody, filtr musi być zagłębiony w warstwie przypowierzchniowej od 0,5 do 1,5 m, jeśli prace prowadzone są w okresie suchym, oraz minimum 2 m, gdy wykonywane są po dużych deszczach - dotyczy to studni korzystających z warstw wodonośnych przynajmniej częściowo zasilanych wodami opadowymi.

Do zaopatrzenia w wodę gospodarstwa domowego może jednak taka studnia nie wystarczyć, ale można z powodzeniem korzystać z niej do podlewania ogródka.

Pobieranie wody następuje przez pompowanie ręczną dźwignią, co powoduje ruch tłoka i podniesienie słupa wody. Inne studnie z filtrem wbijanym mogą być wyposażone w pompę elektryczną. Do studni wąskorurowych powinna być zastosowana pompa elektryczna o małej wydajności z uwagi na zabezpieczenie przed zniszczeniem ujęcia w wyniku zbyt gwałtownego poboru wody.



Rys. 6. Schemat studni z pompą ssąco - tłoczącą [2]
a-z filtrem wbijanym, b- filtr wkręcany



Rys. 7. Filtr studni abisyńskiej [8]

1-rura ssawna do pompy, 2-złączka, 3-siatka filtracyjna, 4-drut wzmacniający siatkę, 5-rura perforowana, 6-drut dystansujący siatkę od rury perforowanej, 7-ostre świdrowe(stosowane dla studni wkręcanych), 8-ostre stożkowe (stosowane dla studni wbijanych)

Studnie kopane

Studnie kopane kojarzą się z żurawiami lub kołowrotami studziennymi w wiejskim krajobrazie.

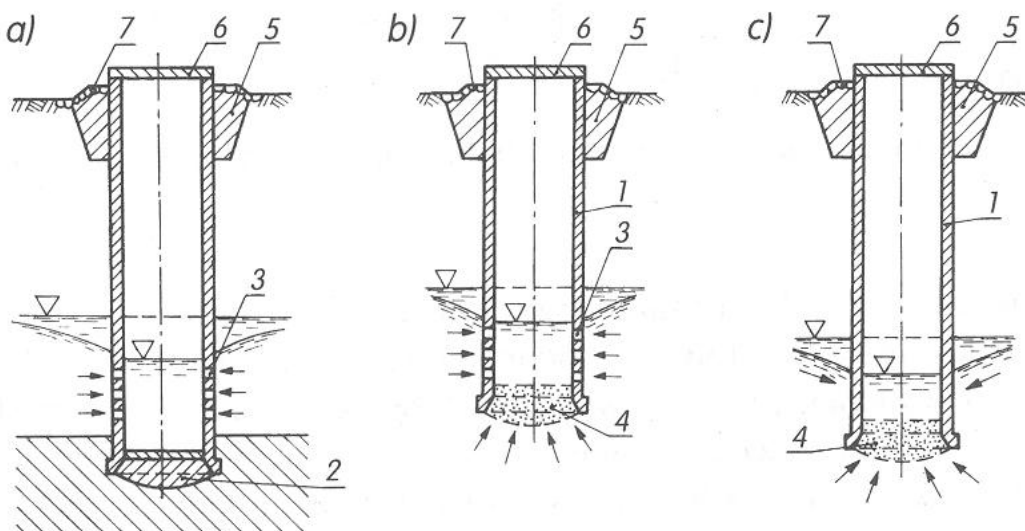


Rys. 8. Widok studni kopanej [12]

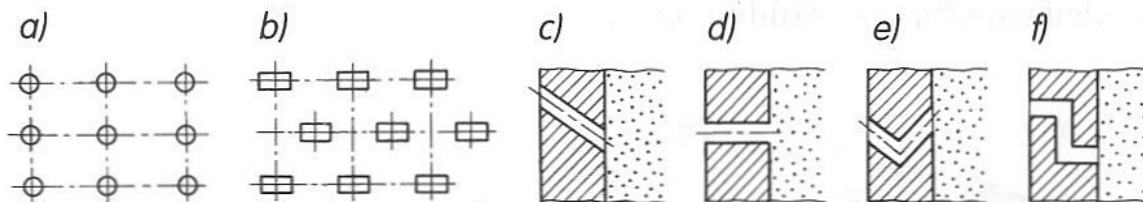
Głębokość studni dochodzi zazwyczaj do 20 m.

Pobór wody przez studnie kopane może być:

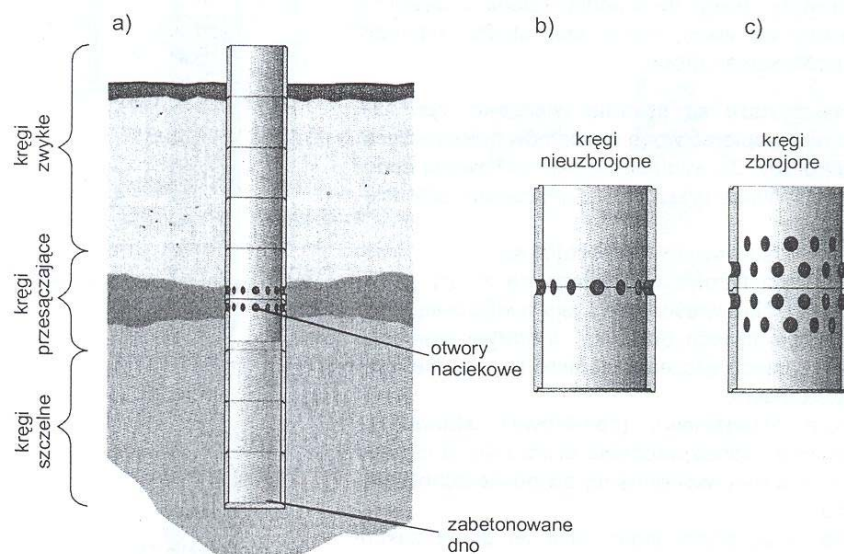
- boczny – przez otwory ściennie,
- denny,
- boczny i denny.



Rys. 9. Schematy ujęć wody za pomocą studni kopanych z dopływem wody [5]
a-przez ściany boczne, b- przez ściany boczne i dno, c-przez dno; 1-płaszcz studni, 2-dno studni, 3-otwory w ścianie bocznej studni, 4-zasyпка dna, 5-uszczelnienie tłustą gliną lub iłem, 6-przykrycie szczelne, 7-obrukowanie



Rys. 10. Otwory wlotowe w ścianie studni kopanej [5]
a, b- widok, c, d, e, f -przekroje



Rys. 11. Konstrukcja studni z napływem bocznym [8]
a-usytuowanie kręgów z otworami, b, c- rozmieszczenie otworów w kręgach

Napływ wody do studni przez dno jest możliwy przez:

- założenie perforowanej płyty,
- pozostawienie dna otwartego.

Na dnie studni powinien być wykonany filtr odwrotny składający się z 1 ÷ 3 warstw materiału gruboziarnistego ułożonego w taki sposób, że ziarna o większych średnicach znajdują się na górze.

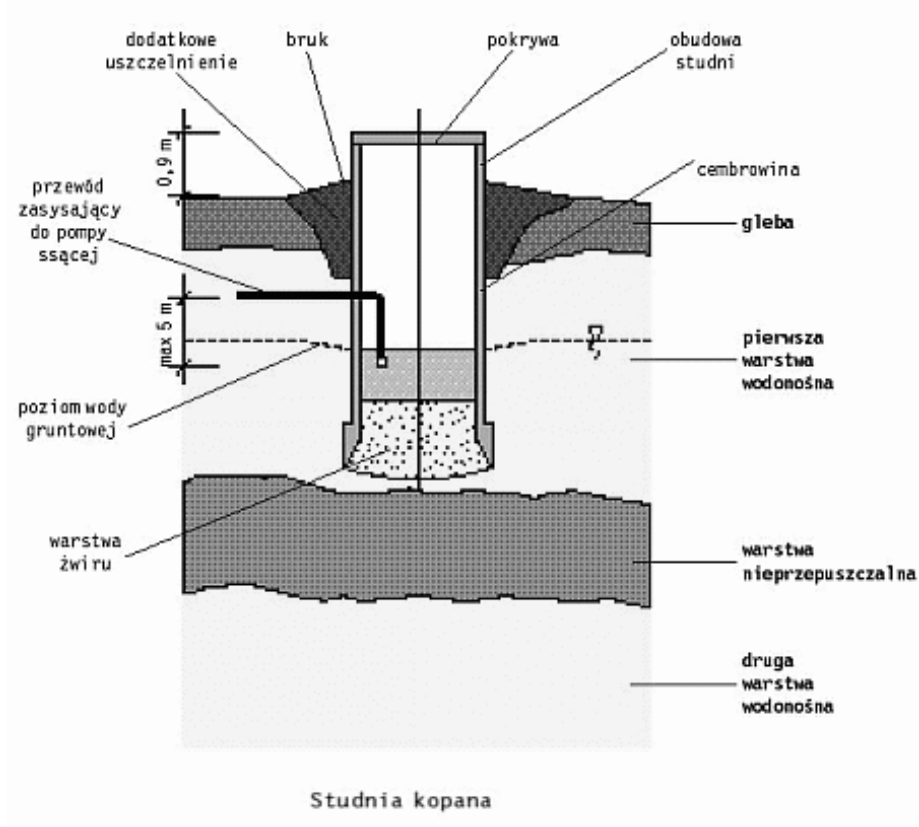
Studnie wykonuje się z kręgów betonowych lub żelbetowych o średnicach od 0,8 m do 1,8 m i wysokości 0,6 m.



Rys. 12. Kręgi betonowe w studni kopanej [14]

Elementy składowe studni:

- wieniec (nóż),
- mur płaszczowy - obudowa szybowa z kręgów, które stanowią umocnienie boczne wykopu, a jednocześnie zabezpieczają ujmowaną wodę przed przedostawaniem się do niej zanieczyszczeń z gruntu.
- obudowa górna.



Rys. 13. Schemat studni kopanej [14]

Studnię powinien budować trzyosobowy zespół kopaczy pod kierunkiem wykwalifikowanego studniarza.

Budowa studni obejmuje:

- prace przygotowawcze – czynności polegające na wyrównaniu terenu i zapewnieniu dróg dojazdowych,
- zgromadzenie i przygotowanie narzędzi, urządzeń transportu pionowego, urządzeń do odwadniania szybu studziennego,
- wykonanie szybu studziennego do warstwy wodonośnej.

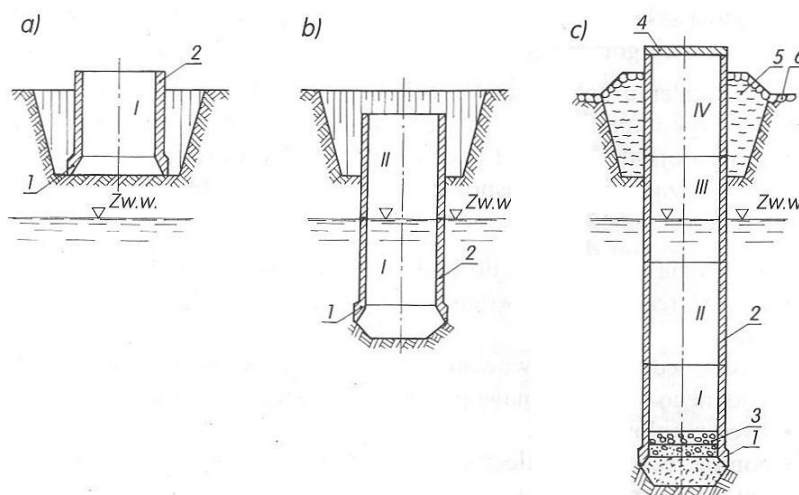
Podczas budowy studni kopanej powinny być stosowane następujące narzędzia i urządzenia:

- czerpaki ręczne do podwodnego wybierania ziemi z szybu studziennego,
- świdry do wydobywania z szybu studziennego drobnego nawodnionego piasku pylastego,
- wyciąg kołowy,
- pompa ręczna ssąco-tłocząca lub pompa elektryczna do obniżania poziomu wody gruntowej w studni.

Wykonanie pionowego szybu studziennego obejmuje takie czynności jak:

1. wykonanie szerokiego wykopu pomocniczego o wymiarach: średnica 1,5 m i głębokość $1,5 \div 2,0$ m,
2. ustawienie pierwszego kręgu na wieńcu nożowym – konieczne jest jego ustawienie pionowe,
3. wybieranie równomierne gruntu z wnętrza kręgu – powoduje opuszczanie kręgu w dół,
4. oczyszczenie powierzchni styków kręgów,
5. uszczelnienie spoiny zaprawą cementową,
6. ustawienie kolejnego kręgu na poprzednim,
7. wybieranie w wnętrza kręgu gruntu.

czynności z poz. 4, 5, 6 powtarzają się aż do osiągnięcia żądanej głębokości studni.



Rys. 14. Etapy wykonywania studni kopanej z ujmowaniem wody przez dno [5]

a-ustawienie I segmentu (kręgu) na dnie wykopu, b- położenie dwóch segmentów w czasie ich opuszczania, c- studnia opuszczona do zaplanowanej głębokości i przygotowana do eksploatacji; 1-wieniec (nóż), 2-mur płaszczowy, 3-zasyпка żwirowa dna, 4-pokrywa studni, 5-uszczelnienie tłustą gliną, 6-obrukowanie.

Ważne jest więc, aby połączenia między kręgami wykonane były dokładnie, zapewniając szczelność całej cembrowinie.

Urobek ze studni wydobywany jest wiadrami zawieszonymi na linie na krążku trójnogu i składowany w odległości minimum 1,5 od szybu studziennego.

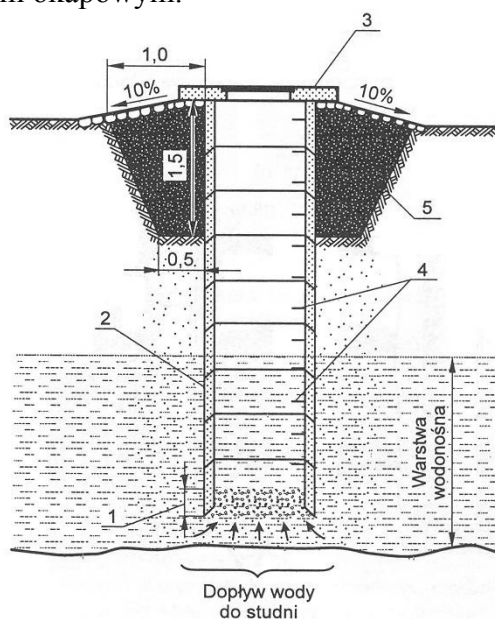
Górna część studni powinna być obłożona tłustą gliną bez kamieni i części obcych.

Szerokość warstwy ochronnej przy powierzchni terenu powinna wynosić $0,15 \div 1,0$ m, głębokość nie powinna być mniejsza od 1,5 m. Warstwę gliny wyprowadza się do powierzchni terenu.

Na ubitej glinie powinna być usypana warstwa piasku o grubości $0,2 \div 0,3$ m, a na niej wykonana wylewka betonowa lub ułożony bruk ze spadkiem $5 \div 10$ % w kierunku od studni.

Obudowa studni powinna być wykonana jako jedna z trzech alternatywnych rozwiązań:

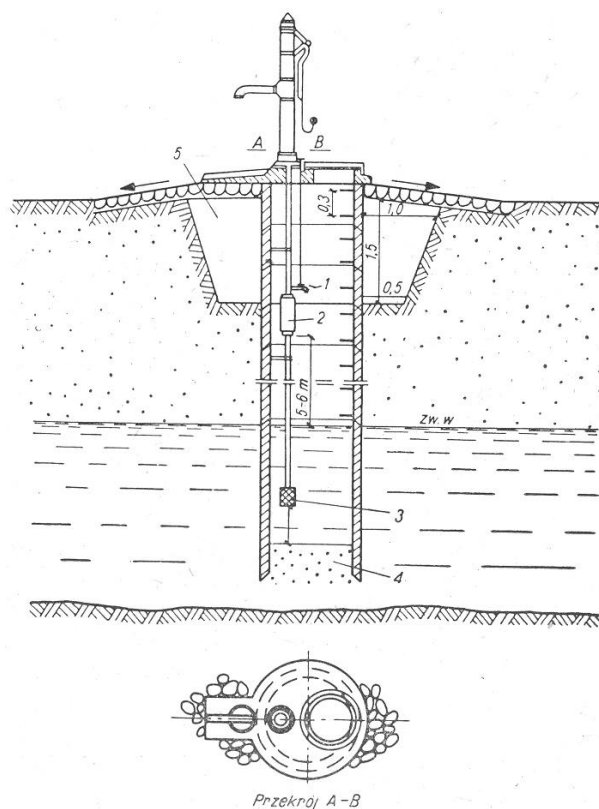
- wyprowadzona ponad powierzchnię terenu na wysokość $0,25 - 0,30$ m i przykryta pokrywą większą o $0,2$ m od średnicy kręgu studziennego,
- wyprowadzona ponad powierzchnię terenu o $0,2$ m jeśli do ujmowania wody zastosowany jest zestaw pompowo – hydroforowy i przykryta szczelną pokrywą,
- wyprowadzona ponad powierzchnię terenu na wysokość co najmniej $0,9$ m i zabezpieczona daszkiem okapowym.



Rys. 15. Schemat studni kopanej z kręgów betonowych [8]

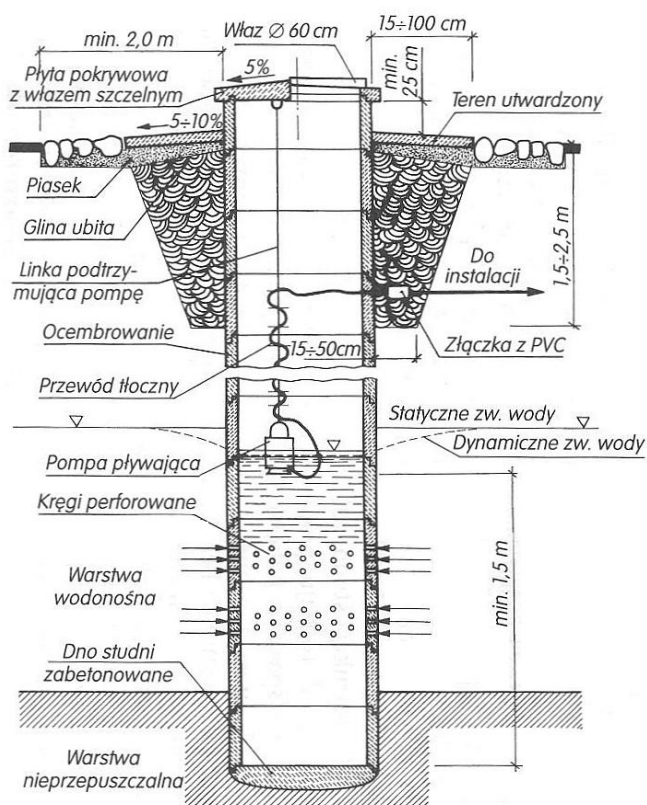
1-warstwa żwiru lub piasku gruboziarnistego, 2-kręgi betonowe, 3-płyta żelbetowa z włazem, 4-stopnie żeliwne, 5-ubita glina

Woda ze studni kopanej ujmowana jest najczęściej pompą ssącą współpracującą z hydroforem, albo poprzez pompę zainstalowaną na pokrywie studni.

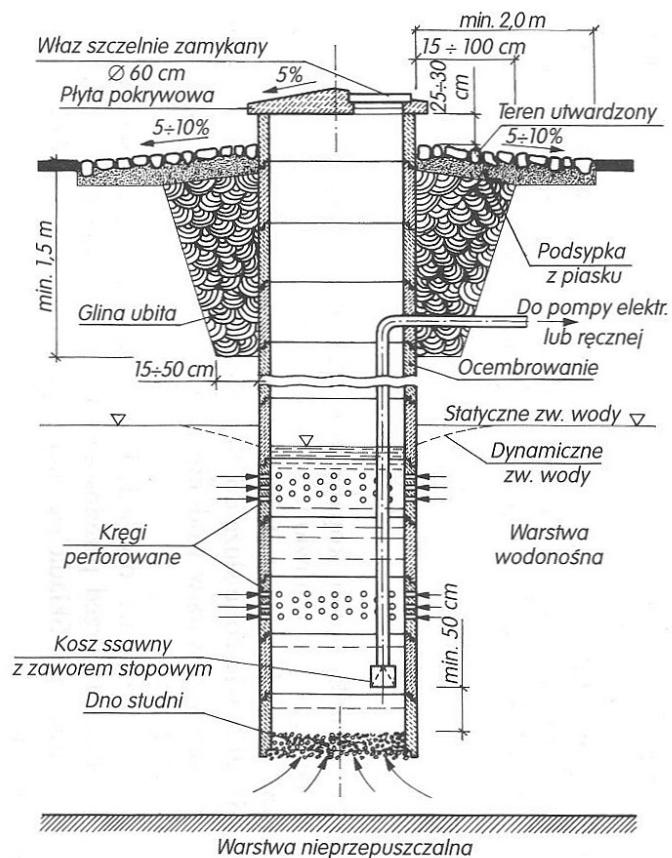


Rys. 16. Studnia kopana [12]

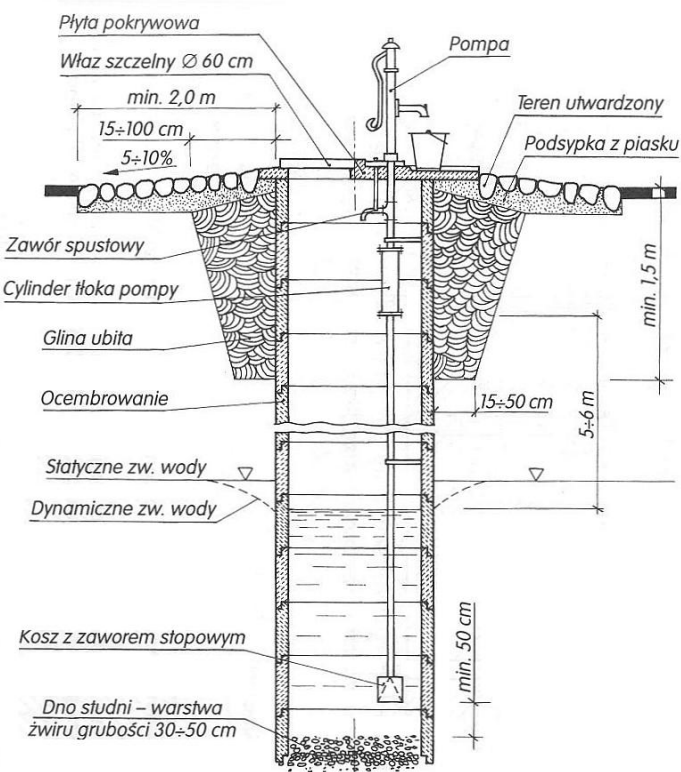
1-zawór spustowy, 2-cylinder pompy ręcznej, 3-kosz ssawny, 4-warstwa żwiru, 5-warstwa ubitej gliny
Przykładowe rozwiązania studni kopanych o różnych sposobach zasilania i czerpania wody:



Rys. 17. Studnia o bocznym napływie wody i czerpaniu jej pompą pływającą [5]



Rys. 18. Studnia o boczo – dennym napływie wody i czerpaniu jej pompą elektryczną lub ręczną umieszczoną poza obudową studni [5]



Rys. 19. Studnia zawieszona w warstwie wodonośnej o napływie wody przez dno i czerpaniu jej pompą stojakową z zabezpieczeniem na zimę [5]

W czasie budowy studni powinny być przestrzegane następujące zasady:

- codziennie przed rozpoczęciem pracy powinien być sprawdzony stan sprzętu i urządzeń pomocniczych,
- w promieniu 2 – 3 m od szybu studziennego nie powinny być umieszczone żadne przedmioty, które mogłyby wpaść do otworu,
- robotnicy pracujący w szybie powinni być wyposażeni w kaski ochronne, szelki i liny asekuracyjne,
- w czasie pracy kopacza w szybie, pracownik będący na powierzchni powinien nie opuszczać stanowiska pracy pełniąc funkcje kontrolne.

Ze względu na technologię wykonania studni najczęściej ujmuje ona wodę z pierwszego, najpłytszego poziomu wodonośnego. Zwykle występuje on bezpośrednio pod warstwą gleby i nie jest przykryty warstwami nieprzepuszczalnymi. Do wody mogą przenikać różne zanieczyszczenia, a woda zanieczyszczona nie nadaje się do picia, jej uzdatnianie jest dość skomplikowane i dla pojedynczego domu nieopłacalne.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do zaplanowania przebiegu ćwiczeń i ich wykonania.

- 1) Z jakich wód podziemnych można pobierać wodę do lokalnego zaopatrzenia?
- 2) Jakie warunki lokalizacyjne muszą być spełnione, aby wybudować studnię?
- 3) Kiedy nie ustanawia się stref ochronnych dla studni?
- 4) Kiedy wybudowanie studni wymaga pozwolenia wodno-prawnego?
- 5) W jaki sposób wykonuje się studnię z filtrem wbijanym?
- 6) W jaki sposób odbywa się napłynięcie wody do studni kopanej?
- 7) Jakie czynności wykonywane są podczas budowy studni kopanej?
- 8) Kiedy na dnie studni kopanej zakłada się filtr odwrotny?
- 9) W jaki sposób zabezpiecza się teren wokół studni kopanej?
- 10) Jak wykonuje się obudowy górne studni kopanej?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Sporządź wykaz czynności, materiałów, sprzętu i narzędzi oraz środków ochrony osobistej dla wykonania studni kopanej w gruncie piaszczystym. Podaj skład ekipy do wykonania zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z instrukcją wykonania ćwiczenia,
- 2) zapoznać się z dokumentacją techniczną zadania,
- 3) zapoznać się z wytycznymi wykonania studni kopanej,
- 4) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 5) na arkuszu papieru wykonać niezbędne zestawienia,
- 6) podać skład ekipy,
- 7) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 8) dokonać oceny ćwiczenia.

4.2. Urządzenia lokalnego ujęcia głęboko położonych wód podziemnych

4.2.1. Materiał nauczania

Studnia wiercona

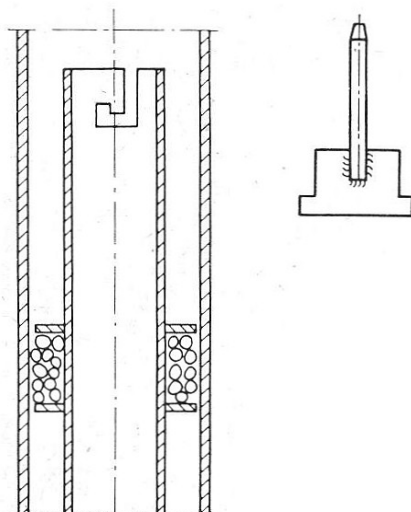
Studnie wiercone stosowane są do ujmowania wód podziemnych z głęboko położonych warstw wodonośnych przykrytych warstwami gruntu nieprzepuszczalnego. Jest to obecnie najlepsze rozwiązanie dla gospodarstw domowych. W studniach wierconych woda ujmowana jest ze znacznie większych głębokości niż w studniach kopanych czy studniach z filtrem wbijanym.

Zasoby wody w tych warstwach są znaczne, nie ma więc problemu z wydajnością studni. Woda ze studni wierconych jest mniej niż w innych studniach narażona na zanieczyszczenia.

Studnia wiercona jest to głęboki otwór o niewielkiej średnicy wykonany w ziemi i zabezpieczony na całej długości ścianką z rur tworzącą przewód, którym podnosi się wodę czerpaną z głębi ziemi.

Elementami każdej studni są:

- 1) kolumna okładzinowa – zabezpiecza ściany otworu wiertniczego przed przedostawaniem się do wnętrza studni materiału ziarnistego, wykonywana jest z połączonych rur stalowych zabezpieczonych przed korozją,
- 2) kolumna filtrowa – jej zadaniem jest umożliwienie dopływu wody do wnętrza studni; składa się z:
 - rury podfiltrowej – znajdującej się poniżej filtru i spełniającej rolę osadnika dla drobnych cząstek mineralnych, o długości 1 – 5 m,
 - filtra właściwego – umożliwia dopływ wody z warstwy wodonośnej do wnętrza studni,
 - rury nadfiltrowej – służącej do wykonania uszczelnienia między nią a rurą okładzinową, oraz do umieszczenia w ściankach rury wycięcia do opuszczania i wyjmowania filtru, długość 2 – 3 m.
- 3) obudowa studni – jest zakończeniem górnej części studni, zabezpiecza przed uszkodzeniem i zanieczyszczeniem.

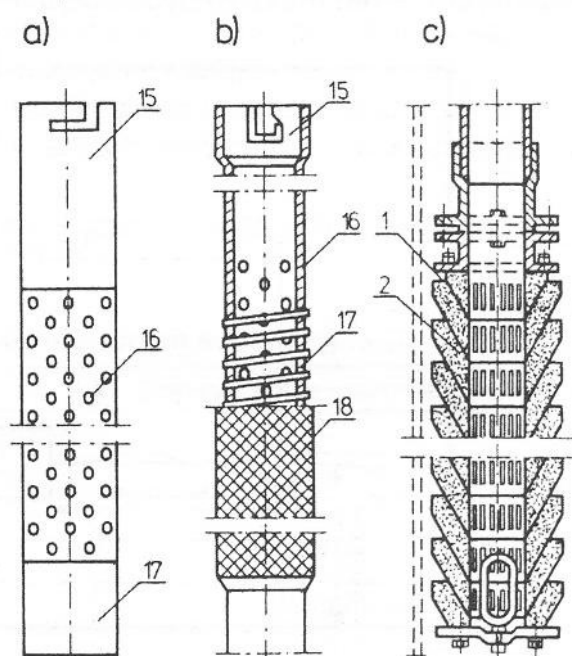


Rys. 20. Klucz do żerdzi i zamek na rurze nadfiltrowej do opuszczania filtru [12]

Zadaniem filtru studziennego jest umożliwienie napływu wody do wnętrza studni z warstwy wodonośnej przy jak najmniejszych oporach hydraulicznych i zatrzymanie cząstek gruntu warstwy wodonośnej.

Rodzaje filtrów:

- szkieletowe perforowane z otworami okrągłymi lub podłużnymi,
- siatkowe wykonane z siatek o różnej gęstości osadzonych na perforowanej rurze szkieletowej,
- żwirowe (obsypkowe) w których powierzchnia filtrująca wykopana jest z różnej granulacji piasku i żwiru ułożonej wokół perforowanej rury szkieletowej.

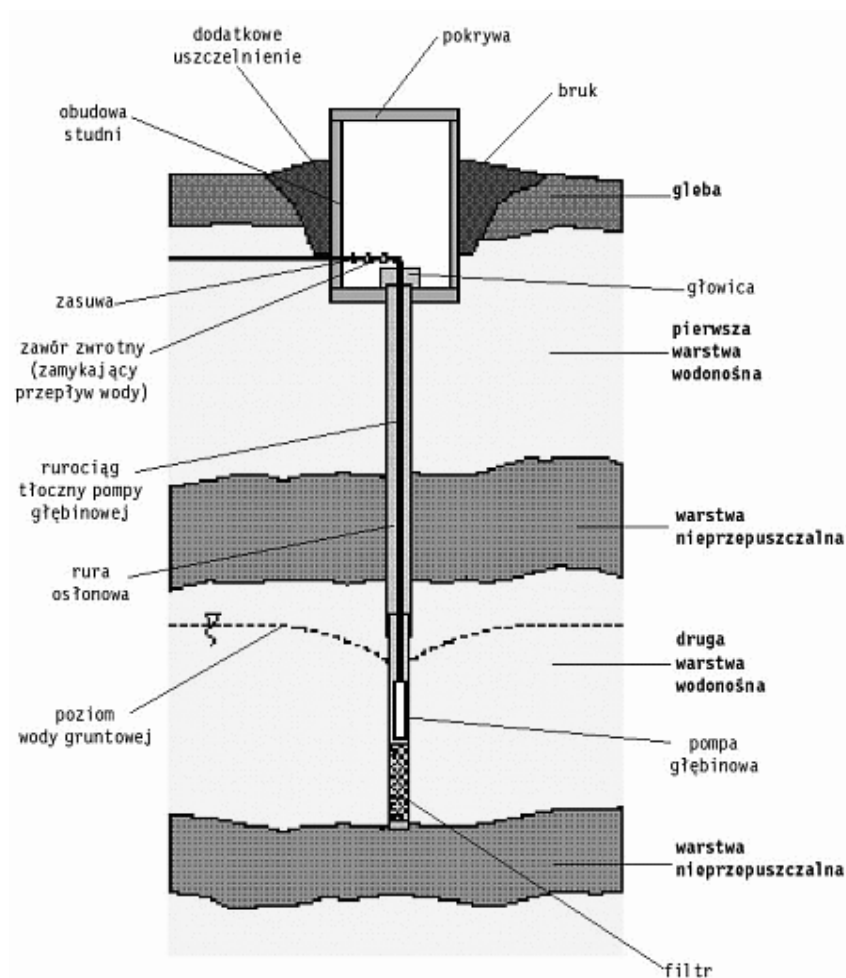


Rys. 21. Schematy filtrów w studni wierconej [8]

a-filtr perforowany, b-filtr siatkowy, c-filtr żwirowy; 15-rura nadfiltrująca, 16-rura filtrująca, 17-rura podfiltrująca, 18-siatka filtracyjna, 19-drut z metalu nierdzewnego, 20-koszyk, 21-filtr żwirowy

Studnię wierconą można wykonać w dwóch wariantach:

- z rurą osłonową - jeśli wodę ujmuje się z głębszych warstw wodonośnych. W otwór w gruncie wykonany wiertnicą opuszcza się rurę osłonową, a następnie w nią - perforowaną rurę filtracyjną, ale na większą głębokość – tak, aby znalazła się w warstwie wodonośnej. Dno studni jest zaślepione. Końcową czynnością jest opuszczenie w głąb studni pompy głębinowej. Górna część studni zakończona jest obudową z kręgów betonowych lub obudową z tworzywa sztucznego. W obudowie znajduje się zakończenie rury osłonowej, głowica (element łączący rurociąg tłoczny pompy głębinowej z przyłączem wodociągowym) i zawory służące do zamknięcia przepływu wody w rurociągu doprowadzającym wodę ze studni oraz zasilanie pompy,
- bez rury osłonowej (studnia wąskorurowa) - jeśli poziom wody w studni podniósł się pod wpływem ciśnienia artezyjskiego i jest kilka metrów poniżej terenu. Sposób wykonania otworu w gruncie jest taki sam, jak w studni z rurą osłonową, ale pozostaje w nim tylko rurę filtracyjną. Opuszcza się ją do warstwy wodonośnej. W studni wąskorurowej ze względu na podniesiony poziom wody można zastosować: pompę ssącą, napędzaną ręcznie pompę z opuszczonym tłokiem, lub małą pompę głębinową, jeżeli średnica rury filtracyjnej na to pozwala. Obudowę studni stanowi betonowy krąg.



Rys. 22. Schemat studni wierconej z rurą osłonową [14]

W obu wariantach studni, aby poprawić warunki dopływu wody, wokół rury filtracyjnej wykonuje się obsypkę (czyli warstwę gruboziarnistego żwiru, którą nasypuje się od góry za pomocą węża). Teren wokół studni w promieniu co najmniej 1 m powinien być wyłożony brukiem ze spadkiem na zewnątrz.

Zasadniczą czynnością przy budowie studni wierconych jest wiercenie. Polega ono na kruszeniu i wydobywaniu urobku z otworu na powierzchnię przy jednoczesnym wprowadzaniu rur okładzinowych do otworu. W skałach litych nie kruszących się orurowanie w trakcie wiercenia nie jest konieczne. Grunt na dnie otworu kruszy się sposobem udarowym lub obrotowym. Urobek wydobywany jest z użyciem narzędzi łyżkowych lub wmywany wodą albo płuczką ilową wtłaczaną do otworu. W czasie wiercenia powinno się jednocześnie wprowadzać kolumny rur wiertniczych.

Wiercenie może być przeprowadzane:

- ręcznie z mechanicznym wydobywaniem urobku dla studni do głębokości 100m,
- z zastosowaniem maszyn wiertniczych.

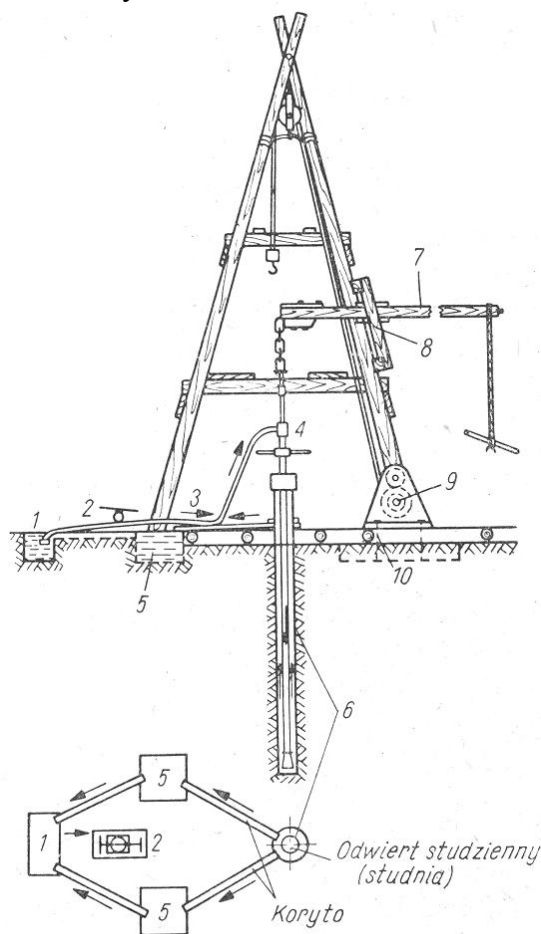
Wiercenie ręczne z użyciem świdra udarowego stosowane jest w miękkich wapieniach i łupkach i polega na skrawaniu skał przez obrót świdra.

Przed rozpoczęciem wiercenia powinny być wykonane czynności wstępne:

- niwelacja i oczyszczenie terenu,
- wybudowanie „budki wiertacza”,
- wybudowanie magazynu podręcznego,
- zorganizowanie zaplecza sanitarnego,

- W skład typowego urządzenia wiertniczego powinny wchodzić:

- Nad szybem powinna być ustawiona wieża wiertnicza, gdzie w górnej części znajdować się powinien zawieszony krążek rolkowy.

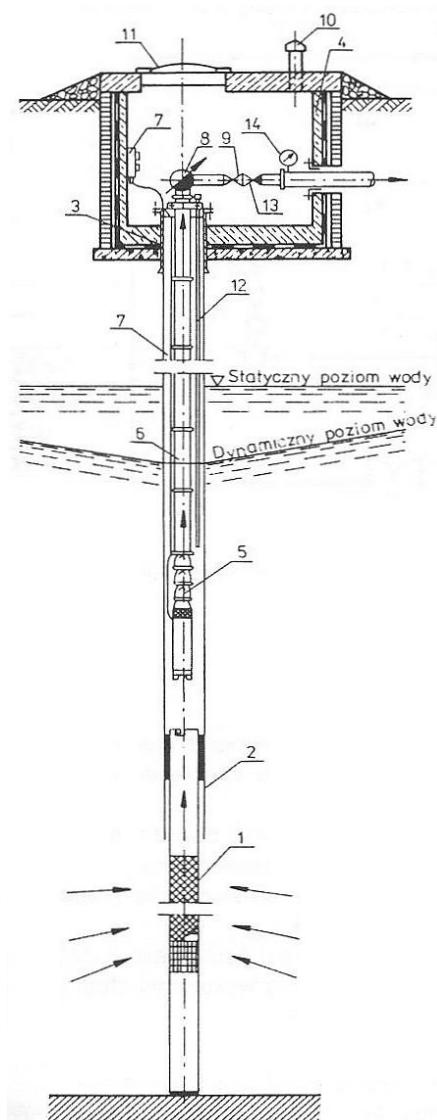


1-zbiornik czystej wody do płuczki, 2-pompa, 3-wąż elastyczny, 4-głowica płuczkowa, 5-osadniki, 6-odwiert studzienny, 7-wahacz, 8-oś wahacza, 9-dźwigarka, 10-zamocowanie dźwigarki

W pokładach suchych i zwięzłych stosuje się wiercenie płuczkowe. Pompa płuczkowa ustawiona w pobliżu otworu wiertniczego na powierzchni terenu tłoczy wodę lub płuczkę ilową przez

elastyczny wąż, głowicę płuczkową, żerdzie wiertnicze na dno odwiertu do świdra. Ciągła praca pompy sprawia, że płuczka wypływa w górę pomiędzy ścianami rur okładzinowych a kolumną żerdzi wiertniczych unosząc urobek z dna odwiertu. W osadnikach następuje sedymentacja osadu, a woda nadosadowa ponownie kierowana jest do otworu wiertniczego.

Po doprowadzeniu odwiertu do podłoża warstwy wodonośnej powinna zostać założona rura podfiltrowa, a po opuszczeniu rur okładzinowych i sprawdzeniu głębokości filtr. Przed opuszczeniem filtru do otworu, górne końce rury nadfiltrowej powinny być nagwintowane na długości ok. 0,3 m w celu wykonania połączenia z rurą okładzinową. Odkręcając stopniowo żerdzie opuszcza się filtr aż do dna odwiertu. Podciągnięcie rur okładzinowych powoduje odsłonięcie części roboczej filtru. Dolna krawędź rur okładzinowych powinna być na tym samym poziomie co górna krawędź roboczej części filtru. Następnie powinna zostać wykonana obudowa studni wierconej.



Rys. 24. Schemat studni wierconej [8]

1-filtr, 2-rura okładzinowa, 3-głowica studni, 4-obudowa studni, 5-pompa z silnikiem, 6-przewód tłoczny, 7-doprowadzenie energii elektrycznej, 9-zasuwa, 10-wywietrznik, 11-właz, 12-rurka obserwacyjna, 13-zawór zwrotny, 14-manometr

Celem sprawdzenia działania studni, określenia jej wydajności, sprawdzenia prawidłowości założenia filtru powinno zostać przeprowadzone próbne pompowanie.

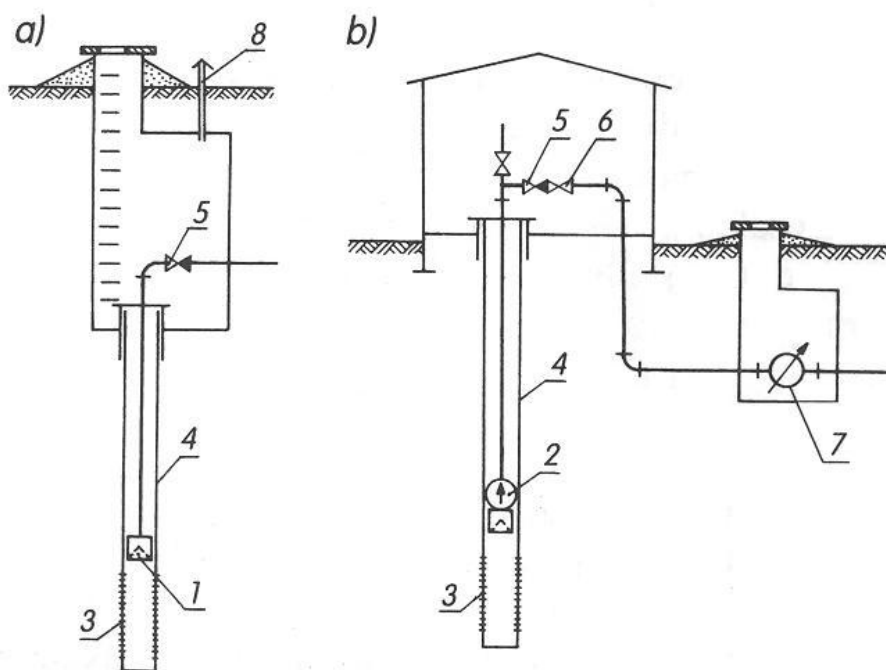
Ma ono na celu oczyszczenie studni z drobnych części piasku i mułów oraz ustalenie wydajności i wahań poziomu zwierciadła wody w czasie pompowania. Trwa ono od 8 do 72 godz. Faza wstępna pompowania próbnego polega na oczyszczeniu studni przez łyżkowanie i usuwanie wody łyżką wiertniczą. W fazie badawczej dokonywane są pomiary wydajności i obserwacja zwierciadła wody w studni. Jeśli w tym czasie wydajność studni nie zmienia się - oznacza to, że filtr został prawidłowo osadzony, a warstwa wodonośna jest zasobna w wodę.

W czasie wykonywania prac związanych z budową studni powinny być przestrzegane zasady bhp obowiązujące przy wykonywaniu prac wiertniczych, zabezpieczone drogi transportowe, pracownicy wyposażeni w odzież roboczą i sprzęt ochrony osobistej.

Obudowa studni jest zakończeniem jej górnej części, zabezpieczającym przed uszkodzeniem, zanieczyszczeniem i wpływami atmosferycznymi. W obudowie znajduje się zakończenie rury osłonowej, głowica (element łączący rurociąg tłoczny pompy głębinowej z przyłączem wodociągowym), zasilanie pompy, oraz umieszczone uzbrojenie: m.in. zawory służące do zamknięcia przepływu wody w rurociągu doprowadzającym wodę ze studni.

Obudowa podziemna powinna sięgać do głębokości 1,8 m, i wystawać ponad teren minimum 0,3 m minimalnej średnicy rury okrągłej (1 m) lub prostokątnej (1m x 1m). W części stropowej powinna być umieszczona rura wywiewna o średnicy 100 mm wyniesiona 0,4 m ponad powierzchnię terenu.

Obudowa nadziemna powinna być umieszczona w budynku o wymiarach 3m x 3m i wysokości minimum 2,5 m.



Rys. 25. Schemat obudów studni wierconych [5]

a-podziemna, b-nadziemna; 1-kosz ssawny, 2-pompa, 3-filtr, 4-rura nadfiltrowa, 5-zawór zwrotny, 6-zawór, 7-wodomierz, 8-wywietrznik

Pompę do studni powinien zamontować tylko wykwalifikowany instalator lub studniarz. On też powinien wykonać pierwsze pompowanie.



Rys. 26. Opuszczanie pompy do studni [14]

Rodzaj pompy powinno się dobierać do głębokości, na jakiej jest woda, a więc i rodzaju studni. Bez względu na rodzaj pompy, jej wydajność dobiera się tak, aby nie przekraczała wydajności studni.

Pobór wody zwykle nie jest równomierny, dlatego pompa czerpiąca wodę ze studni nie pracuje stale, ale okresowo. Jednak częstotliwość włączania się nie może być dowolna.

Każda pompa ma bowiem ściśle określoną dopuszczalną liczbę cykli pracy w ciągu godziny, na które pozwala jej konstrukcja. Zbyt częste włączanie się pompy powoduje przedwczesne zużycie się silnika. Cykl pracy obejmuje jednorazowy czas pracy pompy i postoju. Dla pomp przeznaczonych do gospodarstw domowych przeciętna dopuszczalna liczba cykli to $20 \div 30$ w ciągu godziny. Częstotliwość pracy pompy można zmniejszyć, zwiększając czas postoju między kolejnymi włączeniami. Do tego potrzebne jest „zakumulowanie” ciśnienia oraz zgromadzenie zapasu wody wystarczającego na pokrycie zapotrzebowania na nią podczas postoju pompy.

Woda i ciśnienie są akumulowane w zbiorniku zestawu hydroforowego.

Typ zastosowanej pompy zależy od tego, skąd czerpana jest woda.

Kiedy woda pobierana jest ze studni głębinowej powinny być stosowane pompy głębinowe, współpracujące z membranowym zbiornikiem hydroforowym.

Kiedy woda pobierana jest ze zbiornika bezciśnieniowego gromadzącego wodę deszczową – wystarczy zastosować pompę samozasysającą lub ssąco-tłoczącą, pod warunkiem, że do zbiornika zapewniony jest stały dopływ wody.

Aby prawidłowo dobrać taką pompę, konieczna jest oprócz określenia zapotrzebowania na wodę, dokumentacja geologiczna studni, w której pompa ma być umieszczona. W dokumentacji powinny być zawarte informacje na temat dopuszczalnej wydajności ujęcia, poziomu zwierciadła statycznego wody, depresji, własności fizyko-chemicznych wody surowej oraz technologii uzdatniania wody.

Najpopularniejsze i najczęściej stosowane są pompy głębinowe, ssące, i z opuszczonym tłokiem.

Pompy głębinowe

Przystosowane są do pompowania wody z głębokości nawet kilkudziesięciu metrów. Podczas pracy pompa powinna być całkowicie zanurzona w wodzie. W czasie jej pracy następuje obniżanie się zwierciadła wody. Z tego względu pompa powinna być opuszczona do studni dwadzieścia metrów poniżej zwierciadła dynamicznego, aby w żadnym razie nie wynurzyła się z wody.

Dla potrzeb pojedynczego gospodarstwa domowego wystarczą małe pompy głębinowe o wydajności od $0,3 \text{ m}^3/\text{h}$ do $3,0 \text{ m}^3/\text{h}$, które mogą tłoczyć wodę na wysokość 300 m,

z silnikiem na napięcie 230 V, mocy od 0,2 kW do 2,2 kW i nie wymagające doprowadzania instalacji trójfazowej do budynku



Rys. 27. Widok pompy do studni wierconej[14]

Przeznaczone są do montażu w studniach o średnicach 3" (75 mm) i 4" (100 mm).

Pompę taką dobiera się tak, aby jej wydajność nie przekraczała dopuszczalnej wydajności studni (określonej w dokumentacji geologicznej), a wysokość podnoszenia zapewniała otrzymanie wystarczającego ciśnienia w instalacji domowej przy maksymalnej depresji w studni. Prawidłowo dobrana pompa powinna włączać się nie częściej niż 30 razy na godzinę.



Rys. 28. Przykłady pomp głębinowych [14]

Pompy ssące

Przystosowane są do podnoszenia wody z głębokości kilku metrów. Taką pompę montuje się nad otworem studziennym lub w pewnej odległości od niego (na przykład w domu w piwnicy), a rura zasysająca zapuszczana jest do studni poniżej dynamicznego zwierciadła wody. Odległość w pionie od zwierciadła do pompy nie może przekroczyć pięciu metrów. Pompa mimo, że tania, sprawia dużo kłopotów w eksploatacji. Jeśli rura zasysająca ma za małą

średnicę, może w niej dojść do kawitacji, czyli wrzenia wody na skutek obniżenia ciśnienia. Wydzielające się wówczas pęcherzyki pary niszczą materiał rury i pompy.

Pompy z opuszczanym tłokiem

Mogą być stosowane w studniach nawet bardzo głębokich o wysokości podnoszenia do 30÷40 metrów, ale takich, z których woda czerpana jest nieregularnie małymi porcjami. Napędzane są ręcznie, a tłok opuszczony jest jak najbliżej poziomu wody.

Pompy samozasysające od głębinowych różnią się m.in. wydajnością i warunkami pracy. Znacznie tańszą pompę samozasysającą montuje się obok zbiornika hydroforowego, lub na jego powierzchni. W tym ostatnim przypadku zwykle jest to zestaw produkowany w całości przez jedną firmę. Pompę i hydrofor umieszcza się w gospodarczym pomieszczeniu wewnątrz domu. Zaletą tego typu rozwiązania jest niewielka cena zestawu (od kilkuset do ponad tysiąca złotych). Wadą przy dużym rozbiórze wody i małym zbiorniku hydroforowym będzie uciążliwy hałas włączającego się często silnika pompy. Bezgłośnie pracą systemu hydroforowego zapewni natomiast pompa głębinowa, która znajduje się poza budynkiem - jest ona zanurzona na stałe w studni, min. 1 m pod powierzchnią wody. Pompy głębinowe są z reguły także znacznie bardziej wydajne od samozasysających, jednak znacznie od nich droższe.

W studniach wierconych pompy powinny być zamontowane w położeniu pionowym. Przed opuszczeniem do studni pompę łączy się z rurą tłoczną, którą woda doprowadzana jest do instalacji wodociągowej. Najczęściej stosuje się rury ze stali ocynkowanej lub z tworzyw sztucznych.

Pompę opuszcza się do studni za pomocą linek stalowych przymocowanych do górnej części korpusu pompy.

Pompę umieszcza się nad filtrem studni, na takiej głębokości, by nawet przy maksymalnie obniżonym zwierciadle wody ponad pompą pozostawał jeszcze co najmniej 1 m wody. Linki mocuje się do uchwyty, który znajduje się w obudowie studni. Kabel zasilający należy przymocować do rury tłocznej opaskami kablowymi w odstępach co 3 metry.

Zabronione jest opuszczanie i podnoszenie pompy za pomocą kabla elektrycznego.

Jeśli średnica pompy jest znacznie mniejsza od średnicy studni, to pompę trzeba umieścić w tak zwanym płaszczu ssawnym (rurze, której średnica jest większa niż średnica pompy, ale mniejsza niż średnica studni). Zapewnia on odpowiednią prędkość przepływu wody wzdłuż silnika i jego chłodzenie.

Pompę można włączyć tylko wtedy, gdy jest całkowicie zanurzona w wodzie. Pierwsze pompowanie powinno trwać tak długo, aż z instalacji popłynie całkowicie czysta woda - dopiero wówczas pompę można wyłączyć. Jeśli zrobi się to za wcześnie, to pompa lub zawór zwrotny mogą się zatkać. Jeśli mimo długotrwałego pompowania w wypływającej wodzie jest piasek, znaczy to, że filtr w studni jest źle dobrany lub wadliwie wykonany.

Pompa nie może pracować, gdy zamknięte są zawory odcinające. Brak przepływu wody w studni może doprowadzić do nadmiernego nagrzania, a nawet przegrzania silnika. Pracą pompy steruje łącznik ciśnieniowy, który najczęściej umieszcza się przy hydroforze. Minimalne i maksymalne wartości ciśnienia ustawiane są podczas montażu pompy, tak by zapewnić odpowiednie ciśnienie w instalacji wodociągowej.

Pompa włącza się samoczynnie, gdy ciśnienie spadnie poniżej minimalnego ciśnienia, a wyłącza, gdy ciśnienie wzrośnie do wartości maksymalnej. Jeśli wodę ze studni wykorzystuje się tylko do podlewania ogrodu, to pracą pompy można sterować ręcznie.

Aby pompa głębinowa pracowała bezawaryjnie, konieczne jest odpowiednie jej zabezpieczenie.

Każda pompa powinna posiadać fabryczne zabezpieczenia elektryczne przed:

- zmianami napięcia w sieci,
- brakiem fazy,

- przeciążeniem,
- niedociążeniem,
- przepięciami,
- zablokowaniem mechanicznym itp.

Funkcję tę pełnią wyłączniki ochronne silnika. Rodzaj zabezpieczenia zależy od typu pompy i rodzaju zasilania (jedno- czy trójfazowe).

Nie mniej ważne jest zabezpieczenie pompy przed pracą bez wody. Praca w takich warunkach mogłaby spowodować poważne uszkodzenie silnika i całej pompy. Aby zabezpieczyć przed pracą na sucho, w studni umieszcza się czujniki poziomu wody (sondy). Przesyłają one impulsy do tablicy elektrycznej i gdy poziom wody spadnie poniżej minimalnego poziomu - wymaganego dla jej prawidłowej pracy - pompa jest wyłączana.

Niektóre pompy mają specjalną konstrukcję silnika z wbudowanymi zabezpieczeniami, które chronią go np. przed zmianami napięcia elektrycznego w sieci, czy pracą na sucho. Silniki takie nie wymagają umieszczania w studni czujników poziomu wody lub innych zabezpieczeń i można je podłączać bezpośrednio do sieci elektrycznej.

Pompy są też zaopatrzone w sterowniki pracy, co ułatwia pracę pompy, ostrzega o zakłóceniach i minimalizuje ryzyko awarii.

W układzie zaopatrzenia indywidualnego gospodarstwa domowego w wodę powinien zostać wbudowany zestaw wodomierzowy, aby kontrolować ilość wody pobieranej ze studni i wykorzystywanej w budynku.

Wielkość wodomierza określają między innymi: przepływ nominalny i średnica nominalna.



Rys. 29. Widok wodomierza[14]

Przepływ nominalny to taki, przy którym wodomierz mierzy zużycie wody z dopuszczalnym błędem. Przyjmuje się, że jest on równy połowie maksymalnego przepływu, jaki może być zmierzony za pomocą danego wodomierza.

Przepływ nominalny zależy od ilości zużywanej wody i tak wynosi:

- w domach jednorodzinnych - $2,5 \text{ m}^3$ wody na godzinę,
- w mieszkaniach - $1,0$ lub $1,5 \text{ m}^3$ na godzinę.

Jeśli przepływ wody jest dużo mniejszy od nominalnego, to wodomierz go po prostu nie zarejestruje. Pracownik zakładu wodociągowego może odmówić zatwierdzenia takiego wodomierza.

Średnica nominalna to średnica przewodu, na którym może być zamontowany wodomierz.

W domach jednorodzinnych jest to zwykle 10, 15 lub 20 mm.

Wodomierz powinien być zamontowany na przewodzie o średnicy równej średnicy wodomierza, ale dopuszczalne jest zamontowanie go, kiedy jego średnica jest mniejsza od średnicy przewodu.

Nie wolno montować wodomierza o średnicy większej od średnicy przewodu.

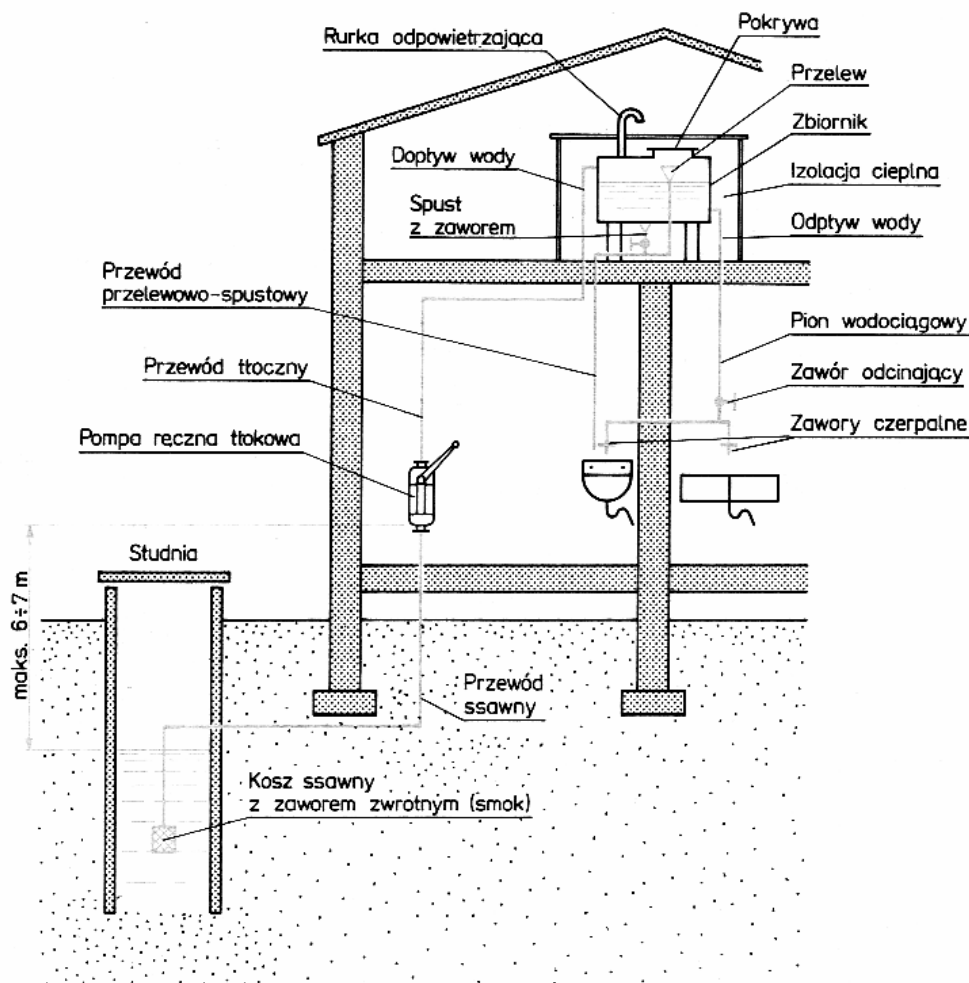
Dobrze dobrany wodomierz to taki, który mierzy największy i najmniejszy przepływ wody, jest dopasowany do średnicy przewodu oraz wytrzymuje ciśnienie i temperaturę w instalacji.

4.3. Instalacje lokalnych ujęć wody

4.3.1. Materiał nauczania

Różne sposoby rozwiązań technicznych instalacji typu pompa zbiornik-górny

W celu wykorzystania zasobów wodnych oraz ich magazynowania najprostszym i nadal często stosowanym sposobem jest zastosowanie zbiornika górnego umiejscowionego najczęściej na najwyższej kondygnacji budynku, do którego wypompowywana jest woda z pobliskiego ujęcia z użyciem pompy.

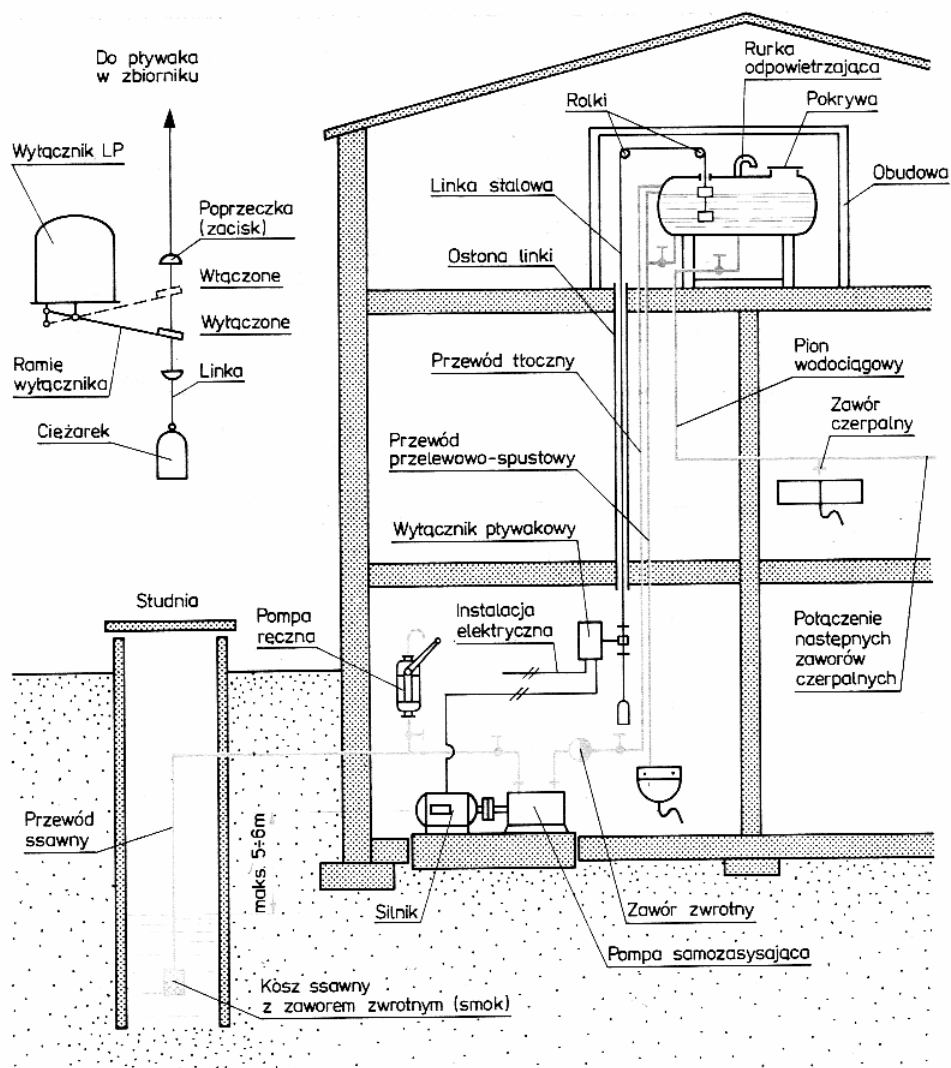


Rys. 30. Schemat instalacji ze zbiornikiem górnym i pompą z napędem ręcznym [6]

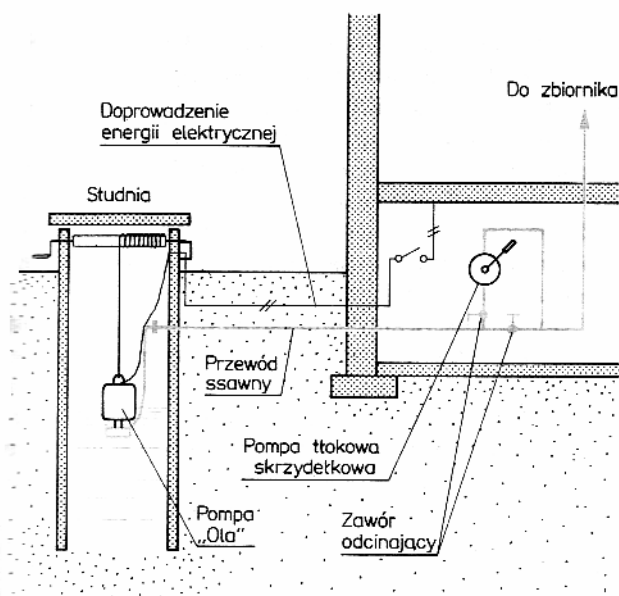
Wykorzystana w tej instalacji pompa ręczna łopatkowa lub tłokowa zasysa wodę z pobliskiej studni wciągając ją do zbiornika górnego, skąd rozprowadzana jest do punktów czepalnych.

Układ wyposażony jest w system zabezpieczenia, który sygnalizuje przepełnienie zbiornika (całkowite napełnienie). Odprowadzenie nadmiaru zgromadzonej wody odbywa się przewodem umiejscowionym w górnej części zbiornika połączonym z odpływem do kanalizacji.

W układ pompa - zbiornik górny można włączyć pompę zasilaną energią elektryczną. Sterowanie pompy polega na jej ręcznym włączeniu i wyłączeniu za pomocą wyłącznika zlokalizowanego w tym samym pomieszczeniu, co przewód sygnalizujący napełnienie zbiornika. Aby instalacja pracowała prawidłowo powinny być wmontowane dwa zawory odcinające spełniające funkcję regulacyjną pozwalającą na wybór sposobu napełnienia zbiornika.



Rys. 31. Schemat instalacji ze zbiornikiem górnym i pompą samozasysającą sterowaną wyłącznikiem pływakowym [6]



Rys. 32. Schemat instalacji ze zbiornikiem górnym i pompą pływaką OLA [6]

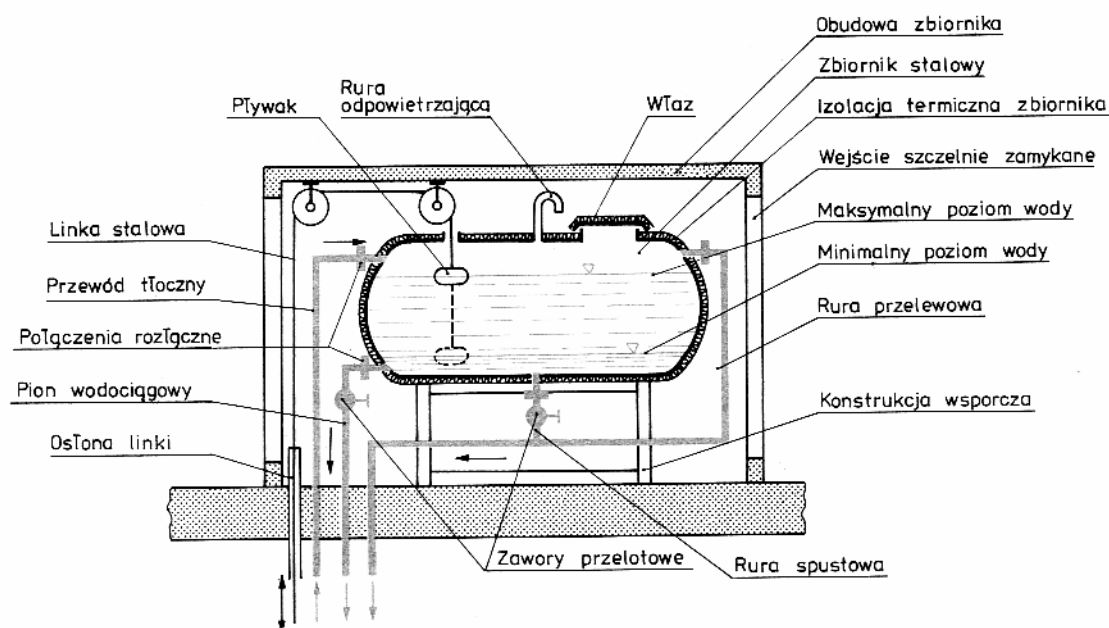
Sterowanie pracą pompy może być przeprowadzone z wykorzystaniem sterownika pływakowego umiejscowionego w zbiorniku. Jego położenie względem lustra wody włącza lub przerywa pracę pompy.

Objętość zbiornika górnego w przedziale od 100 do 500 dm³ zapewnia użytkownikom pewność zaopatrzenia w wodę.

Zbiorniki wykonuje się dostosowując ich kształt do możliwości usytuowania w budynku.

Są to:

- prostokątne zbiorniki stalowe o grubości ścianek 3 mm wzmacniane i zabezpieczane antykorozyjnie za pomocą powłok lakierniczych,
- zbiorniki w formie stalowych ocynkowanych walczków.



Rys. 33. Zbiornik górny z uzbrojeniem [6]

Prawidłowo wykonany zbiornik górny powinien zawierać w swej konstrukcji króćce, do których podłączone są przewody: tłoczny, pionu wodociągowego, przelewowy i spustowy. Ich średnice dostosowane są do zapotrzebowania na wodę w indywidualnym gospodarstwie domowym.

Każdy ze zbiorników powinien spełniać warunki zapewniające przechowywanie wody w warunkach higienicznych i być wyposażony w elementy pozwalające na jego prawidłowe podłączenie, oraz umożliwiać dokonywanie okresowych przeglądów konserwatorskich.

Właściwa izolacja zbiornika pozwala utrzymywać stałą temperaturę magazynowanej wody nie pozwalając na jej przegrzewanie latem oraz zamarznięcie zimą.

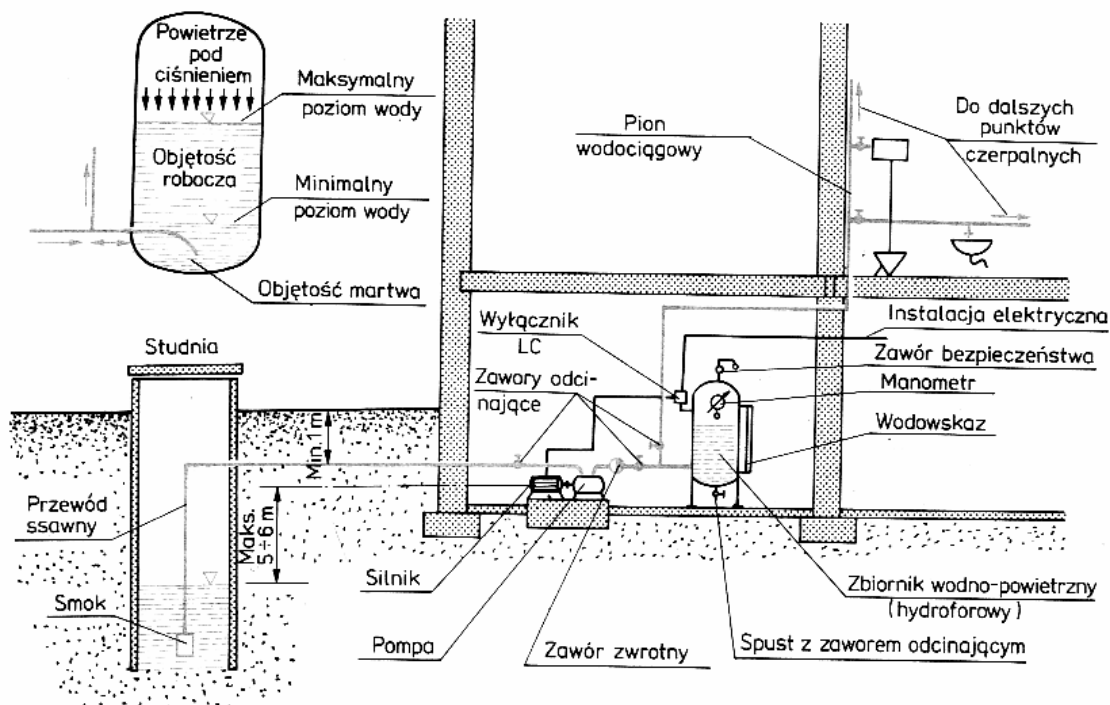
Do zaizolowania zbiornika wykorzystuje się praktycznie każdy ze znanych i dostępnych materiałów izolacyjnych.

Przed przystąpieniem do ustawiania zbiornika należy zwrócić uwagę, iż jego ciężar ma bezpośredni wpływ na konstrukcję budynku, a jego lokalizacja powinna zapewnić bezpieczeństwo użytkownikom tego budynku.

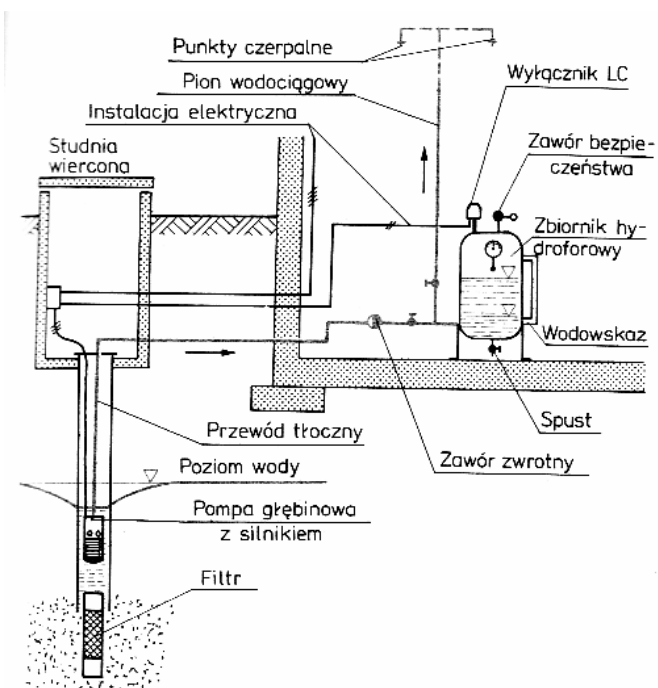
Obecnie, aby woda z lokalnego ujęcia wody miała odpowiednie ciśnienie w każdym punkcie czerpalnym, nawet na najwyższej kondygnacji, instalacja powinna współpracować z zestawem hydroforowym - zamkniętym zbiornikiem wodno-powietrznym.

Zestaw hydroforowy, często potocznie zwany hydroforem, to zespół urządzeń, w skład którego wchodzi: pompa, zbiornik wodno-powietrzny (hydrofor) i przełącznik ciśnieniowy. Zadaniem zestawu jest zapewnienie odpowiedniego, stabilnego ciśnienia w domowej instalacji wodociągowej. Zestaw hydroforowy powinien być zainstalowany, gdy dom jest zaopatrywany w wodę z przydomowej studni.

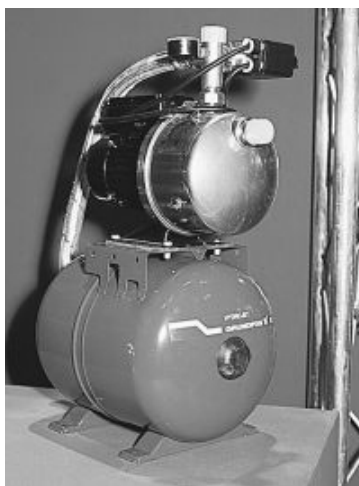
Pobór wody zwykle nie jest równomierny, dlatego pompa czerpiąca wodę ze studni nie pracuje stale, ale okresowo. Do tego potrzebne jest „zakumulowanie” ciśnienia oraz zgromadzenie zapasu wody wystarczającego na pokrycie zapotrzebowania podczas postoju pompy. Woda i ciśnienie są akumulowane w zbiorniku zestawu hydroforowego.



Rys. 34. Schemat urządzenia hydroforowego z pompą samozasysającą [6]



Rys. 35. Schemat urządzenia hydroforowego z pompą głębinową [6]



Rys. 36. Hydrofor membranowy – widok [14]

W układach hydroforowych pompa – zbiornik hydroforowy pracować mogą pompy różnego typu: od samozasysających do głębinowych.

Każda z pomp współpracujących w układzie powinna być dobrana zgodnie z jej przeznaczeniem i dokumentacją techniczną. Źle dobrana pompa lub zbiornik hydroforowy, skutkuje częstymi awariami oraz zwiększonym zużyciem energii elektrycznej, co może spowodować nieekonomiczność użytkowania.

W zbiorniku hydroforowym nad zwierciadłem wody znajduje się poduszka sprężonego powietrza (stąd nazwa zbiornik wodno-powietrzny). Kiedy pompa nie pracuje, woda jest pobierana ze zbiornika. Powietrze się rozpręża, wypierając ją stamtąd do instalacji wodociągowej. Ciśnienie powietrza w zbiorniku spada, aż osiągnie ustaloną wartość minimalną. Wówczas włącza się pompa i tłoczy wodę ze studni do zbiornika. Powoduje to sprężanie powietrza do ustalonego ciśnienia maksymalnego, po czym pompa wyłącza się.

Zasadą działania zestawu hydroforowego jest proces włączania i wyłączenia pompy po osiągnięciu przez hydrofor ciśnienia właściwego dla minimalnego i maksymalnego napełnienia zbiornika.

Pompa powinna pracować ekonomicznie, producent określa ekonomiczny zakres pracy pompy odpowiadający najwyższej sprawności. Taką pracę pompy zapewnia wyłącznik ciśnieniowy np. typu LCA współpracujący z układem sprężarki powietrznej zapewniającej aktualny poziom ciśnienia powietrza w zbiorniku. Zależnie od ciśnienia powietrza w hydroforze wyłącznik uruchamia bądź wyłącza pompę.

Użytkowanie zgromadzonej wody może być dokonywane ciągle bez zwracania uwagi na to, czy pompa pracuje, czy nie. Układ taki jest idealny dla codziennego bytowania człowieka ze względu na jego bezobsługowość oraz fakt, iż zgromadzona woda transportowana jest do punktów czerpalnych pod właściwym ciśnieniem. Pozwala to na umiejscowienie zestawu hydroforowego w piwnicy budynku bądź też w studni. Dla zapewnienia bezawaryjnego działania i łatwego dozoru nad zestawem dodatkowymi elementami wyposażenia hydroforu są: zawory odcinające, zawory zwrotne, manometr, zawór bezpieczeństwa, wodowskaz i spust.

Aby prawidłowo dokonać ustawienie cyklu pracy hydroforni powinny być wykonane następujące czynności w określonej kolejności:

- uruchomić pompę która wtłacza wodę do hydroforu tak długo aż ciśnienie wewnątrz zbiornika wynosić będzie około 3bar co odpowiada maksymalnemu ciśnieniu wody w zbiorniku,
- nastawić łącznik LCA w taki sposób aby styki zostały rozwarne,

- opróżniać systematycznie zbiornik z wody kontrolując wskazania manometru, do czasu uzyskania żądanej wartości ciśnienia minimalnego przy którym powinno nastąpić włączenie pompy,
- ustawić wyłącznik LCA w takiej pozycji aby jego styki zostały zwarte,
- uruchomić pompę przy zastosowaniu wyłącznika LCA i obserwować pracę pompy kontrolując jednocześnie wartość ciśnienia na manometrze, przy którym następuje włączenie i zatrzymanie pompy.

Czynności te należy powtarzać tak długo aż praca zestawu hydroforowego będzie płynna i zgodna z wymaganiami.

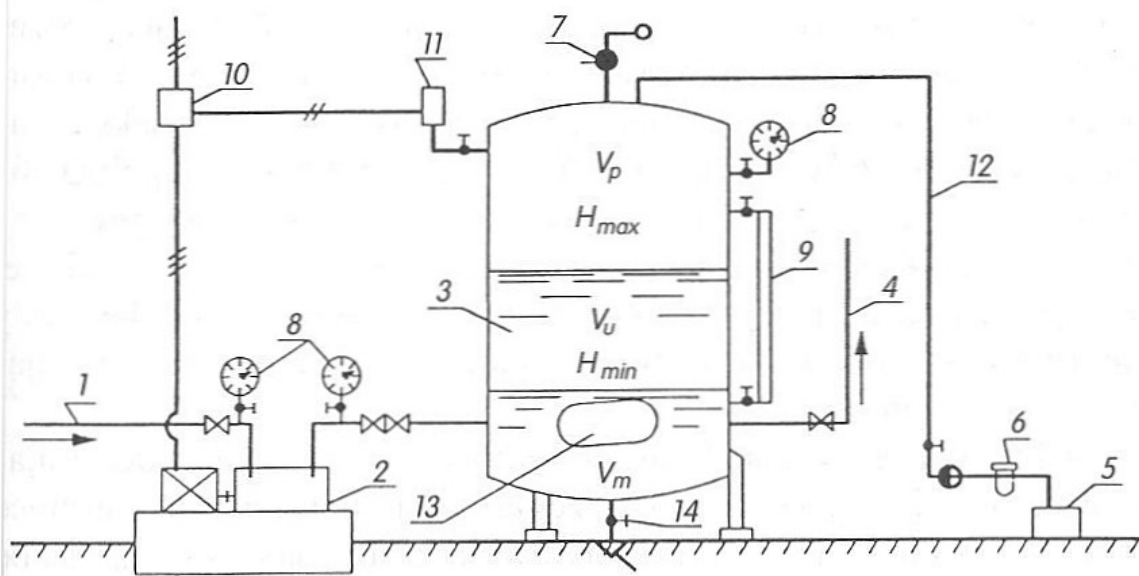
Po dokonaniu ustawienia wartości ciśnienia minimalnego i maksymalnego dla pracy pompy kolejną czynnością jest ustalenie ilości powietrza będącego „tłokiem” dla uzyskania żądanego ciśnienia w instalacji.

Po zapoznaniu się z dokumentacją techniczną – ruchową sprężarki powietrznej oraz z wymaganiami określonymi przez producenta dla zbiornika hydroforowego (jeśli dane techniczne obsługi hydroforu nie podają inaczej) poduszka powietrzna zgromadzona w hydroforze powinna zajmować około od 1/3 do 3/4 objętości zbiornika przy jego maksymalnym napełnieniu wodą.

Do kontroli stanu napełnienia stosowana jest rurka wodowskazowa z podziałką.

Przewody czerpiące wodę ze studni (ssawne) i tłoczące wodę do instalacji (tłoczne) powinny być uzbrojone w zawory zwrotne. Zestaw hydroforowy z pompą samozasysającą wymaga zwykle zalania wodą przed pierwszym rozruchem. Na końcu przewodu ssawnego w studni znajduje się kosz ssawny z zaworem zwrotnym, który w trakcie eksploatacji zabezpiecza przed opróżnieniem się przewodu ssawnego i pompy. Uszkodzony zawór zwrotny uniemożliwia ponowne zassanie cieczy przez pompę.

Zgodnie z przepisami Urzędu Dozoru Technicznego (UDT) na zbiorniku ciśnieniowym powinien być zamontowany zawór bezpieczeństwa ustawiony na ciśnienie wyższe od ciśnienia pracy o około 10%. W przypadku przekroczenia w hydroforze maksymalnego ciśnienia roboczego zawór ten powinien otworzyć się upuszczając nadmiar sprężonego powietrza nie pozwalając na gwałtowne rozszczelnienie zestawu hydroforowego.



Rys. 37. Schemat urządzenia hydroforowego [5]

1-przewód dopływowy, 2-zespół pompowy, 3-zbiornik hydroforowy, 4-przewód odpływowy, 5=sprężarka, 6-odolejacz, 7-zawór bezpieczeństwa, 8-monometr, 9-wodowskaz, 10-stycznik, 11-wyłącznik ciśnieniowy, 12-przewód sprężonego powietrza, 13-właz, 14-spust; V_p - pojemność sprężonego powietrza, H_{max} - wysokość ciśnienia maksymalnego, V_u - pojemność użytkowa zbiornika, H_{min} - wysokość ciśnienia minimalnego, V_m - pojemność martwa

Najmniejsze zbiorniki tradycyjnych zestawów hydroforowych mają pojemność 100 dm³ i są wolno stojące. Najczęściej współpracują z pompami wirowymi samozasysającymi. Tradycyjne wolno stojące zbiorniki hydroforowe powinny być ustawione w odległości co najmniej 0,6 m od ściany i mieć wolny dostęp od strony otworu kontrolnego. Odległość pompy (lub fundamentu pompy, jeżeli jest wymagany) od ściany nie powinna być mniejsza niż 0,5 m.



Rys. 38. Widok zbiornika hydroforowego [14]

Nowoczesne zbiorniki membranowe, najczęściej stosowane w zestawie z pompami samozasysającymi, są mniejsze i zwykle mają pojemność 20, 24, 50 lub 100 dm³.

Zbiorniki nowoczesnych zestawów hydroforowych są wyposażone w całkowicie szczelną membranę oddzielającą wodę od poduszki sprężonego powietrza, i są dzięki temu znacznie mniejsze od tradycyjnych. Mają zwartą (kompaktową) budowę, małe wymiary i pojemność, są znacznie mniej hałaśliwe podczas pracy i gwarantują wysoki komfort użytkowania.

Materiał membrany i powłoka wewnętrzna zbiornika muszą mieć atest Państwowego Zakładu Higieny dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną

Zbiorniki małe mogą być zamontowane na pompie lub pod nią, zmieszczą się nawet pod zlewozmywakiem, a większe są wolnostojące.



Rys. 39. Usytuowanie hydroforu pod zlewozmywakiem [14]



Rys. 40. Hydrofor membranowy – widok [14]

Wielkość zestawu zależy od zapotrzebowania na wodę (wydajności) i wysokości podnoszenia pompy. Pojemność (objętość) zbiornika ciśnieniowego można dobrać z tabeli producenta zestawu hydroforowego uwzględniając zapotrzebowanie na wodę w gospodarstwie domowym - czyli ilość wody, jaką pompa (hydrofor) powinna dostarczyć w jednostce czasu (w budynku zamieszkanym przez czteroosobową rodzinę średnie zapotrzebowanie na wodę wynosi około $2 \text{ m}^3/\text{h}$) i wartość minimalnego ciśnienia przed najwyżej położonym odbiornikiem, (od 0,2 do 0,25 MPa dla domu jednorodzinnego). Często wartość ciśnienia wody jest określana dla grupy odbiorników, dla których dla zachowania prawidłowej pracy ciśnienie to powinno wynosić nie mniej niż:

- 0,1 MPa - dla przepływowego podgrzewacza,
- 0,3 MPa - dla baterii z bieżącymi wodnymi,
- 0,3-0,5 MPa - dla układu zraszaczy ogrodowych.

Zgodnie z przepisami pomieszczenie z tradycyjnym zestawem hydroforowym powinno:

- mieć wymiary nie mniejsze niż: 2,0 x 2,5 m w rzucie i 2,2 m wysokości,
- być wyposażone w wodoszczelną instalację elektryczną,
- być oświetlone,
- mieć instalację grzewczą, która zapewni minimalną temperaturę $+5^\circ\text{C}$,
- mieć wentylację zapewniającą 1,5-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny,
- być wyposażone w wpusty kanalizacyjne, umożliwiające odprowadzenie wody w ilości odpowiadającej maksymalnej wydajności pompy, aby w razie awarii hydroforu pompowana woda mogła swobodnie odpłynąć do kanalizacji; posadzka pomieszczenia musi być ułożona ze spadkiem 1% w kierunku wpustów.

W większości zestawów hydroforowych z tyłu silnika znajduje się wentylator zapewniający utrzymanie jego niskiej temperatury. Ponieważ pobiera on powietrze do chłodzenia z pomieszczenia, temperatura w pomieszczeniu nie powinna przekraczać 40°C .

Od 1 stycznia 2001 roku ujednolicono polskie przepisy dotyczące ocen wyrobów i procesów ich wytwarzania z wymogami obowiązującymi w Unii Europejskiej. Od tej pory wszystkie zbiorniki hydroforowe o wartości iloczynu ciśnienia i pojemności powyżej $0,005 \text{ MPa}\cdot\text{m}^3$ podlegają przepisom UDT. Przed dopuszczeniem do sprzedaży takie zbiorniki (na przykład zbiornik o pojemności 25 dm^3 i nadciśnieniu 0,2 MPa) muszą otrzymać dokument poświadczający, że są wykonane zgodnie z przepisami UDT. Pompy hydroforowe o mocy poniżej 2,5 kW, niezmontowane w gotowe zestawy, oraz gotowe zestawy hydroforowe o iloczynie poniżej $0,03 \text{ MPa}\cdot\text{m}^3$ muszą posiadać Znak Bezpieczeństwa "B".

Wszystkie instalacje wodociągowe wykonane na potrzeby lokalnego zaopatrzenia w wodę ze studni z zastosowaniem zbiorników otwartych czy ciśnieniowych podlegają takim samym wymogom jak instalacje, dla których źródłem wody jest sieć wodociągowa. Próby szczelności muszą być zgodne z obowiązującymi wytycznymi.



Rys. 41. Połączenie hydrofor z instalacją – widok [14]

Najczęstszymi przyczynami awarii są:

Tabela 1. Zapobieganie najczęściej występującym awariom hydroforów [opracowanie własne]

Lp.	Przyczyna awarii	Opis	Skutek	Zapobieganie
1	Zasysanie powietrza	Braku prądu elektrycznego w tradycyjnych zbiornikach hydroforowych (bez membrany).	Niekontrolowane opróżnienia zbiornika z wody oraz ucieczka powietrza do pompy i instalacji wewnętrznej (między zwierciadłem wody a poduszką powietrzną nie ma przegrody); rozregulowanie pracy zestawu hydroforowego i hałas w wewnętrznej instalacji wodociągowej.	Założyć urządzenie podtrzymujące napięcie na czas wyłączenia pompy z układu
		Obniżenie poziomu zwierciadła wody poniżej kosza ssawnego pompy.	Pompa będzie zasysała powietrze i silnik się przegrzeje lub przepali.	Założyć czujnik termiczny.
2	Ubytek powietrza	W tradycyjnych zestawach hydroforowych powietrze stopniowo rozpuszcza się w wodzie (nie ma membrany).	Rozregulowanie pracy zestawu hydroforowego	Uzupełnić poduszkę powietrzną poprzez dotłoczenie sprężonego powietrza.
3	Roszenie się zbiornika	Wilgotne powierzchnie zewnętrzne	Zniszczenie korozyjne zbiornika.	Zapewnić dobrą wentylację pomieszczenia hydroforni lub założyć izolację przeciwwilgociową.
4	Zagniwanie wody w zbiorniku	Woda posiada zmienione parametry jakościowe; długi czas przebywania wody w zbiorniku	Woda niezdatna do picia i na potrzeby gospodarcze	Opróżnić i oczyścić zbiornik.
5	Drgania	Zbiornik drży w czasie pracy układu.	Rozszczelnienie połączeń, uciążliwość dla otoczenia.	Wytłumić za pomocą gumowych podkładek włożonych pod podstawę hydroforu
6	Głośna praca pompy	Praca pompy nie jest rytmiczna, występują charakterystyczne odgłosy „buczenia” pompy.	Zapowietrzenie przewodu ssawnego	Sprawdzić poziom wody w studni.

Praca każdego układu z zastosowaniem zbiornika hydroforowego jest zautomatyzowana, a czynności i operacje, to m.in.:

- wywoływanie i przekazywanie sygnałów do włączania i wyłączania pompy,
- sterowanie pracą armatury zaporowej na przewodzie ssawnym i tłocznym,
- kontrola wartości parametrów charakterystycznych dla pompy: wydajności, ciśnienia, temperatury pracy elementów pompy,
- unieruchamianie pompy w przypadkach awarii,
- blokada pracy pompy w przypadku pracy na sucho, przegrzania łożysk, uszkodzenia zasilania.

Woda pobrana ze studni i znajdująca się w instalacji zanim trafi do odbiorcy powinna odpowiadać normom jakościowym zgodnym z wymaganiami wody do picia i na potrzeby gospodarcze.

Woda z ujęcia lokalnego zawiera związki humusowe, związki żelaza i związki powodujące jej twardość.

Domowa instalacja wodociągowa powinna być wyposażona w urządzenia uzdatniające, w których powinny być usunięte substancje mające negatywny wpływ na zdrowie użytkowników i na elementy instalacji.

Najczęściej konieczne lub pożądane jest usunięcie z wody następujących składników:

- cząstki stałe – drobny piasek, rdza, muł, osady - nawet jeśli nie przekraczają norm i są niewidoczne dla odbiorcy, mogą przyczynić się do uszkodzenia elementów instalacji,
- jony wapnia i magnezu - są składnikami twardości wody i przyczyniają się do powstania kamienia kotłowego, powodują zarastanie przewodów wodociagowych,
- związki żelaza i manganu - mogą powodować żółtą barwę oraz pogorszenie smaku i zapachu wody; ich usuwanie bardzo często jest konieczne w przypadku wody ze studni głębinowej,
- mikroorganizmy - stosując dodatkowe urządzenia dezynfekujące, można zabezpieczyć się przed wtórnym rozwojem mikroorganizmów.

Dodatkowe uzdatnianie wody z lokalnych ujęć wód podziemnych jest potrzebne nawet, jeśli woda, którą otrzymujemy po odkręceniu zaworu czerpalnego jest dobrej jakości. Instalację należy uzupełnić o urządzenia uzdatniające w następujących przypadkach:

- instalacja jest wykonana z miedzi - ze względu na naturalną warstwę antykorozyjną z tlenku miedzi rury są podatne na uszkodzenia mechaniczne,
- instalacja wykonana jest ze starych rur stalowych - zabezpieczenie przed wtórnym zanieczyszczeniami bakteryjnymi,
- woda jest chlorowana.

Do uzdatniania wody zastosowane są następujące urządzenia:

- filtry mechaniczne (wstępne) - najczęściej stosowane są filtry siatkowe. Siatka wykonana jest ze stali lub poliestru. Oczko siatki powinno mieć wymiar (prześwit) ok. 25 mm by rzeczywiście wyłapać szkodliwe zanieczyszczenia mechaniczne i zabezpieczać wodomierze i instalacje miedziane. Filtr może też opierać się na wkładzie z kształtek (tworzywa sztuczne lub ceramika). Filtry te montuje się najczęściej przed wejściem wody do budynku (przed wodomierzem głównym). Wymagają okresowej wymiany wkładów.
- filtry chemiczne (zblokowane) - usuwają złożone substancje organiczne, które mogą nie tylko pogarszać smak i zapach wody oraz przyczyniać się do jej mętności, ale też mieć szkodliwy wpływ na zdrowie człowieka. Dobre filtry usuwają pestycydy, fenole, związki chlorowcopochodne (w tym niebezpieczne trihalometany). Dodatkowo usuwają też chlor, dlatego należy je montować przed wylotem z baterii - wcześniejsze usunięcie chloru z instalacji może przyczynić się do rozwoju bakterii (mikroorganizmów). Najczęściej stosuje się filtry oparte na węglu aktywnym - jest to materiał o bardzo dobrej chłonności, absorbuje z wody bardzo szeroką gamę zanieczyszczeń. Filtr węglowy jest uzupełniony związkami srebra, by w jego wnętrzu nie mogły się rozwinać bakterie. Filtr wymaga okresowej wymiany wkładu, ale jeśli w instalacji zastosowany jest też filtr mechaniczny, filtr węglowy zwiększa swą żywotność (jest chroniony przed zniszczeniem cząstkami stałymi).
- magnetyzery - zabezpieczają instalację przed osadzaniem kamienia kotłowego. Magnetyzer wmontowuje się w rurę, gdzie wytwarza on stałe pole magnetyczne, które uniemożliwia osadzanie kamienia kotłowego na ściankach rur oraz wpływa na stopniowy rozkład już istniejącej warstwy kamienia.

- odżelaziacze - urządzenia łączące w sobie napowietrzanie i filtr ze złożem: zwirowym, piaskowym, lub dolomitowym. Napowietrzenie pozwala na wytrącenie związków żelaza z wody, które mogą zostać zatrzymane na filtrze. Odżelaziacz najczęściej jest konieczny w instalacji domowej zasilanej wodą ze studni wierconej (głębinowej) - żelazo jest bardzo często naturalnym składnikiem tych wód. Filtr wymaga okresowej regeneracji (płukania) oraz (raz na kilka lat) wymiany całego złoża.
- odmanganiacze – urządzenia z zasadą działania zbliżoną do odżelaziaczy bowiem żelazo i mangan występują w wodach podziemnych zawsze razem tylko w różnych ilościach. Dość często w jednym urządzeniu następuje usunięcie z wody zabarwienia i mętności.
- zmiękczacze jonitowe - pozwalają na usunięcie twardości wody spowodowanej jonami wapnia i magnezu. Woda twarda przepływa przez kolumnę jonitową wypełnioną żywicami organicznymi, gdzie następuje wymiana jonów np. ulegają zatrzymaniu jony powodujące twardość wody, a do wody przechodzą jony wodoru lub sodu. Żywica, na której następuje wymiana jonowa, jest wrażliwa na skład uzdatnianej wody, producenci określają granicę zawartości żelaza w wodzie. Przed zmiękczeniem wody konieczne trzeba ją wcześniej poddać odżelazaniu.



Rys. 42. Odżelaziacze – widok [14]

- systemy membranowe – odwróconej osmozy i nanofiltracji - to technologie umożliwiające usunięcie większości zanieczyszczeń „trudnych” - azotynów, metali ciężkich, związków promieniotwórczych, bakterii, wirusów. Jednakże ze względu na swą wysoką skuteczność system usuwa także związki magnezu, potasu, czy wapnia - będące w wodzie w ilościach potrzebnych dla organizmu człowieka. Dlatego też, np. odwrócona osmoza musi być uzupełniona o urządzenie zwane mineralizatorem, które umożliwia ponowne nasycenie wody związkami mineralnymi.



Rys. 43. Systemy membranowe– widok [14]

- lampy UV - w skali mieszkania lub domu jednorodzinnego sprawdzają się jako dodatkowy system dezynfekcji usuwając mikroorganizmy, które mogły „przedostać się” przez chlorowanie. Lampy UV powinny być stosowane w instalacjach wody, której źródłem jest studnia kopana z uwagi na wyższe ryzyko zanieczyszczeń bakteryjnych.

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do zaplanowania przebiegu ćwiczeń i ich wykonania.

1. W jakim celu stosowane są zbiorniki górne w lokalnym zaopatrzeniu w wodę?
2. Od czego zależy kształt zbiornika górnego?
3. Jakie funkcje spełniają poszczególne rodzaje przewodów w zbiorniku górnym?
4. Jakie powinno być uzbrojenie zbiornika górnego?
5. Dlaczego zbiorniki magazynujące wodę powinny być izolowane?
6. Jakiego rodzaju pompy mogą pracować w układach zasilających zbiorniki górne i zbiorniki hydroforowe?
7. Na jakiej zasadzie pracuje zbiornik hydroforowy?
8. Dlaczego w układ z dużym zbiornikiem hydroforowym włączona jest sprężarka powietrza?
9. W jakim celu montowane są w hydroforach zawory bezpieczeństwa?
10. W którym miejscu w układzie hydroforowym montowany jest zawór bezpieczeństwa?
11. Gdzie powinien być ustawiony duży, a gdzie mały hydrofor?
12. Jakie czynności powinny być wykonane podczas ustawiania pracy zbiornika hydroforowego?
13. Jaką funkcję pełni wyłącznik ciśnieniowy?
14. Jakie są najczęstsze przyczyny awarii hydroforów?
15. W jakim celu stosuje się domowe uzdatnianie wody?
16. Jakie urządzenia stosuje się do uzdatniania wody z lokalnego ujęcia w warunkach domowych?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Sporządź wykaz czynności, materiałów, sprzętu i narzędzi oraz środków ochrony osobistej dla wykonania instalacji wodociągowej dla układu studnia – pompa – zbiornik górny. Podaj skład ekipy do wykonania zadania.

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

I część

1. Elementem studni kopanej jest:
 - a) drenaż,
 - b) filtr siatkowy,
 - c) rura okładzinowa,
 - d) wieniec.
2. Maksymalna głębokość studni wierconej budowanej przez wiercenie ręczne wynosi:
 - a) 20 m,
 - b) 50 m,
 - c) 75 m,
 - d) 100 m.
3. Zgodnie z przepisami UDT zawór bezpieczeństwa w hydroforze powinien być ustawiony na ciśnienie:
 - a) niższe od ciśnienia pracy o 10%,
 - b) równe ciśnieniu pracy,
 - c) równe 0,1 MPa,
 - d) wyższe od ciśnienia pracy o 10%.
4. Wokół studni kopanej ułożone zabezpieczenie powinno być ze spadkiem:
 - a) 1 – 5 % w kierunku do studni,
 - b) 1 – 5 % w kierunku od studni,
 - c) 5 – 10 % w kierunku do studni,
 - d) 5 – 10 % w kierunku od studni.
5. Obudowa podziemna studni wierconej powinna być do głębokości:
 - a) 0,8 m,
 - b) 1,0 m,
 - c) 1,8 m,
 - d) 2,0 m.
6. Do celów wodociągowych można pobierać wodę podziemną:
 - a) głębinową,
 - b) gruntową,
 - c) wgłębną,
 - d) zaskórną.
7. Najmniejsza średnica kręgów betonowych dla studni kopanych wynosi:
 - a) 0,5 m,
 - b) 0,6 m,
 - c) 0,8 m,
 - d) 1,0 m.
8. Nie trzeba ustanawiać stref ochronnych, gdy głębokość studni nie przekracza:
 - a) 10 m,
 - b) 20 m,
 - c) 30 m,
 - d) 40 m.
9. Pozwolenie wodno-prawne nie jest wymagane, gdy pobór wody ze studni nie przekracza:
 - a) $1 \text{ m}^3/\text{d}$,
 - b) $2 \text{ m}^3/\text{d}$,
 - c) $5 \text{ m}^3/\text{d}$,
 - d) $10 \text{ m}^3/\text{d}$.

10. Najwyższe ciśnienie wody w zbiorniku hydroforowym jest wtedy, gdy:
- cały zbiornik opróżniony jest z wody,
 - cały zbiornik wypełniony jest tylko wodą,
 - poziom wody jest minimalny,
 - poziom wody jest maksymalny.
11. Studnia wiercona jest to szyb studzienny o:
- dużej średnicy i dużej głębokości,
 - dużej średnicy i małej głębokości,
 - małej średnicy i dużej głębokości,
 - małej średnicy i małej głębokości.
12. Cykl pracy pompy w układzie hydroforowym zależy od:
- ilości pobieranej wody,
 - rodzaju pompy,
 - rodzaju wyłącznika ciśnieniowego,
 - wysokości zbiornika hydroforowego.
13. Wolnostojący zbiornik hydroforowy powinien być ustawiony w odległości od ściany minimum :
- 0,2 m,
 - 0,6 m,
 - 1,0 m,
 - 1,4 m.
14. Wysokość napełnienia zbiornika hydroforowego można określić na podstawie wskazań:
- manometru,
 - plywaka,
 - wodomierza,
 - wodowskazu.

II część

15. Związki żelaza obecne w wodzie pobranej ze studni wierconej powodują:
- pogorszenie smaku i zapachu wody,
 - zagniwanie wody,
 - zwiększenie kwasowości wody,
 - zwiększenie twardości wody.
16. Próbné pompowanie w czasie budowy studni wierconej przeprowadza się:
- na zakończenie wiercenia,
 - po opuszczeniu pierwszej rury okładzinowej,
 - przed opuszczeniem filtru,
 - przed rozpoczęciem wiercenia.
17. Minimalna odległość studni kopanej od granicy nieruchomości powinna wynosić:
- 5,0 m,
 - 7,5 m,
 - 10,0 m,
 - 15,0 m.
18. Dla bezpiecznej pracy pompy głębinowej minimalny poziom wody nad pompą powinien wynosić:
- 0,5 m,
 - 1,0 m,
 - 1,5 m,
 - 2,0 m.

19. Kształt zbiornika górnego zależy od:
- a) ilości magazynowanej wody,
 - b) rodzaju gruntu,
 - c) ukształtowania terenu,
 - d) usytuowania w budynku.
20. Napływanie wody do studni kopanej może być:
- a) boczne i denne,
 - b) boczne i górne,
 - c) boczne, denne i górne,
 - d) denne i górne.

6. LITERATURA

1. Choraży R.: Urządzenia i instalacje wodociągowe w nowoczesnej zagrodzie, PWRiL, Warszawa 1983
2. Chudzicki J., Sosnowski S.: Instalacje wodociągowe – projektowanie, wykonanie, eksploatacja. Wydawnictwo „Seidel – Przywecki”, Warszawa 2005
3. Cieślowski S., Karpiński M., Trzaskowski W.: Technologia Instalacje sanitarne, WSiP, Warszawa 1996
4. Cieślowski S., Krygier K.: Technologia Instalacje sanitarne część 1, WSiP, Warszawa 1998
5. Heidrich Z.: Wodociągi i Kanalizacja Część 1 Wodociągi, WSiP, Warszawa 1999
6. Heidrich Z. i in.: Instalacje w domkach jednorodzinnych, Arkady, Warszawa 1986
7. Jackson A, Day D.: Własny dom, Wiedza i życie, Warszawa 2002
8. Koczyk H., Antoniewicz B.: Nowoczesne wyposażenie techniczne domu jednorodzinnego. Instalacje sanitarne i grzewcze, PWRiL, Poznań 2004
9. Praca zbiorowa.: Technologia instalacji wodociągowych i gazowych część 1 Instalacje wodociągowe. Rea, Warszawa 1998
10. Praca zbiorowa: Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych. tom II Instalacje sanitarne i przemysłowe, Arkady, 1988
11. Praca zbiorowa: Wodociągi i kanalizacja – projektowanie, montaż, eksploatacja, modernizacja, Wydawnictwo Verlag Dashöfer, Warszawa 2005
12. Sawicki W.: Wodociągi i kanalizacje, PWRiL, Warszawa 1985
13. Strona internetowa: www.e-instalacje.pl
14. Strona internetowa: www.murator-dom.pl